U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS – FACHADAS VENTILADAS

PEDRO FILIPE DOS SANTOS COSTA OLIVEIRA

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS

Orientador: Professor Doutor Rui Manuel Gonçalves Calejo Rodrigues

FEVEREIRO DE 2011

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2010/2011

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

À minha mãe e esposa

Vale sempre a pena, quando a alma não é pequena…

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Neste campo, agradeço a todos que, de forma directa e indirecta, contribuíram para a concretização desta dissertação. Destes, destaco:

- O meu orientador, Professor Doutor Rui Calejo, pelo profissionalismo e conhecimento partilhado. A sua presença e disponibilidade demonstrada foi uma motivação extra no desenvolver deste trabalho.

- A PJ Carpintarias, pela partilha de informação relacionada com o sistema em estudo.

- O Senhor Cunha pela receptividade ao facilitar o acesso a obras relacionadas com a temática em questão.

- Todos os intervenientes em obras visitadas, cuja compreensão e disponibilidade em partilhar informação foi total.

- A minha mãe, pelo exemplo de ser humano que é, bem como por todo o empenho e amor demonstrado.

- A Ana, por todo o companheirismo, afecto, ternura, inspiração e amor demostrado neste período e sempre. Muito obrigado.

RESUMO

Ao longo dos tempos a importância dos edifícios, fruto do seu valor sentimental e monetário, apresenta uma importância crescente. Como tal, a preservação dos mesmos é fundamental para que estes apresentem e mantenham níveis exigênciais de funcionamento e segurança elevados.

Neste sentido, a presente dissertação insere-se no âmbito da manutenção de edifícios e tem como objectivo a elaboração de uma metodologia de manutenção de fachadas ventiladas expressa em manuais de serviço (manual de manutenção e de utilização), plano de manutenção e cronograma financeiro. A elaboração dos documentos mencionados teve como sustentação o estudo do sistema em questão donde a análise comportamental em serviço das várias soluções existentes foi essencial. Da teoria da manutenção de edifícios surgiram as ferramentas basilares para a concretização dos referidos manuais. Desta destacam-se as operações: inspecção, limpeza, medidas de correcção, medidas de substituição e condições de utilização.

Neste contexto, este documento pretende sistematizar as metodologias de manutenção a aplicar aos sistemas em estudo, realçando a importância da sua prática ao longo dos ciclos de vida útil dos elementos constituintes.

Desta forma, da aplicação do sistema de manutenção a um caso prático verificou-se que os custos associados a estas operações são expressivos. No entanto, para um período de vida útil de 50 anos constatou-se que a realização de operações de manutenção com a periodicidade definida é vantajosa face a uma atitude não pró-activa.

Como tal, para além das vantagens estéticas, funcionais e de segurança que a política activa de manutenção assegura, em termos financeiros a sua aplicação, a longo prazo, é também compensatória.

PALAVRAS-CHAVE: manutenção de edifícios, manuais de serviço, comportamento em serviço, custos de manutenção, fachadas ventiladas.

ABSTRACT

Over time the value of buildings has an extreme importance, due to its sentimental and financial value. As such, its preservation is essential so that buildings can present high levels of operation and security.

With this purpose, this dissertation is about buildings maintenance and aims to develop a methodology for maintenance of the ventilated façades expressed in service manuals (maintenance and user manuals), maintenance plan and financial schedule. The preparation of the mentioned documents had as a support the study of the system in question, where the behavioral analysis in service of existing solutions was essential. From building maintenance theory emerged tools for the basic realization of these manuals. The highlights operations were: inspection, cleaning, corrective measures, substitution measures and conditions of use.

In this context, this paper aims to systematize the maintenance methods to be applied to the system under study, highlighting the importance of its practice over the service life cycles of the constituents.

The application of the maintenance system to a practical case it was found that the costs associated with these operations is significant. However, for a shelf-life of 50 years found that the performance of maintenance operations with defined frequency is advantageous compared to a not pro-active attitude.

As such, beyond the aesthetic, functional and security advantages, in financial terms the active maintenance is also compensatory.

KEYWORDS: building maintenance, user manuals, service behaviour, maintenance costs, ventilated façades.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS i
RESUMO iii
ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO 1
1.2. ENQUADRAMENTO DO TEMA 2
1.2.1. HISTÓRICO 2
1.2.2. ECONÓMICO/POLÍTICO 3
1.2.3. CULTURAL/SOCIAL 3
1.3. OBJECTIVO/ÂMBITO 4
1.4. METODOLOGIA DO ESTUDO 6
1.5. ESTRUTURA 6

2. CONCEITOS SOBRE MANUTENÇÃO 9
2.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES 9
2.2. COMPORTAMENTO EM SERVIÇO 10
2.3. GESTÃO DE EDIFÍCIOS 11
2.3.1. GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS 12
2.3.2. GESTÃO ECONÓMICA DE EDIFÍCIOS 12
2.3.3. GESTÃO FUNCIONAL DE EDIFÍCIOS 13
2.4. TIPOS DE MANUTENÇÃO 14
2.4.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA (PLANEADA) 15
2.4.1.1. Manutenção sistemática 15
2.4.1.2. Manutenção condicionada 15
2.4.2. MANUTENÇÃO CORRECTIVA OU REACTIVA (NÃO PLANEADA) 16
2.4.2.1. Intervenções urgentes e não urgentes 16
2.4.3. MANUTENÇÃO INTEGRADA 16
2.5. OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO 17
2.5.1. INSPECÇÃO 17
2.5.2. LIMPEZA 17

2.5.3. PRÓ-ACÇÃO 18
2.5.4. CORRECÇÃO 18
2.5.5. SUBSTITUIÇÃO 18
2.5.6. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO 18
2.6. MANUAIS DE SERVIÇO 18
2.6.1. MANUAL DE MANUTENÇÃO 19
2.6.2. MANUAL DE UTILIZAÇÃO 20
2.7. NÍVEIS DE MANUTENÇÃO 20
2.8. NOVAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO 21

3. NOÇÕES SOBRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ESTUDO 23
3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS 23
3.2. CLASSIFICAÇÃO EM SUBSISTEMAS 24
3.2.1. SEGUNDO O PROCESSO DE FABRICO E MONTAGEM 24
3.2.2. SEGUNDO OS DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO 25
3.2.3. SEGUNDO O MATERIAL USADO COMO REVESTIMENTO 26
3.3. CLASSIFICAÇÃO EXIGÊNCIAL 26
3.3.1. RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESTABILIDADE 26
3.3.1.1. Estabilidade mecânica do suporte 26
3.3.1.2. Segurança da fixação mecânica e do revestimento ao suporte 26
3.3.1.3. Resistência ao vento 26
3.3.1.4. Resistência ao choque 27
3.3.1.5. Resistência às deformações e variações dimensionais 27
3.3.1.6. Alteração das características mecânicas das placas de revestimento no estado húmido 27
3.3.1.7. Resistência à suspensão de cargas 27
3.3.1.8. Estabilidade perante solicitações normais de uso 27
3.3.2. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO 27
3.3.2.1. Classes mínimas para o revestimento exterior 28
3.3.3. SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO 29
3.3.4. ESTANQUIDADE À ÁGUA E AO AR 29
3.3.5. SAÚDE, HIGIENE E AMBIENTE 29
3.3.5.1. Resistência ao aparecimento de manchas 29

3.3.5.2. Apreciação de odores ... 29
3.3.5.3. Resistência a acções de limpeza ... 29
3.3.5.4. Aptidão para a reutilização ... 29
3.3.6. CONFORTO TÉRMICO ... 29
3.3.7. CONFORTO ACÚSTICO ... 29
3.3.8. DURABILIDADE ... 30
3.3.8.1. Durabilidade das placas de revestimento ... 30
3.3.8.2. Durabilidade dos dispositivos de fixação ... 30
3.3.8.3. Resistência à corrosão ... 30
3.3.8.4. Resistência aos agentes climáticos ... 30
3.3.9. CONFORTO VISUAL ... 30
3.3.9.1. Reacção do revestimento exterior à água ... 30
3.3.9.2. Características geométricas ... 30
3.3.10. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS POR SUBSISTEMA ... 31
3.4. TIPOS DE MATERIAIS DE REVESTIMENTO ... 31
3.4.1. BETÃO POLÍMERO ... 31
3.4.2. ALUMÍNIO PERFILADO ... 32
3.4.3. ALUMÍNIO TRICAMADA ... 33
3.4.4. PAINÉIS CERÂMICOS ... 34
3.4.5. PEDRA NATURAL ... 34
3.4.6. PAINÉIS FENÓLICOS ... 36
3.4.7. MADEIRA MODIFICADA ... 37
3.4.8. COMPÓSITOS DE MADEIRA E CIMENTO ... 37
3.5. ELEMENTOS DE FIXAÇÃO ... 38
3.5.1. FIXAÇÃO PONTUAL ... 39
3.5.1.1. Fixação mecânica ao suporte ... 39
3.5.1.1.1. *Grampos mecânicos correntes* ... 40
3.5.1.1.2. *Grampos mecânicos reforçados* ... 42
3.5.1.2. Fixação com selagem ao suporte ... 43
3.5.1.2.1. *Grampos de chumbar* ... 43
3.5.2. FIXAÇÃO CONTÍNUA ... 43
3.5.2.1. Fixação à vista ... 46
3.5.2.1.1. *Soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos* ... 46

3.5.2.1.2. *Soluções com presilhas ou clips* ... 47
3.5.2.2. Fixação semioculta ... 48
3.5.2.2.1. *Soluções com furação no topo do revestimento* ... 49
3.5.2.2.2. *Soluções com rasgo no topo do revestimento* ... 49
3.5.2.2.3. *Soluções com recorte no topo do revestimento* ... 50
3.5.2.3. Fixação oculta ... 50
3.5.2.3.1. *Soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos* ... 50
3.5.2.3.2. *Soluções por encaixe entre elementos* ... 51
3.5.2.3.3. *Soluções com implantes no tardoz do revestimento* ... 51
3.5.2.3.4. *Soluções com rasgo no tardoz do revestimento* ... 52
3.6. ISOLANTE ... 52
3.6.1. ISOLANTES PREFABRICADOS ... 53
3.6.1.1. Placas/painéis ... 53
3.6.1.1.1. *Poliestireno expandido moldado* ... 53
3.6.1.1.2. *Poliestireno expandido extrudido* ... 54
3.6.1.1.3. *Lã mineral fibrada (rocha)* ... 54
3.6.1.1.4. *Lã mineral fibrada (vidro)* ... 54
3.6.1.1.5. *Vidro celular* ... 54
3.6.1.1.6. *Espuma rígida de poliuretano* ... 54
3.6.2. ISOLANTES FORMADOS "IN SITU" ... 54
3.6.2.1. Projectados ... 54
3.6.2.1.1. *Poliuretano* ... 55
3.7. SUPORTE BASE ... 55
3.7.1. PANO CONTÍNUO RESISTENTE ... 56
3.7.1.1. Betão ... 56
3.7.1.2. Alvenaria de tijolos cerâmicos ... 56
3.7.1.3. Alvenaria de blocos de betão ... 56
3.7.1.4. Alvenaria de pedra ... 56
3.7.2. ESTRUTURA RETICULADA RESISTENTE E ALVENARIA DE PREENCHIMENTO ... 56
3.7.2.1. Alvenaria de tijolos cerâmicos ... 57
3.7.2.2. Alvenaria de blocos ... 57
3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO ... 57
4. METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO ... 59

4.1. ORGANIZAÇÃO DO UNIVERSO DE SOLUÇÕES ... 59
4.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ... 60
4.2.1. EXPOSIÇÃO EXTERIOR ... 61
4.2.2. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS ... 62
4.2.3. ACÇÃO HUMANA ... 63
4.2.3.1. Detalhes construtivos ... 63
4.2.3.2. Vandalismo e uso incorrecto ... 64
4.3. SISTEMA DE MANUTENÇÃO ... 65
4.3.1. ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO ... 65
4.3.2. ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS ... 66
4.3.3. ORGANIZAÇÃO DAS FICHAS DE MANUTENÇÃO ... 67
4.4. ACTOS DE MANUTENÇÃO ... 68
4.4.1. INSPECÇÃO ... 68
4.4.2. LIMPEZA ... 71
4.4.3. MEDIDAS DE PRÓ-ACÇÃO ... 72
4.4.4. MEDIDAS DE CORRECÇÃO E DE SUBSTITUIÇÃO ... 72
4.4.5. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO ... 72
4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO ... 72

5. APLICAÇÃO PRÁTICA ... 73
5.1. CASO DE ESTUDO ... 73
5.1.1. MANUAL DE MANUTENÇÃO ... 74
5.1.2. MANUAL DE UTILIZAÇÃO ... 74
5.1.3. PLANO DE MANUTENÇÃO ... 75
5.1.4. CRONOGRAMA FINANCEIRO ... 76

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS ... 81
6.1. CONCLUSÕES ... 81
6.2. RECOMENDAÇÕES FUTURAS ... 82

BIBLIOGRAFIA ... 83
ANEXOS ... 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 - Evolução das fachadas em Portugal. [Peixoto, V., 2005] 2
Fig. 2 - Imagem esquemática de uma fachada ventilada. [Martins, J., 2009] 5
Fig. 3 - Agentes intervenientes no comportamento de um edifício. 10
Fig. 4 - Áreas de actividade da gestão de edifícios. [Calejo, 2001] 11
Fig. 5 - Custos diferidos no tempo. [Calejo, 2001] 13
Fig. 6 - Tipos de manutenção. [Calejo, 2001] 14
Fig. 7 - Síntese da organização do manual de serviço. [Lopes,2005] 19
Fig. 8 - Evolução dos tipos de manutenção. 21
Fig. 9 - Fachada ventilada montada em obra 24
Fig. 10 - Fachada ventilada pré-fabricada. (sistema TECCON) 24
Fig. 11 - Sistema de fixação oculta 25
Fig. 12 - Sistema de fixação à vista. 25
Fig. 13 - Sistema com revestimento em betão polímero. [Construlink, 2006] 32
Fig. 14 - Detalhes de junta e remate das placas. [Construlink, 2006] 32
Fig. 15 - Sistema com revestimento em alumínio perfilado. [Construlink, 2006] 33
Fig. 16 - Composição do alumínio tricamada. [Construlink, 2006] 33
Fig. 17 - Sistema com revestimento em alumínio tricamada. [Construlink, 2006] 33
Fig. 18 - Sistema com revestimento em cerâmico. 34
Fig. 19 - Sistema com revestimento em pedra natural 35
Fig. 20 - Grampo de fixação para pedra natural 35
Fig. 21 - Composição de um elemento fenólico. [Construlink, 2006] 36
Fig. 22 - Sistema em revestimento fenólico. [Construlink, 2006] 36
Fig. 23 - Sistema revestido com estratos de madeira modificada. [Construlink, 2006] 37
Fig. 24 - Sistema revestido com estratos de madeira modificada. [Construlink, 2006] 37
Fig. 25 - Dispositivo para fixação pontual em suporte com junta de dilatação. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 39
Fig. 26 - Exemplo de grampo mecânico. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 39
Fig. 27 - Exemplo de grampo com fixação no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 40
Fig. 28 - Regulação máxima do corpo do grampo (alçado). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 40
Fig. 29 - Grampo mecânico com colocação na junta horizontal do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 41
Fig. 30 - Grampo mecânico com dois pinos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 41

Fig. 31 - Exemplo de fixação no tardoz do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 42

Fig. 32 - Grampo mecânico reforçado. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 42

Fig. 33 - Grampo de chumbar. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 43

Fig. 34 - Perfil metálico de utilização corrente. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 44

Fig. 35 - Estrutura intermédia dupla em madeira. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 44

Fig. 36 - Fixação directa da estrutura intermédia ao suporte. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 45

Fig. 37 - Fixação indirecta da estrutura intermédia ao suporte. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 45

Fig. 38 - Esquadros metálicos fixos ou reguláveis. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 46

Fig. 39 - Fixação à vista com rebites. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 46

Fig. 40 - Fixação à vista com parafusos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 47

Fig. 41 - Fixação à vista com clips (junta de topo). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 47

Fig. 42 - Fixação à vista com clips (junta de recobrimento). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 47

Fig. 43 - Exemplo de presilha. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 48

Fig. 44 - Fixação à vista com presilhas (junta de recobrimento). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 48

Fig. 45 - Solução para fixação semioculta com furação no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 49

Fig. 46 - Solução para fixação semioculta com rasgo no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 49

Fig. 47 - Solução com recorte no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 50

Fig. 48 - Solução de fixação oculta com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 50

Fig. 49 - Solução de fixação oculta por encaixe entre elementos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 51

Fig. 50 - Implantes para utilização em placas de pedra natural, artificial ou de betão. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003]) 51

Fig. 51 - Manchas devido à intersecção de elementos (adaptado de [Morel, 1975]); caso real de existência de manchas. 63

Fig. 52 - Manchas devido à fixação de letreiros (adaptado de [PARNHAM, 1997]). 64

Fig. 53 - Degradações motivadas por actos de vandalismo. 64

Fig. 54 - Organização da base de dados. 66

Fig. 55 - Ficha de manutenção tipo (Excerto da Ficha *SM-REV-PED*). 67

Fig. 56 - Procedimento de Inspecção *(PI).* 69

Fig. 57 - Excerto de Ficha de Limpeza *(SM-REV- […] -L).* 72

Fig. 58 - Localização e vista geral da biblioteca. 73

Fig. 59 - Planta geral da biblioteca. [www.fe.up.pt] 74

Fig. 60 - Pictograma tipo do manual de manutenção. 75

Fig. 61 - Plano de Manutenção. 75
Fig. 62 - Análise comparativa das hipóteses de actuação. 78
Fig. 63 - Análise comparativa global das hipóteses de actuação. 79

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Taxa de crescimento do sector da construção. [Euroconstruct, 2010] 3
Quadro 2 - Universo de soluções de fachadas 4
Quadro 3 - Âmbito de soluções de fachadas ventiladas. 5
Quadro 4 - Níveis de exigência de manutenção 20
Quadro 5 - Elementos constituintes do sistema de fachadas ventiladas. 23
Quadro 6 - Reacção ao fogo de elementos de revestimento exterior criando caixa-de-ar. 28
Quadro 7 - Elementos constituintes do sistema de fachadas ventiladas. 31
Quadro 8 - Universo das soluções de fixação. 38
Quadro 9 - Universo das soluções de isolante para fachadas ventiladas. 53
Quadro 10 - Universo das soluções de suporte base para fachadas ventiladas. 55
Quadro 11 - Sistematização das soluções de fachadas ventiladas. 59
Quadro 12 - Degradações verificadas no sistema. 60
Quadro 13 - Causas das manifestações patológicas. 61
Quadro 14 - Modo de actuação. 65
Quadro 15 - Coeficientes de afectação. (condições de uso e atitude de intervenção) 70
Quadro 16 - Coeficientes de afectação. (altura e orientação do edifício) 71
Quadro 17 - Coeficientes de afectação 71
Quadro 18 - Cronograma financeiro. 76
Quadro 19 - Cronograma financeiro reformulado 77
Quadro 20 - Custo da intervenção inicial. 78
Quadro 21 - Análise de sensibilidade de custos. 80

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

EFM – Elemento Fonte de Manutenção

EN – Norma Europeia

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISO – Organização Internacional de Normalização

IST – Instituto Superior Técnico

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

NIT – Nota de Informação Técnica

PERMAN I – Indicador da percentagem de manutenção total para um período de 50 anos face ao custo do sistema novo

PERMAN II – Indicador da percentagem de manutenção total despendida por ano (€/m^2) face ao custo do edifício (€/m^2)

RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

SIM – Sistema Integrado de Manutenção

1
INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

O presente trabalho insere-se na unidade curricular de dissertação na opção de construções civis pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, tendo o propósito de satisfazer parte dos requisitos para conclusão do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil.

Numa sociedade em permanente mutação, onde as pressões sociais são constantes fruto de motivações culturais, sociais, políticas e económicas, surge a necessidade de interpretá-la de forma a responder correctamente às necessidades reais.

Desta forma, num sector onde a evolução dos sistemas tecnológicos, dos materiais e equipamentos reforçam a essência das construções modernas em massa, surge a necessidade de analisá-las na vertente de optimização das exigências funcionais pretendidas pelo utilizador.

Noutra vertente, questões de salubridade apresentam-se de extrema importância, pois o deficiente estado de manutenção de um edifício poderá acarretar problemas de saúde para o utente que o frequenta.

A construção tem evoluído por meio de inúmeras soluções construtivas mas nem sempre as práticas de manutenção têm acompanhado esse crescimento.

Uma política de manutenção em edifícios quer-se intransigente nos objectivos e métodos a aplicar durante a fase de exploração e utilização, pelo que a uniformização de conceitos e procedimentos é fundamental para o bom desempenho do edificado.

Para o desenvolvimento de modelos de análise sobre esta temática, as componentes experimental e tecnológica são fundamentais. Como tal, a essência das práticas de manutenção assenta no conhecimento tecnológico do sistema que as compõem, mas também na vertente experimental, através da observação directa do comportamento em serviço das soluções.

Uma adequada gestão de manutenção passa pela definição de estratégias logo na fase de projecto, tendo em conta o comportamento esperado em condições de serviço, prevendo para o nível de qualidade estabelecido os agentes de degradação típicos, os tipos de anomalias relevantes, os erros de execução/montagem, bem como os custos envolvidos.

O custo global de um edifício é bastante superior ao custo de construção, pelo que quando se aquire uma habitação deve-se estar consciencializado dos custos inerentes à sua utilização/exploração, fazendo parte destes os custos de manutenção.

Os custos da não manutenção são de severidade superior aos custos da manutenção de edifícios. Atente-se ao seguinte excerto.

"A administração do condomínio do n.º 43 da Rua Coelho da Rocha, em Campo de Ourique (Lisboa), vai ser intimada a fazer obras de reparação no edifício urgentemente. Esta medida da Direcção Municipal de Conservação e Reabilitação Urbana surge após as varandas deste prédio terem apresentado, na segunda-feira à noite, sinais de estarem em risco de ruir.

Na altura, parte do reboco de uma das varandas caiu, tendo, segundo a vizinhança, quase atingido uma mulher e uma criança que caminhavam junto ao prédio em causa…

Visível à vista desarmada, é a degradação da varanda do 3.º piso onde, como referiu Jorge Catarino, está "o pilarete e a bacia da varanda soltos". Ao que o DN apurou, o prédio não sofre obras há bastante tempo (não foi referido quanto). "A não conservação origina isto. Nas cobertas e fachadas, que estão mais expostas às intempéries, há obviamente necessidade de fazer uma manutenção mais regular", admitiu Jorge Catarino, lamentando que tal não tenha acontecido." [DN, 2009]

Pelo excerto apresentado realça-se que a falta de manutenção periódica deste edifício quase atingia o valor inquantificável da vida humana. A manutenção de edifícios é uma prática que se estende à maioria dos sistemas construtivos que compõem o sector.

Como tal, este documento tem como finalidade constituir uma ferramenta que contribua para a implementação de novos hábitos e competências no seio da manutenção de edifícios.

1.2. ENQUADRAMENTO DO TEMA

1.2.1. HISTÓRICO

A primeira definição do conceito de fachada ventilada surge nas "Directives Communes pour l'Agrement dês Façades Légeres", de 1968, do CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment). O sistema ganhou força na década de 80, quando começaram a surgir na Europa exigências para que os edifícios fossem adaptados às normas de perda calorífica.

Realizando o enquadramento da solução com a realidade Portuguesa, atente-se à figura seguinte.

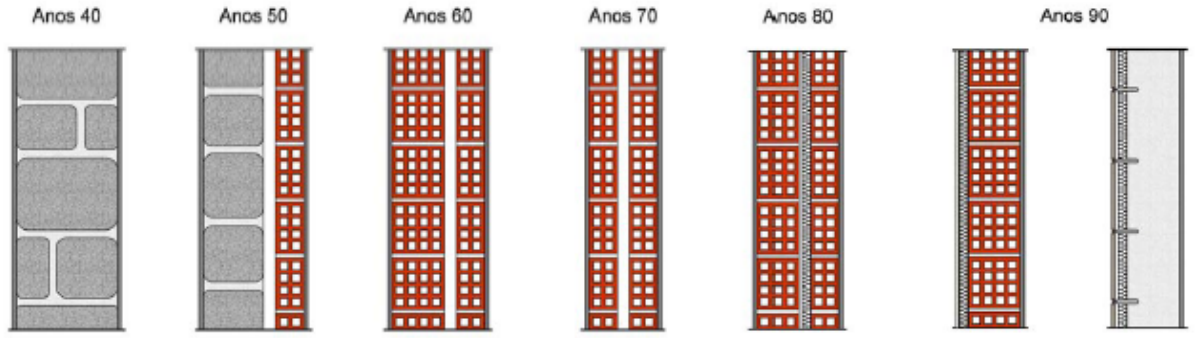


Fig. 1 - Evolução das fachadas em Portugal. [Peixoto, V., 2005]

De acordo com [Peixoto, V., 2005] até aos anos 40 as fachadas eram constituídas por um pano de elevada espessura em alvenaria de pedra ou de tijolo maciço. Na década seguinte surgiram as primeiras paredes duplas, com pano exterior de alvenaria de pedra e um pano interior em alvenaria de tijolo.

Na década de 60, aligeirou-se a constituição das paredes utilizando alvenaria de tijolo vazado em ambos os panos. Inicialmente o pano exterior era significativamente mais espesso que o interior mas houve uma progressiva redução dessa espessura até que, já nos anos 70, os dois panos apresentam dimensões idênticas, e por vezes muito reduzidas.

Durante os anos 80 começaram a introduzir-se materiais de isolamento térmico a preencher, total ou parcialmente, a caixa-de-ar das paredes. Inicialmente não existia grande preocupação com o tratamento das pontes térmicas, o que foi significativamente alterado após a entrada em vigor do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE).

Na década de 90, foram introduzidos diferentes sistemas de isolamento térmico pelo exterior e pelo interior, surgindo neste período o sistema de fachadas ventiladas, conforme ilustrado.

1.2.2. ECONÓMICO/POLÍTICO

O sector da construção civil é caracterizado pela instabilidade cíclica da sua actividade, Na medida em que, a evolução da conjuntura económica, da procura, da qualificação, dos materiais, entre outros condicionalismos, se apresentam inconstantes. O Quadro 3 refere a evolução do sector da construção em Portugal face à média dos 19 países parceiros da Europa.

Quadro 1 - Taxa de crescimento do sector da construção. [Euroconstruct, 2010]

	2007	2008	2009	2010 (e)	2011 (P)	2012 (P)	2013 (P)
Portugal	-0.4	-4.8	-9.9	-7.5	-4.1	-1.4	1.0
Euroconstruct 19	2.3	-3.4	-8.8	-3.3	-0.1	2.0	2.5

Legenda: (e) - estimativa (P) - previsão

Após atingido um máximo negativo de crescimento em 2009, o sector previsivelmente tende a evoluir. No entanto esse crescimento apresenta-se bastante inferior face aos valores médios dos restantes membros que partilham a análise.

Deste modo, com vista a um crescimento sustentado, as operações de manutenção não devem ser minimizadas, mas sim encaradas como um motor de crescimento do sector. Pois dada a incapacidade de investimento em edifícios novos, a gestão e manutenção dos imóveis existentes tende a ser a atitude mais racionalizada e vantajosa no mercado actual.

O papel político neste sentido é fundamental, na medida em que deve promover iniciativas neste âmbito, bem como aprovar programas públicos de incentivo e de apoio à manutenção.

Neste sentido, este documento pretende contribuir para uma inversão de mentalidade e de actuação sobre as práticas de manutenção de edifícios. Posteriormente, nos capítulos 2 e 5 serão realizadas análises sobre as vantagens de políticas de manutenção e quais os seus fundamentos e princípios.

1.2.3. CULTURAL/SOCIAL

Ao longo dos tempos as exigências habitacionais e construtivas divergiram. Inicialmente as habitações eram projectadas com uma finalidade de protecção, contudo a evolução social e cultural acarretou a ampliação de diferentes exigências, nomeadamente da estética, da funcionalidade, do conforto, da sustentabilidade e da relação custo – qualidade.

Da evolução das exigências funcionais das habitações surgem as preocupações com o estado de degradação das mesmas. Neste contexto surge a manutenção como a prática que visa repor as características exigências requeridas.

Numa sociedade de consumo o pensamento "é melhor trocar por novo do que manter" apresenta-se bem implementado. Este facto relega para segundo plano as práticas de manutenção.

Desta forma, dado o valor implícito dos edifícios, aliado das dificuldades económicas-financeiras, é importante adquirir hábitos que visam cuidar das propriedades.

Na sociedade actual não estão introduzidos mecanismos que visem educar os utilizadores, estando instaurada uma total ausência de informação neste domínio. Neste contexto, é importante na óptica do interesse social e cultural implementar ferramentas de manutenção, na medida que estas servem e valorizam os bens imóveis.

1.3. OBJECTIVOS/ÂMBITO

Importa neste capítulo referir o universo de soluções existentes no mercado de fachadas, para a partir daí se definirem os objectivos e âmbito deste trabalho.

Quadro 2 - Universo de soluções de fachadas.

Tipos de Fachadas										
Alvenaria			**Betão**				**Metálicas**		**Vidro**	**Mistas**
Blocos		Pedra	In situ	Pré-fabricado			Chapa		Parede Cortina	Parede Ventilada
Cerâmico	Betão			Placas planas	Placas nervuradas	Placas alveolares	Simples	Sandwich		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

O Quadro 2 representa de uma forma geral os tipos de fachadas existentes, destacando-se neste as fachadas mistas, onde pertencem as fachadas ventiladas pois permitem na sua composição a introdução de elementos distintos como de alvenaria, betão, metálicos e vidro.

Relativamente ao sistema de fachadas ventiladas, importa neste capítulo defini-lo de uma forma geral. Em traços gerais uma fachada ventilada pode ser definida como um sistema de protecção e revestimento exterior de edifícios, caracterizada pelo afastamento entre a parede e o revestimento, criando assim um espaço de ar em movimento.

Atente-se á seguinte imagem de uma fachada ventilada.

