



**FCTUC** DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# **Reabilitação de Fachadas de Edifícios – Estudo Aplicado a uma Associação de Solidariedade Social**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil  
na Especialidade de Construções

Autor

**Marco André Nunes Gomes**

Orientadores

**Prof. Doutor Diogo Manuel Rosa Mateus**

**Prof. Doutor José António Raimundo Mendes da Silva**

Esta dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor, não tendo sofrido correções após a defesa em provas públicas. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC declina qualquer responsabilidade pelo uso da informação apresentada

**Coimbra, julho, 2013**

## Agradecimentos

Aqui quero manifestar os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a sua realização.

Ao Prof. Dr. Diogo Manuel Rosa Mateus pela sua orientação, disponibilidade e apoio durante toda a execução da dissertação

Ao Prof. Dr. José António Raimundo Mendes da Silva pela sua coorientação e partilha do seu valoroso conhecimento, pela sua disponibilidade, paciência e incentivo.

A toda a direção da Associação de Solidariedade Social – “Casa do Juiz” e em especial ao Dr. Luís Miguel Ferreira de Azevedo Mendes que mostrou toda a disponibilidade e garantiu todas as condições necessárias à realização de parte do trabalho.

À Eng.<sup>a</sup> Sofia Teodósio, da Robbialac, pela paciência demonstrada em explicar alguns trabalhos específicos desenvolvidos pela empresa e ao Sr. Horácio, técnico da Robbialac especialista em aplicação de sistemas de revestimentos pelo exterior.

Aos meus pais, que tornaram possível o percorrer deste longo caminho, ao meu irmão, pela preocupação, à minha namorada por todo o apoio durante estes longos cinco anos e aos meus futuros sogros pela paciência e conforto disponibilizados.

Um bem-haja, a todas as pessoas que não mencionei e muito obrigado.

## RESUMO

Com o envelhecimento do parque habitacional em Portugal, aliado a um excesso de construção de edifícios novos, em muitos casos, de fraca qualidade e com erros construtivos, torna-se cada vez mais importante a reabilitação das edificações existentes, não só dos edifícios mais antigos, geralmente com intervenções de fundo, como em edifícios ainda recentes, em geral com intervenções localizadas, para correção de insuficiências e defeitos de construção.

Neste contexto, pretende-se no âmbito do presente trabalho, e numa primeira fase, uma compilação de possíveis técnicas e soluções de reabilitação de edifícios, centrada sobretudo nos elementos de fachada. Numa segunda fase do trabalho, pretende-se a aplicação a um caso de estudo, que corresponde a uma Instituição Particular de Solidariedade Social (IPSS) – “Casa do Juiz” (Associação de Solidariedade Social), localizada em Bencanta – Coimbra. As instalações desta associação são constituídas por dois edifícios, ambos com graves patologias ao nível das fachadas: um de construção recente, com cerca de 12 anos; e um de construção mais antiga.

Este trabalho, para além de um levantamento exaustivo das patologias existentes nos edifícios em estudo, da identificação de possíveis causas e das soluções de reabilitação, incluirá ainda uma avaliação do comportamento térmico do edifício de construção recente e o estudo de soluções de reforço de isolamento térmico.

## **Abstract**

With the aging of the housing stock in Portugal, coupled with an excess of new buildings, in many cases of poor quality and faulty construction, the rehabilitation of existing buildings becomes increasingly important, not just of the oldest buildings usually with background interventions, but also new buildings, in many times with localized interventions to correct deficiencies and construction defects.

In this context, the purpose of this dissertation is, in a first step, to create a compilation of possible buildings rehabilitation solutions and techniques, mainly focused on the facade elements. In a second step, a case study is specifically investigated, which corresponds to a Private Institution of Social Solidarity (IPSS) - "Casa do Juiz" (Social Solidarity Association), located in Bencanta - Coimbra. The facilities of this association comprise two buildings, both with serious pathologies at the facades: one of recent construction, with approximately 12 years, and another of oldest construction.

Beyond a comprehensive survey of existing pathologies in the study buildings as well as the identification of possible causes and rehabilitation solutions, this dissertation work also include a thermal behavior assessment of the new building and the solutions for thermal insulation reinforcement.

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	1
<b>1.1. Motivação e Enquadramento</b> .....	1
<b>1.2. Objectivos</b> .....	2
<b>1.3. Estrutura</b> .....	3
<b>2. Estado da Arte</b> .....	4
<b>2.1. Tipos de Fachadas</b> .....	4
<b>2.1.1. Generalidades</b> .....	4
<b>2.1.2. Paredes Exteriores</b> .....	4
<b>2.1.3. Revestimentos</b> .....	7
<b>2.2. Tipos de Anomalias</b> .....	9
<b>2.2.1. Abordagem Geral</b> .....	9
<b>2.2.2. Anomalias Devidas à Ação da Humidade</b> .....	11
<b>2.2.3. Fissurações</b> .....	13
<b>2.2.4. Envelhecimento e degradação dos materiais</b> .....	17
<b>2.2.5. Desajustamento funcional</b> .....	19
<b>2.3. Técnicas e Soluções de Reabilitação</b> .....	20
<b>3. Caso de Estudo – “Casa do Juiz” (IPSS)</b> .....	27
<b>3.1. Enquadramento e Descrição Sumária das Instalações</b> .....	27
<b>3.2. Descrição do Objeto de Estudo</b> .....	29
<b>3.2.1. Identificação das Fachadas</b> .....	29
<b>3.2.2. Descrição das Fachadas do Edifício de Construção Recente</b> .....	30
<b>3.2.3. Descrição das Fachadas de Edifício de Construção Antiga</b> .....	32
<b>3.3. Patologia das fachadas dos Edifícios</b> .....	33
<b>3.3.1. Princípios Gerais</b> .....	33
<b>3.3.2. Catálogo de Anomalias – Edifício de Construção Recente</b> .....	33
<b>3.3.3. Causas Prováveis – Edifício de Construção Recente</b> .....	39
<b>3.3.4. Catálogo de Anomalias – Edifício de Construção Antiga</b> .....	42
<b>3.3.5. Causas Prováveis – Edifício de Construção Antiga</b> .....	47
<b>3.4. Estratégia de Intervenção</b> .....	49
<b>3.4.1. Generalidades</b> .....	49

---

<b>3.4.2. Soluções Gerais Propostas – Fachadas de Edifício de Construção Recente</b> .....	51
<b>3.4.3. Revestimento Delgado Armado ou ETICS</b> .....	53
<b>3.4.4. Soluções Gerais Propostas - Fachadas de Edifício de Construção Antiga</b> . .....	53
<b>3.5. Soluções de Reabilitação – Edifício de Construção Recente</b> .....	57
<b>3.5.1. Enquadramento</b> .....	57
<b>3.5.2. Paredes das fachadas</b> .....	58
<b>3.5.3. Pórticos Exteriores</b> .....	59
<b>3.5.4. Singularidades</b> .....	61
<b>3.6. Soluções de Reabilitação – Edifício de Construção Antiga</b> .....	62
<b>4. Conclusões e Trabalhos Futuros</b> .....	64
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	65
<b>Anexo A</b> .....	A-1
<b>Fichas de caderno de encargos</b> .....	A-1
<b>Saneamento geral dos suportes</b> .....	A-1
<b>Revestimento Delgado Armado</b> .....	A-2
<b>Revestimento Delgado Armado Sobre Isolamento Térmico</b> .....	A-3

## Índice de figuras

Figura 2.1 - Edifício típico da construção pombalina (Pinho, 2000) .....	6
Figura 2.2 - Revestimento delgado armado sobre isolamento térmico .....	9
Figura 2.3 – Humidade ascensional, manchas escuras e formação de eflorescências (habitação em Pedrogão, Soure) .....	11
Figura 2.4 – Fissuras provocadas pela deformação do suporte (Paiva et al, 2006).....	15
Figura 2.5 – Fissuração em cunhal e em zona de ligação entre platibanda e laje de cobertura	16
Figura 3.1 – Vistas das fachadas do edifício de construção recente.....	27
Figura 3.2 – Vistas das fachadas do edifício antigo .....	28
Figura 3.3 – Edifícios ( <a href="http://www.bing.com/maps">http://www.bing.com/maps</a> ).....	29
Figura 3.4 – Identificação das fachadas em estudo .....	30
Figura 3.5 (a) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício recente.....	33
Figura 3.5 (b) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício recente.....	34
Figura 3.5 (c) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício recente.....	35
Figura 3.6 (a) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente.....	36
Figura 3.6 (b) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente (continuação) .....	37
Figura 3.6 (c) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente (continuação) .....	38
Figura 3.6 (d) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente (continuação) .....	39
Figura 3.7 (a) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício antigo .....	42
Figura 3.7 (b) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício antigo .....	43
Figura 3.7 (c) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício antigo .....	44
Figura 3.8 (a) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício antigo .....	45
Figura 3.8 (b) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício antigo .....	46
Figura 3.9 - Esquema de soluções possíveis para a estratégia de intervenção .....	50
Figura 3.10 – Esquema de vala periférica (sem escala): 1 – Parede; 2 – Impermeabilização com tela betuminosa; 3 – Vala periférica com godo médio; 4 – zona ajardinada após execução da vala.....	59
Figura 3.11 – Esquema da transição de revestimentos (sem escala): 1 – Suporte em betão armado; 2 – Reboco especial macroporoso; 3 – Reboco cimentício existente; 4 – Revestimento delgado armado.....	61

## Índice de Quadros

Quadro 2.1 - Anomalias não estruturais em elementos da fachada.....	10
Quadro 2.2 (a) - Causas principais das fissurações .....	13
Quadro 2.2 (b) – Causas principais das fissurações .....	14
Quadro 2.3 - Tipos de fissuração nos revestimentos tradicionais de ligantes hidráulicos .....	17
Quadro 2.4 (a) - Anomalias comuns em elementos da fachada .....	18
Quadro 2.4 (b) - Anomalias comuns em elementos da fachada .....	19
Quadro 2.5 - Anomalias por insatisfação das exigências de segurança, conforto e eficiência energética.....	20
Quadro 2.6 (a) - Soluções para tratamento das anomalias associadas à presença de humidade ascensional.....	21
Quadro 2.6 (b) - Soluções para tratamento das anomalias associadas à presença de humidade ascensional.....	22
Quadro 2.6 (c) - Soluções para tratamento das anomalias associadas à presença de humidade ascensional.....	23
Quadro 3.1 (a) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício recente.....	51
Quadro 3.1 (b) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício recente .....	52
Quadro 3.2 (a) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo .....	54
Quadro 3.2 (b) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo.....	55
Quadro 3.2 (c) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo .....	56
Quadro 3.2 (d) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo.....	57



## 1. Introdução

### 1.1. Motivação e Enquadramento

Em Portugal, por via do excesso de construção nova, frequentemente de fraca qualidade e com erros construtivos, do envelhecimento do parque habitacional e, não menos importante, das dificuldades económicas que se fazem sentir, torna-se cada vez mais importante, do ponto de vista da dinamização da economia nacional, da sustentabilidade e do interesse histórico-cultural, a reabilitação das edificações existentes. As grandes cidades portuguesas “sofrem” com a existência de edifícios com condições precárias de segurança e salubridade (edifícios cujo estado de conservação é muito baixo), tornando-as pouco atraentes e muito perigosas aos cidadãos que têm por objectivo desfrutar da sua história e cultura. Deste modo, a reabilitação dos edifícios deve ser tratada como o conjunto de técnicas e soluções que aliado a um planeamento rigoroso, tendo em consideração o enquadramento com o espaço envolvente, permita conceder características funcionais, de segurança e de salubridade favoráveis e essenciais à melhoria da qualidade de vida da população, mantendo o conceito histórico e arquitectónico.

Atualmente, verifica-se por parte dos proprietários, a preocupação e a necessidade em melhorar o seu património, tanto nos edifícios mais antigos, repondo o nível estético exterior (de modo a que melhor se enquadrem na área envolvente) e a melhorar as condições do espaço interior para as exigências atuais de conforto, segurança e salubridade, como nas edificações recentes que sofrem de anomalias precoces, corrigindo insuficiências e defeitos construtivos. Antes da intervenção de reabilitação, propriamente dita, exige-se sempre um diagnóstico das anomalias existentes. Este diagnóstico, resume-se, geralmente, à inspeção e levantamento exaustivo das anomalias (também correntemente designadas por “patologias”) existentes no edificado e à identificação das suas possíveis causas, mas nem sempre é tarefa fácil, sendo muito difícil a sua padronização. Posteriormente, e para que se atinja o objetivo final, há que identificar o leque de soluções e, de entre estas, escolher a que melhor responde globalmente ao problema, tendo em conta as condicionantes locais específicas e económicas.

A “Sika Portugal” promoveu o “III Concurso Sika Academy”, que se considerou interessante e possível de conciliar com a realização deste trabalho, adaptando-se o tema da tese em função dos objetivos e encontrando um conjunto de tarefas comuns. Para o concurso foram ainda realizadas algumas tarefas (mapa de quantidades, caderno de encargos, duração da intervenção e duração da obra) que não são descritas neste trabalho. Nesta tese foram especificamente desenvolvidas as comparações críticas entre soluções, que não faziam parte do documento de concurso.

O concurso proporcionou aos candidatos a escolha de uma IPSS de forma a realizar um projeto de reabilitação que incidisse sobre uma dada área de um edifício da mesma. Este projeto foi realizado por duas fases, sendo numa primeira fase elaborado um relatório preliminar com a seleção justificada da IPSS e da zona do edifício a intervir e uma análise exaustiva e justificada das patologias observadas. Numa segunda fase foram apresentadas as soluções de reabilitação com produtos Sika, tendo em consideração o desenvolvido na primeira fase, e incluindo alguns parâmetros de análise qualitativa e quantitativa. Sendo assim, a área de intervenção escolhida para o projeto do concurso recaiu sobre as fachadas do edifício mais recente da Associação de Solidariedade Social “Casa do Juiz”, não só pelo facto de ser próxima ao local de ensino e da disponibilidade e abertura da sua direção, como, principalmente, pelas condições em que as instalações se encontram, dando a clara percepção de que a sua reabilitação constituiu um interessante desafio.

No âmbito deste concurso achou-se relevante para este trabalho, abordar este assunto através de um caso de estudo com o intuito de proceder a uma análise da possível reabilitação das fachadas de ambos os edifícios da IPSS (edifício de construção recente e edifício de construção antiga), que se encontram com graves anomalias ao nível das fachadas.

## **1.2. Objectivos**

Para o desenvolvimento de todo o processo envolvido na reabilitação do parque edificado, deve-se aprofundar e reter conhecimento sobre vários aspectos referentes à área a intervir, sendo esta um conjunto de edifícios ou apenas uma fachada. Alguns dos aspectos a ter em consideração para o processo de reabilitação num dado edifício são as suas características, isto é, a constituição das fachadas, relativamente à época em que foi elaborada, as anomalias que advêm desse tipo de fachadas (cada edifício, dependendo da época em que foi edificado, demonstra certas anomalias que se tornam típicas do tipo de construção) e as técnicas e soluções a aplicar para tratamento das anomalias.

Deste modo, este trabalho tem como objectivos, numa primeira fase, fazer uma compilação de possíveis técnicas e soluções de reabilitação de fachadas, isto é, meios de resolução para os vários tipos de anomalias que, geralmente, surgem associadas a vários tipos de fachadas (dependendo da época de construção). Numa segunda fase pretende-se fazer a aplicação das possíveis técnicas e soluções de reabilitação a um caso de estudo, correspondente a uma Instituição Particular de Solidariedade Social (IPSS) – Associação de Solidariedade Social “Casa do Juiz”, localizada em Bencanta, Coimbra. Para se proceder à aplicação das técnicas e soluções de reabilitação das fachadas das instalações desta IPSS (constituída por um edifício de construção antiga, provavelmente séc. XIX, e por um edifício

de construção recente, cerca de doze anos) será feito um levantamento exaustivo das anomalias observadas e a identificação das possíveis causas.

Este trabalho tem, igualmente, como fim uma análise crítica sobre as soluções gerais adotadas, fazendo-se uma comparação entre estas de modo a verificar qual a melhor a aplicar no caso em questão. No caso do edifício de construção recente essas soluções são influenciadas principalmente pelos ganhos de energia associados às mesmas.

### **1.3. Estrutura**

O presente trabalho é estruturado em cinco capítulos subdivididos em secções e subsecções de modo a que o estudo e análise da informação relativa aos assuntos abordados ficassem organizados.

Deste modo, o capítulo 1 – “Introdução” descreve o que se irá abordar e executar no desenvolvimento deste trabalho, tendo por base os objectivos a atingir.

Relativamente ao capítulo 2 – “Estado da Arte”, é feita uma abordagem aos tipos de fachadas (elementos constituintes) e anomalias mais comuns associadas a estas (dependendo da época de construção) e indicadas as possíveis técnicas e soluções a aplicar de modo a tratar as anomalias em si e os problemas a elas associados.

No capítulo 3 – “Caso de Estudo - Casa do Juiz (IPSS)” são abordados exaustivamente todas as anomalias existentes nas fachadas dos edifícios de construção recente e antiga, foram identificadas as possíveis causas à ocorrência das anomalias e definidas as soluções e técnicas mais favoráveis à resolução das mesmas. Ainda, relativamente ao edifício de construção recente, foram executadas comparações entre duas soluções de revestimento de modo a salientar a importância e contribuição do reforço de isolamento das fachadas para o conforto dos habitantes e poupança de energia.

Por fim no capítulo 4 – “Conclusões e Trabalhos Futuros” é apresentada a síntese dos objectivos e do seu grau de cumprimento, as principais conclusões da tese e indicando possíveis trabalhos futuros.

Em anexo estão presentes as fichas de caderno de encargos referentes a três trabalhos distintos necessários à reabilitação das fachadas do edifício de construção recente, organizadas por designação do trabalho, critério de medição, descrição do artigo (trabalho) e condições técnicas.

## **2. Estado da Arte**

### **2.1. Tipos de Fachadas**

#### **2.1.1. Generalidades**

As fachadas, desde sempre, foram vistas como um meio físico de separação entre o exterior (ambiente público e aberto a qualquer visão) e o interior (segurança, privacidade e conforto) dos edifícios, com um papel preponderante na proteção dos mesmos quando sujeitas às ações dos agentes atmosféricos. Ao longo dos anos, têm vindo a sofrer um processo de alteração. Esta evolução tem sempre como objetivos principais, não esquecendo a parte estética, o melhoramento do seu desempenho no que compete às características de estabilidade, estanquidade à água e ao ar, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, durabilidade e facilidade de manutenção, economia e facilidade de execução (LNEC, 1983; Sousa, 2002).