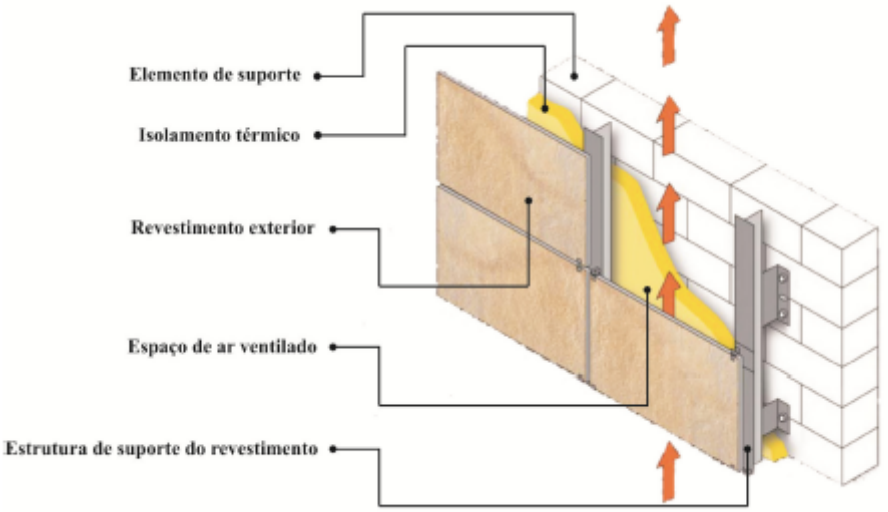


Fig. 2 - Imagem esquemática de uma fachada ventilada. [Martins, J., 2009]

Desta figura realçam-se os elementos fundamentais que constituem o sistema em estudo como o elemento de suporte, o isolamento térmico, o sistema de fixação, o espaço de ar e o revestimento exterior final. Dos elementos constituintes do sistema é possível definirmos um vasto leque de soluções que resultam da alternância dos elementos anteriormente enumerados. Desta forma definiu-se o seguinte âmbito de soluções de fachadas ventiladas a considerar neste trabalho.

Quadro 3 - Âmbito de soluções de fachadas ventiladas.

		Tipo de revestimento exterior						
		Betão polímero	Alumínio perfilado	Alumínio tricamada	Cerâmico	Pedra	Fenólico	Madeira modificada
Tipos de fixação	Agrafos e pontos de argamassa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Grampos ou gatos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Estrutura de perfilamento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

O âmbito de soluções existentes do sistema de fachadas ventiladas resulta na combinação das variáveis: tipo de revestimento exterior e tipos de fixação para os mesmos. Os revestimentos usualmente utilizados neste tipo de sistemas são os apresentados no Quadro 3, onde para cada um destes podemos realizar a fixação recorrendo a agrafos e pontos de argamassa, ou grampos e gatos, ou mesmo a uma estrutura de perfilamento. O subsistema de isolamento não condiciona o sistema geral, sendo usualmente disposto pelo exterior da face do suporte base ou pelo interior da mesma. No que diz respeito à tipologia do suporte base, este tem de garantir a capacidade resistente de fixação dos

elementos de revestimento. Salienta-se ainda que para uma solução de revestimento exterior de vidro, o tipo de fixação admissível exclui os agrafos e os grampos, devido à natureza das características físicas e resistentes do material.

Neste âmbito de soluções resultam comportamentos únicos do sistema em serviço, sendo necessário para cada solução analisá-los para dar resposta a metodologias de manutenção necessárias, com vista ao melhor desempenho pretendido.

Focando o sistema de fachadas ventiladas surgem à priori questões relevantes, cuja resolução é objectivo deste trabalho, como:

- *É necessário fazer manutenção neste tipo de sistemas?*
- *Que tipo de operações devemos realizar enquanto utentes de um edifício ou profissionais do sistema?*
- *Na óptica da manutenção, que vantagens apresenta o sistema em relação a soluções tradicionais?*
- *Quais os custos associados a essas operações?*

Questões desta índole serão esclarecidas ao longo desta dissertação, procurando realizar esclarecimentos teóricos e práticos com vista a um melhor desempenho em serviço destas soluções de fachadas.

1.4. METODOLOGIA DO ESTUDO

A concretização deste documento teve como base uma política de manutenção que contempla ferramentas bem definidas.

Desta forma, a sua aplicação no sistema em estudo integrou tarefas essenciais para que o resultado final fosse conseguido.

O conhecimento tecnológico do sistema, bem como da tipificação das soluções existentes é importante pois permite a análise do funcionamento dos elementos constituintes do sistema e clarificar as suas exigências construtivas e funcionais. Como tal, o trabalho de pesquisa bibliográfica e consulta de fabricantes e fornecedores é essencial para a síntese desse conhecimento.

A observação e análise do comportamento em serviço das variantes do sistema possibilita a detecção de anomalias que permitem assim a elaboração do sistema de manutenção.

A convergência destas formas de actuação permite a elaboração de uma base de informação sobre a metodologia de manutenção de fachadas ventiladas. Do seu conteúdo resulta a realização dos manuais de serviço, plano de manutenção e cronograma financeiro aplicado a um caso de estudo.

1.5. ESTRUTURA

O presente documento está dividido em 6 capítulos. Neste tópico será feita uma breve exposição sobre os assuntos abordados.

Capítulo 1-*"Introdução",* é feito uma apresentação geral do assunto da dissertação, referindo o contexto do tema e a motivação que leva o autor a desenvolver este trabalho. Ainda neste capítulo são apresentados os objectivos/âmbito e o enquadramento do tema a nível económico/político, cultural/social e histórico.

Capítulo 2- *"Conceitos sobre manutenção"*, neste são apresentados alguns conceitos fundamentais da manutenção, bem como das práticas de gestão da manutenção. Apresentam-se também as operações que visam a manutenção técnica (inspecção, limpeza, medidas pró-activas, medidas correctivas, medidas de substituição e condições de utilização), surgindo com estas a necessidade de realização de manuais de utilização e de serviço que contemplem estas medidas enumeradas.

Capítulo 3- *"Noções do sistema construtivo em estudo"*, é descrito todo o conhecimento do sistema em análise, abordando o seu comportamento em serviço, expondo as exigências funcionais inerentes ao tipo de fachadas em estudo. Contempla este estudo a análise da totalidade de variantes de soluções, destacando os comportamentos patológicos típicos de cada solução.

Capítulo 4- *"Metodologia de manutenção – Fachadas Ventiladas"*, neste será realizado um sistema de manutenção com uma base de informação que afecta cada operação de manutenção a cada solução do sistema.

Capítulo 5-*"Aplicação prática"*, corresponde à realização de manuais de serviço (manual de manutenção e manual de utilização), plano de manutenção e cronograma financeiro de um caso real de estudo.

Capítulo 6-*"Conclusões"*, são destacados os aspectos fundamentais e enumeram-se propostas a desenvolver futuramente.

2

CONCEITOS SOBRE MANUTENÇÃO

2.1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Ao longo dos tempos, as obras de recuperação e manutenção de edifícios não têm sido interpretadas como práticas essenciais no sector da construção civil. Com o intuito de inverter esse facto, é importante adquirir hábitos e competências nesta temática.

A realidade europeia, diverge bastante da situação actual portuguesa, pois a recuperação e a manutenção de edifícios correspondem a um volume de obras superior em 50 por cento ao do mercado de construção de habitação nova, enquanto que em Portugal representa um volume de obras inferior a 10 por cento do conjunto das obras realizadas. [V.Cóias e Silva]

Deste modo, importa neste capítulo destacar breves noções sobre a teoria da manutenção de edifícios e das práticas a desenvolver neste contexto.

Com o objectivo de clarificar conceitos entende-se descrever de seguida a nomenclatura usualmente utilizada nesta temática.

Manutenção de edifícios: tem vindo a substituir o termo conservação quando se pretende descrever todas as acções que são necessárias realizar num edifício com a finalidade de manter o seu padrão inicial de qualidade. [Calejo, 1989].

Reabilitação de edifícios: traduz o conjunto de acções exercidas num edifício com a finalidade de o dotar de características diferentes face às inicialmente existentes, reequacionando o seu desempenho.

Vida útil: como em tudo na humanidade nada é eterno, assim como na construção os edifícios apresentam um período temporal em que a sua viabilidade deve ser garantida. Este princípio é mantido ao nível dos sistemas e componentes que integram o edifício. Os fabricantes devem divulgar o período de vida útil dos seus produtos. [ISO 15686-1]

Gestão de edifícios: actividade que tem como objectivo gerir o edifício em três vertentes distintas: técnica, económica e funcional, com o objectivo de garantir o melhor desempenho do imóvel.

Componente: é a designação geral que abrange todo o meio físico utilizado na construção e cuja elaboração transcende em geral o próprio local na construção, como é o caso das janelas, portas, torneiras, etc.

Material/elemento: está justamente ligado ao nível de elaboração de determinados meios de construção, que são possíveis de serem associados a outros da mesma natureza para permitirem uma utilização final como componente ou elemento como é o caso da madeira para carpintaria. [Calejo, 1989]

Sistema: traduz um conjunto de elementos cuja associação de funções traduz o desempenho final de um todo, como por exemplo o sistema de fachada ventilada incorpora elementos de fixação, isolamento e revestimento final. O desempenho do sistema final depende da compatibilização das partes.

Elemento Fonte-Manutenção (EFM): elemento ou conjunto de elementos, sistemas e componentes integrados no edifício que tem o seu processo de deterioração devido às acções a que está sujeito, onde o seu desempenho depende da utilização. A cada elemento fonte-manutenção estão associadas operações adequadas de manutenção.

Fenómenos de Pré Patologia: fenómenos anómalos primários evidenciados ao nível das edificações.

2.2. COMPORTAMENTO EM SERVIÇO

O comportamento de um edifício está intimamente interligado com a acção do seu utente. Os hábitos comportamentais dos utilizadores sobre os seus imóveis afectam directa ou indirectamente o seu estado de manutenção e desempenho funcional.

Os edifícios actualmente sustentam todas as exigências de um povo, a nível social, cultural, económico e político. Socialmente o ser humano necessita de uma habitação que por critérios próprios deve obedecer a especificações singulares. Culturalmente os edifícios extravagantes de arquitectura e engenharia exigentes são valorizados como obras de arte. Economicamente o sector da construção civil representa desde sempre um peso importante na economia de um país. As acções políticas recaem muito neste sector que gera tanta funcionalidade.

Deste modo, é extremamente importante preservar os edifícios que frequentamos para que os níveis de exigência funcional se mantenham ao longo do ciclo de vida.

A figura seguinte ilustra os agentes que intervêm directamente com o comportamento de um edifício.

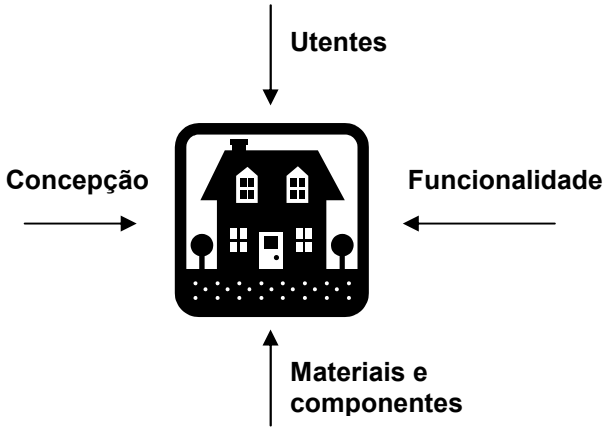


Fig. 3 - Agentes intervenientes no comportamento de um edifício.

Como anteriormente referido, a grande diversidade de actuação dos utentes faz-se sentir no comportamento de um edifício, pois a cada elemento está associada uma forma de utilização que poderá ser correcta ou incorrecta. Sob o ponto de vista funcional, os edifícios estão sujeitos a elevados números de respostas práticas, como de segurança, habitabilidade/conforto, durabilidade e economia, sendo a simbiose destas funcionalidades de difícil concretização. A multiplicidade de elementos, materiais e sistemas que constituem um edifício, com comportamentos próprios, face às acções que estão sujeitos dificultam e afectam o bom comportamento do edifício de um modo geral. Para além desse facto a introdução constante de novos materiais e novas tecnologias construtivas com falta de sistematização e domínio dos novos conhecimentos, afecta bastante o desempenho final do edifício.

Do ponto de vista da concepção importa reter que um edifício não é bloco monolítico, mas um produto de vários elementos distintos que resultam de um modo faseado no tempo e executados por diferentes interpretes cujo desempenho influência mais uma vez o resultado final do produto.

Dos agentes apresentados conclui-se que compreender o comportamento de um edifício resulta da criação de um modelo de simulação evolutivo no tempo que contenha todas as variáveis referidas, onde da sua análise resultem as acções necessárias no espaço e no tempo a executar no edifício.

Desta forma esta dissertação pretende neste campo contribuir para, ao nível da manutenção, sistematizar o comportamento do sistema construtivo fachadas ventiladas.

2.3. GESTÃO DE EDIFÍCIOS

A gestão de edifícios caracteriza todo o conjunto de acções e procedimentos, que é necessário afectar a um edifício após a sua construção de forma a optimizar o seu desempenho. [Calejo, 2001]

O edifício pode ser visto como um bem e desta forma compete à entidade/pessoa que o gere optimizá-lo. Deste modo, está incumbida à gestão de edifícios as seguintes funções [Calejo, 2001]:

- *Optimizar a utilização;*
- *Promover acções de manutenção;*
- *Observar comportamentos e agir em conformidade;*
- *Proteger.*

Para auxiliar a correcta execução das funções anteriormente inumeradas, é proposta uma subdivisão da gestão de edifícios em áreas próprias de análise como a Técnica, Económica e Funcional.

Ao contrário da gestão empresarial a gestão de edifícios lida com várias áreas de conhecimento como a engenharia, arquitectura, legislação, sociologia e economia. Apenas o domínio completo destas vertentes possibilita uma gestão de edifícios realizada na sua plenitude.

A gestão de edifícios, tem como âmbito para além de aspectos relativos à conservação de carácter técnico, problemas de teor económico e funcional.

A figura seguinte ilustra a divisão em áreas específicas da actividade da gestão de edifícios. [Calejo,2001]



Fig. 4 - Áreas de actividade da gestão de edifícios. [Calejo, 2001]

Deste modo, a actividade técnica contem todos os processos relacionados com o desempenho do edifício, dos elementos ou componentes que o constituem. Compete à actividade económica integrar todos os processos financeiros ou contabilísticos relacionados com o edifício decorrentes dos encargos

resultantes do seu funcionamento. A área de actividade funcional assume todas as questões decorrentes da utilização do edifício num determinado contexto que se pode caracterizar pelos utentes, pela legislação, pelas relações com os próximos, etc.

2.3.1. GESTÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS

A gestão técnica de edifícios, sendo a área de actividade mais ligada à engenharia civil, abrange todo o tipo de acções com o objectivo de garantir o desempenho das soluções construtivas do edifício. Desta forma é legítimo classificar esta actividade como a globalidade de procedimentos implícitos na manutenção, isto é, a manutenção de edifícios apresenta-se como uma ferramenta integrante da gestão técnica de edifícios.

Nesta área de actividade da gestão de edifícios a entidade executante deve manter o correcto desempenho do edifício, através da realização de reparações de anomalias, bem como actuando preventivamente em situações de patologia iminente.

O modo de actuação nesta actividade deve passar pela criação e aplicação de procedimentos sistemáticos e pré-estudados, onde abordagens técnicas apresentam-se como fundamentais. Atente-se às questões tipo essenciais segundo [Calejo, 2001]:

- *Que sintomas ocorreram antes de cada patologia?*
- *Houve incidência na patologia?*
- *Com que intervalos de tempo é feita uma reparação do mesmo tipo?*
- *Que patologias consomem mais recursos económicos?*

Conclui-se que a gestão técnica de edifícios integra um conjunto de especialidades com intervenção directa no edifício, como electricidade, águas e esgotos, construção civil, etc., com a envolvente construída do edifício. Desta forma, a presente dissertação reúne as práticas de gestão técnica do sistema de fachadas ventiladas.

2.3.2. GESTÃO ECONÓMICA DE EDIFÍCIOS

Conforme anteriormente referido, podemos considerar um edifício como um bem imóvel e neste sentido está inerente a ideia de longa duração, com ou sem rentabilização. Desde sempre existiu a preocupação nos edifícios de rentabilizar um determinado investimento inicial, no entanto essa rentabilização está sujeita a uma actividade especulativa dos mercados.

Neste contexto, a actividade da gestão económica de edifícios prende-se com avaliações do património edificado, mas também na análise dos custos diferidos, onde actualmente representam o maior foco de acção.

Os custos diferidos ao longo do tempo, influenciando o balanço económico do investimento em causa, são de extrema importância, podendo ser subdivididos da seguinte forma: [Calejo, 2001]

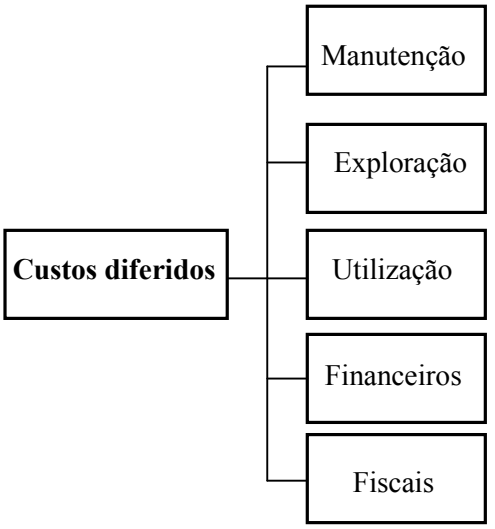


Fig. 5 - Custos diferidos no tempo. [Calejo, 2001]

Os custos de manutenção decorrem da implementação dos processos decorrentes da actividade técnica da gestão de edifícios, nomeadamente das reparações anomalias e das acções preventivas. No que diz respeito aos custos de exploração, estes englobam os encargos económicos que surgem do exercício de uma determinada actividade no edifício, normalmente associados aos custos energéticos que determinada actividade necessita para se desenvolver em condições adequadas. Os custos de utilização decorrem dos encargos económicos necessários para manter o edifício em serviço, tipicamente representados pelos custos associados a limpeza e higiene. Os custos financeiros reflectem-se ao nível de todo o processo do empreendimento desde a fase de planeamento à fase de utilização. No que confere aos custos fiscais, estes surgem da implantação, registo e utilização do edifício.

Neste contexto compete à entidade/pessoa responsável pela gestão económica do edifício promover os meios económicos necessários para fazer face aos custos diferidos anteriormente apresentados, mas também é solicitado a optimizar a aplicação das verbas face às necessidades do momento, bem como controlar os investimentos feitos no edifício.

2.3.3. GESTÃO FUNCIONAL DE EDIFÍCIOS

Para além dos aspectos técnicos e económicos integrantes na gestão do edifício, o facto de ele ser utilizado por seres humanos levanta problemas de outra índole orientados para a utilização e funcionalidade do edifício a gerir. Deste modo, enquadra-se na actividade funcional promover as actividades técnicas de gestão de edifícios, implementando as medidas necessárias destinadas à garantia da execução dos processos de gestão técnica anteriormente revelados.

Segundo [Calejo, 2001] a acção desta actividade funcional reparte-se nos processos: regulamentação da actividade, economia de utilização, representação e promoção da gestão técnica. É de referir que a acção destes processos terá que ser adaptado ao tipo de utilização que o edifício representa, recordando que poderá ter fins habitacionais, públicos ou industriais.

Deste modo, compete ao gestor do edifício definir as regras e orientar comportamentos, com o intuito de possibilitar a satisfação das necessidades comuns dos utentes.

Visto este capítulo apresentar como âmbito elaborar uma síntese do conhecimento nesta temática, informação mais detalhada e exemplificada poderá ser encontrada realizando uma consulta bibliográfica do autor.

No entanto, importa reter a importância que o gestor do edifício detém ao nível do desempenho funcional, bem como na interacção com os utentes.

2.4. TIPOS DE MANUTENÇÃO

A atitude de manter um edifício surge da necessidade de optimizar o seu desempenho em fase de utilização, de modo a que os níveis se mantenham inalterados. Neste sentido, a manutenção de edifícios tem como objectivos prolongar a vida útil dos edifícios, evitando o seu envelhecimento precoce, e de reduzir os custos diferidos no tempo.

Como ferramenta de concretização destes objectivos a manutenção divide a sua acção em três actuações fundamentais, a manutenção preventiva, correctiva e a integrada. Neste sentido é de denotar que as acções de manutenção de edifícios pode tomar um carácter preventivo, quando a sua actuação desenvolve-se pré-patologicamente, isto é, à priori da ocorrência da patologia. Pelo contrário, quando as acções de manutenção são exercidas após a manifestação da degradação denominamos manutenção correctiva ou reactiva.

A planificação das estratégias de manutenção é apresentada na figura seguinte.

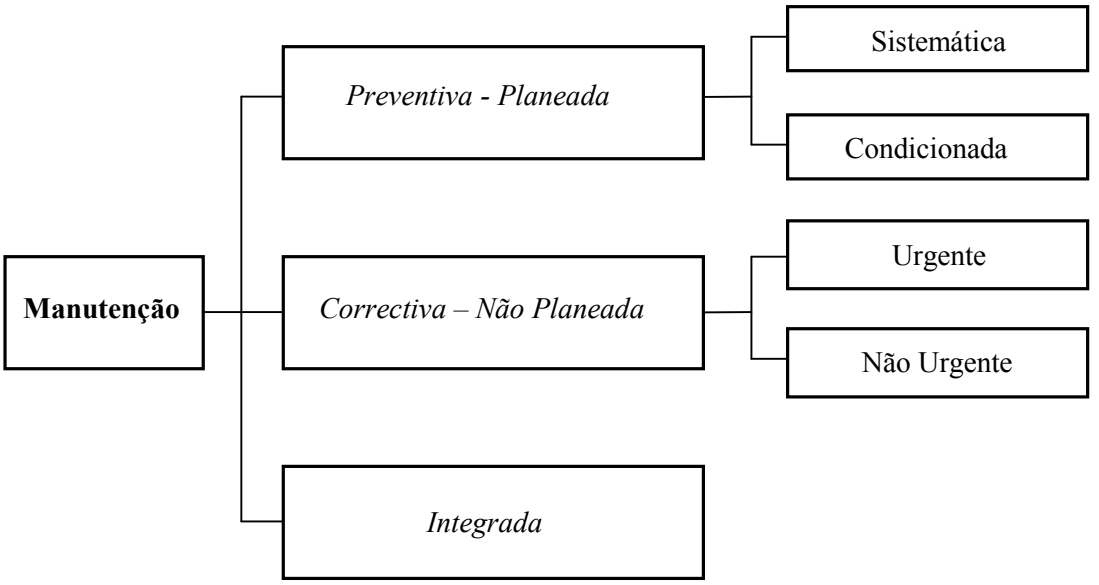


Fig. 6 - Tipos de manutenção. [Calejo, 2001]

Desta estruturação importa reter que na manutenção preventiva está subjacente uma acção planeada, podendo apresentar carácter sistemático quando é conhecida a vida útil do elemento fonte de manutenção onde os factores de degradação são previsíveis, não sendo necessário neste caso recorrer a acções de inspecção. Quando não é conhecida a vida útil do elemento fonte de manutenção é necessário recorrer a inspecções para avaliação do desempenho do elemento em causa. A este tipo de manutenção que requer maior complexidade de processos denomina-se de manutenção condicionada.

Como referido anteriormente a manutenção correctiva surge à posteriori da manifestação patológica, como tal este tipo de intervenção não requer planeamento. Podemos classificar estas acções quanto ao seu carácter de urgência, avaliado pelo nível de afectação que a manifestação apresenta sobre o elemento degradado.

Por fim, a manutenção integrada surge como a interligação dos sistemas de gestão integrados com as acções de manutenção.

2.4.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA (PLANEADA)

Este tipo de manutenção presume uma actuação com base em rotinas de inspecção e respectiva observação de sintomas pré-patológicos, sendo um procedimento condicionado ao tipo de inspecção realizado.

Segundo a norma [NP4483], deverá ser estabelecido um procedimento documentado, onde serão definidos os seguintes requisitos:

- *Determinar potenciais patologias e suas causas;*
- *Avaliar a necessidade de acções a empregar para prevenir a ocorrência de patologias;*
- *Determinar e implementar as acções necessárias;*
- *Registar os resultados obtidos pelo emprego de determinada acção;*
- *Rever a eficácia das acções preventivas empregadas.*

Importa reter que este tipo de manutenção apresenta como objectivo o planeamento da intervenção, onde será definida a periodicidade das intervenções e as grandes fases de actuação, gerindo recursos e custos, de modo a eliminar as causas de potenciais patologias, permitindo assim uma menor intervenção com o normal funcionamento do edifício e uma redução de trabalhos extraordinários e dispendiosos.

2.4.1.1. Manutenção sistemática

A manutenção sistemática define-se como sendo uma manutenção periódica realizada em intervalos de tempos constantes estipuladas de acordo com o planeamento realizado em fase de projecto.

A determinação dos ciclos de manutenção tem por base o conhecimento do tempo de vida útil do elemento fonte de manutenção. Este tipo de manutenção assenta em desempenhos teóricos dos elementos fonte de manutenção.

2.4.1.2. Manutenção condicionada

Este tipo de manutenção assume intervenções quando a observação de desempenho dos elementos fonte de manutenção dita a aproximação a um patamar de degradação crítico. Com base em dados reais fundamentados em rotinas de inspecção, decide-se que tipo de operações a realizar.

Ao contrário da sistemática, a manutenção condicionada apresenta-se num patamar mais evoluído, pois esta será potencialmente mais económica devido à possibilidade de avaliação do desempenho de um elemento em circunstâncias reais em serviço e não assenta em pressupostos teóricos de desempenho. [Lopes, 2005]

2.4.2. MANUTENÇÃO CORRECTIVA OU REACTIVA (NÃO PLANEADA)

A manutenção correctiva corresponde a uma actividade não planeada que tal como referido anteriormente surge após o estado de degradação ter atingido um determinado nível de deterioração em que se torna necessário reparar o elemento para este readquirir um desempenho aceitável. A este tipo de metodologias de manutenção está associada uma baixa possibilidade de investimento a curto prazo, no entanto introduz custos acrescidos ao empreendimento a médio/longo prazo.

A norma [NP 4483] prevê a realização de um procedimento documentado que deve respeitar os seguintes requisitos:

- *Determinar as causas referentes às patologias encontradas;*
- *Avaliar a necessidade de acções a empregar, de modo a não se repetir a mesma patologia;*
- *Determinar e implementar as acções necessárias;*
- *Registar os resultados obtidos pelo emprego de determinada acção;*
- *Rever a eficácia das acções correctivas empregadas.*

Este tipo de manutenção apesar de a sua metodologia ser inversa à preventiva torna-a complementar, pois o registo das acções correctivas é extremamente valiosa para indicar as falhas mais frequentes e para fazer uma perspectiva futura de manutenções programadas necessárias.

2.4.2.1. Intervenções urgentes e não urgentes

Como já referido, este tipo de manutenção subdivide-se em duas acções, a urgente e a não urgente. A acção urgente sendo de intervenção mais exigente, apenas se efectua quando o elemento se encontra em estado elevado de degradação. Outrora, a acção não urgente diz respeito a elementos cujo teor de degradação é pequeno e não afecta com seriedade o correcto desempenho funcional do elemento. Deste modo há autores que neste tipo de acções fazem a distinção entre pequenas e grandes reparações, diferenciando o volume de trabalhos e frequência de intervenções a realizar.

2.4.3. MANUTENÇÃO INTEGRADA

Este tipo de manutenção resulta da integração das acções sistemáticas e condicionadas, constituindo um conjunto de procedimentos técnicos e administrativos de manutenção, cuja partilha de informação é possível.

Segundo o autor [Arbizzani, 1992], este sistema de gestão deve compreender os seguintes itens:

- *Secção de características gerais;*
- *Secção de manutenção preventiva;*
- *Secção de programação e de orçamentação;*
- *Secção de planeamento de trabalhos;*
- *Secção de gestão administrativa.*

Apenas a convergência dos itens anteriormente enunciados, permitirá que esta prática de manutenção seja assegurada correctamente. Neste contexto, o presente trabalho tem como pretexto reunir a informação referida anteriormente, aplicando-a ao sistema em estudo.

2.5. OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO

As operações de manutenção englobam um conjunto de procedimentos que se destinam a avaliar o estado de desempenho e corrigir os desajustes dos elementos fonte de manutenção constituintes do edifício. Deste modo o rigor e a qualidade das operações a realizar são vitais para o melhor desempenho dos elementos integrados no edifício.

Existem várias operações passiveis de serem utilizadas no âmbito da manutenção de edifícios, no entanto salientam-se como usuais e eficazes as seguintes operações, que serão utilizadas no sistema de manutenção de fachadas ventiladas: [Calejo, 2008]

- *Inspecção;*
- *Limpeza;*
- *Pró-acção;*
- *Correcção;*
- *Substituição;*
- *Condições de utilização.*

Estas operações pertencem à gestão de edifícios, concretamente à actividade técnica e surgem com a finalidade de prolongar a vida útil do edifício, atrasando a deterioração dos elementos fonte de manutenção e atenuando os custos de intervenção ao longo da sua utilização.

2.5.1. Inspecção

Esta operação de manutenção consiste em avaliar e registar o estado de desempenho dos elementos fonte de manutenção, registando detalhadamente anomalias e fenómenos pré-patológicos. Desta forma, o acto de inspecção é parte integrante do manual de manutenção, podendo ser realizado pelo utente ou pelo técnico especializado, dependente do tipo de intervenção necessária a realizar.

A operação de limpeza pode ser caracterizada em corrente, técnica ou especial. A inspecção corrente é geralmente realizada através da visualização ou de sondagens simples. À inspecção técnica está incumbida a avaliação de estado de determinado componente, enquanto que compete à inspecção especial recorrer a métodos mais complexos e aprofundar o diagnostico de uma anomalia.

2.5.2. Limpeza

As operações de limpeza apresentam uma relevância fundamental na prevenção de anomalias que resultam da acumulação de sujidade à superfície, pois actuam esteticamente repondo a imagem pré-definida e funcionalmente, na medida em que a sujidade altera o desempenho funcional previsto dos componentes. Esta operação de limpeza pode ser entendida por dois actos distintos: a higienização e a limpeza técnica.

A higienização define-se como uma acção de rotina de carácter preventivo, efectuada pelos utentes do edifício. Enquanto que, a limpeza técnica é realizada por técnicos especialistas nesse campo, apresentando uma essência pró-activa.

É de salientar que os actos de limpeza devem ser adaptados aos tipos de condições de utilização do edifício.

2.5.3. Pró-acção

A operação de pró-acção é aquela que mais se aproxima da manutenção preventiva propriamente dita, visto que as suas medidas visão aumentar a durabilidade, mantendo inalterado o desempenho funcional exigido nos elementos em causa. Quando são verificados fenómenos de pré-patologia, as medidas pró-activas agem também de modo a evitar a propagação da mesma e afecte o desempenho dos restantes componentes do sistema evitando o reaparecimento de anomalias.

2.5.4. Correcção

As operações correctivas têm como finalidade repor o desempenho inicial de um componente, sem realizar substituição de elementos, após se manifestar um fenómeno patológico. Esta operação pode ser definida antecipadamente com um tempo expectável de duração.

2.5.5. Substituição

Este tipo de operações visam substituir parcialmente ou integralmente elementos ou componentes que estão afectados patologicamente. A substituição deve ser realizada repondo elementos de características equivalentes de modo a manter o comportamento em serviço inalterável.

Em fase de projecto, deve-se procurar equacionar soluções de substituição facilmente realizada.

2.5.6. Condições de utilização

As condições de utilização são um conjunto de recomendações fundamentalmente direccionadas para os utentes no sentido de tomarem conhecimento de como utilizar correctamente o edifício. Estas condições estão presentes nos manuais de utilização que devem ser fornecidos aos utentes.

2.6. MANUAIS DE SERVIÇO

Durante a fase de utilização, grande parte das anomalias decorrem de erros de uso, sendo a falta de informação transmitida ao utente causadora deste facto. Para ultrapassar esta situação, desenvolveram-se manuais de serviço que dispõem de informações necessárias para a correcta utilização de um edifício.

A realização deste manual deve ser efectuada na fase de projecto para os edifícios novos e naturalmente em fase de utilização para o edificado existente. A concepção do manual será da responsabilidade de técnicos especializados em projecto de edifícios e na análise evolutiva do desempenho dos sistemas e componentes constituintes.

O manual de serviço contém dois documentos distintos: o “Manual de Manutenção” e o “Manual de Utilização”, que têm como destinatários a entidade gestora do ramo e o utente, respectivamente. A figura seguinte ilustra a organização destes manuais de serviço.

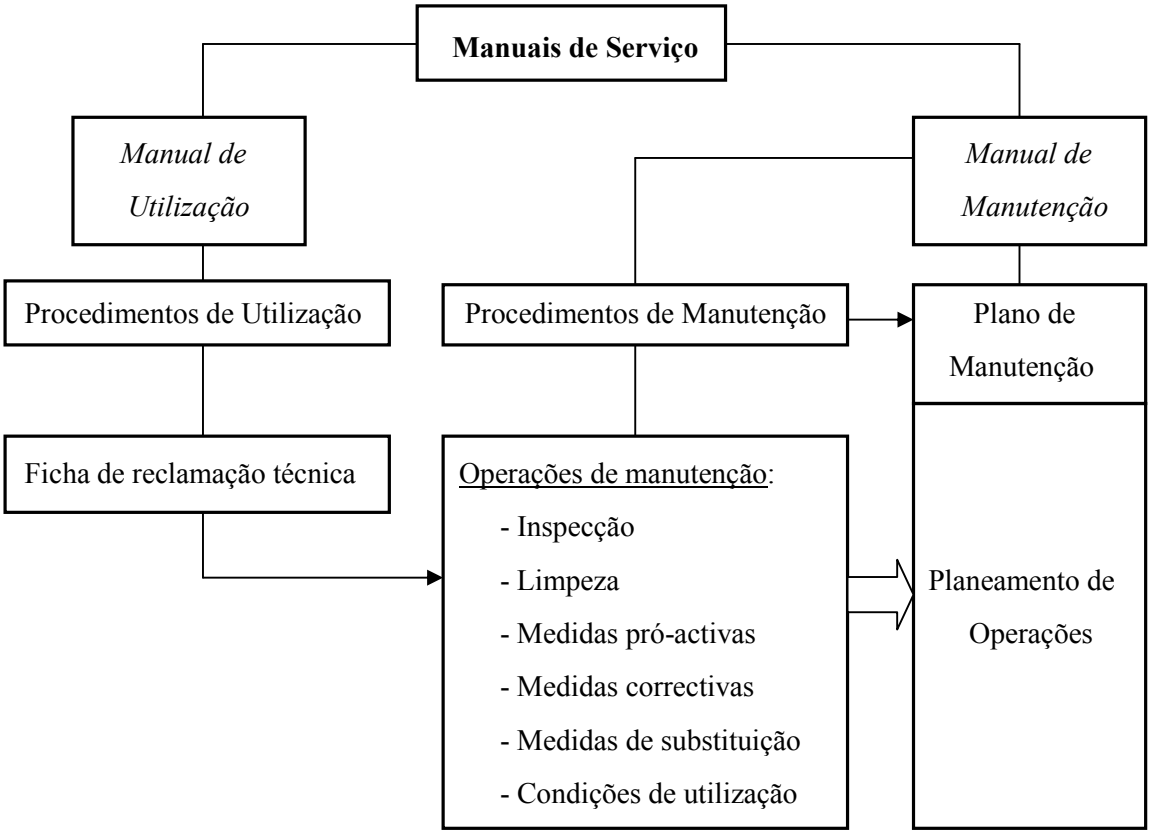


Fig. 7 - Síntese da organização do manual de serviço. [Lopes, 2005]

2.6.1. MANUAL DE MANUTENÇÃO

O manual de manutenção tem como finalidade orientar a entidade gestora do edifício das tarefas e metodologias de intervenção que o edificado requer.

Este manual deve apresentar uma estratégia de intervenção consoante os elementos constituintes do edifício e o seu estado de desempenho, bem como conter um ritmo de inspecção para os diferentes os mesmos.

Segundo [Lopes, 2005] para além do plano de manutenção, o manual deve ainda incluir:

- *Lista de elementos fonte de manutenção de todos os elementos do edifício que sejam susceptíveis de manutenção;*
- *Ficha de inspecção, onde deverá constar a descrição do edifício, os materiais utilizados e intervenções anteriores e respectiva causa;*
- *Ficha de anomalias, onde devem ser descritas as anomalias observadas, referindo os ensaios realizados e possíveis causas dessas manifestações;*
- *Relatório de inspecção, que tem como objectivo resumir o resultado da inspecção realizada.*

2.6.2. MANUAL DE UTILIZAÇÃO

Este manual, como anteriormente referido, destina-se à utilização do utente contendo os procedimentos que estes devem realizar com vista o melhor desempenho do edifício.

Este manual distingue-se consoante o tipo de edifícios, mas os seus princípios são inalterados, pois devem possuir segundo [Calejo, 2006]:

- *Características dos diversos componentes e elementos do edifício;*
- *Referências dos materiais aplicados e equipamentos instalados;*
- *Garantias e informação de fornecedores dos diversos componentes;*
- *Direitos e deveres dos utentes;*
- *Aviso para uma apropriada utilização;*
- *Indicação do material a ter sempre disponível para eventuais reparações;*
- *Legislação e regulamentos referentes a habitações;*
- *Acções a realizar aquando da entrada no edifício.*

O manual de utilização deve ainda conter um documento com a finalidade de registo de reclamações que deve ser analisado e corrigido num processo célere para não se verificar uma progressão dos desajustes funcionais evidenciados.

2.7. NÍVEIS DE MANUTENÇÃO

A gravidade das operações de manutenção não é sempre semelhante entre elementos distintos que estão sujeitos a acções próprias e possuem comportamentos diferenciados. Neste sentido importa classificar as intervenções de manutenção por níveis de severidade de actuação. [Norma NFX 60_010]

Quadro 4 - Níveis de exigência de manutenção.

Níveis	Descrição da manifestação
1º	Afinações simples previstas pelos construtores/projectistas, através de elementos acessíveis sem desmontagem ou abertura do equipamento, troca de consumíveis acessíveis com toda a segurança.
2º	Desempanagens, por troca standard de elementos previstos para esse efeito e operações menores de manutenção preventiva.
3º	Identificação e diagnóstico de avarias, reparações por substituição de elementos ou componentes funcionais, reparações mecânicas menores e todas as operações correntes de manutenção preventiva tais como regulações gerais ou realinhamento de aparelhos de medição.
4º	Todos os trabalhos importantes de manutenção correctiva ou preventiva, com excepção de renovação e reconstrução.
5º	Renovação, reconstrução ou execução de reparações importantes confinadas a uma empresa mãe ou entidade exterior.

De acordo com o quadro apresentado, constata-se que a norma apresenta 5 níveis que estão associados a descrições de manifestações patológicas distintas, sendo escalonadas, consoante o seu nível de severidade interventiva.

A título de exemplo, ao 5 nível corresponde uma manifestação mais crítica, que requer uma intervenção de carácter mais urgente.

2.8. NOVAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO

Ao longo dos tempos as práticas de manutenção têm evoluído nos seus princípios, com o objectivo de intervir no edifício com o menor custo possível, mantendo o desempenho funcional constante.

No entanto, nos últimos tempos tem surgido uma nova vertente de manutenção, como pode ser constatado na figura seguinte.

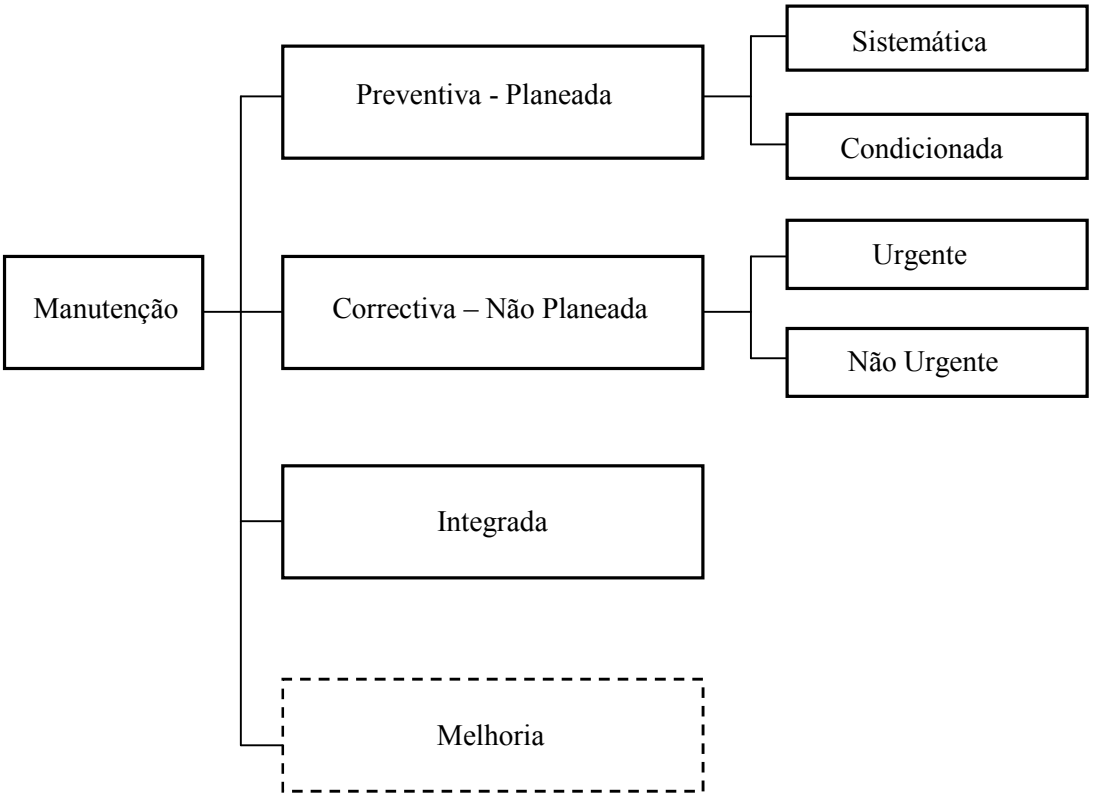


Fig. 8 - Evolução dos tipos de manutenção.

Este tipo de manutenção surge aplicada em várias empresas do ramo e define-se como a manutenção que é realizada para melhorar as características do bem no seu contexto.

Em termos práticos a manutenção de melhoria baseia-se na interpretação da prevenção de manutenção, com a finalidade de reduzir a quantidade de manutenção necessária num bem.

Deste modo, as práticas essenciais desta abordagem são, entre outras:

- *Instalação de equipamento adicional de monitorização;*

- *Instalação de equipamento de controlo;*
- *Aplicação de mecanismos de automação;*
- *Instalação de economizador de energia;*
- *Introdução de acessos para a realização de manutenção.*

A aplicação da tecnologia de automação na manutenção de edifícios é o desafio necessário para a evolução dos hábitos e práticas neste ramo. Ao dotarmos os edifícios de mecanismos de detecção, registo e correcção de manifestações patológicas, estamos a contribuir, em larga escala, para que a manutenção seja um acto contínuo, diminuindo à posteriori as grandes intervenções que se definem dispendiosas.

3

NOÇÕES SOBRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ESTUDO

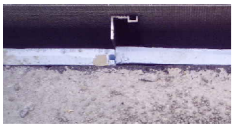
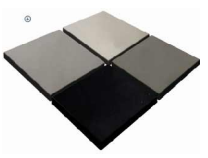
3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A evolução dos sistemas construtivos requer um processo de sistematização dos elementos, materiais e componentes provenientes de uma visão sistémica de um todo. Neste sentido o presente capítulo tem como objectivo sintetizar o conhecimento tecnológico dos sistemas de fachadas ventiladas.

Os sistemas de fachadas ventiladas são cada vez mais utilizados na construção moderna, sendo vistos como a solução de grande parte dos problemas (térmicos, humidade, estabilidade mecânica, fissuração…) que decorrem nas fachadas dos edifícios. A grande multiplicidade de soluções de revestimento exterior transfere um forte contorno estético a este tipo de solução de fachada. A facilidade de substituição dos elementos de revestimento é uma vantagem face aos revestimentos tradicionais de reboco ou cerâmico.

A fachada ventilada pode ser definida como um sistema composto pelos elementos: suporte base, isolamento térmico, sistema de fixação, espaço de ar e o sistema de revestimento. Atente-se na seguinte figura.

Quadro 5 - Elementos constituintes do sistema de fachadas ventiladas.

	Suporte Base	
	Isolamento Térmico	
	Sistema de Fixação	
	Espaço de ar	
	Revestimento	

3.2. CLASSIFICAÇÃO EM SUBSISTEMAS

3.2.1. SEGUNDO O PROCESSO DE FABRICO E MONTAGEM

O sistema de fachada ventilada pode ser classificado segundo o processo de fabrico e montagem. Deste modo, a classificação de montagem compreende o sistema montado em obra e o pré-fabricado. Entende-se como sistema montado em obra, aquele cujo processo de produção é executado no próprio estaleiro de obra. Neste caso, é utilizado geralmente como suporte de fixação, uma parede, normalmente de alvenaria ou de betão armado, ou um sistema de fixação sobre perfis. Atente-se à figura ilustrativa do aspecto de montagem em obra.



Fig. 9 - Fachada ventilada montada em obra.

As fachadas classificadas como pré-fabricadas são produzidas em fábrica e posteriormente transportadas para a obra já concluídas. A correcta aplicação do sistema exige o auxílio de gruas especiais que permitem prender as placas à estrutura do edifício, inicialmente por meio de ancoragens rápidas e que permitem posteriormente ajustar o prumo e a posição dos painéis, sendo fixados definitivamente por intermédio de solda ou parafusos. A figura seguinte demostra a sua colocação no edifício.



Fig. 10 - Fachada ventilada pré-fabricada. (sistema TECCON)

3.2.2. SEGUNDO OS DISPOSITIVOS DE FIXAÇÃO

Um dos elementos essenciais na concepção de uma fachada ventilada é o tipo de fixação utilizada. Este está intimamente correlacionado com o tipo de suporte base que o sustenta, bem como com o tipo de revestimento que vai receber, entrando naturalmente em destaque o peso dos elementos de revestimento, bem como a sua geometria e o seu comportamento mecânico face às acções de fixação.

Sob o ponto de vista de caracterização pode-se classificar as fachadas ventiladas quanto ao tipo de fixação como de fixação à vista ou oculta. Tal como a designação sugere, quando os dispositivos usados para fixar as placas de revestimento ficam expostos, designam-se por fachadas ventiladas fixada por dispositivos à vista. Quando os dispositivos não ficam expostos o sistema tem como designação fachada ventilada fixada por dispositivos ocultos.

As figuras seguintes demonstram os dois tipos de classificação das fachadas ventiladas quanto ao sistema de fixação.



Fig. 11 - Sistema de fixação oculta.



Fig. 12 - Sistema de fixação à vista.

3.2.3. SEGUNDO O MATERIAL USADO COMO REVESTIMENTO

A forma mais usual de caracterizar uma fachada ventilada é pelo seu tipo de revestimento exterior. Por ser o elemento do sistema que se encontra na face exterior, o tipo de revestimento enaltece o valor estético do edifício que o contém.

Como anteriormente foi referido, a escolha do tipo de revestimento condiciona o tipo de fixação a utilizar no edifício. As características essenciais que geram os condicionalismos ao sistema são o material de revestimento, a sua geometria e o seu comportamento mecânico face às solicitações.

Desta forma, existem no mercado diversas soluções de fachadas ventiladas com materiais de revestimento distintos. Os materiais de revestimento usualmente utilizados na concepção de uma fachada ventilada são: o betão polímero, o alumínio, o vidro, a cerâmica, a pedra, a madeira, as resinas fenólicas e os painéis compósitos de madeira e cimento.

As características de cada material serão apresentadas posteriormente, sendo que neste ponto importa reter a existência desta diversidade de soluções de fachadas ventiladas.

3.3. CLASSIFICAÇÃO EXIGÊNCIAL

Ao longo dos tempos as exigências impostas aos edifícios têm vindo a aumentar significativamente, deste modo compete a cada sistema tecnológico que os contem desenvolver correctamente as exigências que lhe são impostas.

Neste sentido, ao sistema construtivo de fachadas ventiladas estão associadas exigências funcionais especificas que deve respeitar. Estes conceitos são fundamentais para entender o funcionamento em serviço e como tal são orientadores da manutenção.

3.3.1. RESISTÊNCIA MECÂNICA E ESTABILIDADE

A exigência de resistência mecânica e estabilidade é definida pela estabilidade mecânica do suporte, segurança da fixação mecânica ao suporte, segurança da fixação do revestimento ao suporte, resistência ao vento e a normal resistência e perenidade dos elementos usados no sistema.

3.3.1.1. Estabilidade mecânica do suporte

A definição deste parâmetro consiste na definição da espessura mínima do suporte consoante a solução a utilizar para determinado edifício.

3.3.1.2. Segurança da fixação mecânica e do revestimento ao suporte

Esta exigência é avaliada através do ensaio de arrancamento por tracção.

3.3.1.3. Resistência ao vento

A fachada do edifício deve apresentar uma resistência suficiente aos esforços de pressão, depressão, vibração, abrasão e acção dinâmica causados pela acção do vento.

3.3.1.4. Resistência ao choque

A determinação deste parâmetro segue as directivas UEAtc onde estão descritas as avaliações aplicadas aos elementos de suporte e de revestimento.

3.3.1.5. Resistência às deformações e variações dimensionais

O sistema deverá cumprir os seguintes requisitos:

- Compatibilidade entre as juntas do suporte e do revestimento;
- Deformação máxima estrutural de 2mm;
- As larguras das juntas de dilatação, em milímetros, deverão ser 30% superiores às distâncias entre as mesmas.

3.3.1.6. Alteração das características mecânicas das placas de revestimento no estado húmido

As variações das resistências à tracção, flexão e à compressão entre o revestimento seco e húmido não devem ser significativas. Neste sentido, deverão ser realizados ensaios de avaliação das propriedades dos materiais fazendo variar o teor de humidade.

3.3.1.7. Resistência à suspensão de cargas

Com vista a respeitar este critério, as cargas máximas admissíveis são:

- Força de arrancamento: $\geq$ 100N;
- Carga excêntrica: $\geq$ 400N.

3.3.1.8. Estabilidade perante solicitações normais de uso

Os revestimentos de paredes devem resistir, sem descolar nem cair, às solicitações combinadas decorrentes do uso normal, como o peso próprio e as solicitações climatéricas extremas.

3.3.2. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A segurança do sistema contra incêndio deve ser garantida pela resistência ao fogo do suporte e pela reacção ao fogo dos materiais constituintes.

Para além destes, o comportamento do material utilizado como isolamento térmico face a estas acções é de extrema relevância. É de denotar que o ponto fraco deste tipo de sistemas neste âmbito é o sistema de fixação metálico, uma vez que perdem resistência quando sujeitos a altas temperaturas.

Ao nível da resistência ao fogo, há que ter em conta que a caixa-de-ar actua como propagador vertical de fogo, pelo que para evitar esta situação deve-se compartimentar a caixa-de-ar com barreiras horizontais e verticais resistentes ao fogo.

3.3.2.1. Classes mínimas para o revestimento exterior

Ao nível da regulamentação de segurança contra incêndios em edifícios, os produtos estão sujeitos a uma classificação mínima de segurança em relação à utilização tipo do edifício e com que fins são utilizados.

Deste modo, as classes de reacção de produtos de construção são atribuídas usando a seguinte simbologia: A1, A2, B, C, D, E, F. Adicionalmente para a produção de fumos e formação de gotas inflamadas a classificação é: s1, s2, s3 e d0, d1, d2 respectivamente. À classificação A1 e F não é atribuída nenhuma classificação adicional, pelo que as restantes classes incluem uma classificação adicional. A título de exemplo a expressão desta classificação pode ser: A2-s1, d0; B-s1, d2; etc.

A designação da simbologia apresentada é a seguinte:

A1: Produtos que não contribuem de todo para o fogo;

A2: Produtos que não contribuem significativamente para o fogo;

B: Produtos que contribuem para o fogo numa extensão muito limitada;

C: Produtos que contribuem para o fogo numa extensão limitada;

D: Produtos que contribuem para o fogo numa extensão aceitável;

E: Produtos cuja reacção ao fogo é aceitável num período de exposição pequeno a uma chama pequena;

F: Produtos que não têm reacção ao fogo determinada e que não podem ser classificados nas outras classes;

s1: A produção de fumo é muito reduzida;

s2: A produção de fumo é limitada;

s3: A produção de fumo não satisfaz as exigências das classes s1 e s2;

d0: Não ocorrem partículas ou gotículas inflamáveis;

d1: As partículas ou gotículas inflamáveis extinguem-se rapidamente;

d2: A formação de partículas ou gotículas inflamáveis não satisfaz as exigências das classes d0 e d1.

De acordo com o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios são apresentadas, no Quadro 6, as exigências de reacção ao fogo para o sistema em estudo.

Quadro 6 - Reacção ao fogo de elementos de revestimento exterior criando caixa-de-ar. (adaptado de [Martins, J., 2009])

Elemento	Edifícios de pequena altura	Edifícios de média altura	Edifícios com altura superior a 28m
Estrutura de suporte do sistema de isolamento	C-s2 d0	B-s2 d0	A2-s2 d0
Revestimento da superfície externa e das que confinam o espaço de ar ventilado	C-s2 d0	B-s2 d0	A2-s2 d0
Isolante térmico	D-s3 d0	B-s2 d0	A2-s2 d0

3.3.3. SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

Os paramentos exteriores acessíveis aos utentes não devem apresentar saliências localizadas que possam provocar ferimentos ou arranhaduras em consequência de fricções acidentais.

Deve também ser garantida a segurança face ao risco de queda de peças. Sob risco de ocorrência de queimaduras, a temperatura superficial do revestimento deve ser limitada.

3.3.4. ESTANQUIDADE À ÁGUA E AO AR

O revestimento deve conferir à parede impermeabilidade à água, ao ar e a outros agentes que possam por em causa a durabilidade dos materiais constituintes do sistema.

3.3.5. SAÚDE, HIGIENE E AMBIENTE

As preocupações com a saúde, higiene e ambiente devem ser tomadas como preocupações exigências a cumprir.

3.3.5.1. Resistência ao aparecimento de manchas

O sistema deve respeitar a classe de resistência ao aparecimento de manchas causadas por produtos químicos (classes C0 a C3) e de manchas causadas pela poeira (classes C1 a C9).

3.3.5.2. Apreciação de odores

No que diz respeito à apreciação de odores, deve-se respeitar as classes C0 a C4.

3.3.5.3. Resistência a acções de limpeza

Os revestimentos não devem necessitar de processos de limpeza não usuais, sendo em geral fornecidos pelos fabricantes.

3.3.5.4. Aptidão para a reutilização

Deverão ser descritas as potencialidades para reutilização após a remoção do sistema.

3.3.6. CONFORTO TÉRMICO

Os requisitos de carácter higrotérmico devem ser cumpridos, onde a separação física (caixa de ar) entre panos exterior e interior deve estar correctamente dimensionada, permitindo que a lâmina de ar funcione por convexão.

3.3.7. CONFORTO ACÚSTICO

Por se tratar de um sistema de fachada ventilada facilita a colocação de isolamento a sons de condução aérea pelo exterior, promovendo assim o conforto acústico.

3.3.8. DURABILIDADE

A durabilidade de um revestimento corresponde ao período de tempo durante o qual se mantêm sem alteração significativa, em condições normais de uso e conservação.

3.3.8.1. Durabilidade das placas de revestimento

Diz respeito ao período de tempo em que o desempenho se mantém inalterado perante acções normais de uso. Normalmente para revestimentos com elementos descontínuos, este período é superior a 50 anos.

3.3.8.2. Durabilidade dos dispositivos de fixação

A durabilidade dos dispositivos de fixação deve ser equiparada à do suporte, pelo facto de não serem acessíveis a operações de manutenção.

3.3.8.3. Resistência à corrosão

As placas de revestimento devem assegurar uma espessura constante quando expostas às intempéries do meio ambiente. Estão associados ensaios de erosão pela água e areia.

3.3.8.4. Resistência aos agentes climáticos

É determinada por ciclos e períodos de exposição que as placas de revestimento resistem sem se deteriorar, estando definidos ensaios de ciclo gelo-degelo.

3.3.9. CONFORTO VISUAL

O estado da superfície e acabamento dos paramentos devem ser agradáveis à vista, devendo apresentar-se planos e verticais e sem defeitos de superfície – reentrâncias, fissuras e descolamentos.

3.3.9.1.Reacção do revestimento exterior à água

A diferença de aspecto entre as zonas dos paramentos habitualmente batidas pela chuva e as zonas que se encontram abrigadas não deve ser excessiva. O ensaio de exposição à água retrata este facto.

3.3.9.2.Características geométricas

As características geométricas das placas de revestimento devem ser garantidas nos termos:

- Planeza das superfícies – quantificação da planeza geral e localizada, sendo admissíveis flechas <19mm e <2mm respectivamente;
- Verticalidade – quantificação dos desvios admissíveis, ≤10mm em cada 3m;
- Rectidão das arestas – quantificação do desvio da linha de aresta relativamente à sua linha média, ≤5mm de desvio.

3.3.10. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS POR SUBSISTEMA

Das exigências anteriormente definidas, importa definir quais as predominantes nos elementos do sistema de fachada ventilada.

Deste modo, o quadro seguinte representa a atribuição das exigências anteriormente descritas pelos subsistemas.

Quadro 7 - Elementos constituintes do sistema de fachadas ventiladas.

	Suporte Base	Isolamento	Sistema de Fixação	Espaço de ar	Revestimento
Resistência Mecânica	☑	-	☑	-	☑
Segurança contra incêndio	☑	☑	☑	-	☑
Segurança na utilização	-	-	☑	-	☑
Estanquidade à água e ao ar	-	-	-	-	☑
Saúde, Higiene e Ambiente	-	-	-	-	☑
Conforto térmico	-	☑	-	☑	-
Conforto acústico	-	☑	-	☑	-
Durabilidade	-	-	☑	-	☑
Conforto visual	-	-	☑	-	☑

Legenda: ☑ Mais relevante - Menos relevante

3.4. TIPOS DE MATERIAIS DE REVESTIMENTO

Neste capítulo será feita uma breve descrição dos materiais de revestimento usualmente utilizados no sistema de fachadas ventiladas. Não pertence ao âmbito deste tópico uma caracterização exaustiva dos materiais descritos, mas sim realizar uma breve caracterização dos mesmos, procurando sempre detalhar os compostos dos materiais a descrever, elucidando-os com exemplos práticos de aplicação em edifícios. Pelo facto deste elemento estar posicionado exteriormente, a susceptibilidade a degradação por acções climatéricas e por acções humanas é bastante relevante. Deste modo, as acções de manutenção são especialmente importantes para estes.

3.4.1. BETÃO POLÍMERO

O betão polímero resulta de uma combinação de agregados de sílice e quartzo, ligados mediante resinas de poliéster estável. A resistência mecânica deste material pode ser quatro vezes superior à do betão convencional. Este facto permite reduzir significativamente a secção destes prefabricados, conferindo-lhes ligeireza, no entanto deverá existir uma especial atenção destes elementos face ao comportamento à flexão, sendo necessária a realização de um reforço das ligações entre elementos do sistema.

A leveza deste material facilita em grande escala a sua utilização e a reduzida percentagem de absorção de água confere ao sistema uma estanquidade completa.

A impermeabilidade é uma das propriedades importantes deste material de revestimento, convertendo-o num elemento inalterável perante os ciclos de gelo-degelo.

A ausência de porosidade permite-lhe uma menor tendência à penetração de poeiras e lixo.



Fig. 13 - Sistema com revestimento em betão polímero. [Construlink, 2006]

O sistema de fachada ventilada em betão polímero permite aumentar a superfície útil do projecto, onde é possível realizar planos perfeitos.

As placas de betão polímero podem ser lisas ou xistosas, com acabamentos brilhantes e acetinados. Os formatos serão distintos consoante a necessidade da obra e a concepção a que atendam. De igual forma o seu peso dependerá da espessura das placas, variando entre os 26 kg/m^2 e 33kg/m^2.

A figura seguinte demonstra os detalhes de junta e remate.

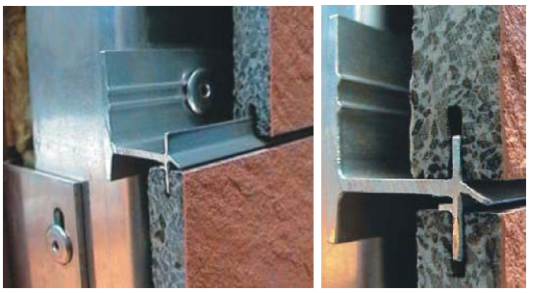


Fig. 14 - Detalhes de junta e remate das placas. [Construlink, 2006]

3.4.2. ALUMÍNIO PERFILADO

A utilização de perfis de alumínio extrudido permite uma fixação à sub estrutura com encaixes especiais que permitem uma regulação e adaptação ao paramento sem a necessidade de fixação mecânica à vista.

Este sistema com revestimento em alumínio perfilado é de extrema rapidez e de montagem fácil.

Tomemos como exemplo o seguinte edifício com este tipo de revestimento.



Fig. 15 - Sistema com revestimento em alumínio perfilado. [Construlink, 2006]

3.4.3. ALUMÍNIO TRICAMADA

Os painéis de alumínio tricamada são compostos por duas camadas exteriores de alumínio, cada uma com 0,5 mm, e um núcleo interior de polietileno com 2 a 5 mm. A seguinte imagem demostra a composição deste revestimento.

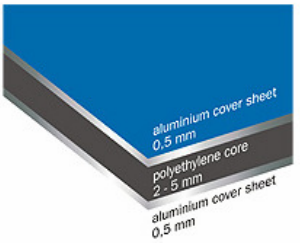


Fig. 16 - Composição do alumínio tricamada. [Construlink, 2006]

Este material apresenta uma vasta gama de padrões lisos, metálicos e estampados. É de acrescentar que características como de resistência à vibração, à exposição a intempéries e às acções atmosféricas diversas variam consoante as gamas.

Tomemos como exemplo o seguinte edifício com este tipo de revestimento.



Fig. 17 - Sistema com revestimento em alumínio tricamada. [Construlink, 2006]

A espessura das placas de alumínio tricamada pode variar entre os 3 a 10 mm consoante a aplicação à obra. Este material permite ser moldado em obra por intermédio de máquinas moldadoras e cortadoras, aumento o seu campo de aplicação.