Como este trabalho incide no estudo da reabilitação de fachadas, faz-se entender que estas são formadas pelos seguintes elementos construtivos:

- Elemento primário (parede exterior);
- Elementos secundários (janelas, portas exteriores, guardas, entre outros); e
- Revestimentos (por exemplo, revestimentos tradicionais – argamassas à base de cal e/ou cimento Portland).

#### **2.1.2. Paredes Exteriores**

As paredes das fachadas, dos edifícios antigos (anteriores aos edifícios constituídos por estrutura de betão armado), são classificadas, segundo Fernando Pinho (Pinho, 2000a), tendo em consideração três grandes grupos de fatores que se dividem em subgrupos classificativos:

- A natureza, dimensão, grau de aparelho e o material utilizado como ligante entre os elementos de enchimento (por exemplo, pedra e tijolo):
  - Parede de cantaria;
  - Alvenaria de pedra aparelhada;
  - Alvenaria de pedra ordinária;
  - Paredes mistas;
  - Alvenaria hidráulica;
  - Alvenaria refratária;
  - Empedrados;

- Paredes de betão;
- Alvenaria de tijolo; e
- Paredes de adobe e taipa.
- O tipo de materiais utilizados na construção das paredes dos edifícios:
  - Paredes homogéneas;
  - Paredes mistas.
- O seu desempenho relativamente a funções estruturais e ao fim a que se destinam:
  - Paredes-mestras;
  - Paredes divisórias;
  - Muros de suporte;
  - Muros de vedação;
  - Muros de revestimento.

Tendo em consideração a evolução das fachadas e que, comumente, até ao aparecimento das estruturas de betão armado, as paredes exteriores dos edifícios (constituídas por materiais sujeitos a maiores deformações e com maior porosidade, relativamente aos edifícios recentes) desempenhavam funções resistentes e de proteção aos agentes atmosféricos e a solicitações mecânicas (garantidas pelas elevadas espessuras das paredes), foi possível identificar quais os tipos de soluções de construção mais relevantes no território nacional em determinadas épocas (Pinho, 2000b). Sendo assim:

- Anteriormente a 1755 (antes do “Terramoto de 1755”) a maioria dos edifícios eram constituídos por paredes de alvenaria de pedra (parede de cantaria, alvenaria de pedra aparelhada e alvenaria de pedra ordinária) que ofereciam uma boa resistência mecânica (principalmente quando as pedras eram ligadas entre si por peças metálicas – gatos e/ou cavilhas), boa inércia térmica e bom isolamento a ruídos aéreos apesar de terem como inconvenientes os custos elevados de execução (sobretudo as cantarias) e a suscetibilidade a grandes solicitações gravíticas e sísmicas devido ao seu elevado peso próprio;
- Entre o ano de 1755 e de 1870 (após “Terramoto de 1755”) verificou-se uma grande evolução na engenharia civil com a edificação de estruturas de alvenaria mista da época pombalina (Figura 2.1) e similares, em que na sua constituição estava presente uma “complexa” estrutura constituída por vários e interligados elementos de madeira (gaiola pombalina), pela face interior da parede, com excelentes características funcionais e estruturais para com a ocorrência de sismos. Existe a nível nacional variações desta técnica construtiva, cuja estrutura em madeira era colocada junto à face exterior;
- Entre 1870 e 1930 a construção pombalina foi adulterada com a edificação de estruturas de alvenaria do tipo gaioleiro;

- Com o aparecimento do betão armado, de 1930 a 1940 e de 1940 a 1960, deu-se uma transição em que as estruturas mistas de alvenaria e betão armado e as estruturas de betão armado e alvenaria de tijolo, respectivamente, foram das mais utilizadas na construção nacional;
- Após 1960 (até aos dias de hoje), maioritariamente, toda a resistência estrutural advém da utilização de betão armado nas edificações, isto é, a utilização de estruturas porticadas em betão armado deixou de lado, quase por completo, as alvenarias resistentes de tijolo, passando este a ser utilizado essencialmente para alvenarias de enchimento.

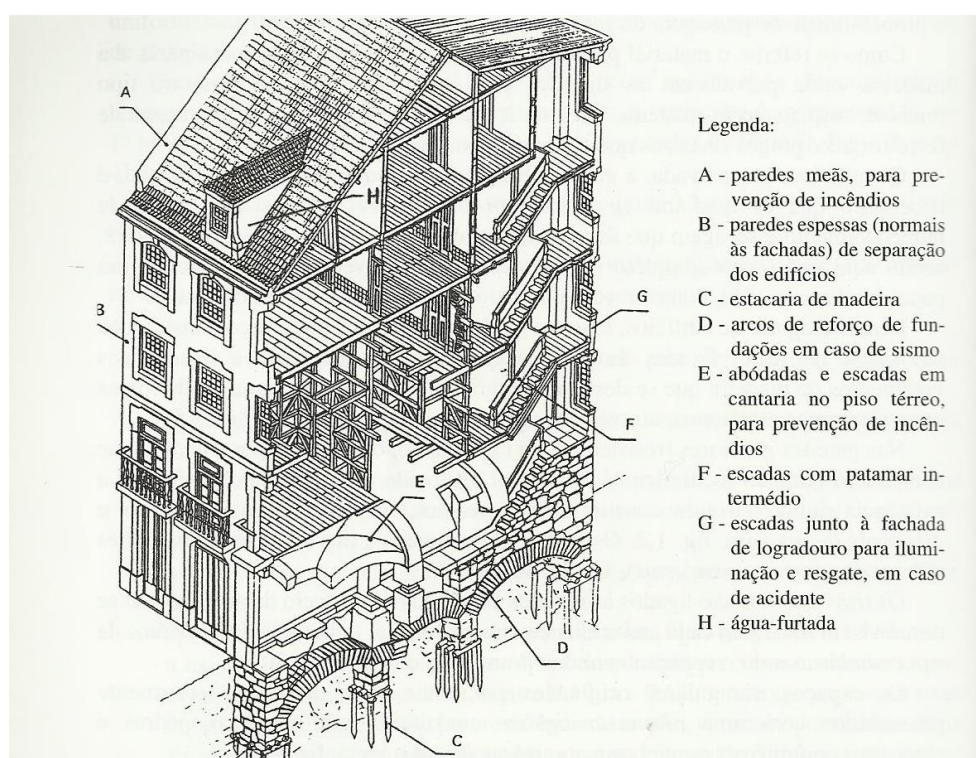


Figura 2.1 - Edifício típico da construção pombalina (Pinho, 2000)

Na escolha do tipo de fachada a adotar (por exemplo, paredes de alvenaria de pedra ordinária com os contornos dos vãos e cunhais em cantaria sem qualquer tipo de revestimento e acabamento – paredes mistas), o custo e tempo previsto para a execução da obra, a mão-de-obra especializada, o conhecimento de técnicas de execução, as características que o edifício devia de cumprir, a disponibilidade e natureza dos recursos (materiais e humanos) existentes no local bem como os meios de transporte disponíveis são fatores que limitavam seriamente todas as soluções construtivas, sendo a distribuição geográfica o de maior influência dado que, em zonas em que predomina um dado tipo de rocha, (granito, xisto ou calcário) a maioria

das edificações existentes são, precisamente, constituídas por esse tipo de rocha (Pinho, 2000c).

Outros tipos de paredes muito utilizados a nível nacional, principalmente na zona sul, foram as paredes de taipa e adobe (taipa – solos argilosos; adobe – tijolos de barro amassados com água e cozidos pela exposição à radiação solar) cuja utilização em massa deu-se até meados do séc. XX, devido à reduzida condução térmica dos materiais e aos custos reduzidos associados à sua construção. A degradação provocada por roedores e pelo ataque dos agentes atmosféricos (sobretudo a humidade de precipitação e ascensional) e a impossibilidade de construir em altura devido à debilidade oferecida quando submetida a ações sísmicas são os principais inconvenientes destas soluções (Pinho, 2000d).

### **2.1.3. Revestimentos**

Os revestimentos, como primeiro elemento construtivo exposto a qualquer tipo de ação mecânica (colisões acidentais ou não) e atmosférica (agentes atmosféricos, como a ação da água) têm como principal função, não desprezando o seu valor estético (principalmente revestimentos de acabamento), a proteção das paredes exteriores.

A maioria dos revestimentos utilizados para o recobrimento das paredes de alvenaria de edifícios antigos tinham por base argamassas fracas, como é o caso das argamassas à base de cal (aérea ou hidratada), sendo, posteriormente e usualmente, feito um acabamento através da caiação, azulejamento ou guarnecimento (Pinho, 2000e). As argamassas compostas por cal aérea e areia utilizadas em revestimentos datam de há milhares de anos atrás (séc. VII a.c. a II a.c.). Apenas a partir do séc. XVIII começou-se a generalizar o uso das argamassas compostas por cal hidráulica e areia nos revestimentos, apesar da predominância da cal aérea. Estas argamassas à base de cal tinham (e continuam a ter) baixa retração, boa porosidade, boa aderência à base e boa trabalhabilidade mas oferecem pouca resistência mecânica, estando mais suscetíveis às condições atmosféricas e impactos ocasionais. Este inconveniente era resolvido pela adição de componentes com características pozolânicas, no caso de argamassas à base de cal aérea (Veiga, 2009).

As argamassas de cal aérea com pozolanas (principalmente as de cabo verde), apresentam características melhoradas comparativamente a apenas argamassas de cal aérea (Velosa, 2006):

- Resistência mecânica superior;
- Bom comportamento face à capilaridade, permeabilidade ao vapor de água e à capacidade de impermeabilização;

- Baixa suscetibilidade à fissuração;
- Maior durabilidade;
- Compatibilidade adequada com rebocos de edifícios antigos.

Atualmente existe um vasto leque de revestimentos que se podem reunir em quatro grandes grupos classificativos segundo as suas funções primordiais (Alves, 2001):

- Revestimentos de estanquidade – são revestimentos cuja constituição e modo de aplicação permitem assegurar, independentemente de outros elementos ou materiais, a estanquidade das paredes exteriores, mesmo quando existe fissuração de baixa expressão do suporte (revestimentos delgados armados à base de ligantes sintéticos, revestimentos de ligantes hidráulicos armados e independentes e revestimentos por elementos descontínuos);
- Revestimentos de impermeabilização – são revestimentos que não garantem a estanquidade à água mas que a complementam, limitando a quantidade de água que atinge o suporte (revestimentos tradicionais e não tradicionais de ligantes hidráulicos, revestimentos de ligantes sintéticos e revestimentos de ligantes mistos). Para este tipo de revestimentos a fissuração do suporte pode provocar a infiltração de água nas paredes;
- Revestimentos de isolamento térmico – são revestimentos cujo principal objetivo consiste em garantir um desempenho térmico melhorado comparativamente a outras soluções, tendo o revestimento constituído por isolamento térmico aplicado pelo exterior um papel importante neste desempenho (revestimentos delgados armados sobre isolamento térmico, revestimentos por elementos descontínuos independentes com isolante na caixa de ar, entre outros). Este tipo de revestimentos oferece, geralmente, melhor comportamento à estanquidade e à tolerância de pequenas anomalias, que possam ocorrer no suporte;
- Revestimentos de acabamento ou decorativos – são revestimentos cuja principal função passa pelo aspeto final das fachadas, devendo serem aplicados somente quando o suporte encontra-se em boas condições de regularização e impermeabilização (revestimentos com base em ligantes hidráulicos, revestimentos de ligantes sintéticos, revestimentos por elementos descontínuos e revestimentos por pintura). Este tipo de revestimentos oferece, também, uma melhoria ao nível da impermeabilização e ao comportamento mecânico das paredes.

Nos edifícios de construção moderna (estrutura porticada de betão armado e paredes de alvenaria de tijolo para enchimento) existe um vasto leque de soluções de revestimento que pode ser aplicado. Presentemente, a maioria dos paramentos destes edifícios são revestidos

---



com reboco à base de argamassas de cimento Portland. Estas argamassas de cimento apresentam elevada resistência mecânica, alto teor em sais solúveis e baixa permeabilidade ao vapor de água (comparativamente às argamassas à base cal). Deve-se ter em consideração que na escassa construção nova verifica-se a crescente utilização de paredes simples, normalmente em tijolo ou blocos de betão leve, protegidas com revestimentos delgados armados sobre isolamento térmico (Figura 2.2), face ao aumento das exigências funcionais por parte dos utentes e tendo como ponto de vista o melhor comportamento higrotérmico, a rapidez e a facilidade de execução.



Figura 2.2 - Revestimento delgado armado sobre isolamento térmico

## 2.2. Tipos de Anomalias

### 2.2.1. Abordagem Geral

As anomalias, do ponto de vista não estrutural, que se verificam nas paredes de fachada, em geral, podem ser agrupadas em quatro grandes tipos de anomalias, isto é, anomalias que surgem devido à ação da água (humidade), fissurações, envelhecimento e degradação dos materiais, não estando estas associadas à presença de água, e o desajustamento funcional dos materiais relativamente às exigências requeridas, tais como as de segurança, conforto e economia (Paiva et al, 2006a).

No quadro 2.1, segundo Vasconcelos Paiva (Paiva, 1985a), são apresentadas, resumidamente, as anomalias de carácter não estrutural que se podem verificar nos diversos elementos de um edifício. Neste quadro apenas são expostos os elementos construtivos

associados às fachadas de um edifício. Deve-se ter a noção de que as anomalias referidas podem estar interligadas dentro das possíveis causas de uma nova anomalia consequente, por exemplo o aparecimento de humidade em paramentos interiores por via da infiltração de água de precipitação em fissuras horizontais de alguma expressão que possam existir num paramento exterior.

Quadro 2.1 - Anomalias não estruturais em elementos da fachada

Elementos da Construção		<u>Anomalias Devidas à Ação da Humidade</u>							<u>Anomalias com Outras Causas</u>						
		Humidificação dos materiais						Alteração das propriedades dos materiais	Degradação dos materiais	Fissurações	Envelhecimento e degradação dos materiais	Desajustamentos funcionais			
		Humidade de construção	Humidade do terreno	Humidade de precipitação	Humidade de condensação	Higroscopicidade dos materiais	Humidade por causas fortuitas					Exigências de segurança	Exigências de conforto	Exigências de economia	
<b>Primários</b>	Paredes exteriores	○	○ <sup>1</sup>	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	●	●
<b>Secundários</b>	Janelas	○		●	○	○			●		○	○	○	○	○
	Cerramentos de vãos exteriores	○		●	○	○			●		○				
	Portas exteriores	○		●	○	○			●		○	○	○	○	○
	Guardas	○		○ <sup>2</sup>		○			○		○	○	○	○	○
	Lanternins	○		●	○	○			○		○	○	○	○	○
<b>Revestimentos</b>	Exteriores em paredes	○	○ <sup>1</sup>	●		○			●		○	○	○		

### 2.2.2. Anomalias Devidas à Ação da Humidade

No que respeita às anomalias devidas à ação da humidade deve-se salientar as que se manifestam pela humidade do terreno (ou ascensional), a humidade de precipitação e a humidade de condensação.

A humidade ascensional afecta as paredes dos pisos térreos com menor ou maior gravidade dependendo dos seguintes fatores:

- Existência de paredes em contato com a humidade do solo, sob a forma de água superficial ou água freática;
- Capacidade de absorção dos materiais constituintes das paredes;
- Espessura da parede (quanto maior a espessura maior a altura atingida pela ascensão da água, de modo a dar-se o equilíbrio entre água absorvida e evaporada) e características dos revestimentos (permeabilidade à água e ao vapor de água);
- Inexistência ou deficiente colocação de barreiras estanques em fundações e paredes.

Normalmente, as anomalias com origem neste tipo de humidade estão associadas ao aparecimento de manchas de humidade nas zonas inferiores das paredes, apresentando, no caso de diversos ciclos de humedecimento-secagem, superfícies erodidas na zona superior dessas manchas, bem como a formação de eflorescências e criptoflorescências (Figura 2.3), manchas de bolor e vegetação parasitária, nos casos de fraca ventilação (Henriques, 1994a).



Figura 2.3 – Humidade ascensional, manchas escuras e formação de eflorescências (habitação em Pedrogão, Soure)

A humidade de precipitação associada à existência de outras anomalias, como a fissuração dos paramentos exteriores (principalmente a horizontal ou vertical com cerca de 1mm de espessura) ou juntas mal vedadas (juntas de dilatação ou, mesmo, de remate de caixilharias) podem provocar o aparecimento de anomalias a nível interno, caracterizadas pelo aparecimento de manchas, eflorescências e criptoflorescências, e a nível externo pelo aparecimento de escorrências calcárias.

Este tipo de anomalias é frequente em paredes de pano duplo com caixa-de-ar. Apesar de este tipo de paredes ser uma solução construtiva eficaz para o tratamento da humidade de precipitação, a forma de execução, por parte da mão-de-obra, nem sempre garante essa eficácia, cometendo erros graves como:

- Grampos de fixação inclinados para o pano interior;
- Excesso de argamassa nas juntas pela parte interior dos panos, formando uma ponte de passagem de humidade para o pano interior (no caso de inexistência de isolamento térmico);
- Má execução da caleira de drenagem e obstrução da mesma;
- Errado posicionamento dos tubos de drenagem ou inexistência destes (não permite ventilação da caixa de ar);

A humidade de condensação ocorre quando a concentração de vapor de água produzido no interior dos edifícios ultrapassa a quantidade máxima admissível, atingindo-se assim o limite de saturação, em que todo o vapor de água em excesso, relativamente à quantidade máxima, condensa. Estas condensações geram-se inicialmente nas superfícies mais frias, que correspondem, normalmente, a zonas de pontes térmicas, em que se verifica perdas térmicas tanto maiores quanto maior for o coeficiente de transmissão térmica. Quando as condensações ocorrem no interior das paredes por difusão do vapor de água no sentido do interior para o exterior, então designam-se de condensações internas (Henriques, 1994b).

A humidade de condensação está associada ao aparecimento de manchas de humidade e bolores a nível geral (por exemplo, inexistência por completo de isolamento térmico) ou localizado (zonas de pontes térmicas), reduzindo as condições de salubridade do ambiente interno das habitações.

Outros tipos de anomalias, que aqui se devem referir, muito comuns em revestimentos por pintura, associadas à presença de humidade, à má preparação do suporte e à incorreta escolha da pintura a aplicar, são o destacamento, as eflorescências e criptoflorescências e o empolamento destas pinturas (Rodrigues et al, 2005a).

Sintetizando, as anomalias devidas à ação de qualquer tipo de humidade sobre os paramentos traduzem-se na alteração das propriedades físicas dos materiais envolvidos e na sua degradação.

### 2.2.3. Fissurações

As fissurações são das anomalias mais comuns e importantes a serem solucionadas de modo a não prejudicar o correto desempenho e funcionamento do edifício para o qual foi planeado e projetado. Estas podem surgir imediatamente após a conclusão da construção, como é comum acontecer, por exemplo, pelo aparecimento de fissuras devido à retração hidráulica das argamassas, que constituem os revestimentos das paredes, associada à sua incorreta aplicação. As fissurações em paredes acontecem por diversos fatores causativos cujas soluções de reabilitação (apresentadas na secção 2.3) dependem, em grande parte, desses fatores.