3.4.4. PAINÉIS CERÂMICOS

A designação genérica de cerâmicos alberga todos os produtos obtidos por cozedura de argila, segundo (Bazzocchi, 2002).

Os painéis cerâmicos para aplicação em fachada ventilada têm evoluído para grandes formatos em relação ao seu peso, tornando-se num produto competitivo, no que se refere às variáveis qualidade, desempenho e custo.

O sistema mais comum para aplicação de uma fachada ventilada em cerâmica é composto por uma perfilaria de suporte que por sua vez é fixa ao pano de parede devidamente isolado pelo exterior. Os painéis são posteriormente acoplados aos perfis por encaixes metálicos e/ou colagem.

Seguidamente é possível observar uma imagem de uma fachada ventilada com revestimento cerâmico aplicada ao sistema de perfilaria através de colagem.



Fig. 18 - Sistema com revestimento em cerâmico.

Actualmente o mercado oferece muitas soluções de peças cerâmicas e de fixação para a mesma, cumprindo os requisitos exigênciais impostos.

3.4.5. PEDRA NATURAL

Os revestimentos de fachada ventilada com revestimento em pedra natural apresentam-se como uma solução versátil, de origem natural e apresentam elevada durabilidade e resistência.

As principais dificuldades que este elemento apresenta consistem em prever com elevada precisão o seu comportamento face às diferentes solicitações físicas a que estarão expostos na sua vida útil.

Uma parte dos materiais pétreos, utilizados na execução de fachadas, comporta-se de um modo particular face à acção da chuva, absorvendo rapidamente a água por capilaridade e eliminando-a, de maneira extremamente lenta, através da evaporação. A retenção de água nos poros da pedra pode afectar a sua durabilidade, pois as baixas temperaturas provocam o congelamento da água nos seus capilares, provocando a sua ruptura e consequente degradação da peça de pedra. É de salientar ainda que, a água dissolve as substâncias constituintes da pedra transformando-as em sais que, quando transportados para a superfície, cristalizam, dando origem a eflorescências.

Deste modo, é importante ter a consciência destes comportamentos das peças de pedra natural, onde factores como grau de poluição atmosférica da zona e orientação solar são factores importantes.

A utilização deste revestimento no sistema de fachada ventilada permite nas suas distintas soluções a inclusão de isolamento térmico.

Como sistema de fixação destes elementos, normalmente são ligados ao suporte base por modelos mecânicos grampeados.

A figura seguinte demostra o aspecto geral deste tipo de solução.



Fig. 19 - Sistema com revestimento em pedra natural.

Para exemplificar o tipo de fixação praticada neste revestimento, a imagem posterior exemplifica a peça de fixação. Todos os processos e tipos de fixação dos elementos apresentados estão abordados no respectivo tópico sobre elementos de fixação.



Fig. 20 - Grampo de fixação para pedra natural.

3.4.6. PAINÉIS FENÓLICOS

Os painéis fenólicos são cada vez mais utilizados em fachadas ventiladas, podendo ser utilizado aplicado sobre o suporte base ou sobre uma estrutura de fixação ao mesmo, criando o espaço de ventilação de ar.

Este material é composto à base de resinas termo endurecidas (xenófilas), homogeneamente reforçadas com fibras de madeira e fabricadas sob altas pressões e temperaturas.

A composição deste elemento está estruturada na figura seguinte.

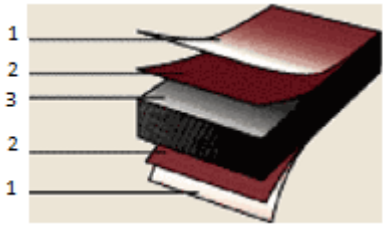


Fig. 21 - Composição de um elemento fenólico. [Construlink, 2006]

Como se observa, estes painéis são essencialmente compostos por 3 partes:

- Película protectora: é uma película (*overlay*) impregnada em resina melamínica;
- Folha decorativa: é composta por uma folha de papel de madeira natural que é impregnada em resina melamínica, dotando-a de elevada resistência à abrasão;
- Núcleo: é composto por folhas de papel *Kraft* impregnadas com resinas fenólicas para o dotar de estabilidade e rigidez.

Também designados por painéis HPL (*High Pressure Laminate*), estes produtos apresentam uma elevada versatilidade com aplicações horizontais e verticais.

A figura seguinte mostra o aspecto final deste revestimento aplicado num edifício.



Fig. 22 - Sistema em revestimento fenólico. [Construlink, 2006]

Estes elementos permitem fixação através de pontos de furação para parafusos ou por colagem no tardoz sobre um sistema de perfilhamento intermédio.

3.4.7. MADEIRA MODIFICADA

Este tipo de solução faz uso da madeira natural em bruto e dota-a de propriedades que a façam resistir às condições climatéricas adversas. O processo de tratamento consiste em submeter o elemento a elevadas temperaturas para que a humidade desapareça tornando-o mais resistente.



Fig. 23 - Sistema revestido com estratos de madeira modificada. [Construlink, 2006]

A utilização destes elementos é de menor frequência no nosso País.

3.4.8. COMPÓSITOS DE MADEIRA E CIMENTO

Este elemento de revestimento é composto por cimento e madeira e pode ser utilizado em peças exteriores como interiores, dependendo da aplicação requerida.

Pelo facto de resultar de elementos compostos, as peças de viroc apresentam elevados índices de resistência ao impacto, facilidade de execução e bom comportamento acústico.

Estes elementos não são tóxicos nem contêm compostos perigosos como silício e amianto, não representando qualquer ameaça para a saúde pública.

Sob o ponto de vista estético os painéis de viroc podem apresentar medidas e espessuras distintas, bem como o acabamento pode ser em bruto, lixado e apresentar cores personalizadas.



Fig. 24 - Sistema revestido com estratos de madeira modificada. [Construlink, 2006]

3.5. ELEMENTOS DE FIXAÇÃO

Existem no mercado vários sistemas de fixação para sistemas de fachadas ventiladas. Deste modo, neste item será feita uma sistematização dos tipos de fixação usualmente aplicados, dando a conhecer os elementos que os constituem, promovendo a elucidação gráfica para uma melhor interpretação dos mesmos. O quadro seguinte retrata o universo das soluções usuais de fixação para sistemas de fachadas ventiladas.

Quadro 8 - Universo das soluções de fixação.

Elemento de fixação	Fixação pontual	Fixação mecânica ao suporte	Grampos mecânicos correntes
			Grampos mecânicos reforçados
		Fixação com selagem ao suporte	Grampos de chumbar
	Fixação contínua	Fixação à vista	Soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos
			Soluções com presilhas ou clips
		Fixação semioculta	Soluções com furação no topo do revestimento
			Soluções com rasgo no topo do revestimento
			Soluções com recorte no topo do revestimento
		Fixação oculta	Soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos
			Soluções por encaixe entre elementos
			Soluções com implantes no tardoz do revestimento
			Soluções com rasgo no tardoz do revestimento

3.5.1. FIXAÇÃO PONTUAL

Esta família de elementos integra os de fixação directa ao suporte e ao revestimento. Desta forma, estes elementos não dependem de estruturas intermédias, onde o local de fixação no revestimento tem de estar em concordância com o do suporte. Os sistemas de fixação pontual obrigam à existência de suporte com resistência em toda a sua extensão.

Regra geral, a fixação pontual é apenas utilizada nos elementos de revestimento com reduzidas dimensões faciais e colocados com juntas de topo.

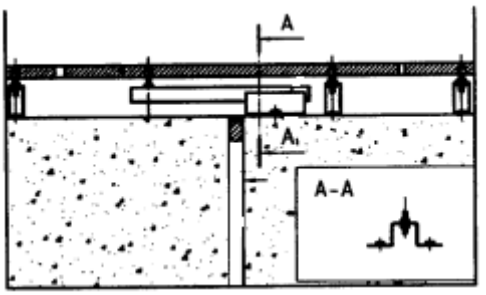


Fig. 25 - Dispositivo para fixação pontual em suporte com junta de dilatação. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.1. Fixação mecânica ao suporte

Este tipo de fixação utiliza como acessórios de fixação parafusos e buchas. Com este tipo de fixação é conseguida uma regulação total, facilitando uma afinação tridimensional em serviço.

A figura seguinte apresenta o sistema em concreto.

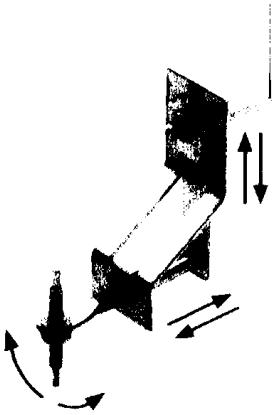


Fig. 26 - Exemplo de grampo mecânico. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Como anteriormente mencionado, este elemento ao ser regulável permite uma aplicação mais facilitada.

Como acessórios este modelo utiliza buchas e parafusos metálicos, no entanto também podem ser utilizadas buchas químicas caso a resistência do suporte assim o exigir.

3.5.1.1.1. *Grampos mecânicos correntes*

O modelo de grampos mecânicos mais utilizado pode ser aplicado na junta horizontal, bem como na junta vertical dos elementos de revestimento.

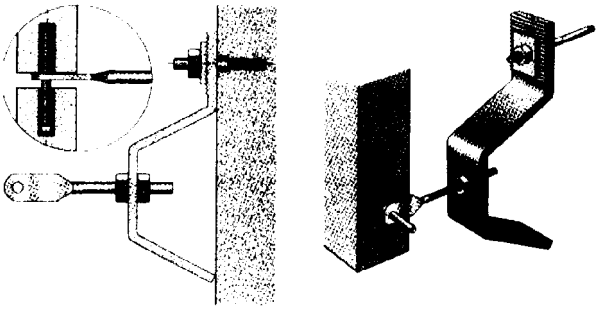


Fig. 27 - Exemplo de grampo com fixação no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Este modelo é constituído essencialmente pelo corpo do grampo, pelo varão roscado e achatado, pelo pino, com batente ou soldado.

A regulação do grampo no sentido paralelo ao suporte deverá ser residual e nunca deverá ultrapassar o definido na seguinte figura.

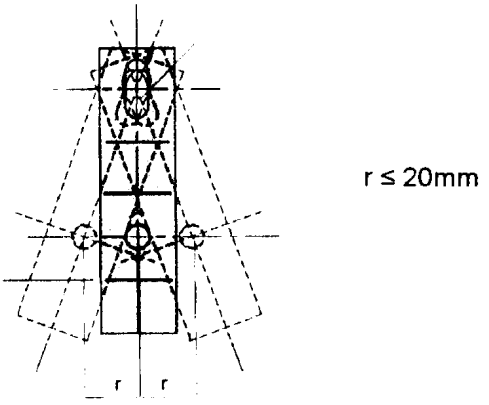


Fig. 28 - Regulação máxima do corpo do grampo (alçado). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Atentámos à seguinte imagem detalhada deste tipo de grampo metálico.

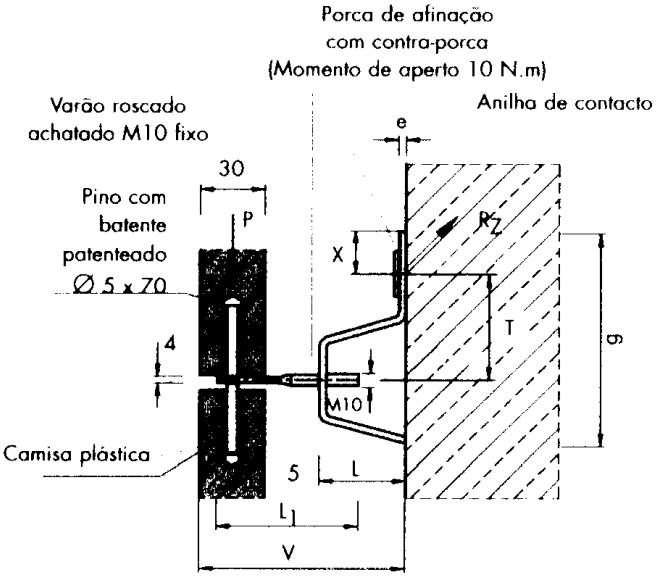


Fig. 29 - Grampo mecânico com colocação na junta horizontal do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

O pino pode se desenvolver em ambos os sentidos do varão roscado achatado, fazendo com que as funções dos grampos passem a ser de sustentação numa das placas e de retenção de outra.

O pino deve ficar fixo a uma das placas e livre na outra de forma a permitir a variação dimensional prevista.

Existem também varões roscados com a parte achatada mais alongada de modo a permitir a colocação de dois pinos. Este modelo apenas deverá ser utilizado em placas com largura inferior a 25 cm.

A figura seguinte demostra essa solução.

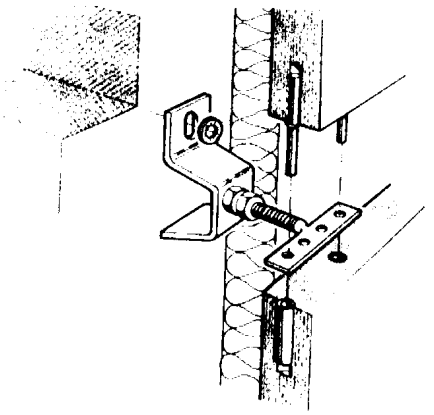


Fig. 30 - Grampo mecânico com dois pinos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Existe também a possibilidade de realizar a fixação através de furação ou rasgo no tardoz dos elementos de revestimento. Esta solução é destinada a situações de remate, quando as juntas não estão acessíveis. Atente-se à seguinte imagem demonstrativa desta alternativa.

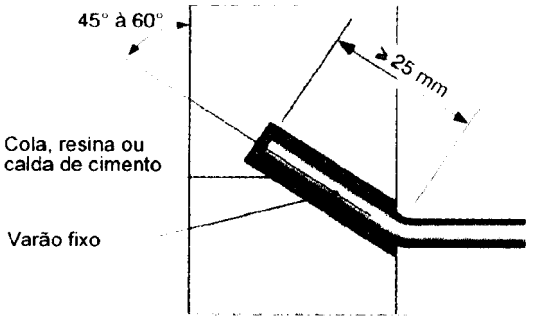


Fig. 31 - Exemplo de fixação no tardoz do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Da análise da figura importa reter que a penetração do varão deve ser de 25mm para placas com 30mm de espessura de modo a garantir cerca de 10mm ao fundo do varão. Para placas com espessuras superiores a 30mm a profundidade de penetração deve corresponder a 2/3 dessa espessura, enquanto que para placas de espessura 20mm, a penetração deve ser reduzida para 17mm.

3.5.1.1.2. *Grampos mecânicos reforçados*

Pertencendo à família de grampos mecânicos, estes também apresentam fixação ao suporte através de parafusos e buchas, permitindo a regulação desejável.

Como distinção dos anteriormente apresentados, estes suportam elementos de revestimento mais pesados, pelo que são normalmente utilizados para placas com mais de 100kg, mas nunca superior a 240kg.

A figura posterior apresenta este tipo de soluções.

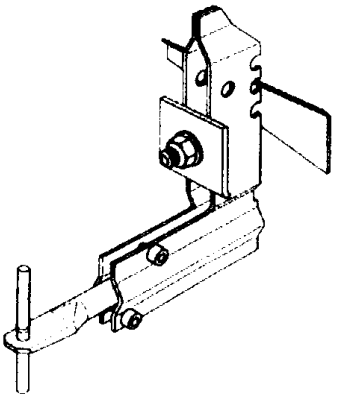


Fig. 32 - Grampo mecânico reforçado. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Dada a compatibilidade entre suportes e este tipo de grampos ser limitada, pelo facto de ser destinado a placas de revestimento pesadas, é aconselhável que este sistema seja aplicado sobre panos contínuos de betão corrente.

3.5.1.2. Fixação com selagem ao suporte

Este tipo de fixação difere bastante da fixação mecânica, pois não permite a regulação tridimensional, nem afinação.

A aplicação destes elementos no suporte exige elevado rigor o que faz com que sejam colocados em simultâneo com os elementos de revestimento. É de destacar a melhor compatibilidade com a variedade de suportes existentes.

A profundidade mínima de ancoragem destes elementos é de 80 mm, sendo que a introdução do grampo no chumbadouro deve corresponder no mínimo a metade do seu comprimento útil.

3.5.1.2.1. *Grampos de chumbar*

Este grampo destaca-se pela sua simplicidade, fazendo parte da sua constituição apenas um corpo, de diversas configurações, e um pino.

A seguinte figura representa um exemplar deste elemento de fixação.

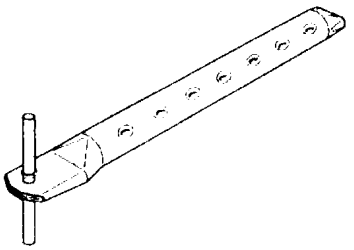


Fig. 33 - Grampo de chumbar. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Por semelhança com o sistema de grampos mecânicos, os pinos poderão desempenhar funções de sustentação, retenção ou ambas.

3.5.2. FIXAÇÃO CONTÍNUA

Entende-se como elemento de fixação contínua, o dispositivo composto por uma estrutura intermédia entre o suporte e o revestimento e pelos restantes componentes que permitem a sua aplicação sobre o suporte bem como a aplicação do revestimento sobre a estrutura intermédia. Neste sentido importa analisar a solução de fixação contínua pelas seguintes variáveis:

- Composição da estrutura intermédia;
- Fixação da estrutura intermédia ao suporte;
- Fixação do revestimento à estrutura intermédia.

Composição da estrutura intermédia

Normalmente, as estruturas intermédias são realizadas em madeira ou metal (alumínio), podendo também ser realizadas em fibrocimento silico-autoclavado.

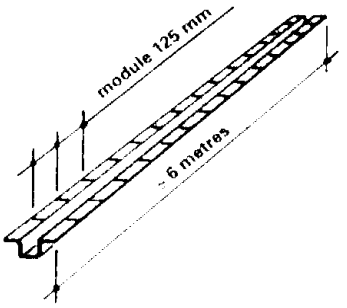


Fig. 34 - Perfil metálico de utilização corrente. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Estes elementos integram as estruturas intermédias sendo distribuídos paralelamente entre si, dispostos na horizontal ou na vertical, ou em ambos os sentidos sobrepostos entre si. Quando estas estruturas apresentam apenas elementos verticais ou horizontais, designam-se "*estruturas intermédias simples*", enquanto que para estruturas com perfis em ambos os sentidos apresenta a designação de "*estruturas intermédias duplas*".

As estruturas intermédias duplas apresentam elementos com resistência distinta, sendo utilizada a designação de "*estrutura primária*" quando em contacto com o suporte e "*estrutura secundária*" para os elementos sobrepostos e perpendiculares aos anteriores.

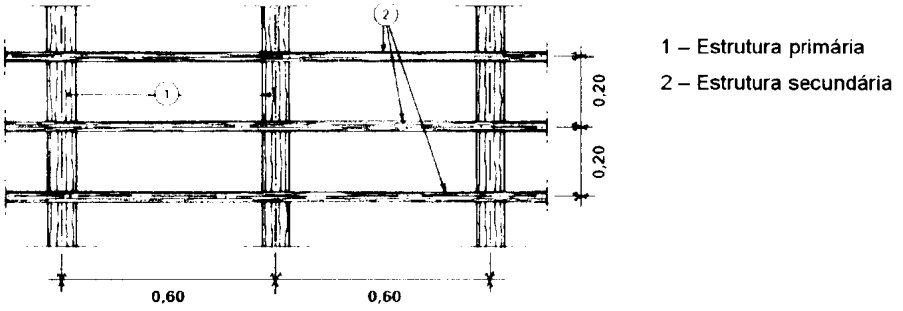


Fig. 35 - Estrutura intermédia dupla em madeira. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Fixação da estrutura intermédia ao suporte

Relativamente à fixação da estrutura intermédia ao suporte podem-se definir soluções distintas:

- Solidária: quando a estrutura é parcialmente introduzida no suporte;
- Directa: quando em contacto superficial com o paramento do suporte;
- Indirecta: quando contacta com o suporte apenas pontualmente através de espaçadores.

A fixação solidária está associada a perfis em aço ou fibrocimento inseridos na cofragem do betão, sendo usualmente utilizada para revestimentos em chapa ondulada de fibrocimento, plástico ou metálica.

A solução de fixação directa requer exigências de planeza do paramento exibem extrema importância. Este sistema não permite a disposição de isolante de forma contínua.

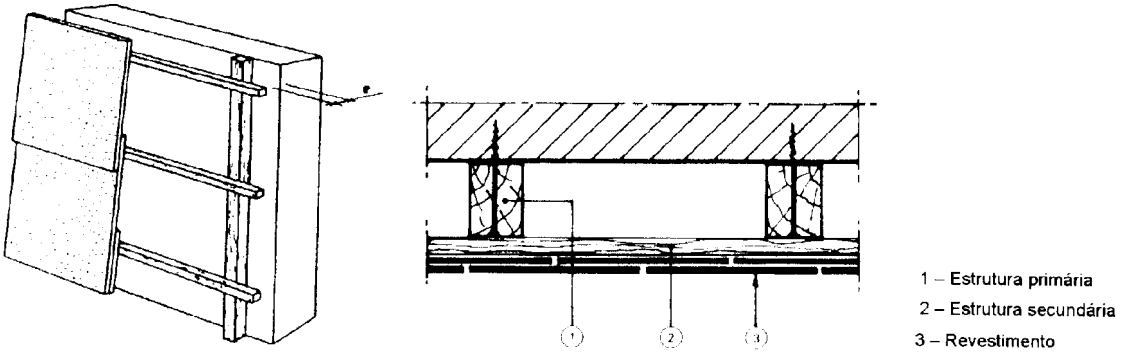


Fig. 36 - Fixação directa da estrutura intermédia ao suporte. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

A fixação indirecta resulta da utilização de esquadros metálicos ou tentos de madeira como espaçadores. Esta solução permite uma ininterrupção do isolante, permitindo também um menor rigor do paramento de suporte.

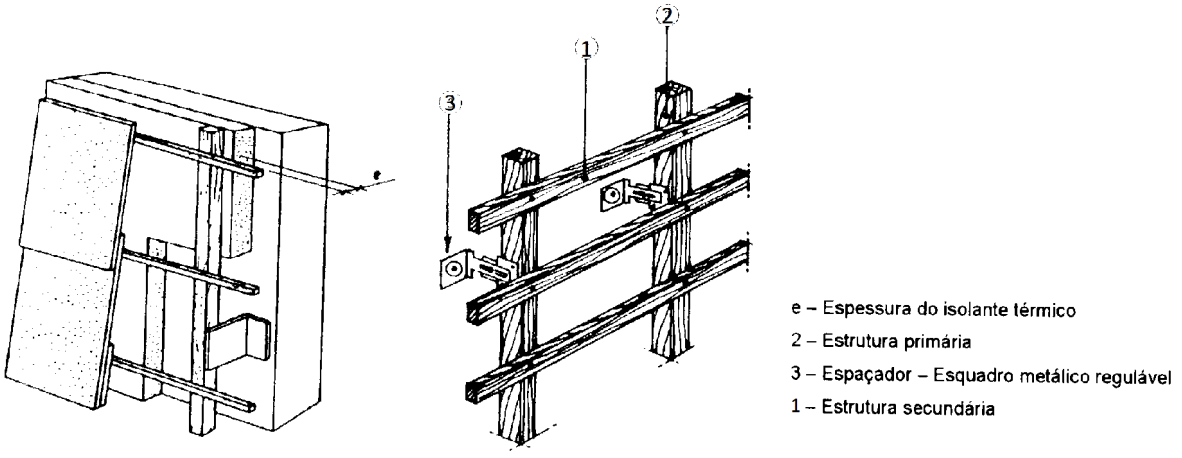


Fig. 37 - Fixação indirecta da estrutura intermédia ao suporte. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Os esquadros metálicos são elementos destinados a afastar a estrutura intermédia do suporte e podem apresentar as seguintes configurações.

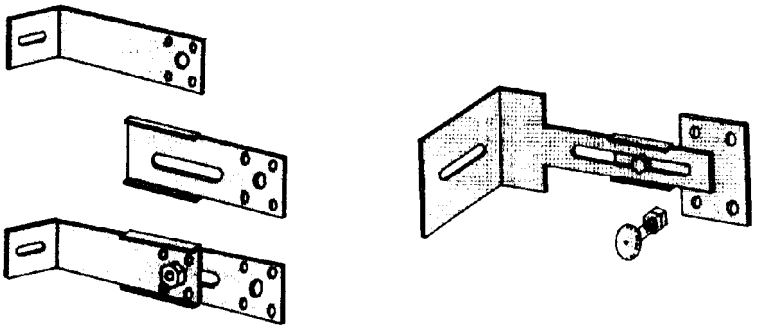


Fig. 38 - Esquadros metálicos fixos ou reguláveis. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

Fixação do revestimento à estrutura intermédia

A principal variável nos elementos de fixação contínua é a forma como o revestimento se relaciona com a estrutura intermédia.

3.5.1.3. Fixação à vista

As soluções de fixação à vista são aplicáveis a diversos produtos de revestimento, sendo frequentemente utilizadas em quaisquer elementos de revestimento com excepção dos elementos de reduzidas dimensões faciais colocados com juntas de topo.

3.5.1.3.1 *Soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos*

Estes componentes são aplicados em elementos de grandes dimensões faciais através da perfuração total da sua espessura, mantendo-se naturalmente à vista.

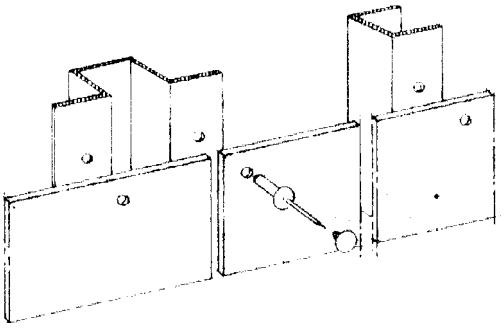


Fig. 39 - Fixação à vista com rebites. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

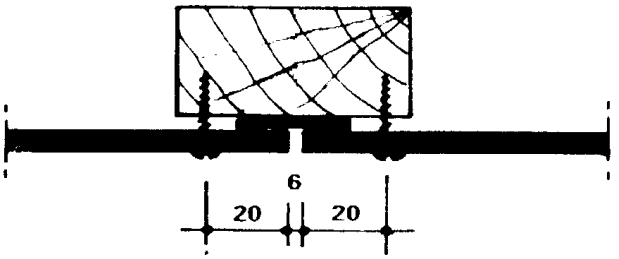


Fig. 40 - Fixação à vista com parafusos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.3.2 *Soluções com presilhas ou clips*

Existem no mercado nacional diversos tipos de presilhas tipo mola e clips metálicos, sendo aplicáveis a vários produtos de revestimento de reduzidas dimensões faciais colocados com junta de recobrimento e a produtos de revestimento de grandes dimensões faciais colocados com junta de topo.

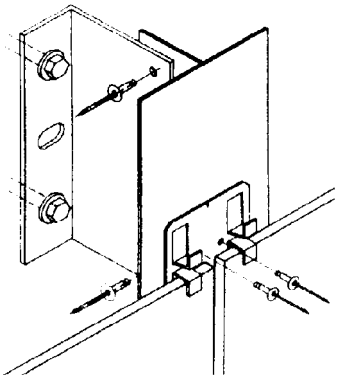


Fig. 41 - Fixação à vista com clips (junta de topo). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

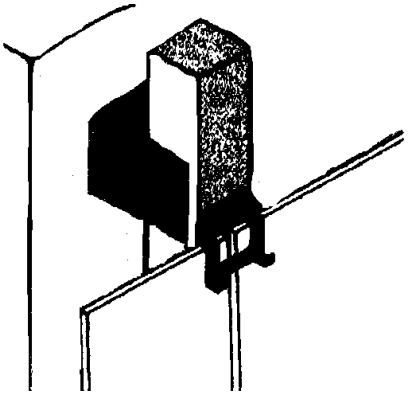


Fig. 42 - Fixação à vista com clips (junta de recobrimento). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

A solução de fixação à vista recorrendo a presilhas é normalmente utilizado em juntas de recobrimento.

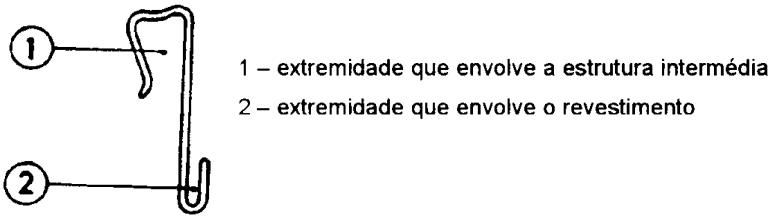


Fig. 43 - Exemplo de presilha. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

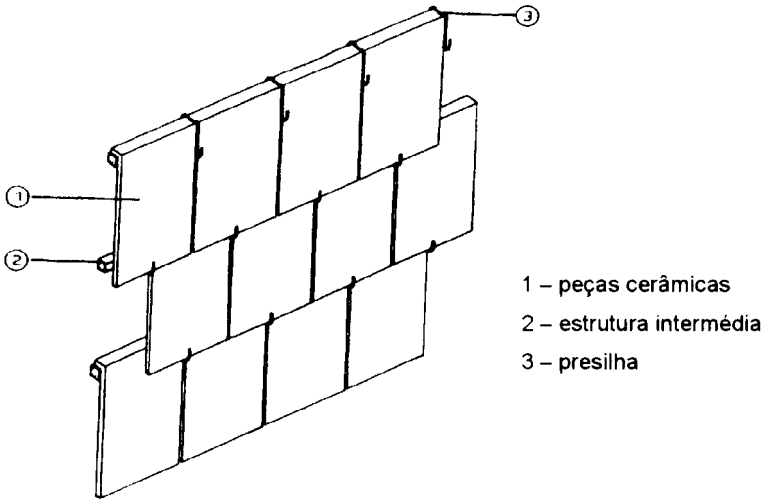


Fig. 44 - Fixação à vista com presilhas (junta de recobrimento). (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.4. Fixação semioculta

A fixação semioculta é obtida com soluções que fixam os elementos de revestimento através dos seus topos, sendo desta forma, dirigida para soluções de revestimentos com elementos de dimensões faciais reduzidas colocados com juntas de topo.

3.5.1.4.1 *Soluções com furação no topo do revestimento*

Estas soluções recorrem a grampos mecânicos de um modo idêntico à fixação pontual, no entanto a sua relação com o suporte não é directa mas através de uma estrutura metálica intermédia. A capacidade de regulação destes elementos é mais limitada perante a colocação do revestimento.