Nos quadros 2.2 (a) e (b) são apresentadas, resumidamente, as causas associadas ao aparecimento deste tipo de anomalias (fissurações) para a generalidade das paredes correntes, constituídas por diversos materiais (Silva e Abrantes, 2008a).

Quadro 2.2 (a) - Causas principais das fissurações

<b>Causas que Originam a Fissuração</b>	<b>Subdivisão das causas</b>
Movimentos da fundação	→ Assentamentos diferenciais de fundações → Variação do teor de humidade dos solos argilosos → Heterogeneidade e deficiente compactação de aterros
Ação de cargas externas	→ Concentração de cargas e de esforços
Deformação do suporte da parede	→ Elemento de suporte inferior mais deformável que o superior e vice-versa → Deformação semelhante em ambos os elementos de suporte → Deformação de consolas e rotação do pavimento no apoio
Variações de temperatura	→ Movimentos das coberturas, estruturas reticuladas e da própria parede

Quadro 2.2 (b) – Causas principais das fissurações

<b>Causas que Originam a Fissuração</b>	<b>Subdivisão das causas</b>
Variações de humidade	<ul style="list-style-type: none"><li>→ Movimentos reversíveis e irreversíveis</li><li>→ Variação do teor de humidade por causas extrínsecas ou intrínsecas relativamente aos materiais</li><li>→ Retração das argamassas</li><li>→ Expansão irreversível do tijolo</li></ul>
Ação do gelo	<ul style="list-style-type: none"><li>→ Condições climatéricas muito desfavoráveis</li><li>→ Vulnerabilidade dos materiais</li></ul>
Ataques químicos	<ul style="list-style-type: none"><li>→ Corrosão de elementos metálicos</li><li>→ Hidratação retardada da cal</li><li>→ Expansão das argamassas por ação dos sulfatos</li></ul>
Outros casos	<ul style="list-style-type: none"><li>→ Ações acidentais e choque térmico</li></ul>

Respetivamente a este tipo de anomalias (fissurações), devido à abrangência deste tema e tendo em consideração os tipos mais comuns que ocorrem, não desprezando todas as outras causas que lhes dão origem, salientam-se as fissurações provocadas pela deformação excessiva do suporte e pelas variações de temperatura e humidade.

As fissuras que normalmente aparecem nas paredes de alvenaria não estrutural, associadas à deformação excessiva do suporte, variam consoante a relação entre o vão e altura da parede, a existência ou não de aberturas, a interação das paredes com elementos estruturais ou não estruturais e a constituição das paredes (Paiva et al, 2006b). A deformação excessiva do suporte, apesar de não comprometer a segurança da estrutura, tem influência direta sobre as paredes de alvenaria que, comumente, não estão habilitadas a resistir a tamanhas deformações. Estas deformações provocam tensões de tração e de corte nas alvenarias, tendo como consequência o aparecimento de fissuras, por vezes com espessuras consideráveis que exigem a sua reabilitação a curto prazo (Figura 2.4).

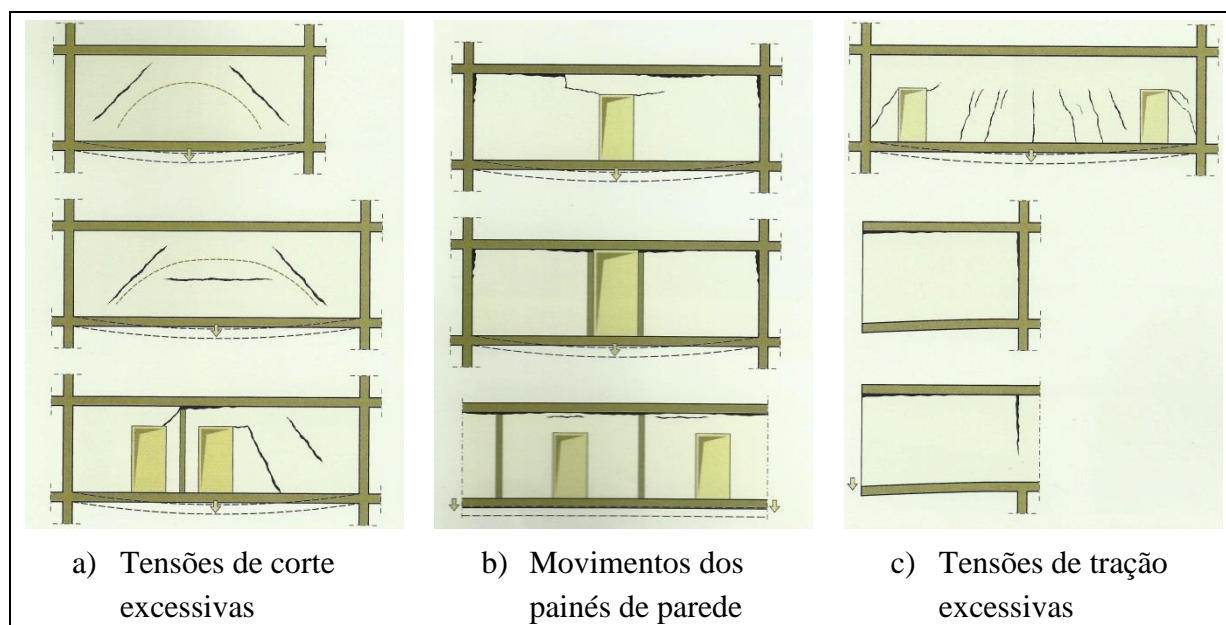


Figura 2.4 – Fissuras provocadas pela deformação do suporte (Paiva et al, 2006)

As fissuras que surgem nas paredes associadas à variação de temperatura e humidade dependem sobretudo da variação de temperatura existente no local onde se localiza (grandes variações implicam grandes deformações por aumento ou diminuição de volume e massa), do teor de água inicial dos materiais constituintes das alvenarias (tijolos, blocos cerâmicos ou blocos de betão), da temperatura inicial dos elementos constituintes e da limitação que os elementos confinantes exercem sobre as alvenarias de enchimento (Paiva et al, 2006c).

Neste ponto deve-se ter em consideração os diferentes comportamentos que cada material constituinte das paredes apresenta (tijolos, blocos de betão e argamassas de assentamento) tendo um papel preponderante no aparecimento deste tipo de fissuras. No caso de paredes de alvenaria constituídas por tijolos ou blocos cerâmicos estes podem sofrer um aumento de volume ao longo do tempo, por vezes irreversível, enquanto no caso de serem constituídas por blocos de betão, estes ficam sujeitos a fenómenos de retração (diminuição de volume) ao longo do período de secagem. É de salientar que ambos os tipos de alvenaria estão sujeitos a expansão e contração por via das variações térmicas existentes.

Existem muitas zonas propícias ao aparecimento de fissuras com origem nestas variações, algumas das quais são (Figura 2.5):

- Ligação das paredes de enchimento (função não estrutural) com elementos estruturais;
- Junto a aberturas (vãos de janelas e portas)

- Zonas correntes das paredes, devido a movimentos diferenciais, de origem térmica, entre tijolos, ou outros blocos, e a argamassa de assentamento;
- Cunhais.



Figura 2.5 – Fissuração em cunhal e em zona de ligação entre platibanda e laje de cobertura

Relativamente à fissuração dos revestimentos, esta pode ou não estar associada à fissuração do suporte (paredes de alvenaria). Para o caso de ocorrer em correspondência com a fissuração do suporte, esta manifesta-se conforme indicado acima. No caso de ocorrência de fissuração dos revestimentos, não estando associada à fissuração do suporte e dado o vasto leque de revestimentos aplicáveis a este (indicados na subsecção 2.1.3), apenas se faz referência ao caso de revestimentos tradicionais de ligantes hidráulicos.

Normalmente, tal como referido anteriormente, este revestimento apresenta um tipo de fissuração muito típica por via da ocorrência de retrações hidráulicas das argamassas que constituem o mesmo. Esta fissuração, que se deteta geralmente pela formação de malhas hexagonais, deve-se sobretudo ao excesso de ligante que constitui as argamassas e ao desrespeito pelas regras da boa arte na sua aplicação.



Estruturando as causas que estão associadas às fissurações destes revestimentos, no quadro 2.3 são indicadas as origens e os correspondentes tipos de fissuração (Silva e Abrantes, 2008b).

Quadro 2.3 - Tipos de fissuração nos revestimentos tradicionais de ligantes hidráulicos

<b>Origem da fissuração</b>	<b>Tipo de fissuração</b>
Reboco	→ Fissuração por retração → Fissuração devida a deficiente adaptação ao suporte → Fissuração devida ao gelo
Deficiente concepção e aplicação	→ Fissuração devida a misturas cimento-gesso → Fissuração devida a concentração de tensões junto a aberturas → Fissuração devida à corrosão de elementos metálicos
Suporte	→ Fissuração devida a deslocamentos do suporte → Fissuração devida a reações com sais existentes no suporte
Reboco e suporte	→ Fissuração devida a comportamentos diferenciais de suportes heterogéneos → Fissuração devida a absorção excessiva do suporte → Fissuração devida a diferentes variações dimensionais entre o reboco e o suporte (expansão do tijolo versus retração das argamassas) → Fissuração devida à retração do suporte

#### **2.2.4. Envelhecimento e degradação dos materiais**

O envelhecimento e degradação dos materiais, quando não associado à presença de humidade, ocorrem devido, principalmente, às ações dos agentes atmosféricos e a falta de manutenção periódica (factor de agravamento).

Nos quadros 2.4 (a) e (b) são expostas algumas anomalias comuns, deste tipo, que ocorrem em determinados elementos das fachadas (Paiva et al, 2006d).

Quadro 2.4 (a) - Anomalias comuns em elementos da fachada

<b>Elementos de fachada</b>	<b>Anomalias</b>
Paredes de alvenaria não revestidas	→ Degradação das juntas de assentamento em argamassa devido a erosão por parte da ação do vento, argamassas erradamente proporcionadas ou reações químicas em ambientes agressivos.
Vãos envidraçados	→ Envelhecimento dos materiais de vedação entre vidro/caixilharia e caixilharia/suporte e das pinturas de revestimento das caixilharias devido às ações atmosféricas. → Degradação das ferragens e fechos devido a uso e falta de manutenção.
Portas exteriores e lanternins	→ Envelhecimento do revestimento por pintura → Degradação das ferragens e fechos devido a uso e falta de manutenção → Bolsas de resinas em caixilharias de madeira → Envelhecimento dos materiais de vedação dos vidros (mastics ou massa de vidraceiro)
Elementos de cerramento em vãos exteriores	→ Envelhecimento e deterioração de elementos plásticos, principalmente as réguas plásticas que compõem o sistema de persianas, devido a ações atmosféricas (exposição a raios ultra violeta e ambientes agressivos, como zonas litorais) → Degradação de ferragens e fechos devido a uso e falta de manutenção

Quadro 2.4 (b) - Anomalias comuns em elementos da fachada

<b>Elementos de fachada</b>	<b>Anomalias</b>
Guardas	→ Deterioração do revestimento por pintura devido a ações atmosféricas, provocando a corrosão dos elementos metálicos → Deterioração dos elementos de fixação encastrados na base
Revestimentos	→ Deterioração de revestimentos tradicionais de ligantes hidráulicos ou aéreos devido à fraca resistência mecânica, aos agentes atmosféricos e a impactos acidentais → Destacamento do reboco devido, principalmente, a erros de execução → Descolamento e desprendimento de elementos descontínuos sendo de destacar os revestimentos por aplicação de ladrilho por via da falta de resistência mecânica das camadas de reboco subjacentes, por retração destas ou por tensões de corte elevadas na lâmina de colagem → No caso de revestimentos por pintura estes podem apresentar (Rodrigues et al., 2005b): <ul style="list-style-type: none"><li>- Amarelecimento</li><li>- Bronzeamento</li><li>- Descoloração</li><li>- Perda de brilho</li><li>- Pulverulência</li></ul>

### 2.2.5. Desajustamento funcional

O desajustamento funcional dos elementos ocorre quando as exigências de segurança (não estrutural), de conforto e de eficiência energética não são cumpridas.

Para o caso das paredes, o quadro 2.5 indica quais as anomalias mais críticas características da não satisfação das exigências de segurança, conforto e eficiência energética (Paiva et al, 2006e).

Quadro 2.5 - Anomalias por insatisfação das exigências de segurança, conforto e eficiência energética

<b>Exigências</b>	<b>Anomalias</b>
Segurança não estrutural	→ Insuficiente resistência ao fogo → Condições insatisfatórias de segurança no caso de ações de choque acidentais ou propositadas
Conforto	→ Isolamento térmico insuficiente, afetando o conforto térmico dos habitantes. → Isolamento sonoro insuficiente (sons aéreos ou de percussão)
Eficiência energética	→ Isolamento térmico insuficiente contribuindo para o aumento do consumo energético de aquecimento e arrefecimento bem como para o possível aparecimento de condensações superficiais (insalubridade do espaço) → Isolamento sonoro insuficiente principalmente aos sons de percussão

### **2.3. Técnicas e Soluções de Reabilitação**

Dependendo do tipo de anomalia em causa, existem múltiplas soluções para a reabilitação da fachada. Essas soluções e técnicas variam consoante a estratégia ou suas combinações a aplicar na reabilitação. Essas estratégias incidem sobre a eliminação das anomalias, a substituição dos materiais ou elementos danificados, a eliminação das possíveis causas que deram origem às anomalias, a proteção contra agentes agressivos, o reforço das características funcionais de certos materiais ou elementos e, por último (sendo por vezes a única solução) a ocultação de anomalias (Silva et al, 2009a).

Deve-se dar preferência, sempre que possível, à combinação de estratégias, por exemplo, a eliminação da possível causa da anomalia juntamente com a eliminação da anomalia, o que nem sempre é possível devido a algumas condicionantes, principalmente as económicas traduzidas pela existência de várias causas possíveis (primárias, secundárias ou fatores de agravamento).

A humidade ascensional é uma das manifestações de humidade mais comuns e de difícil resolução por via de nem sempre ser possível evitar ou minimizar a sua subida pelas paredes dos edifícios.

De modo geral as soluções de intervenção para reparação das anomalias originadas por este tipo de manifestação agrupam-se em quatro tipos diferentes (Henriques, 1994c):

- Impedir o acesso da água à parede;
- Impedir a ascensão da água nas paredes;
- Remover a água em excesso das paredes;
- Ocultar as anomalias originadas por este tipo de manifestação.

Nos quadros 2.6 (a), (b) e (c) são indicadas e descritas, resumidamente, as soluções associadas a cada um dos grupos bem como a sua eficiência para com a resolução das anomalias provenientes de águas freáticas e superficiais (Henriques, 1994d).

Quadro 2.6 (a) - Soluções para tratamento das anomalias associadas à presença de humidade ascensional

Grupo	Solução	Descrição	Eficiência	
			A.F.	A.S.
Impedir o acesso da água à parede	Secagem da fonte de alimentação da água	Procedimento eficaz quando se conhece a origem da fonte (rotura de coletores de águas ou de esgotos)	–	++
	Tratamento superficial do terreno	Baseia-se na correção do declive do terreno no sentido da parede para o exterior de modo a afastar as águas pluviais das paredes	–	+
	Rebaixamento do nível freático	Consiste na execução de poços ou drenos verticais de modo a conseguir baixar o nível das águas freáticas do solo, sendo uma solução dispendiosa	++	–
	Drenagem do terreno	Aquando da impossibilidade ou apenas por simples opção ao tratamento superficial, normalmente são executadas caleiras superficiais de escoamento das águas pluviais que devem descarregar na rede pública de drenagem de águas pluviais ou em valetas públicas de drenagem de águas pluviais (não existindo rede pública)	–	++

Quadro 2.6 (b) - Soluções para tratamento das anomalias associadas à presença de humidade ascensional

Grupo	Solução	Descrição	Eficiência	
			A.F.	A.S.
Impedir o acesso da água à parede	Execução de valas periféricas	Consiste na execução de valas periféricas sem enchimento, para o caso de se querer promover, para além do impedimento de águas laterais, a ventilação das paredes abaixo do nível do solo, ou com enchimento, no caso de se querer que as águas infiltradas sejam guiadas e recolhidas por uma tubagem de drenagem existente no fundo desta vala com ligação à rede pública de drenagem de águas pluviais.	-	++
Impedir a ascensão da água	Redução da secção da parede	Esta técnica consiste na redução máxima possível da secção absorvente da parede através de aberturas na mesma. Deste modo impossibilita a ascensão da água a grandes alturas devido à reduzida área de contato oferecida pelas zonas “sobrantes” de parede que dão suporte estrutural ao edifício.	++	++
	Introdução de barreiras estanques por corte da parede	Consiste na colocação de uma barreira estanque a determinada altura do solo de modo a impedir a migração da humidade acima dessa zona de impermeabilização. Esta solução pode ser executada através da substituição de elementos de alvenaria, de corte com disco rotativo, de corte por carotagens sucessivas e da introdução forçada de elementos metálicos.	++	++
	Introdução de produtos impermeabilizantes	Consiste na introdução, por gravidade ou sob pressão, de produtos impermeabilizantes através de uma série de furos ao mesmo nível e junto ao solo de modo a garantir a colmatação de todos os poros da parede, criando uma barreira que impede a migração da humidade ascensional acima desse nível	+	+

Quadro 2.6 (c) - Soluções para tratamento das anomalias associadas à presença de humidade ascensional

Grupo	Solução	Descrição	Eficiência	
			A.F.	A.S.
Remover água em excesso	Eletro-osmose	Consiste na anulação de uma diferença de potencial elétrico, gerada entre o terreno e parede aquando da ascensão da água, através de um conjunto de sondas condutoras interligadas (elétrodo positivo) e em conexão com uma tomada de terra (elétrodo negativo)	±	±
	Drenos atmosféricos	Esta técnica consiste na aplicação inclinada de drenos na parede de modo a facilitar a remoção do vapor de água das paredes e a entrada de ar seco do exterior. Esta técnica contudo não apresenta eficiência alguma aquando da sua aplicação.	–	–
Ocultar anomalias	Execução de parede pelo interior	Baseia-se na construção de uma parede interior afastada relativamente à existente de forma a criar uma caixa-de-ar, que pode ser ventilada ou não. Neste tipo de solução deve-se ter particular atenção às ligações que possam haver desta nova parede à existente de modo a não possibilitar a passagem de água para esta.	++	++
	Aplicação de revestimentos de parede especiais	Esta técnica consiste na aplicação de revestimentos impermeáveis nas paredes, não sendo aconselhável pelo facto de haver grandes hipóteses de a humidade ascensional atingir níveis superiores em altura nas paredes.	±	±

**Notas:**

**A.F.** – Águas freáticas; **A.S.** – Águas Superficiais

++ Eficiente; + Eficiência variável; ± Eficiência duvidosa; – Ineficiente

As anomalias provenientes de humidade devida a fenómenos de higroscopicidade (aparecimento de eflorescências ou criptoflorescências nas paredes e revestimentos) tratam-se das que mais dificuldades levantam na sua resolução, principalmente, no caso em que o objetivo passa pela permanência do aspeto das superfícies (presença de esgrafitos e frescos).

Para o tratamento destas anomalias pode-se optar por quatro tipos de soluções distintas cuja escolha varia consoante o edifício que se esteja a abordar (Henriques, 1994e):

- Remoção dos sais higroscópicos – trata-se de uma solução que, normalmente, é utilizada no tratamento de superfícies que tenham valor artístico, sendo necessário proceder de forma cuidadosa. Esta solução consiste na aplicação sobre a superfície afetada de rebocos provisórios, de forma a favorecer a migração dos sais para a superfície, e a utilização de materiais absorventes embebidos com água destilada;
- Substituição dos elementos afetados – esta solução passa pela remoção dos elementos afetados e aplicação, no lugar destes, de novos elementos que não fiquem em contato com as zonas afetadas (por exemplo, rebaixamento do revestimento e aplicação de placas de gesso cartonado, protegido contra a humidade, afastado do paramento de forma a constituir pequena caixa de ar);
- Ocultação das anomalias – Consiste na execução de uma nova parede à frente da existente ou então na substituição do revestimento existente por revestimentos especiais (reboco especial macroporoso) de modo a garantir maior permeabilidade ao vapor de água e que a formação de sais ocorra nos poros de grandes dimensões;
- Controlo da humidade relativa do ar – Esta solução consiste em manter sempre a humidade relativa do ar acima ou abaixo de valores compreendidos entre 65% e 75% de modo a garantir que os ciclos destrutivos de dissolução/cristalização dos sais não ocorram.

As anomalias provenientes da humidade de condensação são possíveis de resolver através do reforço térmico das paredes, com a aplicação de sistemas de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico ou revestimentos rígidos independentes (“bardage”) e do aumento da temperatura e ventilação interior.

Normalmente, as anomalias provocadas pela humidade de precipitação estão associadas à existência de fissuração nos paramentos, incapacitando a fachada de garantir a estanquidade necessária à água. Deste modo ao fazer o tratamento geral deste último tipo de anomalias, acaba-se por resolver a maioria das anomalias associadas à humidade de precipitação.

Antes de se optar por determinada solução para a reabilitação das fissuras, deve-se ter em consideração o seu carácter evolutivo, por exemplo, para uma fissura, cuja origem advém do assentamento diferencial de fundações, devem ser feitos alguns ensaios de modo a verificar a estabilização da mesma, influenciando assim o processo de reabilitação. Posto isto, o tratamento das fissuras enquadra-se nas seguintes técnicas e soluções de reabilitação (Silva et al, 2009b):

- Aplicação de pinturas correntes (base de ligantes acrílicos, minerais ou siloxanicos) – no caso de microfissuras até 0,2 mm de espessura, sendo possível a sua aplicação até 0,5 mm de espessura;



- 
- Aplicação de pinturas armadas – consiste na aplicação de pinturas de base acrílica em que é embedida uma armadura leve na camada intermédia de modo a oferecer maior resistência a pequenas variações dimensionais do suporte. São aplicáveis no tratamento de fissuras com 0,4 mm a 0,6 mm de espessura;
  - Aplicação de revestimentos delgados armados – Consiste na execução de um barramento constituído por duas camadas de pequena espessura de argamassa à base de ligantes sintéticos e embebimento de uma armadura de fibra de vidro revestida a poliéster ou equivalente na primeira camada. Resultados melhorados relativamente a variações dimensionais do suporte, traduzidos pela maior resistência mecânica a esforços de tração;
  - Tratamento de fissuras em ponte – Este tipo de solução deve ser utilizado no caso de fissuras não estabilizadas com espessura até 2 mm/3 mm e traçado pouco irregular. Consiste na substituição parcial do reboco, numa faixa em torno da fissura, por um reboco de argamassa de baixa retração e armado após a reabertura, limpeza e colmatação da fissura reaberta com mastique e da aplicação de fita de dessolidarização, de modo a não transmitir possíveis variações dimensionais, que ocorram na fissura, para o reboco;
  - Estabilização transversal com grampos (“agrafamento”) – É aplicável a fissuras com espessuras relevantes e localizadas no plano das paredes. Consiste na aplicação de grampos, perpendiculares à fissura e com distancia regular, em que cada uma das pontas é cravada em lados opostos da fissura, sendo posteriormente seladas com resinas epoxy ou material equivalente;
  - Estabilização com inserção de armaduras – este tipo de solução pode ser aplicada em zona corrente ou, geralmente, em cunhais. Consiste na abertura de rasgos horizontais e posterior colocação de armaduras metálicas treliçadas (protegidas contra a corrosão) que são fixadas com argamassas de reparação de elevada resistência e baixa retração. Devem ser colocadas com distância regular e terminar, em cada lado da fissura, alternadamente de modo a não possibilitar a formação de linhas de concentração de cargas. No caso de cunhais em que não se torne viável, economicamente nem por questões de segurança, a estabilização por inserção de armaduras, deve-se proceder à reconstrução parcial dos cunhais, após demolição do existente;
  - Grampeamento de suspensão – Esta solução é, geralmente, aplicada em fissuras horizontais situadas sobre padieiras. A sua execução é semelhante à estabilização transversal com grampos, tendo o grampo, neste caso, maior resistência à tração. As suas terminações devem ser alternadas de modo a não criar linhas de concentração de cargas com conseqüente fissuração;

- Grampeamento pós construção – Consiste na ligação, no caso de paredes duplas, do pano exterior ao pano interior por via do encastramento de cada lado do grampo de modo a conferir estabilidade às paredes de enchimento. Quando tal situação não se torna viável, devido a fatores económicos e de segurança, deve-se proceder à reconstrução total ou parcial da zona corrente.

Nos casos em que um dos objetivos da reabilitação passa pelo aumento do conforto e eficiência energética, deve-se optar por aplicação de revestimentos de isolamento térmico. Dois exemplos destes revestimentos foram indicados anteriormente para a resolução das anomalias provenientes da humidade de condensação. Aquando da aplicação destes tipos de revestimentos, o tratamento das fissuras não estabilizadas através da reabilitação em ponte, pode ser simplificado recorrendo, apenas, a reabertura das fissuras, limpeza, colmatação com mastique das mesmas e aplicação de fita de dessolidarização ou, somente, a limpeza das fissuras, colmatação com argamassas finas de resinas acrílicas e aplicação de fita de dessolidarização sobre estas (no caso de fissuras com menor expressão).

Deve-se ter em consideração a importância da reabilitação de rebocos antigos sendo que, segundo Fernando Pinho (Pinho, 2000f), os materiais empregues no revestimento das paredes “(...) deve ser mantido em todas as intervenções posteriores à conclusão da construção” para que não se cometa erros comuns, pelo simples desconhecimento da compatibilidade entre materiais como, por exemplo, a aplicação de argamassas com resistência mecânica elevada (argamassas à base de cimento Portland) sobre argamassas fracas (argamassas à base de cal) cuja solução é completamente inadequada do ponto de vista funcional.

### 3. Caso de Estudo – “Casa do Juiz” (IPSS)

#### 3.1. Enquadramento e Descrição Sumária das Instalações

A Associação de Solidariedade Social “Casa do Juiz”, localizada em Bencanta, concelho de Coimbra, foi constituída como Instituição Particular de Solidariedade Social a 16 de Julho de 1997. Tem como principais funções responder às necessidades sociais e culturais da comunidade judiciária e social, na velhice e invalidez, nas valências da terceira idade. Destas, fazem parte o lar de idosos, o centro de dia, o centro de convívio e o apoio domiciliário. Para além destas funções, ainda desenvolve atividades de carácter científico e cultural, como é o caso da edição e distribuição da “Colectânea de Jurisprudência”. As instalações da IPSS (implantadas numa área de mais de três hectares), para além de estarem situadas numa zona tranquila rodeada de espaços verdes, dispõem de amplas zonas de estar e de convívio, quartos individuais, duplos ou de casal, ginásio, biblioteca, capela, salas de refeição e reuniões, instalações sanitárias apropriadas para banho assistido, gabinete médico e de enfermagem, animação sociocultural.

As instalações da associação são constituídas por dois edifícios, ambos apresentando graves patologias ao nível das fachadas: um de construção recente, com cerca de 12 anos (Figura 3.1); e um de construção mais antiga, possivelmente do século XIX (Figura 3.2).



Figura 3.1 – Vistas das fachadas do edifício de construção recente



Figura 3.2 – Vistas das fachadas do edifício antigo

O edifício mais antigo é constituído por dois pisos (r/chão e 1º andar), em alvenaria ordinária de pedra e com cobertura inclinada de duas águas de telha canudo cerâmica, apresentando uma planta rectangular com fachadas planas. Quanto ao seu estado de conservação apresenta fachadas em boas condições relativamente ao seu apurmo (tendo em consideração a idade do edifício) mas com anomalias significativas, principalmente, ao nível da parede da fachada principal (fachada virada a Sul).

O edifício de construção recente subdivide-se em três blocos principais, um dos quais, ainda se encontra na sua forma bruta (“em tosco”), sem qualquer tipo de acabamento, aguardando uma fase posterior para a sua conclusão. É constituído por dois pisos (r/chão e 1º andar) e por cobertura plana com drenagem feita, pelo exterior, por tubos de queda, ao que parece, em aço galvanizado. O edifício tem uma planta constituída por 4 parcelas, aproximadamente, rectangulares (Figura 3.3) com fachadas planas e, em alguns casos, com um corpo porticado saliente que, do ponto de vista técnico, é assumido como um dispositivo fixo de sombreamento, uma vez que está presente nas fachadas mais expostas entre Sudeste e Sudoeste. Este edifício tem estrutura porticada em betão armado com paredes de enchimento em alvenaria de tijolo.



Figura 3.3 – Edifícios (<http://www.bing.com/maps>)

Este edifício apresenta uma degradação acentuada e, aparentemente precoce, das suas fachadas ao nível da fissuração, das humidades e da degradação dos materiais, que devem ser corrigidos brevemente antes que provoquem danos funcionais graves no interior e evoluam para uma situação irreversível, com muitos maiores custos e dificuldade técnica de intervenção.

## **3.2. Descrição do Objeto de Estudo**

### **3.2.1. Identificação das Fachadas**

O objeto de estudo incidiu sobre as fachadas de ambos os edifícios dado o âmbito do presente trabalho e da situação gravosa em que estas se encontram, apresentando graves anomalias que devem ser tratadas de modo claro e conciso.

De modo a reconhecer, claramente, ao longo deste trabalho as fachadas dos respetivos edifícios, estas são identificadas com as letras de A a I (fachada A a fachada I) e com os números de I a III (fachada I a fachada III) correspondentes, respetivamente, ao edifício de construção recente e ao edifício de construção antiga, conforme esquematizado na figura 3.4.



Uma das fachadas do edifício de construção antiga (fachada virada a Norte) não é abordada neste trabalho devido a não apresentar anomalias que indiquem a necessidade de intervenção.



Legenda:	Fachadas	Exposição solar
	Fachada A	Oeste
	Fachada B	Sul
	Fachada C	Este
	Fachada D	Oeste
	Fachada E	Sul
	Fachada F	Oeste
	Fachada G	Norte
	Fachada H	Norte
	Fachada I	Este
	Fachada I	Oeste
	Fachada II	Sul
	Fachada III	Este

Figura 3.4 – Identificação das fachadas em estudo

### 3.2.2. Descrição das Fachadas do Edifício de Construção Recente

As fachadas são constituídas por paredes de alvenaria dupla com caixa-de-ar totalmente preenchida com isolamento térmico (EPS - Poliestireno Expandido), não estando estas

dotadas de tubos de ventilação e drenagem. Pelo que se pode observar (dado que um dos blocos ainda se encontra em “tosco”), estas fachadas não foram executadas de modo a corrigir as pontes térmicas pelo exterior. O único revestimento do reboco exterior cimentício é uma pintura corrente, ao que parece de composição acrílica ou equivalente. Existem grelhas de proteção de condutas de ventilação na fachada (parte inferior de cada piso), em todos os compartimentos mais utilizados (quartos).

Relativamente aos vãos existentes, de modo geral, as caixilharias das janelas, das portas e dos elementos amovíveis são em alumínio, com vidro duplo e estores exteriores em alumínio com caixa exterior (chapa corrida ao longo da parte superior dos vãos que oculta os estores). Nas *fachadas A, B e H* os vãos envidraçados são, essencialmente, compostos por elementos amovíveis, janelas basculantes e de abrir. Nas *fachadas C, D e G* os vãos envidraçados são constituídos, principalmente, por janelas de abrir e portas de correr. Na *fachada E* os vãos envidraçados são predominantemente constituído por elementos fixos, na *fachada I* por janelas de correr e de abrir e na fachada F apenas por duas portas (uma em cada piso).

As soleiras e os peitoris são em pedra calcária com pequena espessura (cerca de 2,5 cm), com projeção frontal de, aproximadamente, 3 cm e horizontal de 2cm e com pingadeira de dimensões aceitáveis. As pedras de peitoril e soleira, não dispõem de corte ou remate lateral que impeça os escorrimentos laterais.

As platibandas são protegidas por capeamento metálico com aceitável afastamento da pingadeira relativamente ao plano da fachada.

Nas estruturas porticadas exteriores (contíguas ao plano das fachadas A, B, C e E) não se verifica qualquer tipo de capeamento (chapa metálica, pedra ou revestimento impermeável) nos elementos horizontais. Na parte inferior destes elementos horizontais existe um ligeiro rebaixamento a cerca de 10 cm da face exterior com o possível objetivo de constituir pingadeira contínua para as águas que escorrem da sua parte superior.

As varandas da *fachada C* são confinadas por paredes laterais, tendo no seu limite exterior uma guarda constituída por pequeno murete e gradeamento metálico. As varandas das *fachadas D e G* são confinadas, também, por paredes laterais, sendo o seu limite exterior constituído por uma guarda metálica.

Na contiguidade das *fachadas A e B*, *fachada A e fachada norte de edifício antigo*, *fachada C e fachada norte de edifício antigo* e nas *fachadas E e G* estão localizadas juntas de dilatação de modo a acomodar as movimentações das várias partes do edifício. Na

contiguidade do plano das *fachadas A, B, C e E* com as estruturas porticadas exteriores existem juntas de construção/ligação de pequena espessura.

Nas *fachadas F, G e H* não existe nenhum meio de separação entre a parede e os arranjos exteriores (jardim/relvado).

### **3.2.3. Descrição das Fachadas de Edifício de Construção Antiga**

As fachadas são constituídas por paredes espessas de pedra ordinária em que esta foi assente com recurso a argamassas à base de cal. O reboco exterior é constituído por argamassas à base de cal (estrato que permanece desde a origem do edifício) e, dadas algumas intervenções ao longo dos anos, apresenta uma camada fina (barramento), de argamassas à base de cimento ou argamassas bastardas com alto teor de cimento. A pintura, ao que parece, de base acrílica ou semelhante é o único acabamento existente sobre o reboco.

Na *fachada I*, existe um alpendre cuja cobertura (telha canudo cerâmica apoiada em estrutura de madeira) é suportada, frontalmente por três pilares (pedra calcária) e na retaguarda por duas pilastras (pedra calcária).

Na zona inferior da *fachada II*, a cerca de 80 cm do solo, o paramento salienta-se em, aproximadamente 1,50 cm relativamente a zona superior.

As caixilharias das janelas (*fachada II*) e a porta de sacada da *fachada I* são em alumínio, com vidro duplo e apresentam portadas interiores de madeira, como elementos opacos de sombreamento. Na fachada principal (*fachada II*) existem três portas duplas de grandes dimensões em madeira maciça. Num dos vãos existe uma sobreverga triangular. Na proximidade deste alinhamento, na zona superior, encontra-se um sino fixo, por armação metálica, ao paramento.

Os contornos dos vãos (padieiras, ombreiras, soleiras, peitoris) são em cantaria (pedra calcária) com elevada espessura e pouca projeção frontal. Sobre a padieira de uma das portas existe uma sobreverga triangular.

Sob o beirado, a cornija prolonga-se ao longo da parte superior das fachadas. Existe dois frontões, um triangular e um ondulado (semelhante à forma de um arco conopial), sendo que este é encimado com uma cruz e possui dois acrotérios de canto de formas prismáticas. Nos cantos inferiores de ambos os frontões estão fixos “spots” luminosos. Ainda relativamente a elementos de iluminação, encontram-se instalados na parede da fachada dois candeeiros de iluminação pública.



Na parte inferior da fachada, a cerca de 20/30 cm do solo, existe grelhas de ventilação circulares, em ferro fundido pintadas com o mesmo tipo de tinta utilizada nos acabamentos da parede de fachada, afastadas e alinhadas com o eixo das janelas. Ainda, sob a soleira da porta de entrada central encontra-se uma grelha de ventilação retangular fixa à pedra por meio de parafusos e, provavelmente, bucha plástica ou similar (solução que não oxide na presença de humidade).

### 3.3. Patologia das fachadas dos Edifícios

#### 3.3.1. Princípios Gerais

Nesta secção, após uma análise exaustiva e justificada de todas as anomalias das fachadas dos edifícios, são apresentados dois catálogos de anomalias associados a cada um dos edifícios que foram elaborados tendo por base os critérios de classificação do LNEC (Paiva, 1985b). Nestes catálogos são mencionados e ilustrados os tipos de anomalias mais correntes das fachadas. As causas prováveis para a ocorrência das anomalias são identificadas após apresentação dos catálogos.

#### 3.3.2. Catálogo de Anomalias – Edifício de Construção Recente

Nas figuras 3.5 (a), (b) e (c) são ilustradas e mencionadas as anomalias mais correntes que afetam o edifício, de construção recente, de modo generalizado. Nas figuras 3.6 (a), (b), (c) e (d) são, igualmente, ilustradas e mencionadas as anomalias de carácter pontual. RRGn (G – Generalizadas) e RRPn (P – Pontuais) são referências, relativas ao edifício de construção recente (“R”), para posterior identificação das causas prováveis, em que “n” se refere à numeração sequencial das anomalias.