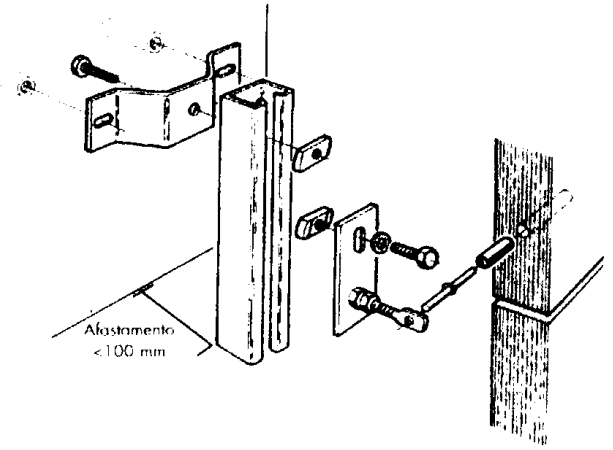


Fig. 45 - Solução para fixação semioculta com furação no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.4.2 *Soluções com rasgo no topo do revestimento*

Estas soluções consistem na realização de rasgos contínuos no topo dos elementos de revestimento possibilitando a fixação dos mesmos através de perfis intermédios.

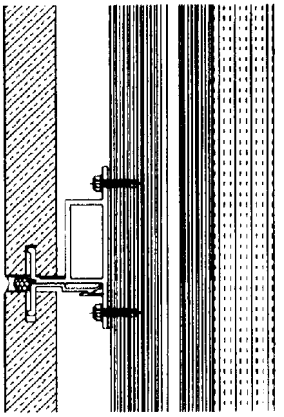


Fig. 46 - Solução para fixação semioculta com rasgo no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.4.3 *Soluções com recorte no topo do revestimento*

Estas soluções são normalmente utilizadas em revestimentos constituídos por elementos em forma de "cassete", usualmente prefabricados.

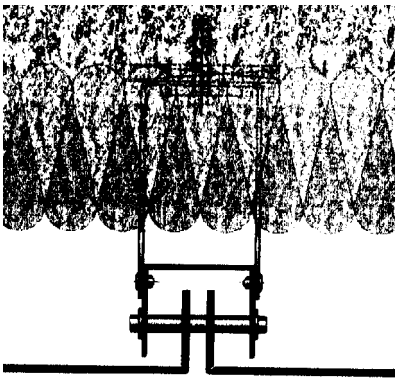


Fig. 47 - Solução com recorte no topo do revestimento. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.5. Fixação oculta

As soluções de fixação oculta têm sofrido alterações no sentido de evoluírem para soluções simples e de eficácia assegurada. A evolução dos mercados é dirigida para este tipo de soluções pois, à excepção das soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos, não interferem com o aspecto estético do revestimento.

3.5.1.5.1 *Soluções com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos*

Estas soluções possibilitam a fixação de elementos de revestimento de reduzidas dimensões faciais ou em forma de lâminas colocados com junta de recobrimento.

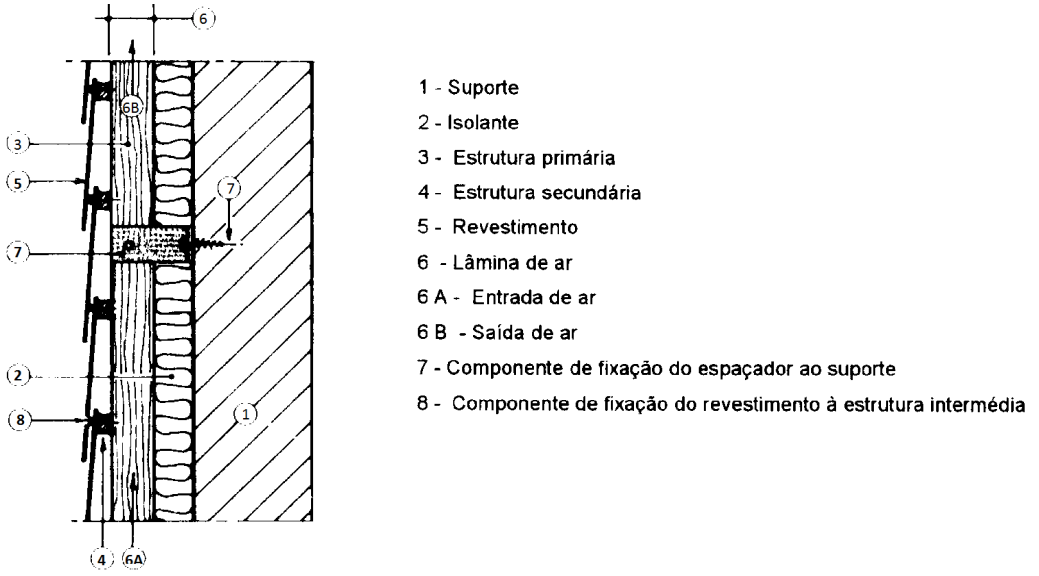


Fig. 48 - Solução de fixação oculta com pregos, pernos, rebites, parafusos ou agrafos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.5.2 *Soluções por encaixe entre elementos*

Estas soluções são pouco praticadas em Portugal, no entanto a facilidade de montagem deve ser factor catalisador para o desenvolvimento do sistema neste segmento. Normalmente estas soluções são orientadas para revestimentos cerâmicos onde há a possibilidade de evoluir para perfis de geometria que permita o encaixe dos elementos de revestimento sem utilizar clips ou presilhas como elemento de fixação.

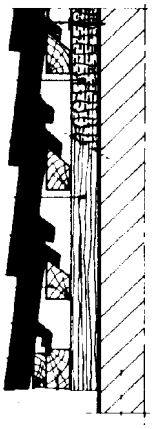


Fig. 49 - Solução de fixação oculta por encaixe entre elementos. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.5.3 *Soluções com implantes no tardoz do revestimento*

Os implantes no tardoz da face de revestimento apresentam-se com diversas configurações possíveis.

A fixação destes elementos ao revestimento é realizada através de simples colagem, da perfuração parcial da espessura do revestimento seguida de encaixe ou colagem, ou através da inserção aquando do fabrico dos elementos de revestimento.

A variável peso a suportar pelas soluções é de extrema relevância para este tipo de soluções.

A ligação entre estes elementos e a estrutura intermédia pode ser directa ou através de outros pequenos componentes.

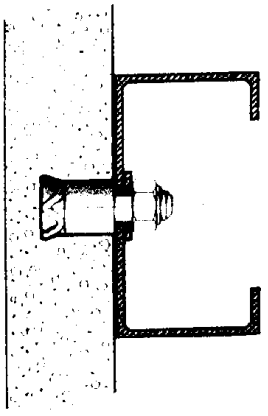


Fig. 50 - Implantes para utilização em placas de pedra natural, artificial ou de betão. (adaptado de [Rodrigues, A., 2003])

3.5.1.5.4 *Soluções com rasgo no tardoz do revestimento*

Este tipo de fixação não necessita de elementos suplementares entre o revestimento e a estrutura intermédia, consistindo na realização de rasgos no tardoz do revestimento para introdução da estrutura intermédia.

3.6. ISOLANTE

Este subsistema que integra o sistema de fachadas ventiladas tem como objectivo reduzir a transferência de calor dos elementos onde se encontra aplicado.

As características destes elementos seguem a classificação ISOLE, sendo que a variável "I" classifica a compressibilidade do material; "S" diz respeito à estabilidade dimensional; "E" qualifica o material quanto à sua permeabilidade ao vapor de água; "O" identifica o comportamento face à acção da água e "L" retrata o comportamento mecânico exigido.

Segundo a Nota de Informação Técnica (NIT) 001 [Peixoto, V., Pinto, M., 1997] os níveis mínimos de aptidão de utilização de isolantes térmicos em paredes com isolante exterior e revestimento independente descontínuo, apresenta os seguintes valores mínimos: $I_1S_1O_2L_2E_1$.

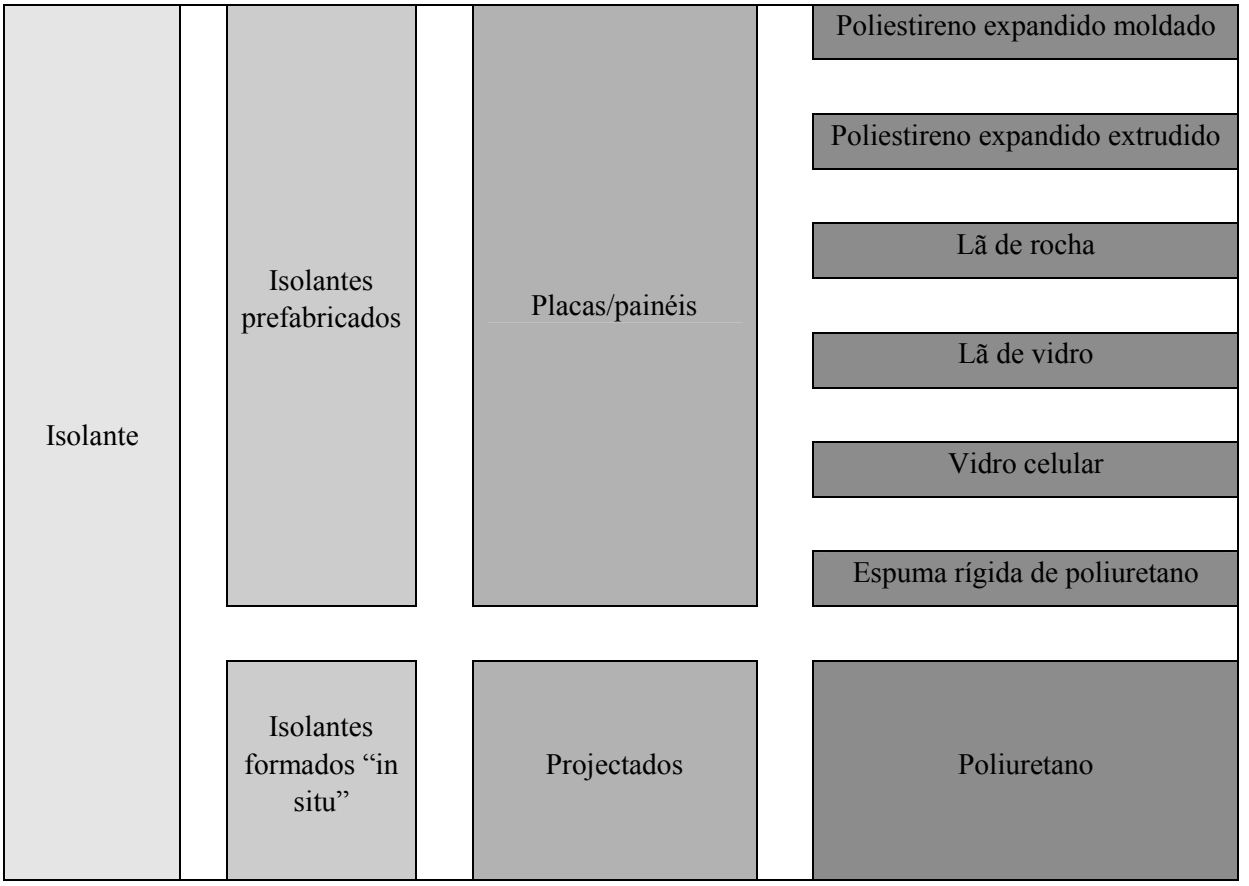
Sendo que:

- I_1 (compressibilidade): variação relativa de espessura sob pressão de 100 Pa, em relação a uma pressão inicial de 50 Pa deve ser menor ou igual a 25%;
- S_1 (estabilidade dimensional): a retracção ou dilatação natural relativa, a partir da saída da fábrica, acrescentada das variações dimensionais relativas em função da humidade relativa entre dois ambientes 20ºC/15% HR e 20ºC/90% HR) deverá ser menor ou igual a 0,01 m/m;
- O_2 (comportamento à água): o produto deve ser não hidrófilo, isto é, quando colocado em contacto com a água, não deve ser susceptível de absorve-la senão em quantidade desprezável;
- L_2 (comportamento mecânico): a deformação por peso próprio deverá ser menor ou igual a 0,12 m para um balanço de 0,35m.

Os isolantes colocados pelo interior ou no interior de panos duplos carecem de menores exigências quando comparados com os anteriormente descritos. Deste modo, por esse facto e pela maior frequência de aplicação do isolante pelo exterior em sistemas de fachadas ventiladas, o autor não procede à classificação dos restantes.

O quadro seguinte retrata o universo das soluções de isolantes susceptíveis a aplicar no sistema de fachadas ventiladas.

Quadro 9 - Universo das soluções de isolante para fachadas ventiladas.



3.6.1. ISOLANTES PREFABRICADOS

Os isolantes prefabricados possuem as suas três dimensões bem definidas antes da sua colocação no local. A colocação destes produtos é conseguida através de fixação mecânica ou por colagem

3.6.1.1. Placas/painéis

Entende-se por placas ou painéis todos os produtos com dimensões faciais preponderantes relativamente à espessura e que a rigidez é uma característica presente nestes elementos.

3.6.1.1.1 *Poliestireno expandido moldado*

As placas de poliestireno expandido são produtos certificados pela ACERMI e possuem classificações iguais ou superiores a $I_2S_2O_2L_2E_2$, pelo que a sua aplicação pelo exterior é conseguida.

Geometricamente estas placas têm 1000mm de comprimento, 500mm de largura, sendo que a sua espessura pode variar entre os 20 e 150mm.

3.6.1.1.2 *Poliestireno expandido extrudido*

Estes produtos são placas rígidas com estrutura de célula fechada. As classificações mínimas certificadas são $I_4S_1O_3L_4E_3$.

No mercado estão disponíveis placas de espessuras variáveis entre 20 a 60mm, enquanto que a largura tipo é de 600mm e o comprimento varia entre os 1250 a 2600mm.

3.6.1.1.3 *Lã mineral fibrada (rocha)*

Este produto também pode ser aplicado no sistema quando cumprem os limites mínimos certificados $I_1S_4O_2L_2E_1$, sendo que as variáveis de comportamento face à água e comportamento mecânico são preponderantes para o correcto desempenho do sistema.

3.6.1.1.4 *Lã mineral fibrada (vidro)*

A lã de vidro é um produto de natureza mineral e estrutura fibrosa com classificação requerida $I_1S_4O_2L_2E_1$.

As dimensões faciais mais correntes são de 600mm de largura e 1200mm de comprimento. A espessura comercializada é superior a 30mm.

3.6.1.1.5 *Vidro celular*

A lã de vidro pode ser utilizada no sistema desde que com classificações iguais ou superiores a $I_3S_2O_3L_2E_5$.

3.6.1.1.6 *Espuma rígida de poliuretano*

A espuma rígida de poliuretano existe também em placas ou painéis. A classificação exigida para a sua aplicação no sistema é de $I_3S_1O_2L_2E_3$.

3.6.2. ISOLANTES FORMADOS "IN SITU"

Os isolantes realizados em obra possuem dimensões finais apenas após a sua colocação.

3.6.2.1. Projectados

Estes elementos resultam da projecção através de equipamento próprio, contra superfícies com rigidez suficiente às quais ficam colados.

Este tipo de isolantes é de especial interesse quando em associação a elementos de fixação pontual, visto a necessidade de perfuração do suporte em vários pontos.

3.6.1.2.1 *Poliuretano*

A espuma rígida de poliuretano é um material plástico celular que após a sua aplicação e um breve período de expansão, solidifica constituindo células fechadas que contém no seu interior um gás com poder isolante superior ao ar imóvel. A classificação ACERMI não apresenta valores para o poliuretano formado em obra, no entanto a avaliar pelas classificações atribuídas às placas rígidas do mesmo material, as exigências essenciais são verificadas.

3.7. SUPORTE BASE

A selecção do suporte a adoptar num sistema de fachada ventilada é fundamental visto este ter implicações directas na selecção do revestimento exterior, mesmo que este seja independente do suporte, e na respectiva solução de fixação.

Como recomendação, a espessura mínima do suporte é de 200mm de modo a garantir um desempenho aceitável em serviço.

O quadro seguinte incorpora o tipo de suporte usualmente utilizado no sistema em estudo.

Quadro 10 - Universo das soluções de suporte base para fachadas ventiladas.

Suporte	Pano contínuo resistente	Betão
		Alvenaria de tijolos cerâmicos
		Alvenaria de blocos de betão
		Alvenaria de pedra
	Estrutura reticulada resistente e alvenaria de preenchimento	Alvenaria de tijolos cerâmicos
		Alvenaria de blocos de betão

3.7.1. PANO CONTÍNUO RESISTENTE

Este grupo é caracterizado pela capacidade resistente dos panos de fachada, onde dada essa característica os torna como soluções mais favoráveis para grande parte dos sistemas de fixação de revestimentos independentes, possibilitando idênticas fixações ao longo de todo o suporte.

3.7.1.1. Betão

Este material é dos mais utilizados quando se pretende realizar panos contínuos resistentes, podendo ser armado com aço consoante o previsto em projecto.

A elevada resistência mecânica do material permite a aplicação de elementos independentes pesados.

3.7.1.2. Alvenaria de tijolos cerâmicos

O tijolo cerâmico é o material mais empregado na execução de alvenarias resistentes, estando desenvolvido em novos formatos e em diferentes pastas cerâmicas.

Como matéria-prima utiliza o barro vermelho, podendo agregar outras substâncias em prol de uma melhoria do seu desempenho térmico.

3.7.1.3. Alvenaria de blocos de betão

A utilização de blocos de betão deve-se ao seu aperfeiçoamento geométrico e à produção de elementos de betão com agregados leves. A sua resistência mecânica é valorizada para a sua aplicação no sistema em análise.

3.7.1.4. Alvenaria de pedra

A utilização deste sistema como suporte apresenta-se bastante dispendioso sendo a sua utilização menos provável. Em obras de reabilitação a sua utilização poderá ser necessária, pelo que deverão ser realizados ensaios de avaliação do estado de conservação do suporte.

3.7.2. ESTRUTURA RETICULADA RESISTENTE E ALVENARIA DE PREENCHIMENTO

A estrutura de betão armado é a solução mais corrente com vista a garantir as exigências de estabilidade de um edifício, estando normalmente associada ao seu preenchimento com alvenarias não resistentes.

A solução para suporte composta pela estrutura reticulada resistente e alvenaria de preenchimento, apesar de possuir menor capacidade resistente face a cargas excêntricas na zona da alvenaria possui uma maior capacidade resistente na zona estrutural comparativamente a alguns tipos de panos contínuos resistentes.

Desta forma a sua utilização como suporte de fixação de grande parte dos revestimentos exteriores descontínuos e independentes é aconselhável.

3.7.2.1. Alvenaria de tijolos cerâmicos

A caracterização geral da alvenaria de tijolos cerâmicos foi efectuada no ponto 3.7.1.2. A sua utilização como alvenaria de preenchimento numa estrutura reticulada resistente apresenta comportamentos razoáveis.

3.7.2.2. Alvenaria de blocos de betão

Como anteriormente mencionado a utilização destes blocos de betão como suporte é favorável, na medida que as capacidades resistentes dos mesmos são uma vantagem face a outros.

3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Após a apresentação da síntese das soluções usuais dos sistemas de fachadas ventiladas, destaca-se a ampla variedade existente de soluções.

Sob o ponto de vista funcional cada elemento apresenta, face às acções a que está sujeito, um comportamento próprio e só a perfeita conjugação dos elementos que compõem o sistema permite o correcto desempenho global. Pelas solicitações a que estão sujeitos, os elementos de fixação e de revestimento requerem maior atenção no âmbito da manutenção. Note-se, por exemplo, que a fixação com implantes apresenta por regra sintomas de corrosão/ferrugem, pelo que denota a exigência de uma inspecção periódica atempada. No que concerne aos elementos de revestimento, como anteriormente mencionado, pelo facto da sua total exposição climática, as práticas de limpeza e pró-acção são de elevada importância.

A análise e concretização desta temática é objecto alvo dos capítulos seguintes.

4

METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO-FACHADAS VENTILADAS

4.1. ORGANIZAÇÃO DO UNIVERSO DE SOLUÇÕES

A evolução das soluções de fachadas ventiladas tem vindo a ser intensificada devido ao desenvolvimento tecnológico dos sistemas construtivos.

Deste modo, como apresentado no capítulo anterior, a variedade de soluções de revestimento e consequente tipo de fixação, levaram à seguinte sistematização de soluções.

Quadro 11 - Sistematização das soluções de fachadas ventiladas.

Fixação / Revestimento	Pontual		Contínua							
			À vista		Semioculta			Oculta		
	Grampos mecânicos	Grampos de chumbar	Pregos, parafusos, agrafos...	Presilhas ou clips	Furação no topo do revestimento	Rasgo no topo do revestimento	Recorte no topo do revestimento	Pregos, parafusos, agrafos...	Encaixe entre elementos	Implantes no tardoz do revestimento
Betão polímero	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Alumínio perfilado	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Alumínio tricamada	-	-	●	●	-	-	●	●	●	●
Painéis Cerâmicos	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●
Pedra natural	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Painéis Fenólicos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Madeira modificada	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Viroc	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Neste quadro apenas estão contempladas as variáveis "revestimento exterior" e "sistema de fixação", visto que se entende que no âmbito da manutenção de fachadas ventiladas estes são os subsistemas cujo comportamento em serviço carece de intervenções de manutenção.

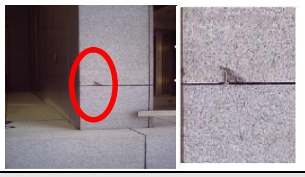
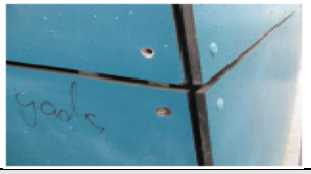
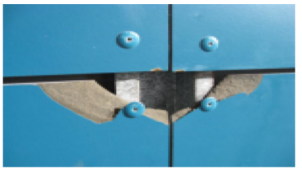
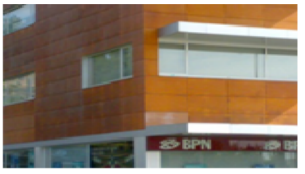
4.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Os edifícios estão sujeitos às mais variadas solicitações decorrentes da utilização realizada pelos utentes, bem como de acções climatéricas e acções imprevisíveis de origem acidental, o que os torna sensíveis a manifestações patológicas.

Deste modo, fixando o objecto em estudo, as fachadas estão naturalmente sujeitas a intensificadas acções ambientais que interferem directamente com o sentido estético do edificado, podendo excepcionalmente serem desenvolvidas reacções que agridem a funcionalidade previsível do mesmo.

Com o intuito de reportar as manifestações que o sistema de fachadas ventiladas está sujeito, através da observação do sistema em serviço, apresenta-se uma síntese do tipo de degradações existentes.

Quadro 12 - Degradações verificadas no sistema.

Degradações verificadas em fachadas ventiladas			
Quebra de revestimento de pedra natural em contacto com o solo.		Fissura de elemento em contacto com o solo.	
Lascagem de elemento de revestimento.		Manchas de escorrência de água em elementos de pedra natural em pontos singulares.	
Vandalismo de grafite.		Manchas de escorrência de água em fachada de revestimento de pedra natural.	
Manchas de escorrência em painéis de alumínio.		Presença de organismos biológicos em revestimentos de pedra natural.	
Actos de vandalismo em painéis fenólicos: grafite e ausência de rebites de fixação.		Descoloração do revestimento fenólico.	
Quebra de revestimento fenólico.		Descoloração do revestimento fenólico.	

Das manifestações anteriormente apresentadas importa incorporar os desprendimentos e queda dos elementos de revestimento causados pela acção do vento.

Através do levantamento de casos reais é possível enumerar as causas mais prováveis que poderão estar na origem das manifestações apresentadas. Deste modo, o seguinte quadro é representativo desse facto.

Quadro 13 - Causas das manifestações patológicas.

Causas de manifestações patológicas
Concepção e origem do material
Más condições de execução
Erosão e envelhecimento
Sujidade (poluição)
Raios UV
Chuva ácida
Humidade de condensação superficial exterior (termoforese)
Corrosão dos elementos metálicos
Fraca resistência mecânica
Calor
Movimentos diferenciais de origem térmica
Gelo
Cripto-eflorescências
Sulfatos; Nitratos; Cloretos; Carbonatos
Orientação a Norte
Revestimento de elevada porosidade
Vandalismo
Compatibilidade entre subsistemas
Sucção do vento

No âmbito da manutenção de edifícios, a interpretação dos sintomas patológicos é importante, pois ao eliminarmos a causa, garantimos uma retoma do nível exigêncial/funcional do elemento em causa.

4.2.1. EXPOSIÇÃO EXTERIOR

Neste sistema a maioria das causas de degradação resultam da sua exposição exterior.

A poluição atmosférica pode ser considerada como uma das causas principais da degradação dos elementos de revestimento que constituem o sistema. Todos os poluentes após serem emitidos, interagem de forma física ou química com a atmosfera, causando alterações nas fachadas que são objectos receptores de poluição. Estas alterações dependem dos aspectos físicos e químicos dos poluentes, bem como das condições meteorológicas (vento, chuva e temperatura) e da composição físico-química dos elementos externos do sistema.

Em relação aos aspectos físicos dos poluentes deve-se ter em conta o tamanho e a forma das partículas constituintes, pelo facto destas interferirem directamente na velocidade de sedimentação e consequente força de deposição do poluente no elemento de revestimento.

Quimicamente o aspecto a reter prende-se com a reactividade química dos poluentes e dos materiais constituintes dos revestimentos dos edifícios.

Tendo por base estes factores apresentados, é de notar que as condições atmosféricas (vento, chuva e temperatura) condicionam a dispersão dos poluentes na atmosfera e consequentemente, favorecem ou não o aparecimento das sujidades nas fachadas dos edifícios.

O vento é um dos factores mais preponderantes para a distribuição dos poluentes na atmosfera, pois pela sua orientação e direcção, determina a localização da dispersão das partículas poluentes. As águas da chuva são responsáveis pela descontaminação do ar atmosférico, ou seja, pelo decréscimo do teor de partículas em suspensão na atmosfera.

Segundo [Morel, 1975], as chuvas de pequena intensidade (menor que 5 mm/h) favorecem a deposição de partículas nas fachadas dos edifícios, devido à elevada taxa humidade que estas aportam, enquanto que as chuvas de maiores intensidades (maior que 5 mm/h) favorecem a lavagem dos revestimentos de fachadas.

Neste tópico, apresentam-se as definições associadas a determinadas acções patológicas.

As eflorescências são manifestações de degradação que resultam, segundo a BS 6270-2 (British Standards Institution, 1985), da cristalização de sais como o sulfato de cálcio.

Segundo [Resende, 2004], para que ocorra a formação de eflorescências é necessária a existência simultânea de sais solúveis, água e pressão hidrostática. Dos depósitos de sais que ocorrem nos revestimentos de fachada, destacam-se os de coloração branca.

O desenvolvimento de microorganismos como algas, bactérias e fungos deve-se essencialmente a agentes biológicos e climáticos, estando na sua base factores como ph, temperatura, luz, humidade e condições nutritivas, de acordo com o autor [Resende, 2004]. Genericamente esta ocorrência está associada a uma prolongada presença de humidade e pouca exposição solar.

Outra das ocorrências passíveis de se verificarem é a existência de manchas metálicas. Estas resultam de alterações cromáticas na superfície do revestimento da fachada, resultantes da deposição de produtos de corrosão de elementos metálicos que são transportados pela água.

4.2.2. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Como anteriormente referido, as características dos materiais dos revestimentos podem favorecer o aparecimento de manifestações de degradação relacionadas com o aparecimento de manchas.

Deste modo, as características físico-químicas dos materiais de revestimento merecedoras de realce são a rugosidade, a porosidade e a capacidade de absorção.

De acordo com [Perez, 1986], apesar dos revestimentos rugosos conferirem maior aderência das partículas poluentes, as superfícies lisas propiciam concentrações de fluxos de água sobre a parede, acelerando os desgastes diferenciais e consequentemente a ocorrência de manchas. De forma oposta, as superfícies rugosas provocam a dispersão dos fluxos de água, diminuindo os desgastes diferenciais.

Relativamente à porosidade dos materiais constituintes dos elementos de revestimento, o autor [Petrucci, 2000] afirma que a acção da água sobre um material poroso e capilar fixa as sujidades no mesmo e por capilaridade penetra nos materiais.

4.2.3. ACÇÃO HUMANA

A responsabilidade Humana está patente quer no aspecto de concepção de um edifício, com todas as opções e justificações de soluções adoptadas, mas também na atitude do utilizador em todo o edificado que frequenta, pois os edifícios são concebidos por Homens para Homens.

4.2.3.1. Detalhes construtivos

O uso de detalhes construtivos nas fachadas, surge na maior parte das vezes com a necessidade de enaltecer o sentido estético dos edifícios. Na óptica da manutenção de edifícios, [Petrucci, 2000] admite que para a minimização e/ou eliminação dos efeitos de degradação provocados pelas condições de exposição, o aproveitamento dos detalhes arquitectónicos das fachadas é fundamental, na medida em que na sua concepção os mesmos podem proteger os revestimentos da acção da água da chuva nas superfícies.

A concepção das soluções de fachadas tem por base descontinuidades geométricas, isto é, os edifícios não são constituídos por um único plano vertical liso e contínuo. Estas descontinuidades, através da sua geometria fazem com que a fachada se exponha aos agentes ambientais de forma não uniforme. Segundo [Resende, 2004], os detalhes construtivos possuem a importante função de evitar concentrações de água da chuva, deslocando as lâminas de água que se formam sobre as superfícies das fachadas evitando o aparecimento de manchas.

Neste sentido os principais detalhes construtivos são [Resende, 2004]:

- *Reentrâncias;*
- *Pingadeiras;*
- *Intersecções de elementos verticais e horizontais;*
- *Letreiros.*

O uso de reentrâncias ou saliências tem como objectivo eliminar o escorrimento de água ao longo da fachada de forma a evitar a formação de manchas. As pingadeiras exercem um papel fundamental ao evitar a formação de sujidades nas fachadas, pois a sua inclusão interrompe e evita a concentração do fluxo da água pelo revestimento da fachada.

Segundo [Resende, 2004], as intersecções de elementos verticais e horizontais são as regiões de maior ocorrência de sujidades nas fachadas dos edifícios, pelo que deverão haver cuidados na sua concepção de forma a diminuir as descontinuidades resultantes. A seguinte figura demostra a tipologia de manchas susceptíveis de ocorrer.

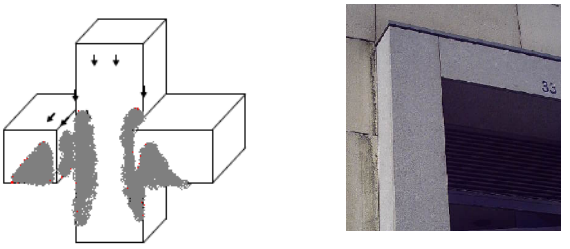


Fig. 51 - Manchas devido à intersecção de elementos (adaptado de [Morel, 1975]); caso real de existência de manchas.

A presença de letreiros nas fachadas, assim como molduras, acumula elevados teores de sujidades como apresentado na figura seguinte.

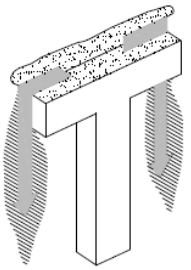


Fig. 52 - Manchas devido à fixação de letreiros (adaptado de [PARNHAM, 1997]).

A bibliografia dos autores citados contém disposições construtivas de forma que os detalhes arquitectónicos não sejam a causa mas sim a soluções de alguns factores de degradação dos revestimentos de fachadas.