RRG1 - Empolamento e  
descasque da pintura

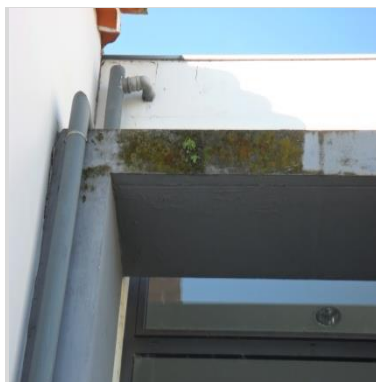
Figura 3.5 (a) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício recente



---

RRG2 - Descoloração da  
pintura

---



---

RRG3 - Manchas,  
Bolors e Musgo

---



---

RRG4 - Empolamento e  
destacamento da pintura,  
com formação de sais

---



---

RRG5 - Microfissuração

---

Figura 3.5 (b) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício recente



---

RRG6 - Fissuração grave  
do reboco

---



---

RRG7 - Escorrências

---



---

RRG8 - Manchas de  
sujidade e colónias  
biológicas (Termoforese)

---



---

RRG9 - Manchas  
esverdeadas (peitoris e  
soleiras)

---

Figura 3.5 (c) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício recente



---

RRP1 - Fissuração  
definida pela fronteira  
entre parede de  
enchimento e elementos  
estruturais

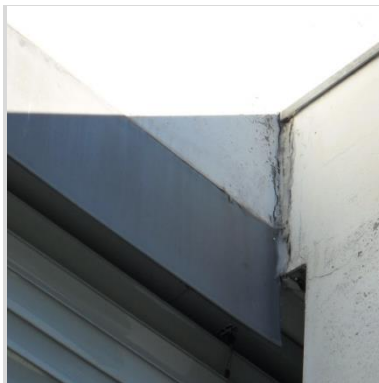
---



---

RRP2 - Fissuração  
horizontal junto à base da  
fachada

---



---

RRP3 - Junta de  
dilatação com mastique  
aplicado sem  
uniformidade e  
descolado do paramento

---



---

RRP4 - Fissuração do  
reboco associado a junta  
de dilatação

---

Figura 3.6 (a) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente





---

RRP5 - Destacamento do reboco na aresta contígua à parede e ao pórtico exterior

---



---

RRP6 - Destacamento do reboco na aresta da viga sobre a porta de entrada

---



---

RRP7 - Mastique descolado e destacamento de reboco confinante

---



---

RRP8 - Manchas escuras na parte inferior da parede, na proximidade de vasos com plantas

---

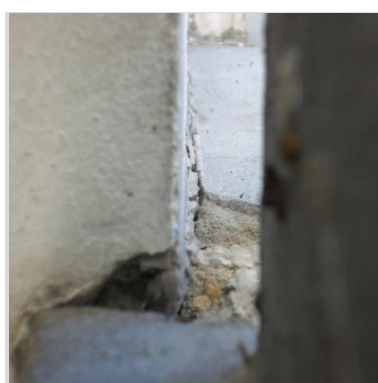
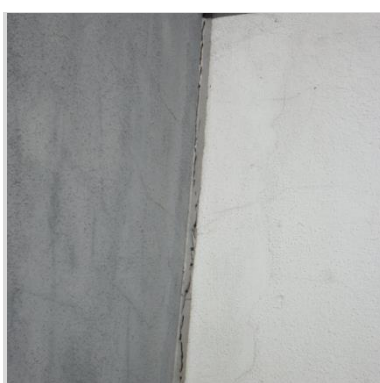
Figura 3.6 (b) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente



---

RRP9 - Múltipla fendilhação oblíqua ao longo da ligação da guarda da varanda com a laje de teto do piso 1

---



---

RRP10 - Degradação de todas as juntas de construção existentes entre a parede e o pórtico exterior

---



---

RRP11 - Deterioração do mastiche das juntas de dilatação

---



---

RRP12 - Fissuração vertical de expressão relevante junto à ombreira do vão envidraçado, coincidente com a presença de um pilar

---

Figura 3.6 (c) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente

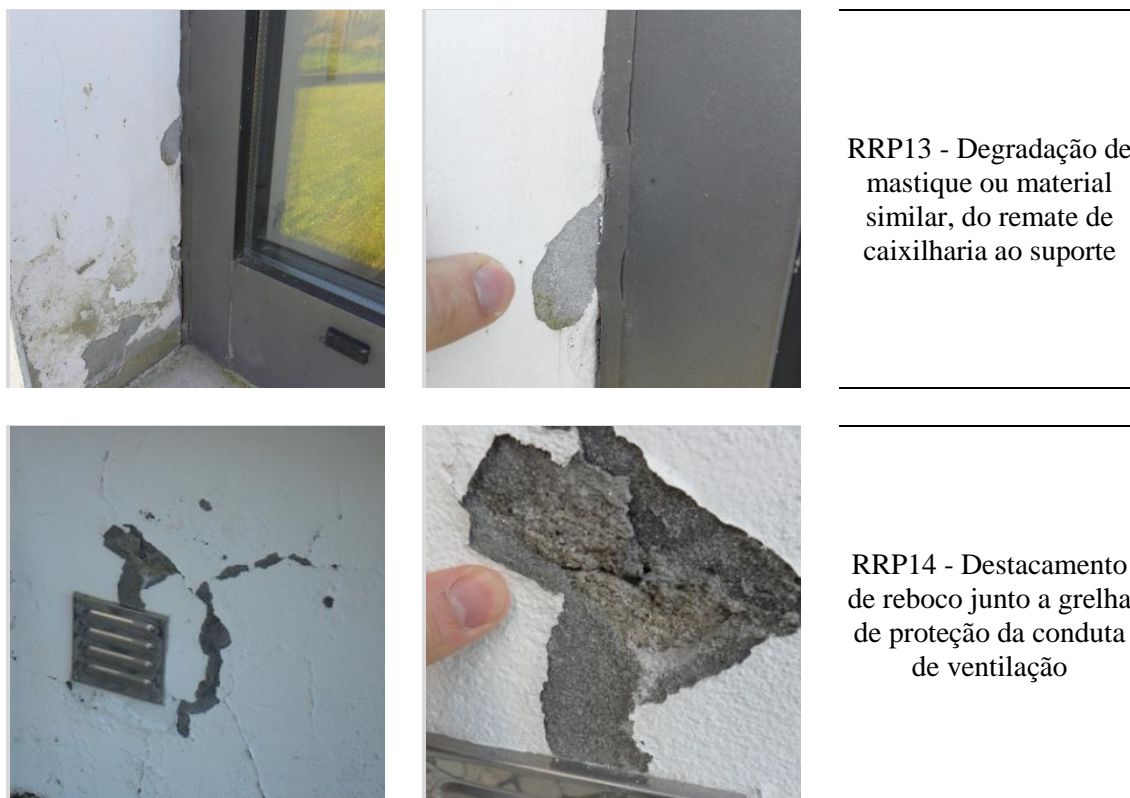


Figura 3.6 (d) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício recente

### 3.3.3. Causas Prováveis – Edifício de Construção Recente

Tendo por base o catálogo das anomalias observadas e utilizando a correspondente referência de identificação, seguidamente são expostas as possíveis causas que deram origem às mesmas.

RRG1 – Infiltração da água da chuva pelas fissuras existentes nos paramentos e aplicação de pintura corrente de base acrílica ou equivalente que constitui uma barreira à água líquida (formação de bolhas). A deficiente preparação do suporte e a ação dos agentes atmosféricos constituem fatores de agravamento.

RRG2 – Variações das condições atmosféricas (ação da intempérie), tendo como fatores de agravamento a escolha inapropriada da tinta e/ou o método de aplicação errado.

RRG3 – Permanência de humidade no suporte e a localização do edifício em zona favorável à concentração de pólenes e partículas orgânicas, tendo como fatores de agravamento a fraca exposição solar.

RRG4 – Humidade ascensional na base das paredes do edifício que, por ascensão capilar da água da chuva ou do solo, provoca a dissolução e o transporte de sais (existentes nos materiais ou no solo) até à superfície onde são depositados e cristalizam por evaporação da água. A altura de ascensão capilar ocorre até que se verifique o equilíbrio entre água absorvida e evaporada. Infiltrações nos elementos horizontais por falta de capeamento e/ou deterioração deste (membrana de impermeabilização). Constituem fatores de agravamento a fraca pendente para o exterior da superfície dos elementos horizontais e erros na execução.

RRG5 – Aplicação de rebocos muito ricos em cimento e desconhecimento das regras básicas de aplicação de rebocos tradicionais (aplicação das camadas em intervalos de tempo generosos e o uso de argamassas com percentagem de ligante sucessivamente decrescente desde a camada de base até à camada de finalização). Constituem fatores de agravamento a variação de temperatura e humidade das fachadas (microfissuração vertical) e, no caso dos pórticos exteriores, a pintura de cor escura utilizada.

RRG6 – Aplicação de rebocos excessivamente ricos em cimento associado às variações de temperatura e humidade, tendo como factores de agravamento a exposição do suporte à radiação solar e pintura de cor escura (pórticos exteriores).

RRG7 – Falta, deterioração ou erro de execução de capeamento nos elementos horizontais. A deterioração da pintura contribui para que a água da chuva dissolva os sais presentes nas argamassas do reboco que, ao evaporar, cristalizam na superfície. A rugosidade do suporte permite a estagnação e proliferação de partículas orgânicas dando a cor, por vezes, acastanhada.

RRG8 – Resistência térmica reduzida da parede e reboco de pouca espessura, tendo como fator de agravamento a permanência de humidade e reduzida exposição solar (fachadas voltadas a Norte).

RRG9 – Reduzida inclinação e constituição dos peitoris e soleiras em pedra porosa. A inexistência de rasgos superiores, para condução da água para o exterior, a reduzida projeção lateral, o deficiente remate da pedra com a ombreira e a fraca exposição solar (fachada voltadas a Norte) são fatores que contribuem para o agravamento da anomalia.

RRP1 – Deformação do suporte incompatível com a capacidade de deformação da alvenaria e/ou variações dimensionais diferenciais entre o elemento estrutural e a alvenaria. As grandes variações de temperatura entre os elementos mencionados contribuem para o agravamento da anomalia.



RRP2 – Comportamentos dimensionais diferenciais entre a laje de pavimento do piso 1 e a betonilha aplicada e/ou a parede de alvenaria, tendo como fator de agravamento a variação de humidade junto à base da fachada.

RRP3 – Perda de elasticidade do mastique que protege a junta de dilatação e aplicação descuidada (sem uniformidade). Constituem fatores de agravamento a descuidada preparação do suporte, a escolha inapropriada do mastique e a atuação dos agentes atmosféricos.

RRP4 – Movimentos de retração dos elementos estruturais (expansão da junta de dilatação) e espessura reduzida do reboco, sendo, a homogeneidade reduzida do reboco no remate da junta de dilatação, um fator de agravamento.

RRP5 – Inexistência de juntas de ligação entre elementos contíguos (paramento com pórtico exterior), para acomodação dos movimentos naturais e variações de temperatura e humidade divergentes. Constituem fatores de agravamento a cor escura do revestimento do pórtico exterior e a considerável exposição à radiação solar.

RRP6 – Ação mecânica sobre a aresta do elemento horizontal. Como fator de agravamento, possivelmente, houve erro na execução da aresta.

RRP7 - Perda de elasticidade do mastique que protege a junta de dilatação e consistência reduzida do reboco de remate. Constituem fatores de agravamento a descuidada preparação do suporte, a possível escolha inapropriada do mastique, a atuação dos agentes atmosféricos e a fraca qualidade de execução.

RRP8 – Humidade permanente no paramento por proximidade de plantas (vapor de água provocado pela “respiração” das plantas). Constitui fator de agravamento a fraca exposição solar.

RRP9 – Variações dimensionais diferenciais entre a guarda opaca da varanda e a laje de teto do piso 1. A fraca exposição solar e o défice em isolamento térmico são fatores que, possivelmente, agravam esta anomalia.

RRP10 – Escolha inapropriada do mastique ou material equivalente e ação dos agentes atmosféricos. A descuidada preparação do suporte contribui para a deterioração destas juntas de ligação.

RRP11 – Perda de elasticidade do mastique, para acomodar os movimentos de expansão das juntas de dilatação e ação dos agentes atmosféricos (intempéries).

RRP12 – Assentamento diferencial de fundações (provocando esforços de corte entre zona “fixa” e zona de assentamento). Possível alteração das condições de humidade do solo.

RRP13 – Erro de execução do remate caixilharia/suporte (ombreira). Constituem fatores de agravamento a presença de humidade e a deficiente preparação do suporte.

RRP14 – Erro de execução do reboco cimentício (aplicação de argamassa com alto teor de cimento sobre camada de argamassa com reduzido teor de ligante) por desconhecimento das regras básicas de aplicação de rebocos tradicionais (aplicação das camadas em intervalos de tempo generosos e o uso de argamassas com percentagem de ligante sucessivamente decrescente desde a camada de base até à camada de finalização). A fissuração com infiltração de água da chuva contribuiu para a ocorrência da anomalia.

#### 3.3.4. Catálogo de Anomalias – Edifício de Construção Antiga

Tal como na situação anterior, nas figuras 3.7 (a), (b) e (c) são ilustradas e mencionadas as anomalias mais correntes que afetam o edifício, de construção antiga, de modo generalizado. Nas figuras 3.8 (a) e (b) são, igualmente, ilustradas e mencionadas as anomalias de carácter pontual. RAGn (G – Generalizadas) e RAPn (P – Pontuais) são referências, relativas ao edifício de construção antiga (“A”), para posterior identificação das causas prováveis, em que “n” se refere à numeração sequencial das anomalias.



RAG1 – Fissuração  
oblíqua de baixa  
expressão

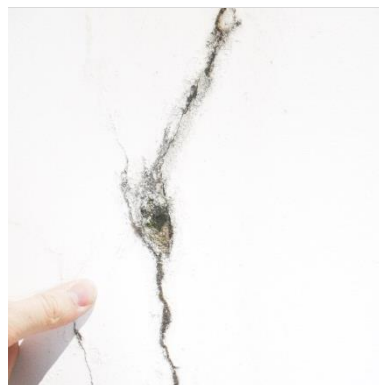
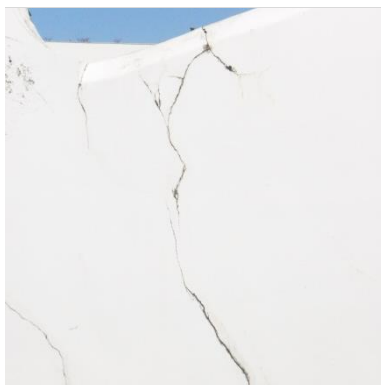
Figura 3.7 (a) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício antigo



---

RAG2 – Vegetação  
parasita em cobertura  
(alpendre)

---



---

RAG3 – Fissuração,  
tendencialmente, vertical  
(0,5 a 1,0 mm de  
espessura)

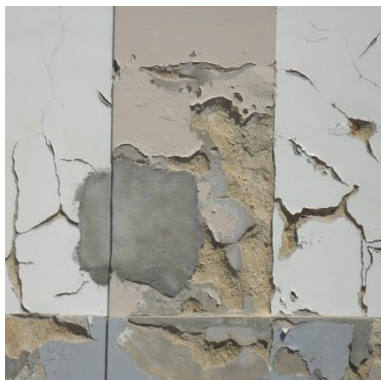
---



---

RAG4 – Empolamento e  
descasque da pintura

---



---

RAG5 – Fissuração,  
destacamento e  
deterioração do reboco

---

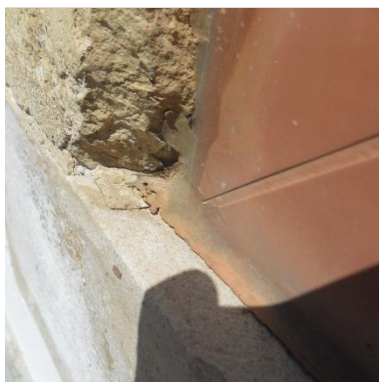
Figura 3.7 (b) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício antigo



---

RAG6 – Oxidação das  
grelhas de ventilação

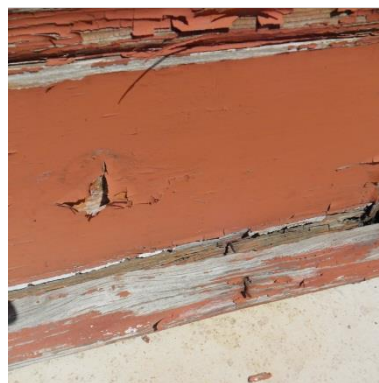
---



---

RAG7 – Descolamento  
do mastique ou material  
similar do remate das  
caixilharias ao suporte

---



---

RAG8 – Descasque de  
pintura e deterioração  
e/ou empenamento de  
elementos de madeira

---

Figura 3.7 (c) – Anomalias gerais observadas nas fachadas de edifício antigo



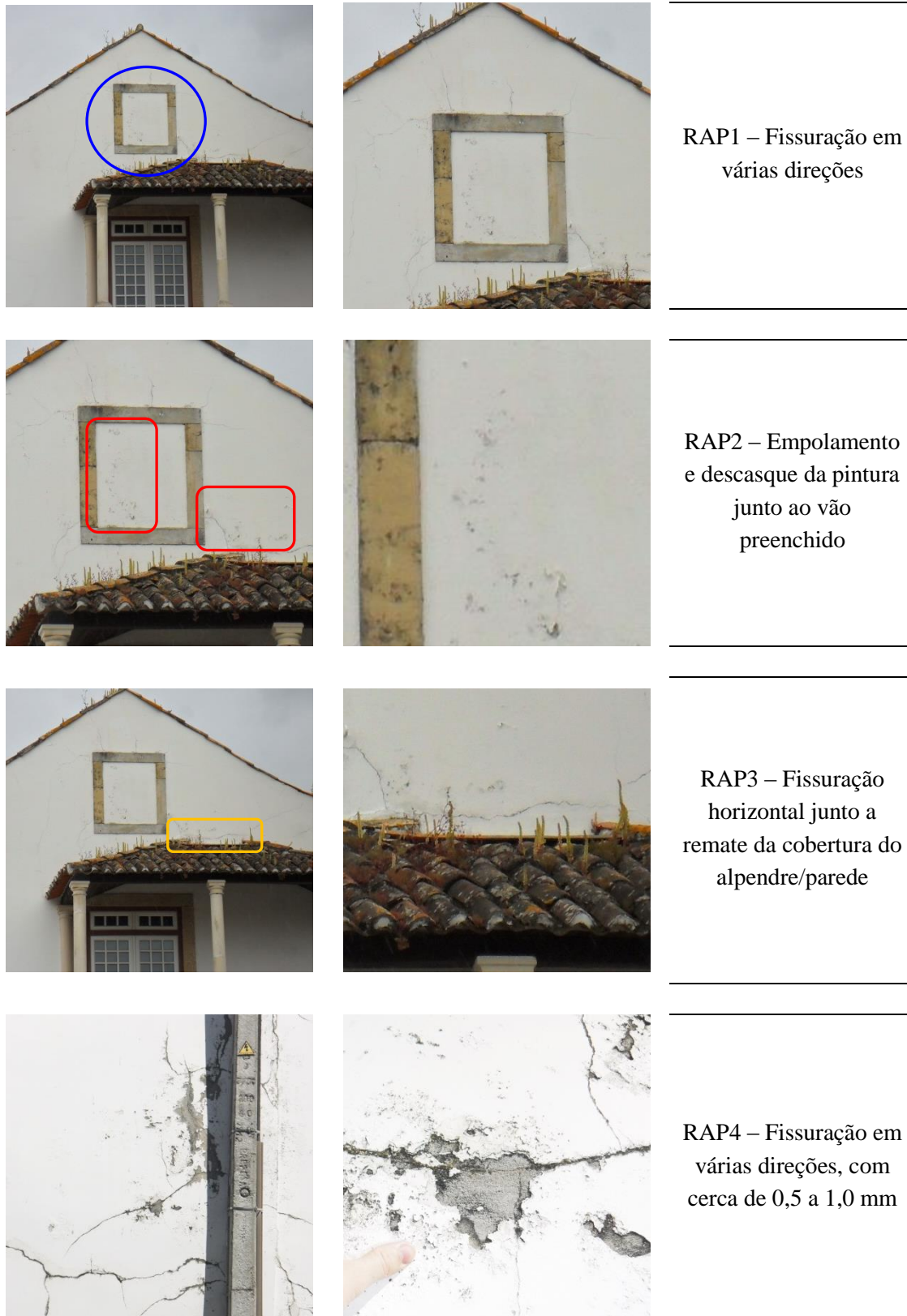
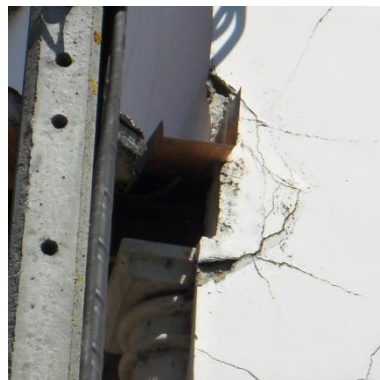