4.2.3.2. Vandalismo e uso incorrecto

O comportamento dos utentes face aos bens públicos, bens alheios e obras de arte é perfeitamente crucial na actividade de manutenção de edifícios, na medida em que manter é também ensinar a utilizar e preservar de forma correcta.

Não obstante, as práticas de manutenção estão alheias a actos destrutivos furtuitos. As práticas de vandalismo são frequentes nos mais variados estratos sociais.

A figura seguinte reflecte acções de vandalismo exercidas sobre o sistema em estudo.



Fig. 53 - Degradações motivadas por actos de vandalismo.

Apesar da elevada constatação deste tipo de acções, a evolução das práticas de manutenção e da tecnologia dos sistemas, tenderá a apresentar soluções antivandalismo.

Posteriormente, no caso prático, serão apresentadas as condições de utilização correcta do sistema de fachadas ventiladas.

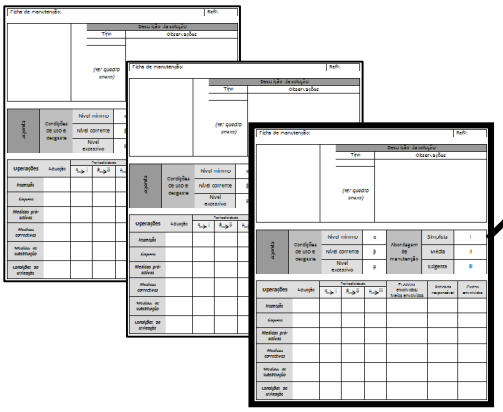
4.3. SISTEMA DE MANUTENÇÃO

4.3.1. ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

A determinação das metodologias de manutenção de fachadas ventiladas assentou nos pressupostos teóricos descritos no capítulo 2, culminando no modo de actuação sintetizado no Quadro 14.

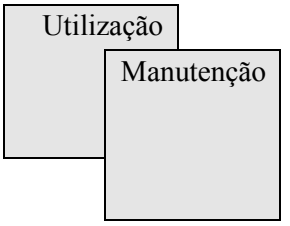
Quadro 14 - Modo de actuação.

Base de dados



- Inspecção
- Limpeza
- Medidas Pró-activas
- Medidas de Substituição
- Medidas de Correcção
- Condições de Utilização

Manuais de serviço



Plano de manutenção

Operações	Periodicidade (anos)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inspecção																				
Limpeza																				
Pró-acção																				
Correcção	q.n																			
Substituição	q.n																			

Cronograma financeiro

Operações	Custos (€)																			
	Periodicidade (anos)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inspecção		[0;10]				[0;10]				[0;10]								[0;10]		
Limpeza					[10;15]							[10;15]							[10;15]	
Pró-acção																				
Correcção	q.n																			
Substituição	q.n																			

Desta forma, elaborou-se uma base de dados, que contém um vasto sistema de informação das práticas de manutenção a realizar sobre o sistema em estudo. Esta base de informação contempla de uma forma

objectiva as instruções de inspecção, limpeza, pró-acção, correcção, substituição e condições de utilização das várias soluções existentes do sistema.

A concretização desta base de dados permitirá a materialização de manuais de serviço (utilização e manutenção), bem como de um plano de manutenção e respectivo cronograma financeiro de um caso prático. A sua realização será efectuada no capítulo 5.

4.3.2. ORGANIZAÇÃO DA BASE DE DADOS

Como anteriormente mencionado, na base de dados está contemplada a informação sobre as práticas de manutenção a executar sobre os elementos que compõem o sistema de fachadas ventiladas.

Deste modo, organizou-se a base de informação da seguinte forma.

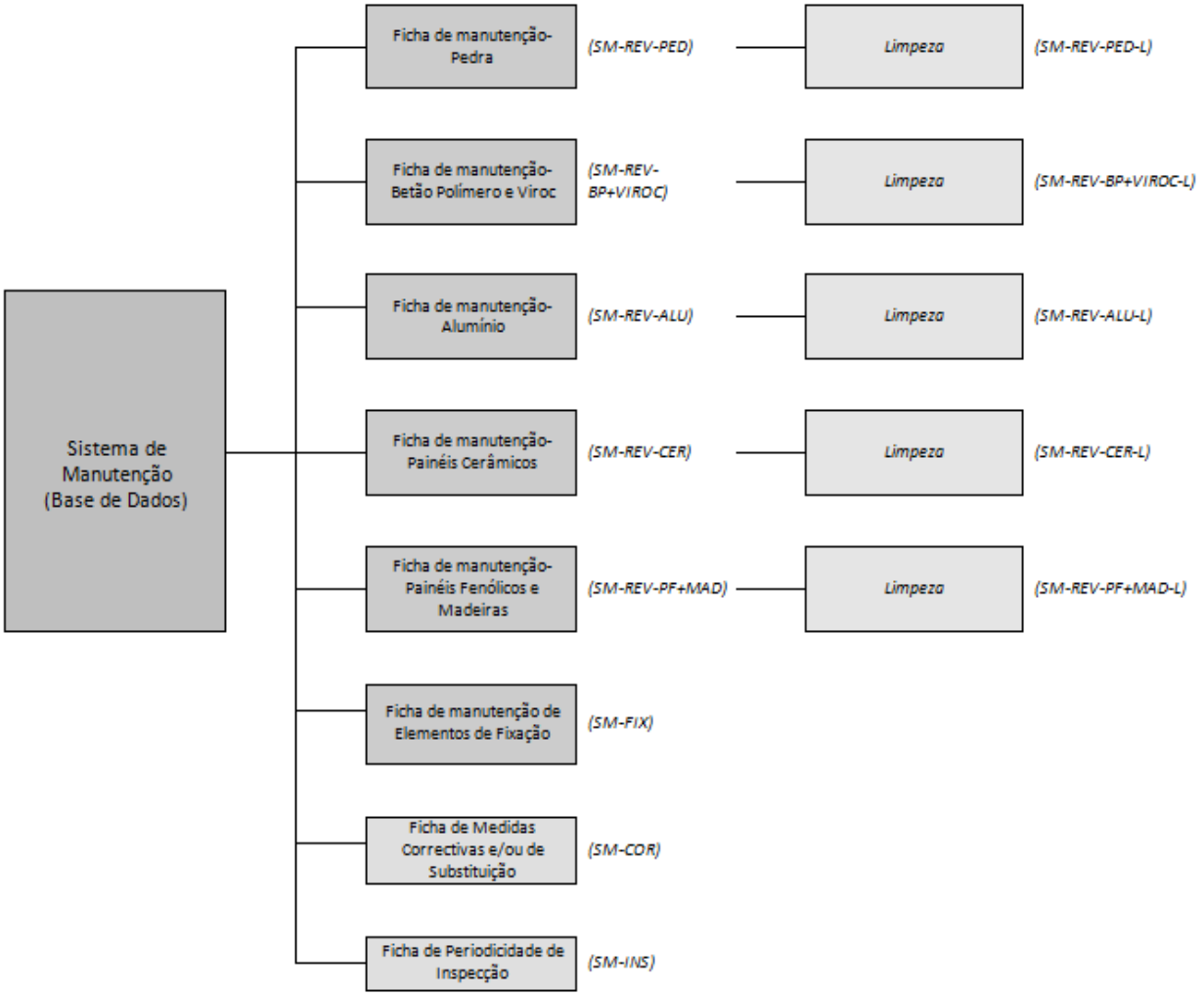


Fig. 54 - Organização da base de dados.

De acordo com o organograma apresentado, desenvolveu-se um conjunto de fichas de manutenção adaptadas à realidade do sistema de fachadas ventiladas.

Como tal, sendo os elementos de revestimento e de fixação essenciais no âmbito da manutenção do sistema, dirigiu-se estas práticas sobre estes.

Relativamente aos elementos de revestimento, foram executadas cinco fichas de manutenção *(SM-REV-...)* onde o autor agrupou os revestimentos passíveis de apresentarem processos de manutenção semelhantes. Para cada ficha de manutenção de revestimentos está associada uma ficha independente que retrata as práticas de limpeza a realizar *(SM-REV-...-L)*.

No que diz respeito aos elementos de fixação foi criado também um sistema de informação que contempla os aspectos de manutenção a realizar.

Auxiliarmente foram concebidas duas fichas complementares, uma que contém todas as medidas correctivas e/ou de substituição de elementos de revestimento *(SM-COR)*, enquanto que a ficha *(SM-INS)*, contém a periodicidade das práticas de inspecção a realizar de acordo com a afectação de variáveis determinadas pelo autor. Esta será oportunamente objecto de explicação detalhada.

4.3.3. ORGANIZAÇÃO DAS FICHAS DE MANUTENÇÃO

No que concerne às fichas de manutenção, estas estão alojadas anexamente. Sob o ponto de vista conceptual a figura seguinte tipifica a sua estruturação.

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas | **Refª: SM-REV-PED**



Descrição da solução

Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polimero		
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Vidro		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural	x	
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

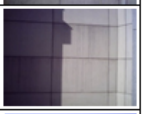
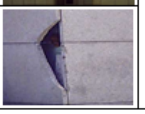
Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m²)
Inspecção (Ver PI)	*Visual*	Alteração de cor dos revestimentos 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-PED-I)*	Utente	-
		Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos...) 				
		Existência de manchas de escorrência 				
		Presença de organismos biológicos 				
		Quebra de elemento de revestimento 				

Fig. 55 - Ficha de manutenção tipo (Excerto da Ficha *SM-REV-PED*).

Da observação da ficha tipo resultam os seguintes campos essenciais.

Refª: Corresponde à atribuição por meio de siglas de uma nomenclatura identificativa da ficha de manutenção. A sua identificação está de acordo com a [Fig. 54] respectiva à organização da base de dados.

Descrição da solução: Contempla para além da identificação da aplicabilidade da ficha, um espaço reservado a observações a serem descritas.

Operações: Neste campo estão contidas as práticas fundamentais da manutenção de edifícios, nomeadamente a inspecção, limpeza, pró-acção, medidas correctivas, medidas de substituição e condições de utilização.

Actuação: Refere qual o procedimento necessário para realizar cada uma das operações descritas anteriormente. Neste campo o autor procurou, sempre que possível, incorporar imagens elucidativas do acto a realizar.

Produtos/Meios envolvidos: Diz respeito aos produtos e meios necessários para a realização das operações de manutenção.

Periodicidade prevista: Expressa temporalmente a frequência com que as operações devem ser realizadas.

Entidade responsável: Atribui a responsabilidade da realização das tarefas ao utente e/ou ao técnico especializado.

Custos previsto: Reflecte os encargos associados a cada operação de manutenção a realizar.

Desta forma pretende-se que a formatação das práticas e informações da manutenção de fachadas ventiladas em fichas gerais resultem numa base sustentada para a aplicação nas variadas soluções do sistema.

4.4. ACTOS DE MANUTENÇÃO

No seguinte tópico expõem-se as decisões de realce em cada uma das operações de manutenção.

4.4.1. INSPECÇÃO

A prática de inspecção geral poderá ser realizada pelos utentes, visto que os fenómenos de degradação dos revestimentos é visualmente conseguido.

Neste sentido, o processo de intervenção do utente nas práticas de manutenção do sistema passará apenas pelo acto de inspecção e de transmissão do seu resultado ao técnico especializado.

Esta consideração foi assumida, na medida em que as operações envolvidas de manutenção serão, para este sistema, de carácter técnico especializado.

Neste contexto o fluxograma seguinte demostra o processo de intervenção do utente nas operações de manutenção.

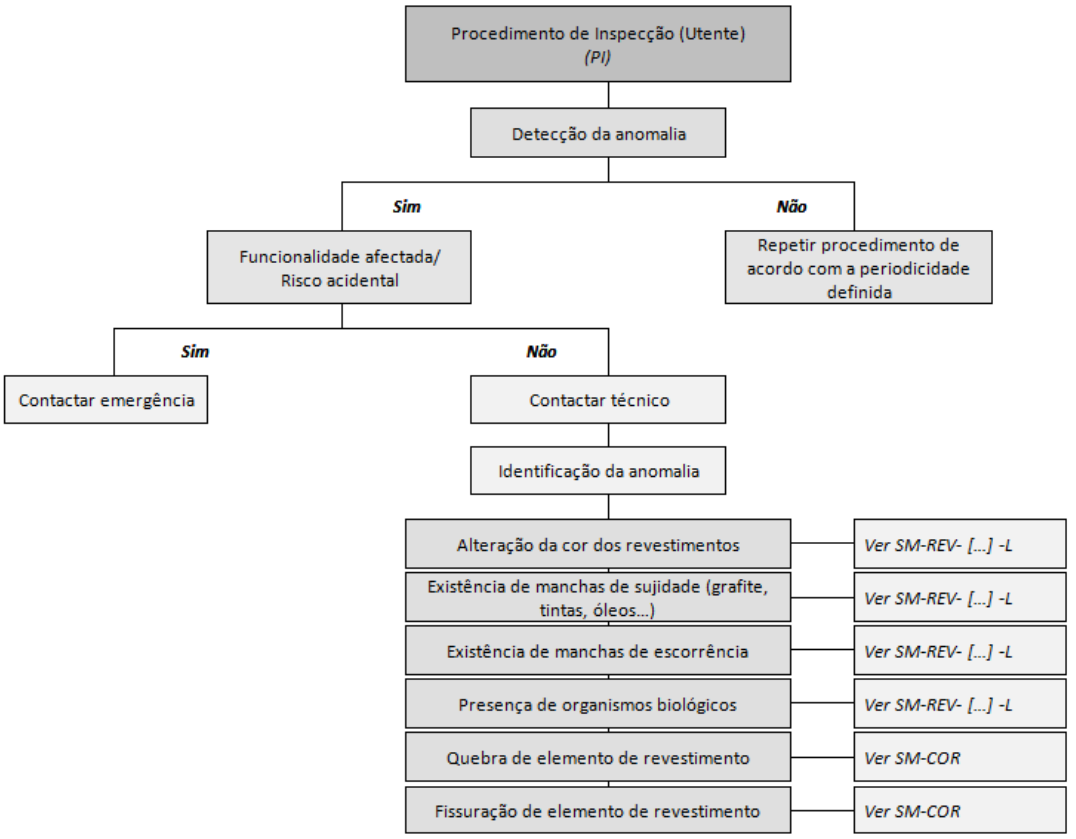


Fig. 56 - Procedimento de Inspecção *(PI)*.

Desta forma o modo de actuação do utente assegurará uma inspecção cíclica do sistema, onde em caso de detecção de anomalia, que não coloque em causa a segurança dos utentes e outros, transmitirá a informação ao técnico especializado. Com a identificação da anomalia o técnico deverá seguir as instruções de limpeza ou de correcção conforme indicado.

Tendo como princípio que as solicitações que provocam desgastem sobre este sistema depende de alguns factores, foram determinados agentes que afectam a periodicidade de inspecção.

Importa neste caso sublinhar que, como anteriormente referido, a periodicidade da operação de inspecção foi realizada afectando os tempos previstos pelos fabricantes e técnicos que é de [3;5] anos.

Como tal, as variáveis que se assumiram como preponderantes na afectação da abordagem da manutenção são:

- *Atitude de intervenção;*
- *Condições de uso;*
- *Orientação das fachadas;*
- *Altura do edifício.*

Estas variáveis foram concretizadas tendo em vista a aplicação prática do capítulo 5, cujo sistema é composto por elementos de revestimento de pedra natural, não sendo contemplada a variável acção do vento em função do desenvolvimento em altura do edifício.

A atitude de intervenção depende da abordagem e da interpretação unipessoal de cada utente face às acções de manutenção e à apreciação do estado de degradação dos elementos do sistema expostos. Classifica-se a atitude de intervenção como exigente, média e simplista, conforme a aceitação às rotinas de manutenção sejam ou não adquiridas e praticadas com frequência.

As condições de uso pretendem retratar a intensidade a que o sistema está exposto, na medida em que a localização urbana ou rural distinguirá as solicitações de desgaste por níveis de poluição maiores na primeira. Por outro lado, pretende retratar também que as diferentes tipologias dos edifícios em que o sistema está aplicado pode apresentar um peso significativo, na medida em que um edifício colectivo público, ao ser frequentado por diferentes utentes estará sujeito a maiores solicitações e o risco de degradação e desgaste será maior do que quando comparado com um edifício habitacional unifamiliar. Neste sentido classificaram-se as condições de uso em máximo, corrente e mínimo.

A organização destes dois factores resulta no seguinte quadro.

Quadro 15 - Coeficientes de afectação. (condições de uso e atitude de intervenção)

Atitude de intervenção / Condições de uso	Exigente	Média	Simplista
Máximo	0,8	1	1,2
Corrente	0,9	1,1	1,3
Mínimo	1	1,2	1,4

Os coeficientes apresentados retratam que por exemplo, para uma atitude de intervenção exigente e para um uso máximo, as necessidades de inspecção serão mais severas, na medida que o tempo de inspecção previsto pelo fabricante será multiplicado por 0.8, ou seja, as práticas de inspecção serão mais frequentes neste caso.

O factor da "orientação das fachadas" é preponderante neste sistema, pois como descrito as solicitações climatéricas variam com esta variável. Neste sentido o autor destacou a variável orientação norte das restantes, pois a falta de luminosidade e os elevados teores de humidade afectam sobretudo as fachadas com esta orientação geográfica.

Outro factor de degradação a ter em conta é a "altura do edifício", no sentido que os elementos do sistema mais acessíveis aos utentes serão alvo de uma maior utilização, sendo maior o risco de quebra do elemento exterior devido a acções acidentais. No mesmo sentido as acções de vandalismo fazem-se sentir nas fachadas acessíveis à "mão do Homem". Desta forma, o autor definiu a altura do edifício até dois metros como mais susceptível do que a restante. A materialização destas variáveis resulta no seguinte quadro.

Quadro 16 - Coeficientes de afectação. (altura e orientação do edifício)

Orientação / Altura	Norte	Outras Orientações
<2m	0,7	1
>2m	0,8	1,2

Interpretando os coeficientes verificamos que por exemplo, para um nível inferior a dois metros de altura de fachada, a orientação Norte apresenta um coeficiente de 0.7, que retrata uma severidade maior quando comparado com as restantes orientações. Desta forma, no seguimento da exposição, as necessidades de inspecção serão maiores segundo a orientação Norte, bem como em elementos localizados até dois metros de altura.

A assemblagem destes dois quadros resulta no quadro seguinte.

Quadro 17 - Coeficientes de afectação.

Coeficientes de afectação				Atitude de intervenção					
				Exigente		Média		Simplista	
				Orientação					
				Norte	Outras	Norte	Outras	Norte	Outras
Condições de uso	Máximo	Altura	<2m	0,56	0,80	0,70	1	0,84	1,20
			>2m	0,64	0,96	0,80	1,20	0,96	1,44
	Corrente		<2m	0,42	0,90	0,77	1,10	0,91	1,30
			>2m	0,72	1,08	0,88	1,32	1,04	1,56
	Mínimo		<2m	0,70	1	0,84	1,20	0,98	1,40
			>2m	0,80	1,20	0,96	1,44	0,92	1,68

A aplicação dos coeficientes de afectação consta na ficha de periodicidade de inspecção *(SM-INS)*.

4.4.2. LIMPEZA

As práticas de limpeza apresentam-se como fundamentais neste tipo de sistema, pelo que de acordo com a estruturação da base de dados surge a necessidade de realçar este campo com fichas distintas das restantes operações de manutenção.

As fichas de limpeza surgem como resposta às manifestações de degradação sentidas efectivamente em serviço.

A figura seguinte demostra o conteúdo contido nas fichas destinadas às operações de limpeza.

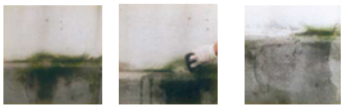
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Presença de organismos biológicos	Concentração que contém água, cloreto de amónio e tensioactivo catiónico (Inf. a 5%).	Elimina algas, musgos e líquenes dos revestimentos de fachadas.	 [www.filachim.com] 1. Pulverizar o produto sobre a superfície que se deseja limpar. O produto actuará de imediato, eliminando lentamente as crostas vegetais acumuladas; 2. Para uma perfeita limpeza devesse esperar 2 a 3 dias; 3. Pulverizar com água, retirando o produto e a sujidade vegetal; 4. Para finalizar recomenda-se a aplicação de um repelente de água sobre a superfície.

Fig. 57 - Excerto de Ficha de Limpeza *(SM-REV- […] -L).*

De um modo geral a ficha contempla para cada manifestação patológica, os produtos a utilizar para a sua eliminação, bem como de uma breve descrição da funcionalidade dos mesmos e do modo de aplicação para um correcto resultado de limpeza.

4.4.3. MEDIDAS DE PRÓ-ACÇÃO

No que diz respeito a medidas de pró-acção, estão previstas acções de limpeza generaliza com periodicidade definida, à base de lavagem com água sob pressão, detergente neutro e produto hidro-repelente e/ou produto fungicida/algicida.

4.4.4. MEDIDAS DE CORRECÇÃO E DE SUBSTITUIÇÃO

O autor definiu correcção, como uma substituição localizada de um elemento danificado. Por outro lado a substituição consiste na permuta integral de todo o elemento do sistema em causa.

Anexamente está presente a ficha de correcção e/ou de substituição, sendo que nesta está descrito o modo de permuta de elementos de revestimento fixos por intermédio de gatos, bem como a forma de substituir painéis colados à estrutura de ripas fixadas mecanicamente.

4.4.5. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

Do ponto de vista de utilização, são elaboradas as recomendações necessárias para que o sistema mantenha o desempenho exigido. Sendo as condições de utilização direccionadas para o utilizador, estas são reproduzidas no manual de utilização sob a forma de pictogramas elucidativos.

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram descritas as manifestações patológicas que serviram de sustentação para a realização das fichas contidas no Anexo A1. A constatação destas anomalias facilitou a concretização dos actos de manutenção. Dada a variedade de soluções do sistema, houve a necessidade de agrupar soluções de modo a generalizar processos de intervenção. A realização desta base de informação permitirá a concretização dos manuais de serviço de um caso real apresentado no Capítulo

5
APLICAÇÃO PRÁTICA

5.1. CASO DE ESTUDO

O presente capítulo tem como objectivo a realização do manual de serviço, bem como do plano de tarefas e respectivo cronograma financeiro, associado a um determinado edifício.

O edifício alvo desta aplicação é a biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Este localiza-se na Rua Dr. Roberto Frias, no Polo Universitário do Porto. Realizando uma breve descrição, a biblioteca é constituída por oito pisos, sendo que os seis superiores destinam-se a espaços didácticos de estudo e leitura, enquanto que os restantes contêm a recepção e um espaço de lazer (café). Importa acrescentar que o ano de construção do edifício reporta a 2001.

As figuras seguintes realçam a localização do edifício no seio da faculdade, bem como o aspecto estético da biblioteca.



Fig. 58 - Localização e vista geral da biblioteca.

Do ponto de vista de caracterização da solução do sistema de fachadas ventiladas, o edifício possui como elemento de revestimento pedra natural, sendo o sistema de fixação destes elementos realizado por grampos fixados mecanicamente.

Do ponto de vista de orientação, as fachadas estão orientadas segundo os quatro principais pontos, sendo o alçado principal, visível na figura anterior, correspondente à exposição Norte.

A seguinte figura demonstra uma planta genérica do edifício em análise.

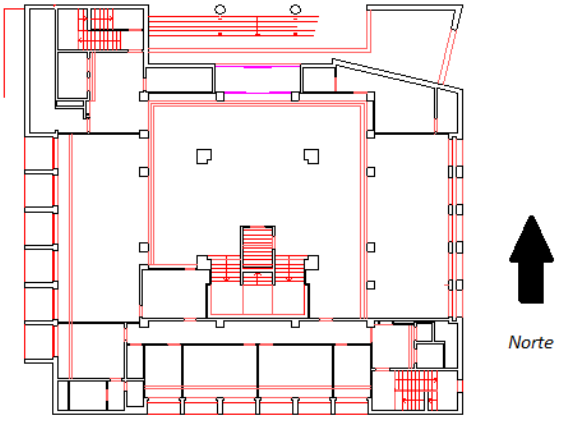


Fig. 59 - Planta geral da biblioteca. [www.fe.up.pt]

Para a posterior determinação dos custos de intervenção de manutenção, importa destacar as medidas de áreas associadas às fachadas do edifício. Deste modo, tendo em conta as dimensões em planta, a altura do edifício e a presença de vãos envidraçados, o autor assumiu os seguintes valores:

$$A_{norte} = 869m^2;\ A_{sul} = 818m^2;\ A_{este} = 858m^2;\ A_{oeste} = 858m^2$$

5.1.1. MANUAL DE MANUTENÇÃO

A elaboração do manual de manutenção foi sustentada pelos princípios da teoria da manutenção descritos no capítulo 2, resultando da importação do conhecimento contido na base de dados do sistema apresentado no capítulo 4, aplicado a um caso prático real.

Como tal, conforme apresentado anteriormente, compete ao técnico especializado a aplicação das práticas de manutenção do sistema em questão. Não obstante, o utente poderá realizar a prática de inspecção não técnica, ou seja, realizar esta operação sob o ponto de vista visual, de forma a não colocar em risco a sua segurança.

Da aplicação do manual de manutenção, ver Anexo A2, resultaram essencialmente três anomalias que advêm da exposição climatérica que o edifício está sujeito. As anomalias verificadas, segundo o manual, são direccionadas para as práticas de limpeza e de correcção conforme o tipo de manifestação detectada.

A indexação das práticas de manutenção realizadas ao tempo e custos será realizada respectivamente no Plano de Manutenção e no Cronograma Financeiro.

5.1.2. MANUAL DE UTILIZAÇÃO

A existência deste manual está intimamente orientado para o utente, estando contido neste as condições essenciais para a correcta utilização do sistema.

A consulta deste manual pode ser realizada no Anexo A2.

O manual é concretizado por pictogramas elucidativos sobre a forma de actuação do utente. A figura 60 é exemplificativa do conteúdo do manual de utilização.

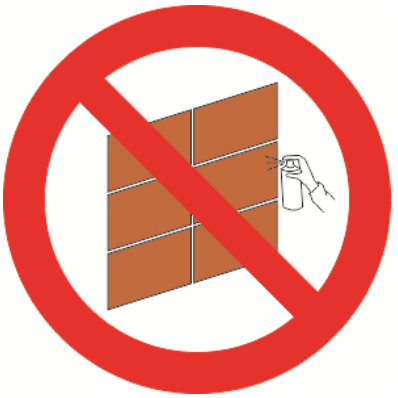


Fig. 60 - Pictograma tipo do manual de manutenção.

Do manual de utilização destacam-se as seguintes tarefas:

- *Não grafitar os elementos de revestimento;*
- *Não introduzir objectos entre os elementos de revestimento capazes de obstruir a livre circulação da lâmina de ar.*

As recomendações contidas no manual visam manter o correcto funcionamento e desempenho do sistema em estudo.

5.1.3. PLANO DE MANUTENÇÃO

Da aplicação do manual de manutenção resulta o seguinte Plano de Manutenção.

Periodicidade (anos)	
OPER.	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50
INSP.	
LIMP.	q.n
PRÓ-ACT.	
COR. (rev)	q.n
COR. (fix)	q.n
SUB. (rev)	+60
SUB. (fix)	

Legenda

OPER.- Define as operações de manutenção associadas ao sistema em estudo;
INSP.- Engloba todas as operações de inspecção a realizar;
LIMP- Corresponde às práticas de limpeza de execução necessária;
PRÓ-ACT. - Diz respeito às práticas pró-activas;
COR.(rev) - Traduz o campo referente às medidas de correcção associadas ao elemento revestimento;
COR.(fix) - Compreende as medidas de correcção associadas ao elemento de fixação;
SUB.(rev) - Abrange as práticas de substituição dos elementos de revestimento;
SUB.(fix) - Inclui as práticas de substituição referente aos elementos de fixação.

q.n – Quando necessário
n.a - Não aplicável

Fig. 61 - Plano de Manutenção.

Este plano contempla as operações de manutenção e está realizado para um ciclo de vida útil de 50 anos.

No que diz respeito à prática de inspecção, de acordo com a abordagem do autor, a periodicidade ideal para a sua concretização será num espaço temporal que compreende o intervalo [3;5], pelo que o autor assumiu a periodicidade de 4 anos como representativa.

Relativamente às práticas de limpeza, não se atribuiu nenhum espaço temporal pré-determinado que justifique a sua execução. Facto assumido pela dificuldade de estabelecer uma ligação temporal de quando surgirá uma anomalia associada ao aparecimento de uma sujidade por grafite, ou quando surgirão manifestações associadas a presença de eflorescências ou de organismos biológicos. A incerteza climatérica é uma forte condicionante que afecta esta indeterminação.

Como medidas pró-activas, de acordo com o estipulado, foram contempladas as medidas de limpeza de carácter periódico que visam restabelecer a imagem inicial do sistema impedindo a deterioração precoce dos elementos que compõem o sistema. Deste modo, o autor destaca como prática essencial a limpeza dos elementos de revestimento à base de água sob pressão ou através de jacto de areia, recorrendo à aplicação dum detergente neutro, bem como da aplicação de produtos fungicida-algicida e de um impregnante repelente de humidade. Esta tarefa deverá ser realizada com uma periodicidade de 10 anos.

A operação de correcção dos elementos de fixação e de revestimento, ou seja, a substituição pontual desses elementos, deverá ser concretizada aquando a verificação de anomalias que o justifiquem.

As práticas de substituição, estando associadas à permuta total de todos os elementos de fixação e de revestimento, reflectem as operações a efectuar após o terminar da vida útil desses elementos. Desta forma, 40 anos será aproximadamente o ciclo de vida associado a elementos de fixação e cerca de 60 anos a elementos de revestimento.

O Plano de Manutenção pode ser observado no Anexo A3.

5.1.4. CRONOGRAMA FINANCEIRO

Após a determinação das operações a realizar descritas pelo Manual de Manutenção, bem como da calendarização exequível das mesmas práticas contidas no Plano de Manutenção, neste ponto é feita uma análise de custos decorrentes da realização dessas tarefas.

A figura seguinte é representativa dessa análise.

Quadro 18 - Cronograma financeiro.

Operações	€/m²	m²	Nº operações em 50 anos	€/50 anos	€/ano	€/50 anos Total (manutenção)	€/ano Total (manutenção)	€/m²/50 anos Total (manutenção)	€/m²/ano Total (manutenção)	PERMAN I (%)	PERMAN II (%)
Inspecção (visual e métrica)	0,65	3402	12	26536	531	496182	9924	146	2,9	172	0,42
Pró-acção	15		4	204120	4082						
Substituição revestimento	85		0,83	240011	4800						
Substituição fixação	7,5		1	25515	510						

Do cronograma financeiro apresentado anteriormente destaca-se a determinação dos seguintes valores resultantes da realização das operações de manutenção definidas no plano de manutenção:

- *Custo das operações de manutenção em 50 anos;*
- *Custo anual das operações de manutenção;*
- *Custo total das operações de manutenção num ciclo de 50 anos;*
- *Custo total das operações de manutenção por ano;*
- *Custo total das operações de manutenção por ano e por m^2;*
- *PERMAN I- indicador da percentagem de manutenção total para um período de 50 anos face ao custo do sistema novo;*
- *PERMAN II- indicador da percentagem de manutenção total despendida por ano (€/m2) face ao custo do edifício (€/m^2).*

Dos valores determinados, destaca-se o elevado peso das práticas pró-activas e das medidas de substituição. Este realce está expresso no custo individual dessas operações, fazendo-se reflectir por consequência no custo de 2,9 €/m^2/ano que define o custo total anual por unidade de área a despender com operações de manutenção.

Neste contexto, é de verificar que os indicadores PERMAN também exprimem o elevado custo de manutenção face ao sistema enquanto novo, bem como face ao custo do edificado.

Desta forma, de uma análise de sensibilidade, realça-se que a concretização destas práticas nestes moldes é impraticável e não seria a opção ideal.

Reformulando a aplicação das operações de manutenção, pondera-se que as medidas de substituição integral dos elementos de revestimento e de fixação não se apresentam de carácter essencial, uma vez que num período de 50 anos, estes elementos ainda se poderão apresentar em boas condições de funcionamento em serviço. Noutra abordagem, é de frisar que face aos avanços tecnológicos a substituição destes elementos por elementos idênticos poderá não ser a solução mais eficiente e mais económica.

Como tal, a reformulação da abordagem do conhecimento resulta no seguinte cronograma financeiro.

Quadro 19 - Cronograma financeiro reformulado.

Operações	€/m^2	m^2	Nº operações em 50 anos	€/50 anos	€/ano	€/50 anos Total (manutenção)	€/ano Total (manutenção)	€/m^2/50 anos Total (manutenção)	€/m^2/ano Total (manutenção)	PERMAN I (%)	PERMAN II (%)
Inspecção (visual e métrica)	0,65	3402	12	26536	531	230656	4613	68	1,4	80	0,19
Pró-acção	15		4	204120	4082						

Da análise do cronograma financeiro anterior é de verificar que os custos associados às operações de manutenção são efectivamente menores. Fixando o custo total de manutenção por unidade de área por ano de 1,4 €/m^2/ano, constatamos que representa cerca de metade do custo com a contabilização das práticas de substituição expostas na análise anterior. Desta forma, a aplicabilidade destas práticas é suportável e realista.

Do manual de manutenção aplicado ao caso prático apresentado resultam anomalias que carecem de intervenção que visam repor os níveis exigências requeridos. Associado a essas intervenções estão subjacentes os seguintes custos.

Quadro 20 - Custo da intervenção inicial.

Intervenção Inicial		
Fachada Norte e Oeste:	Anomalia	Presença de organismos biológicos (algas).
	Área de fachada (m^2)	1727
	Custo €/m^2 (limpeza)	30
	Custo Total € (limpeza)	51802
Fachada Sul e Este:	Anomalia	Descoloração dos elementos de revestimento.
	Área de fachada (m^2)	1676
	Custo €/m^2 (limpeza)	20
	Custo Total € (limpeza)	33520
	Custo Total (€) de limpeza do edifício	85322

De acordo com as anomalias essenciais presentes, foi elaborada uma abordagem por fachadas. Segundo a orientação Norte e Oeste foi claramente detectada uma presença de organismos biológicos, enquanto que segundo as restantes orientações a descoloração dos elementos de revestimento é constatada. Os custos associados perfazem um total de 85322 €.

O custo associado à intervenção inicial é elevado, visto que até então, não terem sido realizadas medidas de manutenção, nomeadamente as práticas pró-activas.

Com a finalidade de avaliar se a realização das medidas pró-activas é compensatória a longo prazo, o autor realizou uma simulação de duas hipóteses de actuação.

A primeira hipótese corresponde a realizar as medidas de manutenção apresentadas, bem como executar a acção de limpeza pró-activa com a periodicidade indicada.

Por oposição, a segunda hipótese corresponderá à realização dos actos de manutenção mencionados, exceptuando a acção pró-activa periódica.

O gráfico seguinte é elucidativo desta análise.

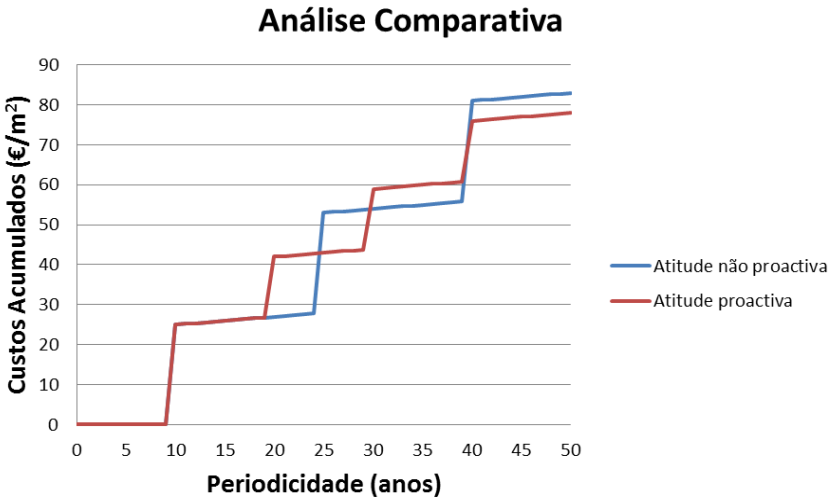


Fig. 62 - Análise comparativa das hipóteses de actuação.

Da configuração do gráfico é de salientar que até ao presente momento não foram realizadas medidas de manutenção, pelo que o custo associado será nulo. A concretização da intervenção inicial especializada apresenta um custo aproximado de 25€/m^2. Após esta execução estão traçados os dois cenários. A inclinação dos segmentos de recta corresponde ao custo da operação de inspecção por unidade de área por ano. Essa variável foi assumida como constante no tempo, correspondendo ao custo de 0,2€/m^2/ano.

As considerações tomadas para a atitude não pró-activa foram:

- *Intervenção especializada com custo de 25€/m^2;*
- *Periodicidade de intervenção a cada 15 anos.*

Relativamente à atitude pró-activa foram assumidas, como já evidenciado, as seguintes ponderações:

- *Intervenção de limpeza com custo de 15€/m^2;*
- *Periodicidade de intervenção a cada 10 anos.*

Da interpretação gráfica destaca-se que para o ciclo de 50 anos, a acção de manutenção com atitude pró-activa é compensatória face à atitude não pró-activa, representando uma flutuação no custo de aproximadamente 16000€.

Realizando uma análise de sensibilidade total apresenta-se o seguinte gráfico, onde é incluída a hipótese de realização das operações de manutenção com atitude pró-activa desde o instante inicial de vida dos elementos em estudo.

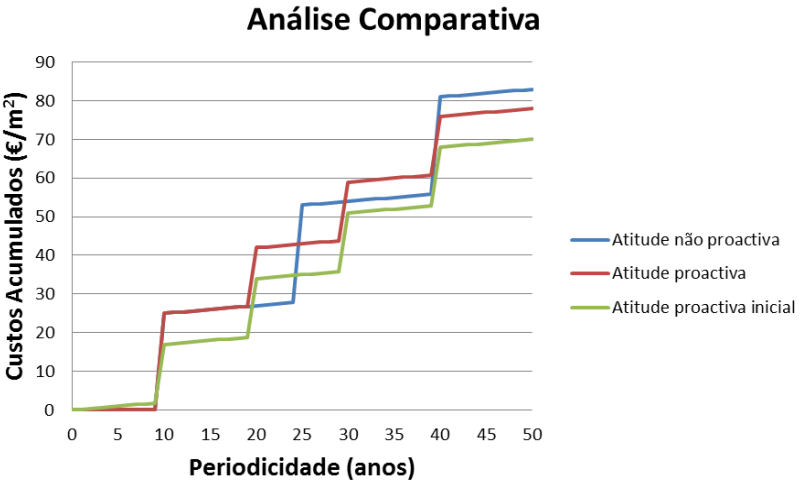


Fig. 63 - Análise comparativa global das hipóteses de actuação.

Da inclusão desta hipótese de atitude de intervenção, surge naturalmente que para o mesmo ciclo de 50 anos os custos totais acumulados serão significativamente mais reduzidos quando comparados com as restantes formas de actuação.

Neste contexto, apresenta-se o Quadro 21 que contém a diferença de custos das 3 hipóteses de actuação.

Quadro 21 - Análise de sensibilidade de custos.

Análise de Sensibilidade	€/m^2	€
Custo de erro de projecto/Ausência de protecção fungicida/algicida.	8	25600
Diferença de actuação ao fim de 50 anos (não pró-activa e pró-activa)	5	16000
Diferença de actuação ao fim de 50 anos (pró-activa e pró-activa inicial)	8	25600
Diferença de actuação ao fim de 50 anos (não pró-activa e pró-activa inicial)	13	41600

Do quadro anterior, realça-se a importância da sistematização do conhecimento sobre as operações de manutenção para uma correcta gestão de edifícios. Para o caso prático em estudo, o traçar de hipóteses de actuação permite ponderar formas de actuação com vista o melhor desempenho dos sistemas em causa em função do custo das operações envolvidas. Desta forma, após a intervenção de limpeza técnica necessária, a melhor forma de actuação será, como observado, a de actuar de forma pró-activa.

6
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

6.1. CONCLUSÕES

Face ao enquadramento económico que marca o panorama nacional e internacional, a necessidade de valorizar os bens imóveis ganha relevância. Deste modo, é urgente expandir a cultura de manutenção de edifícios e alertar os utentes para a importância da sua interacção com os imóveis. Manter é gerir e apenas com esta preocupação é conseguida uma garantia de qualidade e segurança dos edificados, bem como um controlo de custos das operações a realizar.

Neste sentido, esta dissertação constitui mais um instrumento para o universo da manutenção de edifícios.

Relativamente ao sistema em estudo, destaca-se que a diversidade de soluções de revestimento que compõe o sistema dificultou a generalização de conceitos e procedimentos de actuação das práticas de manutenção. No entanto, a base de informação contida no sistema de manutenção realizada pelo é representativa de um vasto leque de soluções.

Estando o sistema exposto a vários factores de degradação de intensidade aleatória, a determinação da periodicidade das operações de limpeza revelou-se complexa. Este facto levou a que na aplicação prática o autor criasse cenários representativos de hipóteses de periodicidades de intervenção. Para essas hipóteses criadas foi notório que a intervenção após a evidência das manifestações patológicas, definidas pela periodicidade aproximada de 15 anos, será menos económica do que intervir proactivamente realizando uma limpeza generalizada com periodicidade de 10 anos.

Realizando uma análise de sensibilidade, denotou-se que a inclusão da totalidade das tarefas de manutenção do sistema apresenta-se impraticável a nível económico, facto que o levou a seleccionar as tarefas essenciais para o correcto desempenho do sistema. Da totalidade das operações destacam-se as operações de inspecção e as medidas pró-activas, que contemplam actos de limpeza generalizada.

No decorrer da aplicação do manual de manutenção verificou-se incapacidade técnica para inspeccionar os elementos de fixação. Esta operação requer material especializado como o boroscópio, bem como equipamento auxiliar que permitisse realizar a tarefa ao longo da altura do edifício. Este facto confirma a falta de manutibilidade da solução para estes elementos.

O documento realizado alcançou os objectivos requeridos no âmbito da manutenção de edifícios, definidos no Capítulo 1. Como tal, foi esclarecida a necessidade de realizar operações de manutenção no sistema de fachadas ventiladas, bem como de quais os actos fundamentais de manutenção a exercer. Do ponto de vista financeiro foram clarificados os custos das operações de manutenção, sendo também determinada a forma de actuação mais vantajosa economicamente.

6.2. RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Ao longo da realização deste documento surgiram ideias de desenvolvimento específico passiveis de serem retratadas individualmente e de serem objecto de estudo científico-didáctico. Neste seguimento, destacam-se as seguintes recomendações:

- Ampliar o universo de soluções e dos instrumentos de manutenção;

- Colocar o quadro síntese de conhecimento e do sistema de manutenção em suporte informático de modo a permitir uma fácil acessibilidade;

- Verificar experimentalmente a concretização das práticas de manutenção do sistema mencionadas pelo autor;

- Divulgar efectivamente aos utentes as condições de utilização contidas no manual de utilização;

- Verificar experimentalmente, ao longo de um largo período temporal, a evolução do comportamento do sistema em serviço;

- Validar experimentalmente os coeficientes de afectação propostos pelo autor, evidenciando que para além da atitude de intervenção dos utentes sobre os imóveis, factores como exposição solar, orientação geográfica, meio de inserção e acessibilidade ao sistema são preponderantes para as acções de manutenção;

- Realizar estudos comportamentais relativos a acção do vento sobre este sistema;

- Estudo probabilístico dos períodos de previsão para realização das operações de manutenção;

- As preocupações de manutibilidade do sistema, ou seja, a facilidade para a realização de operações de manutenção não devem ser esquecidas. Deste modo, a criação de mecanismos de acesso a locais menos atingíveis, caso dos elementos de fixação, promoveria uma maior eficácia para a realização das operações previstas.

BIBLIOGRAFIA

[Almeida, F. (2005)]. *O património cultural no planeamento e no desenvolvimento do território.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[Arbizzani, E. (1991)]. *Tecnologie per la Manutenzione dei Patrimoni Immobiliari e dele Reti*, ICIE – Instituto Cooperativo per L'Innovazione.

[Calejo, R. (1989)]. *Manutenção de edifícios – análise de um banco de dados sobre um parque habitacional.* Dissertação de Mestrado em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[Calejo, R. (2001)]. *Gestão de edifícios – Modelo de Simulação Técnico-económica.* Dissertação de Doutoramento em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[Calejo, R. (2006)]. *Manuais de manutenção e utilização.* Encontro nacional sobre qualidade e inovação na construção, Novembro de 2006,LNEC, pág 465-476, LNEC Edições, Lisboa.

[Calejo, R. (2008)]. *Processos de previsão em sistemas integrados de manutenção de edifícios (SIME), pirâmides de custo.* Fórum GESCON2008, Dezembro de 2008, FEUP, Porto.

[Calejo, R., Barbosa, A. (2004)]. *Sistema Integrado de Gestão para Manutenção de Edifícios.* Actas do 2º Congresso Nacional da Construção – Construção 2004: Repensar a construção, 2004, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pág 731 – 736, Porto.

[Camposinhos, R., (2009)]. *Revestimentos em Pedra Natural com Fixação Mecânica – Dimensionamento e Projecto*. 199, Edições Sílabo, Lisboa.

[Cóias, V., (2004)]. *Guia prático para a conservação de imóveis*, Dom Quixote, Lisboa.

[Cóias, V., (2006)]. *Inspecção e ensaios na reabilitação de edifícios*, IST Press, Lisboa.

[Dias, P., (2009)]. *Contribuição para a Selecção de uma Fachada em Pano Simples*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

[Flores, I., (2002)]. *Estratégias de Manutenção: elementos da envolvente de edifícios correntes*. Dissertação de Mestrado, IST de Lisboa.

[Flores, I., Brito, J. (2002)]. *Estratégias de Manutenção em Fachadas de Edifícios*, 2002, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.

[Flores, I., Brito, J. (2004)]. *Erros na utilização e manutenção de edifícios*, Actas do Congresso Nacional da Construção – Construção 2004: Repensar a Construção, 2004, pág 707, FEUP, Porto.

[LNEC, (1974)].Laboratório Nacional de Engenharia Civil. *Directivas Comuns UEAtc para a Homologação de Fachadas Leves*.

[LNEC, (1990)].Laboratório Nacional de Engenharia Civil, (1990). *Exigências funcionais de revestimento de paredes*. ITE 25. Lisboa.

[LNEC, (1996)]. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. *Apreciação preliminar do sistema GPC de fixação de placas de pedra natural para revestimentos de paredes*. Relatório 236/96. Lisboa.

[Lopes, T. (2005)]. *Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios – aplicação ao revestimento ETICS*. Dissertação de Mestrado em Reabilitação do Património Edificado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[Loureiro, C. (2006)]. *Fachadas Ventiladas – Dossier técnico-económico Outubro de 2006, nº2*. Construlink.

[Lucas, J. (2001)]. *Exigências funcionais de revestimentos de paredes*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

[Machado, J., (2005)]. *Placas de derivados de madeira, Tipos de placas e sua especificação*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

[Martins, J., (2009)]. *Análise Comportamental do Fogo em Sistemas de Fachada com Isolamento pelo Exterior*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

[Mateus, R. (2004)]. *Novas Tecnologias Construtivas com vista à Sustentabilidade da Construção*. Universidade do Minho.

[Muller, A., Alexandre, E., (2005)]. *Desenvolvimento de um sistema de fachada ventilada com placas cerâmicas de grés porcelanato voltado para a construção civil do Brasil*. LABMAT, Campus Universitário Trindade, Florianópolis.

[Neto, N., (2007)]. *Sistema de Apoio Inspecção e Diagnóstico de Anomalias em Revestimentos em Pedra Natural*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

[Paiva, J., Aguiar, J., Pinho, A. (2006)]. *Guia Técnico da Reabilitação Habitacional*. Instituto Nacional da Habitação, Lisboa.

[Paulino, C. (2009)]. *Metodologia de Manutenção de Elementos Exteriores em Madeira*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[Pinho, F., (2001)]. *Paredes de edifícios antigos em Portugal*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

[Resende, M., (2004)]. *Manutenção Preventiva de Revestimentos de Fachada de Edifícios: Limpeza de Revestimentos Cerâmicos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

[Rodrigues, A., (2003)]. *Fachadas com Revestimentos Exteriores Descontínuos e Independentes, Caracterização e Selecção Exigêncial*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

[Santos, F., (2002)]. *Processos de Construção – Revestimento de Paredes com Pedra Natural.* Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

[Simões, D., (2002)]. *Contributo da inovação para o desenvolvimento tecnológico do sector dos edifícios – Perspectivas para as empresas portuguesas*. Dissertação de Mestrado, IST, Lisboa.

[Simões, I., Branco, F., Tiago, P. (2007)]. *Painéis de fachada em GRC*. Comunicações Construção 2007.

[Sousa, H., (2002)]. *Alvenarias em Portugal – Situação actual e perspectivas futuras*. Livro de Actas do Seminário sobre paredes de alvenaria, Porto.

[Sousa, J., (1996)]. *Caracterização da capilaridade de revestimentos de fachadas*. Dissertação de Mestre em Construções de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

www.acieroid.es, Setembro, 2010.

www.alucobond.co.nz, Outubro, 2010.

www.alucoil.com, Outubro, 2010.

www.anicolor.pt. Outubro, 2010.

www.banema.pt, Outubro, 2010.

www.bateig.com, Setembro, 2010.

www.ceramica-lapaloma.es, Outubro, 2010.

www.cociga.pt, Setembro, 2010.

www.construlink.com, Outubro, 2010.

www.construsport.com, Setembro, 2010.

www.densiprisma.com, Setembro, 2010.

www.disset.es, Outubro, 2010.

www.eternit-portugal.pt, Setembro, 2010.

www.facebaq.pt, Setembro, 2010.

www.halfen.pt, Setembro, 2010.

www.inasus.com, Setembro, 2010.

www.inoplla.pt, Outubro, 2010.

www.irisfmg.com, Outubro, 2010.

www.levytportugal.pt, Setembro, 2010.

www.matercaima.pt, Outubro, 2010.

www.mnloureiro.com, Outubro, 2010.

www.patorreb.com, Outubro, 2010.

www.petrecal.com, Setembro, 2010.

www.pj-carpintarias.pt, Setembro, 2010.

www.revmod.com, Outubro, 2010.

www.sinduflex.pt, Setembro, 2010.

www.sisbauten.com, Setembro, 2010.

www.soladrilho.pt. Outubro, 2010.

www.solidlux.com, Outubro, 2010.

www.sotecnisol.pt/fachada-ventilada.php, Outubro, 2010.

www.tecniwood.pt. Outubro, 2010.

www.tecnofront.net, Setembro, 2010.

www.ulmapolimero.com, Outubro, 2010.

ANEXOS

Os anexos contemplam o seguinte conteúdo:

- Anexo A1: Sistema de manutenção;
- Anexo A2: Manuais de serviço;
- Anexo A3: Plano de manutenção.

ANEXO A1-
Sistema de manutenção

O anexo contém as seguintes fichas:

- Sistema de manutenção de revestimentos de pedra- *(SM-REV-PED)*;
- Limpeza de revestimentos de pedra- *(SM-REV-PED-L)*;
- Sistema de manutenção de revestimentos de painéis fenólicos e madeiras- *(SM-REV-(PF+MAD))*;
- Limpeza de revestimentos de painéis fenólicos e madeiras- *(SM-REV- (PF+MAD) -L)*;
- Sistema de manutenção de revestimentos cerâmicos- *(SM-REV-CER)*;
- Limpeza de revestimentos cerâmicos- *(SM-REV-CER-L);*
- Sistema de manutenção de revestimentos de betão polímero e painéis compósitos de madeira e cimento (Viroc) - *(SM-REV- (BP+VIROC))*;
- Limpeza de revestimentos de betão polímero e painéis compósitos de madeira e cimento (Viroc) - *(SM-REV- (BP+VIROC) -L)*;
- Sistema de manutenção de revestimentos de alumínio- *(SM-REV-ALU)*;
- Limpeza de revestimentos de alumínio- *(SM-REV-ALU-L)*;

- Sistema de manutenção de correcção de revestimentos de pedra- *(SM-COR-PED)*
- Sistema de manutenção de correcção de painéis leves colados a estrutura intermédia- *(SM-COR-PL)*

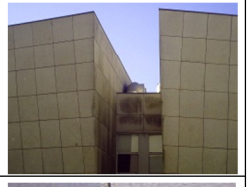
- Sistema de manutenção de elementos de fixação- *(SM-FIX)*

- Sistema de manutenção de periodicidade de inspecção- *(SM-INS)*

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-PED**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural	x	
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m^2)
Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Alteração de cor dos revestimentos 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
		Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…) 				
		Existência de manchas de escorrência 				
		Presença de organismos biológicos 				
		Quebra de elemento de revestimento 				

Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Fissuração de elemento de revestimento 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
	Métrica	Medição de teores de humidade no elemento 			Técnico	[0,50;1,00]
		Verificação da planimetria 				
Limpeza	***Higienização***	Não está prevista uma limpeza quotidiana para este tipo de sistema	-	-	Utente	-
	Técnica ***(Ver SM-PED-L)***	Eflorescências	Material de limpeza	q.n	Técnico	[25,00;35,00]
		Descoloração				[20,00;30,00]
		Manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…)				[35,00;45,00]
		Manchas de escorrência				[15,00;20,00]
		Presença de organismos biológicos				[25,00;35,00]
Medidas pró-activas		Limpeza generalizada com detergente neutro, adicionado de hidro-repelente e/ou produto fungicida/algicida; Impermeabilização	Material de limpeza	[9;11]	Técnico	[12,00;18,00]
Medidas correctivas (Ver SM-COR-PED)		Substituição pontual do elemento de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n	Técnico	[80,00;90,00]
Medidas de substituição (Ver SM-COR-PED)		Substituição integral dos elementos de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n [60;70]	Técnico	[80,00;90,00]
Condições de utilização		Evitar exercer acções de choque capazes de danificar o elemento de revestimento;	-	-	Utente e técnico	-
		Utilizar produtos de limpeza compatíveis com as características dos elementos envolvidos;				
		Não realizar qualquer tipo de pinturas (grafite, óleos, tintas, etc.);				
		Não obstruir a circulação de ar gerada entre o revestimento e o suporte				

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-PED-L**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		Nesta ficha de informação estão representadas as operações de limpeza de revestimentos de pedra.
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural	x	
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

Limpeza			
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Descoloração	Mistura de polisiluxano disperso em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Protege e realça a cor original de todo o tipo de pedras naturais, respeitando as características das mesmas. Protege em profundidade os materiais contra os agentes atmosféricos e contra todo o tipo de manchas orgânicas.	 [www.filachim.com] (Exemplo: antes e depois da aplicação) Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Aplicar o produto sobre a superfície limpa e seca, com uma escova ou outros aplicadores; 2. Durante a aplicação, remover com um pano ou papel absorvente o excesso de produto, antes da superfície secar; 3. Passadas 8 horas, se necessário repetir o processo.

Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Manchas de sujidade (grafite)	Concentração que contém dimetil glutarate, metoxisopropanol, c11-15-12-Sec Pareth, água, dimetil succinato, adipato de dimetilo, acetato de butilo, goma celulósica e tensioactivos não iónicos (inf. a 5%).	Elimina as pinturas das fachadas tratadas e não tratadas. A solução é não corrosiva e não necessita de diluição.	 [www.filachim.com] 1. Aplicar directamente o produto sobre o revestimento com o auxílio de um pulverizador; 2. Deixar actuar durante 5 minutos; 3. Esfregar com esfregão; 4. Enxaguar, utilizando água sob pressão. (Repetir a aplicação se for necessário)
Manchas de escorrência	Aplicação de um hidrófugo, resultante de uma mistura de polisiloxano disperso em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Impede a absorção de água em todo o tipo de revestimentos de pedra natural e cimento, evitando a formação e incorporação de bolor, musgo, mofo, ferrugem, etc.	 [www.filachim.com] Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície perfeitamente limpa e seca, aplicar o produto, com o auxílio de um pulverizador de forma uniforme; 2. Após 24 horas, aplicar uma 2ª demão de forma a conseguir uma perfeita protecção hidrófuga.

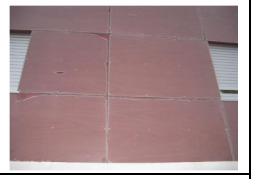
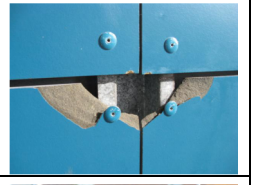
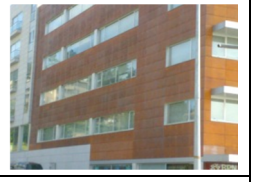
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Presença de organismos biológicos	Concentração que contém água, cloreto de amónio e tensioactivo catiónico (Inf. a 5%).	Elimina algas, musgos e líquenes dos revestimentos de fachadas.	 [www.filachim.com] 1. Pulverizar o produto sobre a superfície que se deseja limpar. O produto actuará de imediato, eliminando lentamente as crostas vegetais acumuladas; 2. Para uma perfeita limpeza devesse esperar 2 a 3 dias; 3. Pulverizar com água, retirando o produto e a sujidade vegetal; 4. Para finalizar recomenda-se a aplicação de um repelente de água sobre a superfície.
Eflorescências	Protecção hidrófuga resultante da mistura de siloxano dispersa em emulsões de água.	Impede a absorção de água evitando a formação de bolor, musgo e mofo. Evita a saída de sais dos materiais, criando uma barreira contra os agentes atmosféricos. Deixa respirar o material. É anti-eflorescências.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície limpa e seca, aplicar o produto de uma forma uniforme, com pano ou outro acessório; 2. Após 4 horas, aplicar 2ª demão, de forma a garantir uma protecção eficaz.

Notas
A consulta destas fichas não prescinde a necessidade de consulta de técnicos especializados no sector.

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-PF+MAD**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		.
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural		
Painéis fenólicos	X	
Madeira modificada	x	
Viroc		

Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m^2)
Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Alteração de cor dos revestimentos 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
		Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…) 				
		Quebra de elemento de revestimento 				
		Presença de organismos biológicos 				
	Métrica	Medição de teores de humidade no elemento 			Técnico	[0,50;1,00]

Inspecção (Ver PI)	***Métrica***	Verificação da planimetria 	Máquina fotográfica Régua Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Técnico	[0,50;1,00]
Limpeza	***Higienização***	Não está prevista uma limpeza quotidiana para este tipo de sistema	-	-	Utente	-
	Técnica (Ver SM-REV-PF+MAD-L)	Descoloração	Material de limpeza	q.n	Técnico	[20,00;30,00]
		Manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…)				[35,00;45,00]
		Presença de organismos biológicos				[25,00;35,00]
Medidas pró-activas		Limpeza generalizada com detergente neutro, adicionado de hidro-repelente e/ou produto fungicida/algicida	Material de limpeza	[9;11]	Utente/ Técnico	[12,00;18,00]
Medidas correctivas (Ver SM-COR-PL)		Substituição pontual do elemento de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n	Técnico	[90,00;150,00]
Medidas de substituição (Ver SM-COR-PL)		Substituição integral dos elementos de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n [60;70]	Técnico	[90,00;150,00]
Condições de utilização		Evitar exercer acções de choque capazes de danificar o elemento de revestimento;	-	-	Utente e técnico	-
		Utilizar produtos de limpeza compatíveis com as características dos elementos envolvidos;				
		Não realizar qualquer tipo de pinturas (grafite, óleos, tintas, etc.);				
		Não obstruir a circulação de ar gerada entre o revestimento e o suporte base.				

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-PF+MAD-L**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		Nesta ficha de informação estão representadas as operações de limpeza de revestimentos de painéis fenólicos e madeira modificada.
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural		
Painéis fenólicos	X	
Madeira modificada	x	
Viroc		

Limpeza			
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Descoloração	Óleo não abrasivo	Protege e realça a cor original deste tipo de revestimentos, respeitando as características dos mesmos. Protege em profundidade os materiais contra as alterações climáticas. Confere um acabamento acetinado-mate transparente.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão e seca (humidade máxima 20%). 1. Aplicar o produto sobre a superfície limpa e seca, com trincha ou spray; 2. Passadas 8 horas dar a 2ª demão do mesmo produto.

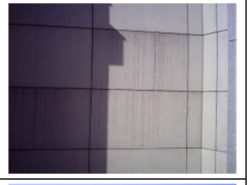
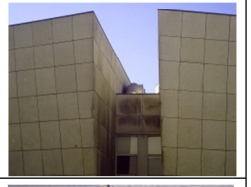
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Manchas de sujidade (grafite)	Concentração que contém dimetil glutarate, metoxisopropanol, c11-15-12-Sec Pareth, água, dimetil succinato, adipato de dimetilo, acetato de butilo, goma celulósica e tensioactivos não iónicos (inf. a 5%).	Elimina as pinturas das fachadas tratadas e não tratadas. A solução é não corrosiva e não necessita de diluição.	 [www.filachim.com] 1. Aplicar directamente o produto sobre o revestimento com o auxílio de um pulverizador; 2. Deixar actuar durante 5 minutos; 3. Esfregar com esfregão; 4. Enxaguar, utilizando água sob pressão.(Repetir a aplicação se for necessário)
Presença de organismos biológicos	Solução de cloreto diluída a 5%.	Contém ingredientes activos para proteger a madeira de algas e fungos. Confere uma elevada resistência à intempérie e aos raios UV.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão e seca (humidade máxima 20%). 1. Aplica-se o produto com trincha ou spray; 2. Após secagem, procede-se a nova lavagem da superfície de forma a remover a sujidade; 3. Para finalizar aplica-se a mesma solução como repelente de água.

Notas
A consulta destas fichas não prescinde a necessidade de consulta de técnicos especializados no sector.