Figura 3.8 (a) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício antigo



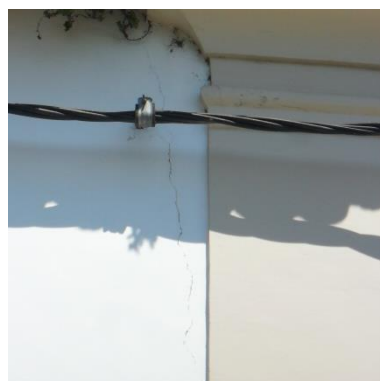
RAP5 – Fissuração  
oblíqua de expressão  
relevante (1 a 3-4 mm)



RAP6 – Fissuração  
com princípio de  
destacamento do  
reboco junto a remate  
de calceira



RAP7 – Empolamento  
e destacamento de  
pintura sob peitoril



RAP8 – Fissuração  
vertical junto a colunas  
sob cornija

Figura 3.8 (b) – Anomalias pontuais observadas nas fachadas de edifício antigo

### **3.3.5. Causas Prováveis – Edifício de Construção Antiga**

Tendo por base o catálogo das anomalias observadas e utilizando a correspondente referência de identificação, seguidamente são expostas as possíveis causas que deram origem às mesmas.

RAG1 – Variações de temperatura e humidade tendo como fator de agravamento a aplicação de camada fina de argamassa bastarda com alto teor de cimento ou apenas argamassa cimentícia.

RAG2 – Inexistência de manutenção periódica (limpeza da cobertura).

RAG3 – Variações de temperatura e humidade associadas a inexistência de qualquer tipo de junta de dilatação. Constituem fatores de agravamento a formação de fungos nas fissuras que contribuem para a permanência prolongada de humidade.

RAG4 – Infiltração da água da chuva pela fissuração existente nos paramentos da fachada e a aplicação de pintura de base acrílica ou equivalente que constitui uma barreira à água líquida (formação de bolhas). Constituem fatores de agravamento a incorreta utilização de argamassas cimentícias para camada final de revestimento e a ação dos agentes atmosféricos.

RAG5 – Variações de humidade e temperatura, erros associados à escolha errada do tipo de revestimento e a erosão por parte das águas da chuva. As recentes intervenções que consistiram em aplicar “remendos” com argamassas à base de cimento Portland, a constituição da camada final de revestimento, a fraca resistência à erosão que o reboco à base de cal oferece e a franca exposição aos agentes atmosféricos, principalmente a água da chuva, constituem fatores de agravamento.

RAG6 – Uso de tintas inapropriadas para aplicação em materiais ferrosos (mesmo tipo de pintura que a usada nas paredes das fachadas). Constituem fatores de agravamento a exposição aos agentes atmosféricos, principalmente a humidade, e a incompleta pintura dos elementos.

RAG7 – Erros de execução na ligação caixilharia/suporte. Constituem fatores de agravamento a exposição aos agentes atmosféricos e o envelhecimento dos materiais de selagem (mastique).

RAG8 – Exposição aos agentes atmosféricos (água da chuva, forte intensidade solar, a variação de humidade e temperatura do ar). As propriedades das tintas aplicadas, a falta de

manutenção e, possivelmente, a incorreta preparação da base constituem fatores de agravamento.

RAP1 – Concentração de tensões devidas à variação da seção da parede (zona preenchida do vão com menor espessura relativamente à espessura da parede original). Constituem fatores de agravamento a inexistência de reforços junto aos vãos e as variações de temperatura e humidade.

RAP2 – Infiltrações das águas da chuva pela parte inferior da padieira e por fissuras no revestimento. A má execução dos remates entre revestimento da parede e pedras do contorno do vão, bem como as propriedades inapropriadas da pintura constituem fatores de agravamento.

RAP3 – Erros de execução e utilização de argamassas com propriedades diferentes das do suporte. As variações de humidade e temperatura dos elementos constituem fatores de agravamento.

RAP4 – Aplicação de rebocos com alto teor de ligante (cimento Portland da camada final) associada a variações de humidade e temperatura significativas (fachada II – voltada a Sul). Constitui fator de agravamento a deficiente adaptação ao suporte.

RAP5 – Assentamento diferencial de fundações tendo como fator de agravamento a, possível, alteração das condições de humidade do solo.

RAP6 – Aplicação de argamassas de remate com características diferenciadas das argamassas de reboco existentes. A má execução do remate (por exemplo, deficiente preparação do suporte) constitui fator de agravamento.

RAP7 – Infiltrações das águas da chuva pelo remate entre peitoril e paramento e a inexistência de qualquer tipo de pingadeira sob o peitoril. Constituem fatores de agravamento a pequena projeção, perpendicular ao plano da parede, das pedras dos peitoris e as características da pintura aplicada.

RAP8 – Variações de temperatura e de humidade associadas à grande extensão da fachada II, tendo como fator de agravamento a exposição à ação direta do sol.



### **3.4. Estratégia de Intervenção**

#### **3.4.1. Generalidades**

A estratégia de intervenção foi baseada na abordagem de possíveis soluções gerais de reabilitação, relativamente às fachadas dos edifícios a intervir, de modo a definir as suas vantagens e inconvenientes para que, posteriormente, apenas uma fosse escolhida para o desenvolvimento do trabalho.

Dentro das soluções propostas, para aplicação na reabilitação das fachadas dos edifícios em estudo, teve-se em consideração os custos envolvidos (dependendo, por exemplo, do tempo de execução, da necessidade de mão de obra especializada, dos materiais a aplicar, entre outros), os níveis de qualidade e conforto pretendido (tanto a nível estético como a nível higrotérmico), os tipos de anomalias presentes que se pretende solucionar, assim como as causas que lhes deram origem, e as exigências funcionais face aos principais agentes de degradação, tendo a ação da água um papel preponderante nesta parte.

Estes fatores, a ponderar de modo a obter uma solução geral adequada são influenciados pelo tipo de estratégia de reabilitação (indicados no início da secção 2.3.), ou conjugação das várias, a adotar. Por exemplo, na perspectiva de Vasconcelos Paiva (Paiva, 1985c), para o caso da fissuração, torna-se mais sensato e eficaz optar pela eliminação e ocultação das anomalias em geral, quando se trata da atuação em paredes exteriores.

A eliminação das causas deveria de ter um papel preponderante em qualquer tipo de intervenção, mas na maioria dos casos (apesar de ser uma solução, claramente, idealista) torna-se insensato abordar este tipo de intervenção devido às anomalias, raramente, estarem associadas a apenas uma causa (sendo as causas diferenciadas em principais, secundárias e fatores de agravamento) assim como aos elevados custos associados.

Sendo assim, e de modo a dar uma clara visão das soluções mais corretas, para as fachadas de cada edifício, é apresentado na figura 3.9 um esquema com a identificação das soluções a adotar para cada elemento de fachada onde se verifica maior incidência das anomalias. Posteriormente nas subsecções 3.4.2 e 3.4.4, tendo em consideração o esquema mencionado, são apresentadas todas as soluções gerais analisadas com base nas suas vantagens e inconvenientes.

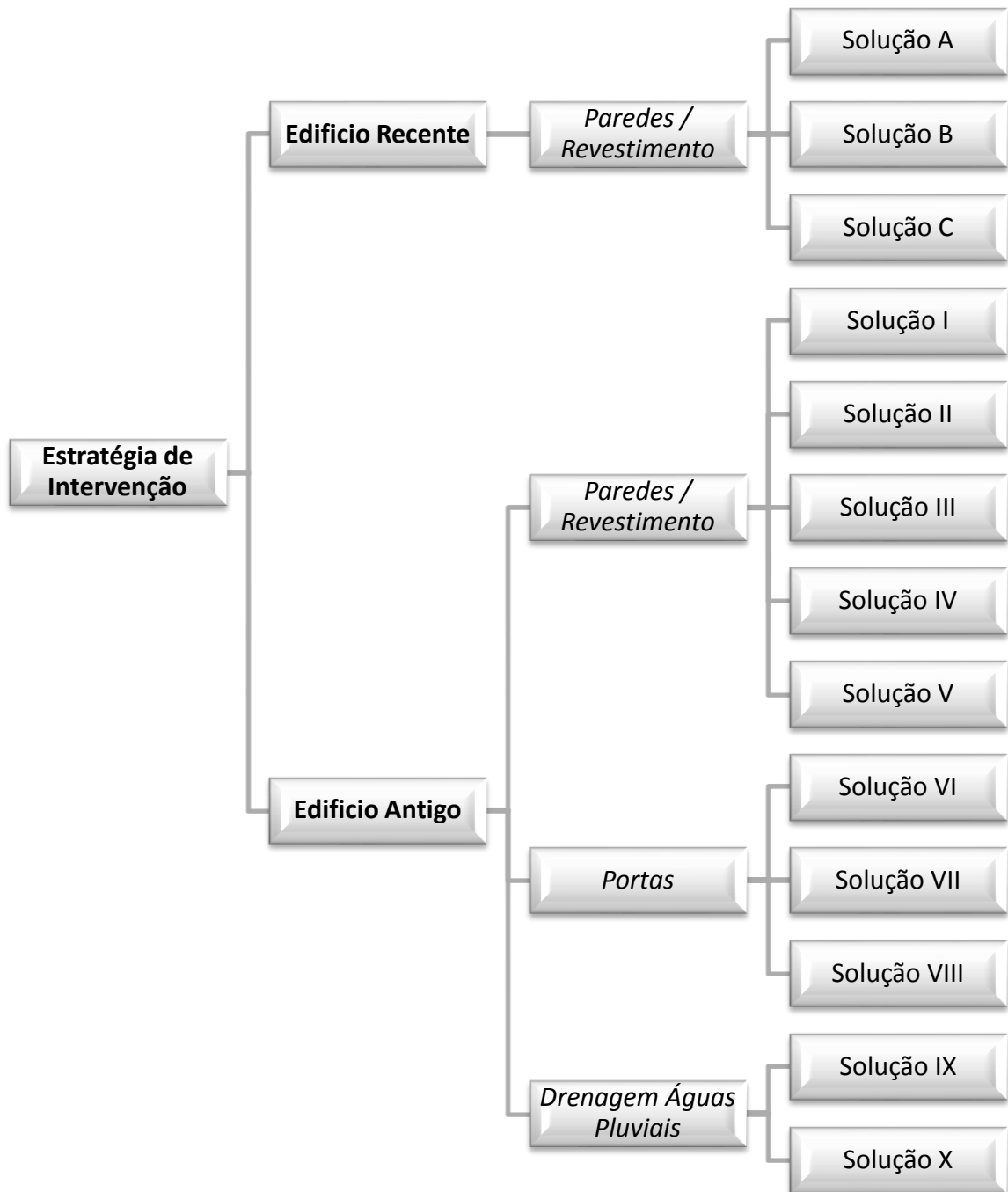


Figura 3.9 - Esquema de soluções possíveis para a estratégia de intervenção

### 3.4.2. Soluções Gerais Propostas – Fachadas de Edifício de Construção Recente

A maioria das anomalias descritas anteriormente incide, principalmente, sobre os paramentos das fachadas, representando o maior volume de trabalhos que devem ser realizados, o que, conseqüentemente, condiciona a seleção da solução geral, de entre as patenteadas, nesta estratégia de intervenção.

Nos quadros 3.1 (a) e (b) são indicadas as possíveis soluções gerais de intervenção nos paramentos das fachadas do edifício de construção recente, bem como as vantagens e inconvenientes que oferecem.

Quadro 3.1 (a) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício recente

Soluções	Descrição	Vantagens	Inconvenientes
A	Reparação das anomalias (fissuração), por exemplo, pela aplicação de mastiques apropriados ou argamassas finas de base acrílica e posterior pintura corrente ou armada, generalizada	Menor custo da intervenção	Maior tempo de execução
		Melhora o comportamento face às variações térmicas, no caso de pinturas armadas	Não altera o comportamento térmico e acústico do edifício (maior custo a longo prazo nos gastos de energia)
			Durabilidade reduzida (sem manutenções periódicas)
B	Aplicação de rebocos delgados armados, não exigindo, por exemplo, substituição de cantarias	Económico tendo em conta a relação qualidade/preço (custo superior à solução anterior)	Não altera o comportamento térmico e acústico do edifício (maior custo a longo prazo)
		Melhor comportamento face a variações de humidade e temperatura	
		Menor tempo de execução, relativamente à solução anterior	

Quadro 3.1 (b) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício recente

Soluções	Descrição	Vantagens	Inconvenientes
C	Aplicação de isolamento térmico pelo exterior revestido por reboco delgado armado (ETICS), exigindo a aplicação de, por exemplo, capeamentos metálicos sobre peitoris e soleiras ou substituição da cantaria existente (pedras de peitoris e soleiras)	Melhora substancialmente o comportamento térmico do edifício (reforço térmico, correção das pontes térmicas, aumento da resistência e inércia térmica)	Baixa resistência mecânica face a impactos pontuais
		Recuperação do investimento a curto/médio prazo (melhoria da eficiência energética)	Uniformidade, aspecto e planeza quando sujeito à incidência de luz tangente
		Absorção de pequenos movimentos do suporte e estanquidade das paredes	Substituição de alguns elementos da fachada (peitoris, soleiras, capeamentos)
		São dispensáveis trabalhos de reparação prévia profunda de grande parte das fissuras	Alteração à arquitetura inicial do edifício e custo inicial mais elevado relativamente a outras soluções

Após uma análise crítica sobre as vantagens e inconvenientes de cada solução, propôs-se que a solução plausível a adotar para o tratamento das fachadas do edifício de construção recente tem por base a solução C. A justificação mais pormenorizada de tal opção, para além da análise de “prós e contras”, é abordada na subsecção seguinte através da comparação entre as soluções B e C.

Teve-se em consideração que para todas as outras intervenções (juntas de dilatação, capeamentos, soleiras, peitoris, remates de caixilharia, entre outros), singulares e de menor, mas não desprezável, dificuldade de resolução, não foi necessário ponderar entre várias abordagens, devido ao pequeno intervalo de soluções possíveis de adotar e que podem estar interligadas com a solução geral da fachada.

### 3.4.3. Revestimento Delgado Armado ou ETICS

A aplicação de revestimento delgado armado (solução B) tendo em consideração o estado dos paramentos das fachadas resolve a maioria das anomalias indicadas em catálogo, mas do ponto de vista energético esta solução não introduz melhorias.

A aplicação do sistema ETICS (solução C), para além de resolver a maioria das anomalias, permite poupanças energéticas significativas na climatização do edifício. Estas poupanças ocorrem sobretudo na estação de aquecimento sendo de seguida quantificadas através da análise das necessidades nominais de aquecimento (Nic).

Deste modo, para determinar a poupança de energia que se pode atingir com a aplicação da solução C, foi utilizada a “ferramenta de cálculo de desempenho energético de edifícios existentes no âmbito do RCCTE” (versão 3.0.2, disponibilizada pelo site do ITeCons) e foram adotadas as simplificações constantes na nota técnica NT-SCE-01, nomeadamente, regras de simplificação do produto  $F_S \times F_G \times F_W$  (neste caso apenas para a estação de aquecimento), a majoração do coeficiente de transmissão térmica das soluções construtivas das envolventes exterior e interior em 35% na solução B (no caso da solução C para a envolvente exterior a majoração não foi aplicada) e a relação entre espaços aquecidos e não aquecidos (considerando  $\tau = 0,75$ ).

Considerando um sistema de aquecimento convencional elétrico com eficiência de 1 e uma variação da espessura de isolamento térmico entre 40 mm e 60 mm, a poupança de energia pode variar entre 15924,70 kWh/ano e 17881,61 kWh/ano. Sabendo que o custo da energia é, aproximadamente, 0,14 €/kWh então a proposta traduz-se numa poupança que varia entre 2229,46 €/ano e 2503,42 €/ano. Potenciais nominais, que na realidade, face à utilização do edifício com ocupação permanente e efetiva, provavelmente, acabam por ser próximas das reais.

Com este fundamento, pode-se afirmar que a solução C torna-se mais viável, podendo o custo inicial ser amortizado a curto/médio prazo, do que a solução B que não acarreta qualquer benefício térmico para o edifício.

### 3.4.4. Soluções Gerais Propostas - Fachadas de Edifício de Construção Antiga

Tendo em conta o exposto no esquema anteriormente indicado, nos quadros 3.2 (a), (b), (c) e (d) são indicadas as possíveis soluções gerais de intervenção nos elementos das fachadas do edifício de construção antiga (paredes, portas exteriores e sistema de drenagem de águas pluviais), bem como as vantagens e inconvenientes que oferecem.

Quadro 3.2 (a) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo

Soluções	Descrição	Vantagens	Inconvenientes
I (Comple mentar)	Aplicação de materiais com características semelhantes aos da época de construção do edifício (por exemplo, aplicação de argamassa à base de cal ou à base de cal com adição de pozolanas na reabilitação dos rebocos das paredes das fachadas)	Mais económica relativamente a outras soluções contemporâneas (por exemplo, argamassas pré doseadas)	Necessidade de mais mão-de-obra, por vezes e tristemente, sem qualquer especialização ou experiência
		Bom desempenho aquando do conhecimento e respeito pelas regras da boa arte (dosagem, amassadura e aplicação)	Fracas resistência e baixas condições de impermeabilidade face aos agentes agressivos, quando não providas de adjuvantes
		Maior capacidade de acomodar ligeiras deformações do suporte (maior deformabilidade)	
		Boa resistência mecânica quando possui características pozolânicas	Duração de execução da obra elevado, comparativamente a outras soluções
II (comple mentar)	Aplicação de materiais contemporâneos compatíveis com materiais da época de construção do edifício (por exemplo, argamassas pré doseadas, tendo a sua constituição de ser estudada consoante o tipo de material utilizado na época)	Melhor desempenho face a argamassas tradicionais com constituição semelhante (desenvolvimento em laboratório)	Para cada tipo de suporte deve ser feita uma análise e desenvolvimento da argamassa compatível
		Menor tempo de amassadura e fácil aplicação ao suporte	Custos superiores relativamente a argamassas tradicionais
		Redução do tempo total de execução da obra	

Quadro 3.2 (b) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo

Soluções	Descrição	Vantagens	Inconvenientes
III	Remoção parcial do reboco nas zonas mais graves do paramento (até se atingir base coesa), aplicação de novo reboco nas zonas removidas (solução I ou II) e pintura geral de base mineral	Menor tempo de execução	Dificuldades na ligação das novas argamassas às existentes
		Mais económico	Possível redução da durabilidade da intervenção (necessidade de manutenções periódicas)
			Permanência de revestimentos de argamassas com teor de cimento considerável que podem provocar o aparecimento futuro de novas anomalias
IV	Remoção geral do revestimento na zona inferior da fachada II até base coesa (não sendo necessário atingir a alvenaria), aplicação de novo revestimento (solução I ou II) e pintura geral de base mineral	Económico tendo em conta a relação preço/qualidade	Tempo de intervenção considerável, relativamente à solução anterior
		Melhoramento da qualidade e duração da intervenção relativamente à solução anterior	
V	Remoção total da camada fina de argamassa com teor de cimento considerável até se atingir base coesa para posterior aplicação de novo revestimento (solução I ou II) e pintura geral de base mineral	Boa qualidade da intervenção	Elevado tempo da intervenção
		Maior durabilidade da intervenção	Elevado custo da intervenção
		Menor necessidade de manutenção em curto espaço de tempo	

Quadro 3.2 (c) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo

Soluções	Descrição	Vantagens	Inconvenientes
VI	Manter portas de madeira (por exemplo, efetuar decapagem das portas, substituição de possíveis elementos deteriorados e aplicação de pintura apropriada para exposição aos agente atmosféricos	Económica	Necessidade de manutenção periódica
		Preservação do edificado	Necessidade de manutenções periódicas (verificação do estado de conservação da pintura)
		Resistência mecânica considerável (painéis em madeira maciça)	“Fragil” quando sujeita a condições de fortes variações de humidade e temperatura (empenamento, aumento e redução de volume)
			Deficiente comportamento térmico e acústico (frestas entre porta/batente)
VII	Manter portas de madeira e implementação de elementos de melhoramento térmico e acústico (por exemplo, aplicação de vedante em neoprene ou equivalente em todo o contorno dos batentes)	Económica	Necessidade de manutenção periódica (verificação do estado de conservação da pintura)
		Preservação do edificado	
		Resistência mecânica considerável	“Fragil” quando sujeita a condições de fortes variações de humidade e temperatura (empenamento, aumento e redução de volume)
		Melhor comportamento térmico e acústico relativamente à solução anterior	
VIII	Remoção das portas antigas (em madeira) e aplicação de novas portas enquadáveis na fachada (em alumínio)	Maior resistência mecânica	Custo elevado (relativamente às soluções anteriores)
		Melhor comportamento térmico e acústico	
		Não necessita de manutenção em curtos espaços de tempo	Alteração estética (fácil percepção da diferença de materiais)
		Bom comportamento face a condições de fortes variações de humidade e temperatura	



Quadro 3.2 (d) - Soluções gerais de intervenção em fachadas de edifício antigo

Soluções	Descrição	Vantagens	Inconvenientes
IX	Não colocar sistema de drenagem de águas pluviais	Custo zero	Contribuição para a deterioração da parte inferior da parede
		Não prejudica a estética do edifício	Águas pluviais não são direcionadas para zona localizada
X	Aplicação de sistema de drenagem de águas pluviais (inexistência na fachada principal)	Baixo custo	Alteração estética do edifício (baixo impacto)
		Redireccionamento das águas pluviais para zona localizada	

Neste caso, após uma análise sobre as vantagens e inconvenientes das soluções ponderadas propôs-se que a solução IV complementada com a solução I ou II, para o caso das paredes, a solução VII para o caso das portas e a solução X para o sistema de drenagem de águas pluviais constituem, assim, as soluções mais adequadas para a intervenção nas fachadas do edifício de construção antiga.

### 3.5. Soluções de Reabilitação – Edifício de Construção Recente

#### 3.5.1. Enquadramento

Tendo por base o catálogo de anomalias (gerais e pontuais) e a estratégia de intervenção anteriormente indicada, pretende-se enquadrar, definir e justificar as propostas de reabilitação para as fachadas do edifício de construção recente. Aqui são expostas as soluções de reabilitação de modo simples, estruturado e perceptível, não atingindo o respetivo pormenor, tendo em consideração a complexidade de alguns trabalhos e a geometria de determinadas zonas do edifício (contiguidade entre paredes e pórticos exteriores). Deste modo, as pormenorizações das soluções de saneamento e limpeza do suporte, a aplicação de revestimento delgado armado e a aplicação de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico (soluções que merecem destaque) são remetidas para as fichas de caderno de encargos, dispostas em anexo (Silva et al, 2009c).

No decorrer do trabalho, foi nitidamente demarcada a necessidade de dividir a área de estudo em duas zonas distintas, paredes das fachadas e pórticos exteriores, tendo em consideração as singularidades contiguas ou não a ambas as zonas. Sendo assim, nas

subsecções seguintes são topicamente descritas as estratégias de reabilitação destas zonas e singularidades associadas.

### **3.5.2. Paredes das fachadas**

Lavagem geral do suporte através de lavagem com jato de água de pressão controlada (40 a 80 bar) de modo a não danificar a estrutura e deixa-la isenta de poeiras e materiais friáveis que possam condicionar tarefas posteriores. Para o caso de existência de manchas, bolores, musgos e outras contaminações (colónias biológicas) deve-se proceder em primeiro lugar à aplicação de produtos esterilizantes.

Proceder à reparação de reboco degradado, destacado ou mal aderente (fraca coesão):

- Picagem do reboco em toda a área afetada até atingir base com boa coesão;
- Limpeza da base com jato de ar comprimido e, se necessário, recorrendo a ligeira escovagem;
- Aplicação de argamassas de reparação com resinas sintética, não retrateis e com boas condições de aderência até reposição da secção.

Tratamento das fissuras com espessura superior a 0,5 mm, com carácter evolutivo:

- Reabertura da fissura em forma de “V” com espessura, à face, e profundidade de 10 mm, recorrendo a disco rotativo;
- Limpar fissura com jato de ar comprimido e, se necessário, com auxílio de ligeira escovagem;
- Colmatação da fissura reaberta com mastique sintético;
- Recobrir superficialmente a fissura com fita de dessolidarização (papel Kraft) com 5 cm de largura;

Atenuação da humidade devido a águas superficiais nos paramentos contíguos a zona ajardinada (não existe qualquer fronteira física entre paredes das fachadas e jardim relvado, por exemplo, lajetas com inclinação para o exterior):

- Abertura de pequena vala periférica junto aos paramentos (em zona ajardinada) com secção trapezoidal (forma de evitar o uso de “aparadores de relva” e permanência de humidade proveniente da precipitação ou rega);
- Enchimento da vala com seixo rolado (godo médio), de modo a integrar-se nos arranjos exteriores (Figura 3.10).

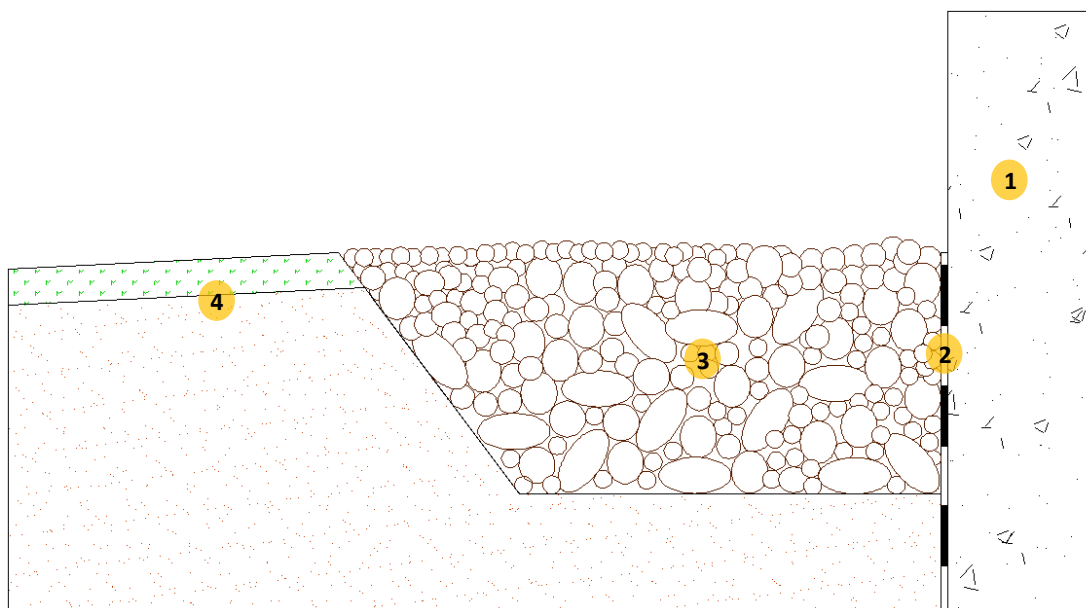


Figura 3.10 – Esquema de vala periférica (sem escala): 1 – Parede; 2 – Impermeabilização com tela betuminosa; 3 – Vala periférica com godo médio; 4 – zona ajardinada após execução da vala

Aplicação de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico em todas as paredes. Neste caso, como se trata de um sistema homologado, a pintura (massa plástica com cor incorporada) esta englobada no sistema.

### 3.5.3. Pórticos Exteriores

Limpeza geral do suporte através de lavagem com jato de água de alta pressão de modo a remover todo o tipo de materiais friáveis e partículas indesejáveis (películas de tinta solta, rebocos deteriorados pela presença de sais, manchas, musgos, entre outros) que possam condicionar tarefas posteriores.

Tratamento da parte superior dos elementos horizontais:

- Remoção da solução de impermeabilização existente (membrana líquida de impermeabilização), que provavelmente se encontra danificada;
- Demolição e remoção da camada de forma, de muito reduzida pendente, sem danificar a face superior do elemento estrutural em betão armado;
- Limpeza da superfície recorrendo a jato de ar comprimido e, se necessário, ligeira escovagem;

- Aplicação de camada de forma com cerca de 4% de inclinação para o exterior de modo a garantir a rápida expulsão da água de precipitação que entre em contacto com a superfície;
- Aplicação de sistema reforçado de impermeabilização (membranas líquidas de poliuretano)

Reparação de reboco degradado, destacado ou mal aderente (fraca coesão), tal como descrito na subsecção 3.5.2.

Atenuação da humidade e ocultação de possível formação de sais, devido a águas superficiais e de ascensão capilar, nos pilares, contíguos a zona de circulação com pedra portuguesa branca:

- Remoção de reboco até cerca de 60 cm acima do solo, sem danificar o elemento estrutural em betão armado;
- Limpeza da base recorrendo a jato de ar comprimido e, se necessário, a ligeira escovagem;
- Aplicação de reboco constituído por argamassa especial macroporosa que permita a evaporação da humidade ascensional e retenha, nos seus vazios, os sais transportados pela água;
- Execução de pintura de base mineral até altura acima do solo abrangida pelo reboco aplicado.

Tratamento das fissuras com espessura superior a 0,5 mm, de carácter evolutivo do mesmo modo que o indicado na subsecção 3.5.2.

Aplicação de revestimento delgado armado e posterior pintura de base acrílica em dispersão aquosa.

No caso das bases dos pilares, a face exterior do reboco constituído por argamassa especial macroporosa deve ficar apurado com o revestimento delgado armado (sem formação de saliência ou reentrância), cuja aplicação se inicia no sentido desse nível para a parte superior do pórtico, devendo ser garantida uma boa ligação entre os diferentes tipos de revestimento (Figura 3.11). Sobre esta particularidade, a pintura de base acrílica em dispersão aquosa será aplicada apenas nas zonas com revestimento delgado armado, devendo, ainda ser garantida a mesma coloração da pintura de base mineral.

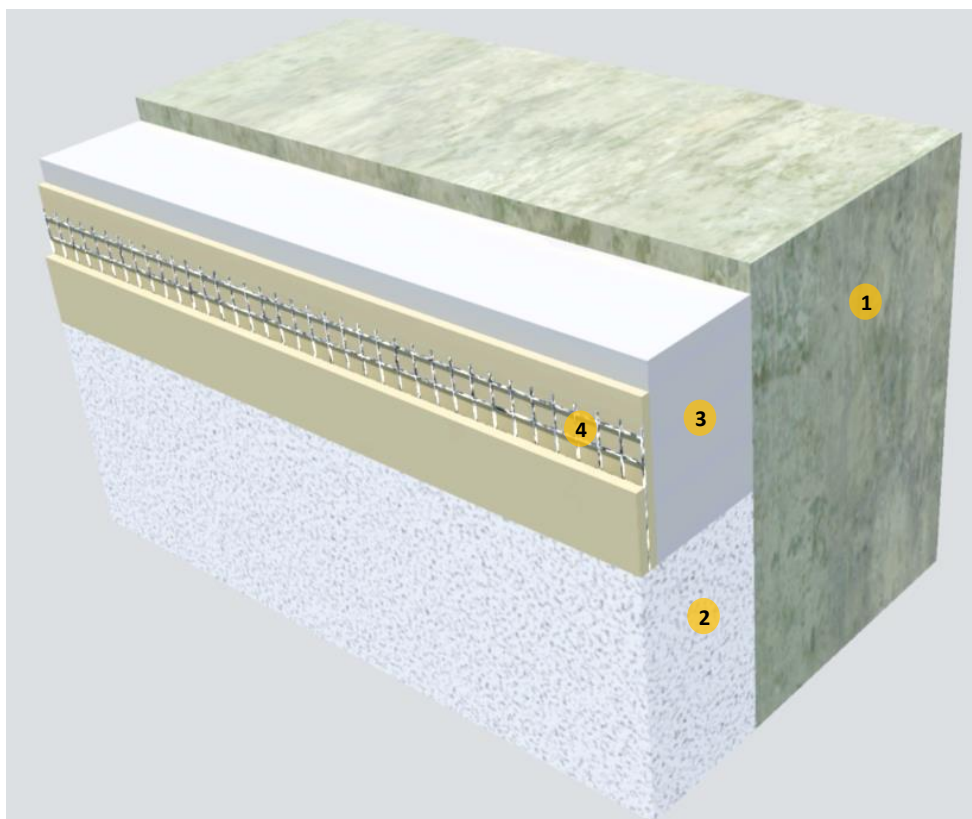


Figura 3.11 – Esquema da transição de revestimentos (sem escala): 1 – Suporte em betão armado; 2 – Reboco especial macroporoso; 3 – Reboco cimentício existente; 4 – Revestimento delgado armado

#### 3.5.4. Singularidades

Na reabilitação das paredes das fachadas recorrendo ao sistema ETICS (External Thermal Insulation Composite System) é necessário ter, em especial atenção as singularidades associadas a este tipo de intervenção, isto é, devem existir soluções de remate e ligações associadas à homologação do sistema. Tais soluções encontram-se definidas em ficha de caderno de encargos sobre este tipo de revestimento (em anexo).

Em geral, as juntas de dilatação são tratadas do seguinte modo:

- Remoção do mastic;e;
- Verificação da existência e conservação do fundo de junta. No caso de inexistência ou deterioração, proceder à sua aplicação ou substituição, respetivamente (posteriormente à limpeza);
- Limpeza da base com aspirador ou jato de ar comprimido e, se necessário, recorrer a ligeira escovagem.
- Se necessário aplicar primário de modo a garantir melhor aderência do mastic;e;

- Selagem da junta com mastique betuminoso ou equivalente, com boa elasticidade.

As escadas exteriores da fachada F devem ser reabilitadas da seguinte forma:

- Limpeza geral tal como indicado em 3.5.2 e 3.5.3;
- Através de disco de desgaste rotativo ou equivalente, desgastar ligeiramente a superfície superior (pendente irregular), proceder a picagem superficial de modo a garantir aderência a posterior camada de forma e proceder a limpeza através de jato de ar comprimido;
- Aplicação de camada de forma com o mínimo de 1% de inclinação para os espelhos dos degraus;
- Aplicação de sistema reforçado de impermeabilização (membranas líquidas de poliuretano).

### **3.6. Soluções de Reabilitação – Edifício de Construção Antiga**

Tendo por base o catálogo de anomalias (gerais e pontuais) e a estratégia de intervenção anteriormente indicada, pretende-se, do mesmo modo que para o edifício de construção recente, enquadrar, definir e justificar as propostas de reabilitação para as fachadas do edifício de construção antiga.

Sendo assim, seguidamente são topicamente descritas as estratégias de reabilitação das fachadas.

- Remoção dos rebocos de argamassa à base de cimento Portland utilizadas na tentativa de restaurar, erradamente (incompatibilidade das argamassas à base de cimento com argamassas à base de cal), algumas anomalias;
- Saneamento do revestimento com argamassas à base de cal que se encontrem degradadas, destacadas ou mal aderentes (fraca coesão) até se atingir base coesa, não implicando a remoção até à alvenaria. A zona inferior da fachada II e zona central da fachada III encontram-se bastante degradadas;
- Remover as grelhas de ventilação, proceder à sua reabilitação através de decapagem e posterior pintura com tintas apropriadas para bases ferrosas e recolocação das mesmas aquando da aplicação de novo reboco;
- Toda a pintura de base acrílica deve ser removida, pois esta tem média a baixa permeabilidade ao vapor de água e baixa permeabilidade à água no estado líquido, impossibilitando, deste modo, a parede de “respirar”.
- Proceder à reparação das fissuras de maior expressão (canto inferior esquerdo da fachada II) através da reabertura destas e de alguns roços para posterior aplicação de grampos metálicos (modo de aplicação descrito na secção 2.3 em estabilização transversal com grampos). Os grampos devem ficar abaixo da superfície em cerca

de 3 cm de modo a, posteriormente à sua colocação, colmatar os roços através do mesmo tipo de argamassas à base de cal reforçada com uma armadura de reforço;

- Aplicar o novo reboco de argamassas à base de cal, de fabrico tradicional ou pré-doseadas, com constituição semelhante às argamassas antigas à base de cal existentes até reposição da seção.
- Após a limpeza geral do suporte, deve ser aplicada uma pintura de base mineral (permeável ao vapor de água).
- A cobertura do alpendre deve ser limpa de modo a permitir a correta drenagem das águas pluviais;
- Ambas as portas de madeira devem ser removidas, reparadas através de decapagem, substituição de eventual elemento degradado (apodrecido) e repintura, reforçadas térmica e acusticamente através da aplicação de vedantes em neoprene ou equivalente e recolocadas novamente no seu local original;
- Devem, ainda, ser aplicados sistemas de drenagem de águas pluviais de modo a evitar a constante permanência de humidade na zona inferior dos paramentos.

## 4. Conclusões e Trabalhos Futuros

As fachadas dos edifícios sofrem alterações ao longo dos anos devido ao tipo de elementos construtivos pelas quais são formadas (elemento primário, elementos secundários e revestimentos), apresentando vários tipos de anomalias correntes, normalmente associadas a quatro grandes grupos: ação da água; fissurações; envelhecimento e degradação dos materiais; e o desajustamento funcional dos materiais relativamente às exigências requeridas. Para o tratamento destas anomalias, existe um vasto leque de técnicas e soluções de reabilitação tendo sido destacadas neste trabalho as mais comuns, e que se encaixam na estratégia ou combinação de estratégias a aplicar, nomeadamente na eliminação das anomalias, substituição dos materiais ou elementos danificados, proteção contra agentes agressivos, reforço das características funcionais e ocultação das anomalias.

Relativamente ao caso de estudo, todos os objetivos foram cumpridos, o levantamento exaustivo das anomalias, a identificação das possíveis causas associadas à origem das anomalias, a proposta das técnicas e soluções de reabilitação das fachadas de ambos os edifícios da IPSS bem como uma análise crítica sobre as soluções gerais propostas, tendo as potenciais poupanças energéticas, associados ao edifício de construção recente, um impacto decisivo para a escolha da solução.

Deste modo, no caso das fachadas do edifício de construção recente, a solução C (aplicação de revestimento delgado armado sobre isolamento térmico pelo exterior –ETICS) constitui a solução geral mais apropriada ao desenvolvimento da intervenção. Para as fachadas do edifício de construção antiga, a solução IV (remoção geral do revestimento na zona inferior da fachada II até base coesa) complementada com a solução I (aplicação de materiais com características semelhantes aos da época de construção do edifício – revestimentos de argamassa à base de cal) ou II (aplicação de materiais contemporâneos compatíveis com materiais da época de construção do edifício – argamassas pré doseadas), a solução VII (manter portas de madeira e implementação de elementos de melhoramento térmico e acústico) e a solução X (aplicação de sistema de drenagem de águas pluviais), compõem as soluções gerais mais apropriadas ao desenvolvimento da reabilitação.

Futuramente, é importante numa perspetiva de investigação, efetuar comparações, ao nível do desempenho funcional e da viabilidade económica, às várias soluções de intervenção (ao nível dos materiais ou elementos construtivos), comparando as soluções diferenciadas para edifícios de construção recente e antiga e analisando, ao nível dos materiais, a viabilidade de soluções contemporâneas ou tradicionais, que podem ser adotadas no desenvolvimento de trabalhos de reabilitação dos edifícios.



## Referências Bibliográficas

- Abrantes, Vítor; Silva, J. Mendes (2012). “Método Simplificado de Diagnóstico de Anomalias em Edifícios”. FEUP, Porto.
- Aguiar, José e tal. (2001). “Guião de Apoio à Reabilitação de Edifícios Habitacionais”, Volumes 1 e 2, 5ª Edição. LNEC, Lisboa
- Alves, Sérgio Gabriel Quádrio da Mota (2001). “Paredes Exteriores de Edifícios em Pano Simples, Desempenho e Metodologia de Análise”. FEUP, Porto.
- Henriques, Fernando M.A. (1994). "Humidade em Paredes". LNEC, Lisboa.
- LNEC (1983). “Paredes de Edifícios”. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- Paiva, J. V. et al. (2006). "Guia Técnico de Reabilitação Habitacional", Volumes 1 e 2. LNEC, Lisboa.
- Paiva, J. V. et al. (1985). “Patologia da Construção”. 1º ENCORE “ Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação”, Documentos Introdutórios. LNEC, Lisboa.
- Pinho, Fernando F. S. (2000). “Paredes de Edifícios Antigos em Portugal”. LNEC, Lisboa.
- Rodrigues, M. Paula et al (2005). “Revestimentos por Pintura – Defeitos, Causas e Reparações”. LNEC, Lisboa.
- Santos, C. A. Pina; Matias, Luís (2006). “Coeficiente de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios”. LNEC, Lisboa.
- Silva, J. A. et al (2009). “Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios – Anomalias de Revestimentos de Fachada e Soluções de Reabilitação”. DEC-FCTUC, Coimbra.
- Silva, J. A.; Abrantes, V. (2008). “Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios - 12 Erros na Construção de Fachadas”. DEC-FCTUC, Coimbra.
- Silva, J. A. et al (2009). “Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios – Estratégias e Técnicas de Reparação de Fissuras em Alvenarias”. DEC-FCTUC, Coimbra.
- Silva, J. A.; Torres, I. (2009). “Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios – Humidade na Construção”. DEC-FCTUC, Coimbra.
- Silva, J. A. et al (2009). “Cadernos de Apoio ao Ensino da Tecnologia da Construção e da Reabilitação de Anomalias Não Estruturais em Edifícios – Projecto de Reabilitação de Fachadas em Bairro no Norte do País”. DEC-FCTUC, Coimbra.
- Santos, Carlos; Matias, Luís (2006). “Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios”. LNEC, Lisboa.

- Sousa, Hipólito (2002). “Alvenarias em Portugal – Situação Actual e Perspectivas Futuras”. Porto, 2002.
- Veiga, Maria do Rosário (2009). “Conservação e Reparação de Revestimentos de Paredes de Edifícios Antigos”. LNEC, Lisboa.
- Veiga, M. Rosário (2003). “Argamassas para Revestimento de Paredes de Edifícios Antigos – Características e Campo de Aplicação de algumas Formulações Correntes”. 3º ENCORE, “Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios”. LNEC, Lisboa.
- Velosa, Ana Luísa Pinheiro Lomelino (2006). “Argamassas de Cal com Pozolanas para Revestimento de Paredes Antigas”. Tese de Doutoramento, Secção Autónoma de Engenharia civil, Universidade de Aveiro, Aveiro.

## **Anexo A**

### **Fichas de caderno de encargos**

#### **Saneamento geral dos suportes**

##### Critério de Medição

Medição por metro quadrado de superfície. O valor da medição corresponde à área total opaca de intervenção.

##### Descrição do Artigo

No preço deste artigo devem estar incluídos o fornecimento e todos os trabalhos necessários para a sua correta execução e aplicação, salientando-se de entre o fornecimento e execução dos trabalhos a efetuar, os seguintes:

- Fornecedor e aplicação de produtos esterilizantes de base aquosa para remoção de manchas, bolores, musgos e outras contaminações (colónias biológicas) em todas as zonas afetadas por estas anomalias;
- Lavagem geral das paredes das fachadas e dos pórticos com jato de água de pressão controlada (40 a 80 bar) de modo a não danificar a estrutura e deixa-la isenta de poeiras e materiais friáveis, como o caso da pintura empolada e em descasque, que possam condicionar tarefas posteriores;
- Reparação de todos os elementos confinantes que tenham sofrido danos com a execução deste trabalho e cuja reparação ou substituição não esteja prevista nos trabalhos de reabilitação.

##### Condições técnicas

O trabalho indicado no presente artigo deve cumprir várias condições relativas ao mesmo, algumas das quais, que obtêm referência especial, indicam-se abaixo:

- A aplicação de produto esterilizante de base aquosa para remoção de manchas, bolores, musgos e outras contaminações, bem como o tempo de espera necessário até à sua remoção, deve ser feita de acordo com a especificação e norma do fabricante (por exemplo, ficha de produto);

- A lavagem recorrendo a jato de água de pressão controlada ou outro equipamento que tenha o mesmo resultado (devendo ser aprovado pela Fiscalização) deve ser executada cuidadosamente de modo a não provocar danos em outros elementos construtivos, como é o caso de vãos envidraçados e sistema de sombreamento (estores exteriores), caso não seja necessário remove-los.

## **Revestimento Delgado Armado**

### Critério de Medição

Medição por metro quadrado de superfície do pátio exterior. A medição inclui a área total de superfície dos pátios exteriores com exceção da parte superior dos elementos a impermeabilizar e toda a superfície inferior a cerca de 0,60 m do solo.

### Descrição do Artigo

No preço deste artigo devem estar incluídos os fornecimento e todos os trabalhos necessários para a sua correta execução e aplicação, salientando-se de entre o fornecimento e execução dos trabalhos a efetuar, os seguintes:

- Fornecimento e aplicação de argamassas finas à base de cimento com resinas sintéticas e armaduras de fibra de vidro revestidas com proteção antialcalina, incluindo todos os remates, ligações e materiais complementares necessários à correta realização do trabalho
- Correta execução da ligação entre o revestimento delgado armado e o revestimento à base de argamassas macroporosas, de modo a garantir a uniformização da superfície;
- Apresentação à Fiscalização e aprovação por parte desta, de todos os pormenores de remate e ligações com elementos confinantes, necessários ao correto desempenho do revestimento.

### Condições técnicas

O trabalho indicado no presente artigo deve cumprir várias condições relativas ao mesmo, algumas das quais, que obtêm referência especial, indicam-se abaixo:

- Antes do início dos trabalhos referentes a este artigo, devem ser cumpridos todos os trabalhos relativos ao saneamento geral do suporte;

- Previamente à realização do revestimento delgado armado, devem ser executados ensaios de aderência ao suporte, de modo a confirmar a resistência deste para com as necessidades de aderência do novo revestimento;
- O revestimento delgado armado deve ser aplicado do seguinte modo:
  - Aplicação da primeira camada de argamassa fina à base de cimento com resinas sintéticas;
  - Embebimento da armadura de fibra de vidro revestida com proteção antialcalina de malha quadrada de 4 x 4 mm<sup>2</sup> na primeira camada de argamassa;
  - Aplicação da segunda camada com o mesmo tipo de argamassa da primeira.
- Antes da aplicação do revestimento, devem ser efetuados ensaios ao teor de humidade do suporte de modo a verificar a aptidão deste para receber o mesmo;
- As emendas das armaduras de fibra de vidro devem ser sobrepostas com um mínimo de 0,10 m;
- Deve-se ter particular atenção na zona de transição entre revestimento delgado armado e revestimento com argamassas macroporosas, garantindo a perfeita uniformização da superfície, de forma a não criar qualquer tipo de saliência ou reentrância;
- No planeamento executado pelo empreiteiro deve constar primeiramente a aplicação de revestimento macroporoso e posteriormente a aplicação do revestimento aqui indicado, por questões de demolições incluídas nos trabalhos para aplicação de revestimento macroporoso;
- Todos os intervalos de tempo, entre as várias fases de aplicação devem ser seguidos conforme as recomendações do fabricante (ficha de produto), sendo que no caso de inexistência dessas recomendações deve-se proceder à humedificação por pulverização com a água, durante 3 dias após a execução.
- Na montagem, permanência e desmontagem dos andaimes deve-se ter extremo cuidado de modo a não danificar nem o suporte nem o sistema depois de determinado, assim como, não deve existir qualquer tipo de fixação dos andaimes às zonas a revestir;
- Devem ser tomadas as medidas necessárias, durante a execução dos trabalhos, para prevenir a exposição do suporte, dos materiais e elementos a aplicar às condições prejudiciais das ações climáticas, nomeadamente a ação da chuva.

## **Revestimento Delgado Armado Sobre Isolamento Térmico**

### Critério de Medição

Medição por metro quadrado. A medição inclui a área total das paredes das fachadas. Não são incluídas na medição peitoris, soleiras, ombreiras, padieiras e outros rebordos com largura inferior a 0,20 m, onde se aplique o sistema.

### Descrição do Artigo

No preço deste artigo devem estar incluídos os fornecimento e todos os trabalhos necessários para a sua correta execução e aplicação, salientando-se de entre o fornecimento e execução dos trabalhos a efetuar os seguintes:

- Estudo, planeamento e apresentação de proposta técnica específica para a realização deste trabalho, com base num sistema homologado, que obedeça às condições gerais do caderno de encargos, com apresentação obrigatória dos seguintes elementos:
  - Identificação da solução, marcas, fabricantes e documento de homologação ou equivalente, emitido por laboratório credenciado para o efeito;
  - Plano geral de aplicação do revestimento em todas as paredes das fachadas do edifício em causa;
  - Pormenores de remate e ligações com elementos confinantes e outras zonas singulares da construção, nomeadamente:
    - ❖ Arranque do sistema ligeiramente acima do solo;
    - ❖ Arranque sobre zona impermeabilizada (elementos horizontais póstico exterior);
    - ❖ Aresta vertical côncava (com e sem continuidade do mesmo tipo de revestimento);
    - ❖ Aresta vertical convexa (com e sem continuidade do mesmo tipo de revestimento);
    - ❖ Remates em todo o contorno dos vãos envidraçados (padieira, ombreiras e peitoris ou soleiras – capeamento metálico);
    - ❖ Remate com elementos rígidos (ligação paredes/póstico exterior e parede/escadas exteriores);
    - ❖ Fixação dos tubos de queda de águas pluviais e das grelhas de ventilação;
    - ❖ Remate em juntas de dilatação;
    - ❖ Remate superior da parede (ligação parede/platibanda);
    - ❖ Fixação do sistema de estores exteriores (caixa de estores e calhas metálicas);
    - ❖ Revestimento de zonas com guardas metálicas e outros elementos ligados às paredes (sistema de estores pelo exterior e tubos de queda de águas pluviais e das grelhas de ventilação).

- Medição da percentagem de humidade do suporte previamente à aplicação do sistema, para verificação da compatibilidade;
- Regularização do suporte, se necessário, de modo a garantir posteriormente um correto comportamento e desempenho do sistema, incluindo fornecimento dos respetivos materiais necessários à perfeita realização da tarefa;
- Execução de testes de aderência (por exemplo, “pull off test”) da regularização ao suporte e do sistema de isolamento à regularização no caso da área de regularização ser superior a 75% da área de uma placa de isolamento térmico.
- Fornecimento e colocação de todos os materiais e elementos necessários ao correto desempenho do sistema, nomeadamente camada de colagem ao suporte, placas de isolamento térmico, armadura de fibra de vidro, camada de base do revestimento (aplicada em duas subcamadas), camada de acabamento do revestimento (com cor incorporada), cantoneiras metálicas de ângulo para reforço e suporte do sistema e dispositivos de fixação dos elementos metálicos;
- Aplicação de armaduras de reforço, incluindo todos os materiais e trabalhos adicionais necessários, em todas as zonas acessíveis, diretamente, pelas pessoas e nas zonas de concentrações de carga (quinas de vãos de janelas e portas) ou de maior sensibilidade mecânica (arestas contíguas a duas paredes);
- Execução do sistema de revestimento a 100%, em pequenas faixas de remate com larguras inferiores a 0,20 m (não estando contabilizadas na medição), podendo, de acordo com as indicações da Fiscalização, algumas dessas faixas apenas serem revestidas com as camadas de acabamento sem a colocação prévia de isolamento térmico, nomeadamente padieiras e ombreiras bem como, por exemplo, na *fachada E*, dado a sua elevada área de vãos envidraçados, a faixa abaixo da soleira do rés-do-chão;
- Fornecimento e aplicação, incluindo remates, de capeamentos metálicos sobre peitoris, soleiras, muretes de varandas e platibandas;
- Reparação de todos os elementos confinantes que tenham sofrido danos com a execução deste trabalho e cuja reparação ou substituição não esteja prevista no projeto de reabilitação;
- Fornecimento, à Fiscalização, de documento descritivo das características técnicas do sistema aplicado, assim como dos respetivos materiais componentes, e das normas gerais de manutenção e reparação do sistema: periodicidade, procedimentos e produtos.

### Condições técnicas

O trabalho indicado no presente artigo deve cumprir várias condições técnicas relativas ao mesmo, sendo que estas devem ser propostas pelo Empreiteiro, considerando um sistema homologado, como acima indicado, e sujeitas a aprovação por parte da Fiscalização.

Sendo que, seguidamente é feita uma descrição técnica geral do sistema:

- Antes da aplicação do sistema, devem ser efetuados ensaios ao teor de humidade do suporte de modo a verificar a aptidão deste para receber o mesmo;
- Deve-se ter particular atenção ao saneamento geral e reparação do suporte, efetuados antecipadamente à aplicação do sistema, em artigos próprios acima descritos;
- A camada de cola sobre o tardo das placas de isolamento, pode ser aplicada por faixas, pontos ou na globalidade, não sendo admissível vazios entre as placas de isolamento e o suporte que possam ameaçar a estabilidade e resistência mecânica do sistema;
- As emendas das armaduras de fibra de vidro devem ser sobrepostas com um mínimo de 0,10 m;
- Deve existir o perfeito embebimento das armaduras na camada de base;
- As zonas previstas para recepção de armaduras de reforço devem apresentar a mesma espessura final no fim de concluída a aplicação do sistema;
- Nos eventuais casos de afastamento excessivo entre as placas de isolamento, estes espaços gerados devem ser preenchidos com tiras de isolante ou espuma de poliuretano compatível com o sistema e apresente características térmicas semelhantes ao isolante devendo, neste caso, ser aprovada pela Fiscalização;
- Deve-se ter particular cuidado no embebimento completo das cantoneiras metálicas (de canto ou suporte) de modo a serem imperceptíveis após a conclusão de aplicação do sistema;
- Todos os intervalos de tempo, entre as várias fases, definidos na homologação do sistema, devem ser respeitados;
- Na montagem, permanência e desmontagem dos andaimes deve-se ter extremo cuidado de modo a não danificar nem o suporte nem o sistema depois de terminado, assim como, não deve existir qualquer tipo de fixação dos andaimes às zonas a revestir;
- Devem ser tomadas todas as medidas necessárias, durante a execução dos trabalhos, para prevenir a exposição do suporte, dos materiais e elementos a aplicar às condições prejudiciais das ações climáticas, nomeadamente a ação da chuva;
- Após a finalização do sistema, este deve apresentar-se desempenado e com cor uniforme, não sendo detetadas irregularidades significativas com luz incidente a 30 graus.