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-CER**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos	x	
Pedra natural		
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

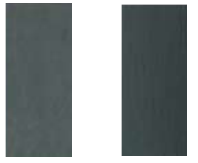
Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m^2)
Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Alteração de cor dos revestimentos 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos Andaimes	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
		Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…) 				
		Existência de manchas de escorrência 				
		Presença de organismos biológicos 				
		Quebra de elemento de revestimento 				

Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Fissuração de elemento de revestimento 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
	Métrica	Medição de teores de humidade no elemento 			Técnico	[0,50;1,00]
		Verificação da planimetria 				
Limpeza	***Higienização***	Não está prevista uma limpeza quotidiana para este tipo de sistema	-	-	Utente	-
	Técnica ***(Ver SM-REV-L)***	Eflorescências	Material de limpeza	q.n	Técnico	[25,00;35,00]
		Descoloração				[20,00;30,00]
		Manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…)				[35,00;45,00]
		Manchas de escorrência				[15,00;20,00]
		Presença de organismos biológicos				[25,00;35,00]
Medidas pró-activas (Ver SM-COR)		Limpeza generalizada com detergente neutro, adicionado de hidro-repelente e/ou produto fungicida/algicida	Material de limpeza	[9;11]	Técnico	[12,00;18,00]
Medidas correctivas (Ver SM-COR)		Substituição pontual do elemento de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n	Técnico	[100,00;150,00]
Medidas de substituição		Substituição integral dos elementos de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n [60;70]	Técnico	[100,00;150,00]
Condições de utilização		Evitar exercer acções de choque capazes de danificar o elemento de revestimento;	-	-	Utente e técnico	-
		Utilizar produtos de limpeza compatíveis com as características dos elementos envolvidos;				
		Não realizar qualquer tipo de pinturas (grafite, óleos, tintas, etc.);				
		Não obstruir a circulação de ar gerada entre o revestimento e o suporte				

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-CER-L**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		Nesta ficha de informação estão representadas as operações de limpeza de revestimentos cerâmicos.
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos	x	
Pedra natural		
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

Limpeza			
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Descoloração	Mistura de polisiluxano disperso em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Protege e realça a cor original deste tipo de revestimentos, respeitando as características das mesmas. Protege em profundidade os materiais contra os agentes atmosféricos e contra todo o tipo de manchas orgânicas.	 [www.filachim.com] (Exemplo: antes e depois da aplicação) Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Aplicar o produto sobre a superfície limpa e seca, com uma escova ou outros aplicadores; 2. Durante a aplicação, remover com um pano ou papel absorvente o excesso de produto, antes da superfície secar; 3. Passadas 8 horas, se necessário repetir o processo.

Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Manchas de sujidade (grafite)	Concentração que contém dimetil glutarate, metoxisopropanol, c11-15-12-Sec Pareth, água, dimetil succinato, adipato de dimetilo, acetato de butilo, goma celulósica e tensioactivos não iónicos (inf. a 5%).	Elimina as pinturas das fachadas tratadas e não tratadas. A solução é não corrosiva e não necessita de diluição.	 [www.filachim.com] 1. Aplicar directamente o produto sobre o revestimento com o auxílio de um pulverizador; 2. Deixar actuar durante 5 minutos; 3. Esfregar com esfregão; 4. Enxaguar, utilizando água sob pressão. (Repetir a aplicação se for necessário)
Manchas de escorrência	Aplicação de um hidrófugo, resultante de uma mistura de polisiloxano disperso em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Impede a absorção de água em todo o tipo de revestimentos de pedra natural e cimento, evitando a formação e incorporação de bolor, musgo, mofo, ferrugem, etc.	 [www.filachim.com] Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície perfeitamente limpa e seca, aplicar o produto, com o auxílio de um pulverizador de forma uniforme; 2. Após 24 horas, aplicar uma 2ª demão de forma a conseguir uma perfeita protecção hidrófuga.

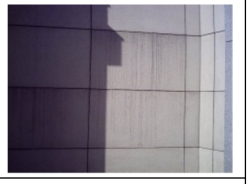
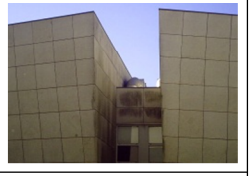
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Presença de organismos biológicos	Concentração que contém água, cloreto de amónio e tensioactivo catiónico (Inf. a 5%).	Elimina algas, musgos e líquenes dos revestimentos de fachadas.	 [www.filachim.com] 1. Pulverizar o produto sobre a superfície que se deseja limpar. O produto actuará de imediato, eliminando lentamente as crostas vegetais acumuladas; 2. Para uma perfeita limpeza devesse esperar 2 a 3 dias; 3. Pulverizar com água, retirando o produto e a sujidade vegetal; 4. Para finalizar recomenda-se a aplicação de um repelente de água sobre a superfície.
Eflorescências	Protecção hidrófuga resultante da mistura de siloxano disperso em emulsões de água.	Impede a absorção de água evitando a formação de bolor, musgo e mofo. Evita a saída de sais dos materiais, criando uma barreira contra os agentes atmosféricos. Deixa respirar o material. É anti-eflorescências.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície limpa e seca, aplicar o produto de uma forma uniforme, com pano ou outro acessório; 2. Após 4 horas, aplicar 2ª demão, de forma a garantir uma protecção eficaz.

Notas
A consulta destas fichas não prescinde a necessidade de consulta de técnicos especializados no sector.

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-BP+VIROC**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero	X	
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural		
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc	x	

Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m^2)
Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Alteração de cor dos revestimentos 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos Andaimes	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
		Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…) 				
		Existência de manchas de escorrência 				
		Presença de organismos biológicos 				
		Quebra de elemento de revestimento 				

Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Fissuração de elemento de revestimento 	Máquina fotográfica Lupa Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
	Métrica	Medição de teores de humidade no elemento 			Técnico	[0,50;1,00]
		Verificação da planimetria 				
Limpeza	***Higienização***	Não está prevista uma limpeza quotidiana para este tipo de sistema	-	-	Utente	-
	Técnica (Ver SM-REV-BP+VIROC-L)	Eflorescências	Material de limpeza	q.n	Técnico	[25,00;35,00]
		Descoloração				[20,00;30,00]
		Manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…)				[35,00;45,00]
		Manchas de escorrência				[15,00;20,00]
		Presença de organismos biológicos				[25,00;35,00]
Medidas pró-activas (Ver SM-COR)		Limpeza generalizada com detergente neutro, adicionado de hidro-repelente e/ou produto fungicida/algicida	Material de limpeza	[9;11]	Técnico	[12,00;18,00]
Medidas correctivas (Ver SM-COR)		Substituição pontual do elemento de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n	Técnico	[120,00;130,00]
Medidas de substituição		Substituição integral dos elementos de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n [60;70]	Técnico	[120,00;130,00]
Condições de utilização		Evitar exercer acções de choque capazes de danificar o elemento de revestimento;	-	-	Utente e técnico	-
		Utilizar produtos de limpeza compatíveis com as características dos elementos envolvidos;				
		Não realizar qualquer tipo de pinturas (grafite, óleos, tintas, etc.);				
		Não obstruir a circulação de ar gerada entre o revestimento e o suporte				

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-BP+VIROC-L**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero	x	Nesta ficha de informação estão representadas as operações de limpeza de Betão polímero e viroc.
Alumínio perfilado		
Alumínio tricamada		
Painéis cerâmicos		
Pedra natural		
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc	x	

Limpeza			
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Descoloração	Componente composto por silício orgânico.	Atenua o envelhecimento e a descamação subsequente do material, fortalecendo a estrutura dos materiais. Retarda a deterioração natural, resistindo à acção dos agentes atmosféricos.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia e posteriormente seca. 1. Com a superfície perfeitamente limpa e seca, aplicar o produto, com o auxílio de um pulverizador, de forma uniforme; 2. Enquanto o produto não secar, deve-se remover os excessos decorrentes da aplicação.

Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Manchas de sujidade (grafite)	Concentração que contém dimetil glutarate, metoxisopropanol, c11-15-12-Sec Pareth, água, dimetil succinato, adipato de dimetilo, acetato de butilo, goma celulósica e tensioactivos não iónicos (inf. a 5%).	Elimina as pinturas das fachadas tratadas e não tratadas. A solução é não corrosiva e não necessita de diluição.	 [www.filachim.com] 1. Aplicar directamente o produto sobre o revestimento com o auxílio de um pulverizador; 2. Deixar actuar durante 5 minutos; 3. Esfregar com esfregão; 4. Enxaguar, utilizando água sob pressão.(Repetir a aplicação se for necessário)
Manchas de escorrência	Aplicação de um hidrófugo, resultante de uma mistura de polisiloxano disperso em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Impede a absorção de água em todo o tipo de revestimentos de pedra natural e cimento, evitando a formação e incorporação de bolor, musgo, mofo, ferrugem, etc.	 [www.filachim.com] Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície perfeitamente limpa e seca, aplicar o produto, com o auxílio de um pulverizador de forma uniforme; 2. Após 24 horas, aplicar uma 2ª demão de forma a conseguir uma perfeita protecção hidrófuga.

Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Presença de organismos biológicos	Concentração que contém água, cloreto de amónio e tensioactivo catiónico (Inf. a 5%).	Elimina algas, musgos e líquenes dos revestimentos de fachadas.	 [www.filachim.com] 1. Pulverizar o produto sobre a superfície que se deseja limpar. O produto actuará de imediato, eliminando lentamente as crostas vegetais acumuladas; 2. Para uma perfeita limpeza devesse esperar 2 a 3 dias; 3. Pulverizar com água, retirando o produto e a sujidade vegetal; 4. Para finalizar recomenda-se a aplicação de um repelente de água sobre a superfície.
Eflorescências	Protecção hidrófuga resultante da mistura de siloxano disperso em emulsões de água.	Impede a absorção de água evitando a formação de bolor, musgo e mofo. Evita a saída de sais dos materiais, criando uma barreira contra os agentes atmosféricos. Deixa respirar o material. É anti-eflorescências.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície limpa e seca, aplicar o produto de uma forma uniforme, com pano ou outro acessório; 2. Após 4 horas, aplicar 2ª demão, de forma a garantir uma protecção eficaz.

Notas
A consulta destas fichas não prescinde a necessidade de consulta de técnicos especializados no sector.

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-ALU**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		Este sistema de informação contempla o procedimento a tomar para revestimentos alumínio.
Alumínio perfilado	X	
Alumínio tricamada	X	
Painéis cerâmicos		
Pedra natural		
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m^2)
Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Existência de manchas de escorrência 	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	[3;5] *(Ver SM-INS)*	Utente	-
		Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…) 				
		Verificação da planimetria 				
Limpeza	***Higienização***	Não está prevista uma limpeza quotidiana para este tipo de sistema	-	-	Utente	-
	Técnica (Ver SM-REV-ALU-L)	Existência de manchas de escorrência	Material de limpeza	q.n	Técnico	[20,00;25,00]
		Manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…)				[35,00;45,00]
Medidas pró-activas		Limpeza generalizada com detergente neutro, adicionado de hidro-repelente e/ou produto fungicida/algicida	Material de limpeza	[9;11]	Técnico	[12,00;18,00]
Medidas correctivas		Substituição pontual do elemento de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n	Técnico	[90,00;110,00]

Medidas de substituição	Substituição integral dos elementos de revestimento; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n [60;70]	Técnico	[90,00;110,00]
Condições de utilização	Evitar exercer acções de choque capazes de danificar o elemento de revestimento;	-	-	Utente e técnico	-
	Utilizar produtos de limpeza compatíveis com as características dos elementos envolvidos;				
	Não realizar qualquer tipo de pinturas (grafite, óleos, tintas, etc.);				
	Não obstruir a circulação de ar gerada entre o revestimento e o suporte base.				

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-REV-ALU-L**

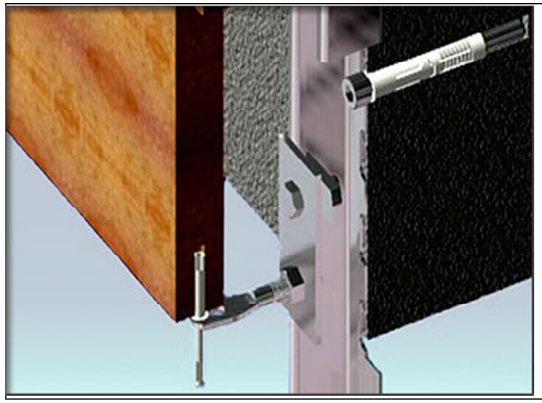


Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero		Nesta ficha de informação estão representadas as operações de limpeza de revestimentos de alumínio.
Alumínio perfilado	X	
Alumínio tricamada	x	
Painéis cerâmicos		
Pedra natural		
Painéis fenólicos		
Madeira modificada		
Viroc		

Limpeza			
Manifestação patológica	*Produtos a utilizar*	*Descrição*	*Modo de aplicação*
Manchas de escorrência *Sujidade (grafite)*	Água e detergente neutro, adicionando um elemento abrasivo para a remoção de grafites.	Lavar a superfície com água e detergente neutro, com jato de água.	1. Lavar a superfície com água e detergente neutro, com jato de água; 2. A secagem pode ser realizada ao ar livre, ou recorrendo a tecidos que não libertem partículas. Na remoção de compostos de silicone e graxa deve-se utilizar álcool isopropílico; Não se deve utilizar solventes do tipo aguarrás e produtos ácidos, que podem causar bolhas e perda de brilho.

Notas
A consulta desta informação não prescinde a necessidade de consulta de técnicos especializados no sector.

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-COR**



Descrição da solução	
Ficha de manutenção	*Observações*
Medidas de Correcção e/ou de Substituição de Elementos de Revestimento	A seguinte ficha tem como objectivo retratar o modo de substituição dos elementos de revestimento de pedra natural fixados por gatos ao suporte base.

Modo de Correcção/ Substituição

A substituição pontual de placas de pedra da superfície corrente do revestimento deve ser feita de acordo com a seguinte sequência de operações:

- Corte do troço inferior dos pinos dos gatos superiores (que têm a função de restringir os deslocamentos horizontais da placa de pedra a substituir);
- Remoção da placa de pedra que se pretende substituir;
- Soldagem do troço superior dos pinos dos gatos superiores (que têm também a função de suportar o peso próprio da placa de pedra superiormente adjacente à placa de pedra a substituir) ao corpo do gato, transformando os gatos do tipo ilustrado na figura 1 em gatos do tipo ilustrado na figura 2;
- Abertura, limpeza e preenchimento com argamassa de novos furos na parede;
- Colocação da nova placa de pedra, introduzindo os pinos dos gatos inferiores nos furos previamente executados nesta placa;
- Introdução de gatos do tipo ilustrado na figura 2 nos chumbadouros e, simultaneamente, dos respectivos pinos nos furos da nova placa de pedra. Estes gatos destinam-se a restringir superiormente os deslocamentos horizontais da nova placa de pedra;
- Posicionamento da placa de pedra, de modo a garantir a planeza do revestimento, podendo recorrer-se ao sistema das pinças de aço para assegurar a restrição dos deslocamentos horizontais da placa de pedra enquanto a argamassa dos chumbadouros não tiver resistência suficiente.

As figuras 3,4,5 e 6 retratam os passos de montagem do sistema em questão.



Fig.1- Gatos a usar em superfície corrente



Fig.2- Gatos a usar em zonas singulares



Fig.3- Furação

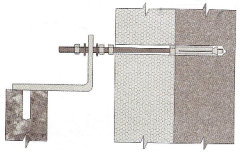


Fig.4- Fixação do perno de suporte

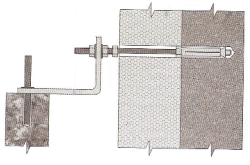


Fig.5- Ajuste da posição da cavilha e aperto do perno

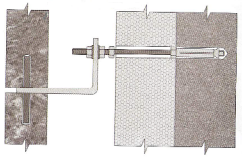


Fig.6- Montagem em sequência das placas

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-COR**



Descrição da solução	
Ficha de manutenção	*Observações*
Medidas de Correcção e/ou de Substituição de Elementos de Revestimento	A seguinte ficha tem como objectivo retratar o modo de substituição painéis de revestimento colados a estrutura de ripas fixadas mecanicamente.

Modo de Correcção/ Substituição

A substituição pontual deste tipo de elementos deve seguir as seguintes fases:

- Remover o painel danificado;
- Verificar se as ripas e os painéis estão perfeitamente limpos e secos. Passar primeiro um pano limpo embebido em álcool (verificar compatibilidade com o suporte) e, em seguida secar com um pano limpo e seco antes de ocorrer a completa evaporação do solvente;
- Uma vez limpos, aplicar um primário nas ripas e nos painéis (apenas na zona onde posteriormente se aplicará a cola). Este primário, assegura a perfeita aderência da cola ao suporte;
- Deixar secar o primário no mínimo 10-15 minutos aproximadamente;
- Após o primário secar, colocar a fita de dupla face sobre as ripas fixas à parede. (a função da fita é suportar o peso do painel durante o processo de cura da cola e delimitar a espessura de cola necessária;
- Remover o papel protector de uma das faces da fita de dupla face;
- Posicionar as tiras de fita de dupla face da seguinte forma:
  . Nas ripas dos extremos, colocar a tira de fita de modo a que a extremidade do painel assente sobre a mesma (como estas ripas partilham 2 painéis, colocar-se-ão 2 fitas, uma ao lado da outra, na parte central da ripa);
  . No caso das ripas intermédias, colocar uma única tira próxima de um dos extremos da ripa;
- Aplicar a cola na ripa, paralelamente à fita de dupla face;
- Remover a película protectora da fita e colocar o painel na sua posição;
- A colocação do painel deve realizar-se dentro de 10 minutos após a aplicação da cola (verificar orientação da colocação do painel);
- Exercer uma forte pressão sobre o painel, evitando deforma-lo. Uma vez, pressionado contra a fita, não poderão efectuar-se mais correcções na posição do painel.

Fixação directa



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

Fig. 1- Aplicação da fita dupla face
Fig. 2-Aplicação da cola
Fig. 3-Montagem do painel

Fixação mista



Fig. 4

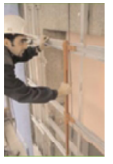


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Fig. 4- Grampo no painel
Fig. 5- Rastréis de alumínio na obra
Fig. 6- Aplicação da cola
Fig. 7- Colocação do painel

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-FIX**

	***Descrição da solução***	
	Ficha de manutenção	*Observações*
	Sistemas de fixação	

Operações		Actuação	Produtos envolvidos/ Meios envolvidos	Periodicidade Prevista (anos)	Entidade responsável	Custos previstos (€/m^2)
Inspecção (Ver PI)	***Visual***	Elementos de fixação corroídos 	Lupa Máquina fotográfica	[3;5]	Utente	-
		Ausência de acessórios de fixação 				
Inspecção (Ver PI)	***Técnica/ Métrica***	Verificação da ligação: sistema de fixação-suporte base 	Boroscópio	[4;5]	Técnico	[2,00;4,00]

Inspecção (Ver PI)	***Técnica/ Métrica***	Verificação da ligação: sistema de fixação-revestimento 	Boroscópio	[4;5]	Técnico	[2,00;4,00]
Limpeza	***Higienização***	Não está prevista uma limpeza quotidiana para estes elementos	-	-	Utente	-
	Técnica	Não está prevista uma limpeza técnica para estes elementos	-	-	Técnico	-
Medidas pró-activas		Não estão previstas medidas pró-activas para elementos de fixação	-	-	Técnico	-
Medidas correctivas		Substituição pontual do elemento de fixação; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n	Técnico	[5,00;10,00]
Medidas de substituição		Substituição integral dos elementos de fixação; *Deverão ser seguidas as práticas de aplicação técnica da marca dos elementos em causa.*	Material de aplicação	q.n [35;40]	Técnico	[5,00;10,00]
Condições de utilização		Não estão previstas condições de utilização	-	-	Utente e técnico	-

Sistema de manutenção: Fachadas Ventiladas	**Refª: SM-INS**



Descrição da solução		
Ficha de manutenção		*Observações*
Betão polímero	X	Nesta ficha de informação estão representadas as periodicidades associadas à operação de inspecção de revestimentos.
Alumínio perfilado	X	
Alumínio tricamada	X	
Painéis cerâmicos	X	
Pedra natural	X	
Painéis fenólicos	X	
Madeira modificada	X	
Viroc	x	

Inspecção

Periodicidade (anos)				Atitude de intervenção					
				Exigente		Média		Simplista	
				Orientação					
				Norte	Outras	Norte	Outras	Norte	Outras
Condições de uso	Máximo	Altura	<2m	[1,7;2,8]	[2,4;4,0]	[2,1;3,5]	[3,0;5,0]	[2,5;4,2]	[3,6;6,0]
			>2m	[1,9;3,2]	[2,9;4,8]	[2,4;4,0]	[3,6;6,0]	[2,9;4,8]	[4,3;7,2]
	Corrente		<2m	[1,9;3,2]	[2,7;4,5]	[2,3;3,9]	[3,3;5,5]	[2,7;4,6]	[3,9;6,5]
			>2m	[2,2;3,6]	[3,2;5,4]	[2,6;4,4]	[4,0;6,6]	[3,1;5,2]	[4,7;7,8]
	Mínimo		<2m	[2,1;3,5]	[3,0;5,0]	[2,5;4,2]	[3,6;6,0]	[2,9;4,9]	[4,2;7,0]
			>2m	[2,4;4,0]	[3,6;6,0]	[2,9;4,8]	[4,3;7,2]	[3,4;5,6]	[5,0;8,4]

Notas

A determinação da periodicidade de inspecção teve como base a afectação dos coeficientes descritos no texto do autor.

ANEXO A2-
Manuais de serviço

O anexo contém a seguinte informação:

- Manual de manutenção;
- Manual de utilização.

Manual de Manutenção: Fachadas ventiladas	**Refª: SM-REV-PED**

Identificação do edifício
Descrição: Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Localização: Rua Dr. Roberto Frias, Polo Universitário
Ano de construção:2001

Identificação do sistema
Revestimento: Pedra Natural
Fixação: Fixação semioculta através de grampos
Observações:

Inspecção

Condições de Uso	
Máximo	X
Corrente	
Mínimo	

Atitude de Intervenção	
Exigente	
Média	X
Simplista	

Altura	
<2m	X
>2m	X

Orientação	
Norte	X
Outras	X

Observações	
As acções de inspecção foram realizadas assumindo as máximas condições de uso, para um nível médio de atitude de intervenção. O edifício foi inspeccionado em toda a sua altura e segundo as 4 orientações geográficas.	
Inspecção realizada:	2011
Próxima Inspecção:	[2014;2016]

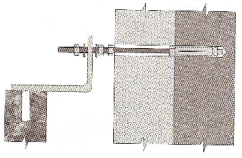
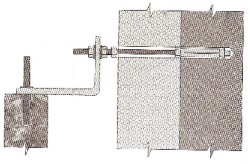
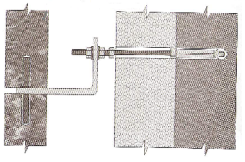
Manifestação da Anomalia	***Meios Envolvidos***	***Afectação****		***Modo de Actuação***
		Sim	Não	
Alteração de cor dos revestimentos	Máquina fotográfica Régua Lupa Medidor de humidade Ficha técnica de revestimentos	***X***		*Ver Campo de Limpeza (1.)*
Existência de manchas de sujidade (grafite, tintas, óleos…)			***X***	*Ver Campo de Limpeza (2.)*
Existência de manchas de escorrência		***X***		*Ver Campo de Limpeza (3.)*
Presença de organismos biológicos		***X***		*Ver Campo de Limpeza (4.)*
Presença de eflorescências			***X***	*Ver Campo de Limpeza (5.)*
Quebra de elemento de revestimento			***X***	*Ver Campo de Correcção/Substituição*
Fissuração de elemento de revestimento			***X***	*Ver Campo de Correcção/Substituição*
Elementos de fixação corroídos	Boroscópio	***n.d***	***n.d***	*Se danificado: Substituição dos elementos de fixação.*
Verificação da ligação: Elemento de fixação-suporte base	Boroscópio	***n.d***	***n.d***	*Se danificado: Substituição dos elementos de fixação.*
Verificação da ligação: Elemento de fixação-revestimento	Boroscópio	***n.d***	***n.d***	*Se danificado: Substituição dos elementos de fixação e/ou revestimento.*

Notas

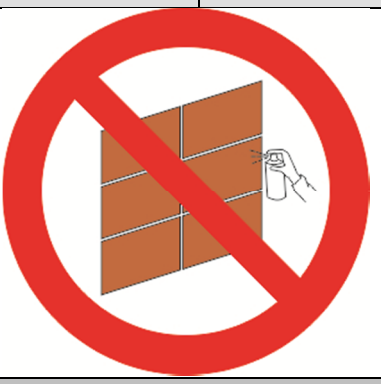
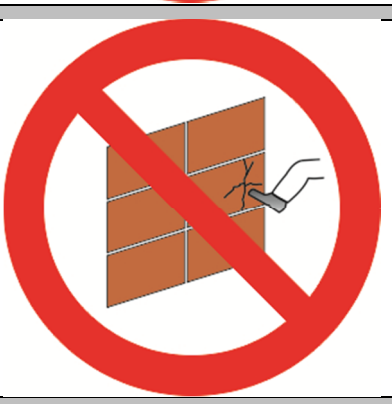
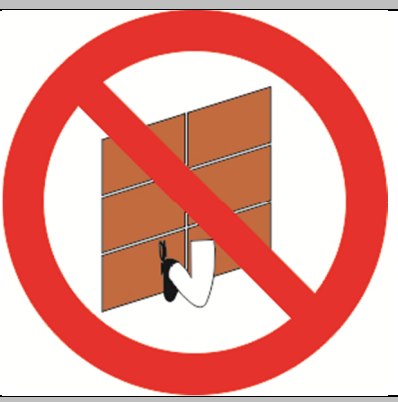
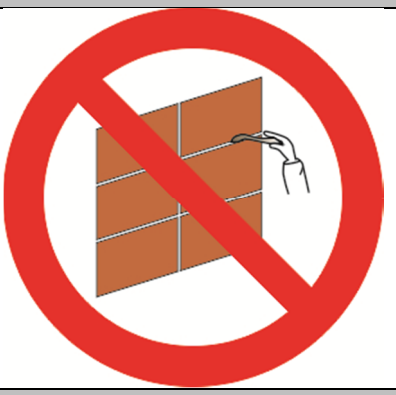
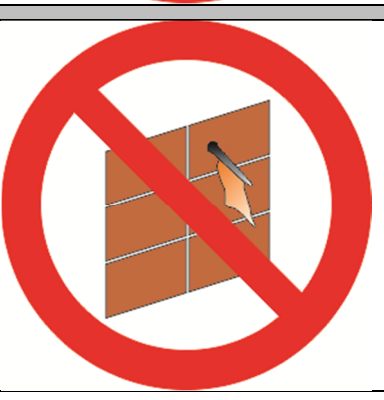
****-preencher com X de acordo com as manifestações verificadas e práticas a realizar.***
n.d - não determinado, por incapacidade técnica estas verificações não foram realizadas.

Limpeza			
Manifestação	***Produtos a utilizar***	***Descrição***	***Modo de actuação***
1.Descoloração	Mistura de polisiluxano disperso em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Protege e realça a cor original de todo o tipo de pedras naturais, respeitando as características das mesmas. Protege em profundidade os materiais contra os agentes atmosféricos e contra todo o tipo de manchas orgânicas.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Aplicar o produto sobre a superfície limpa e seca, com uma escova ou outros aplicadores; 2. Durante a aplicação, remover com um pano ou papel absorvente o excesso de produto, antes da superfície secar; 3. Passadas 8 horas, se necessário repetir o processo.
2.Manchas de sujidade (grafite)	Concentração que contém dimetil glutarate, metoxisopropanol, c11-15-12-Sec Pareth, água, dimetil succinato, adipato de dimetilo, acetato de butilo, goma celulósica e tensioactivos não iónicos (inf. a 5%).	Elimina as pinturas das fachadas tratadas e não tratadas. A solução é não corrosiva e não necessita de diluição.	 [www.filachim.com] 1. Aplicar directamente o produto sobre o revestimento com o auxílio de um pulverizador; 2. Deixar actuar durante 5 minutos; 3. Esfregar com esfregão; 4. Enxaguar, utilizando água sob pressão. (Repetir a aplicação se for necessário)

Limpeza			
Manifestação	***Produtos a utilizar***	***Descrição***	***Modo de actuação***
3.Manchas de escorrência	Aplicação de um hidrófugo, resultante de uma mistura de polisiloxano dispersa em dissolvente hidrocarboneto desaromatizado.	Impede a absorção de água em todo o tipo de revestimentos de pedra natural e cimento, evitando a formação e incorporação de bolor, musgo, mofo, ferrugem, etc.	 [www.filachim.com] Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície perfeitamente limpa e seca, aplicar o produto, com o auxílio de um pulverizador de forma uniforme; 2. Após 24 horas, aplicar uma 2ª demão de forma a conseguir uma perfeita protecção hidrófuga.
4.Presença de organismos biológicos	Concentração que contém água, cloreto de amónio e tensioactivo catiónico (Inf. a 5%).	Elimina algas, musgos e líquenes dos revestimentos de fachadas.	   [www.filachim.com] 1. Pulverizar o produto sobre a superfície que se deseja limpar. O produto actuará de imediato, eliminando lentamente as crostas vegetais acumuladas; 2. Para uma perfeita limpeza devesse esperar 2 a 3 dias; 3. Pulverizar com água, retirando o produto e a sujidade vegetal; 4. Para finalizar recomenda-se a aplicação de um repelente de água sobre a superfície.
5.Eflorescências	Protecção hidrófuga resultante da mistura de siloxano disperso em emulsões de água.	Impede a absorção de água evitando a formação de bolor, musgo e mofo. Evita a saída de sais dos materiais, criando uma barreira contra os agentes atmosféricos. Deixa respirar o material. É anti-eflorescências.	Previamente a superfície deve ser limpa com água sob pressão ou jacto de areia. 1. Com a superfície limpa e seca, aplicar o produto de uma forma uniforme, com pano ou outro acessório; 2. Após 4 horas, aplicar 2ª demão, de forma a garantir uma protecção eficaz.

Medidas Pró-activas	
Limpeza generalizada com água sob pressão e detergente neutro, adicionada de produto fungicida/algicida. Impermeabilização. Periodicidade prevista de 10 anos.	
Medidas Correctivas/Substituição	
Modo de actuação	***Ilustração gráfica***
A substituição pontual de placas de pedra da superfície corrente do revestimento deve ser feita de acordo com a seguinte sequência de operações: *- Corte do troço inferior dos pinos dos gatos superiores (que têm a função de restringir os deslocamentos horizontais da placa de pedra a substituir);* *- Remoção da placa de pedra que se pretende substituir;* *- Soldagem do troço superior dos pinos dos gatos superiores (que têm também a função de suportar o peso próprio da placa de pedra superiormente adjacente à placa de pedra a substituir) ao corpo do gato, transformando os gatos do tipo ilustrado na figura 1 em gatos do tipo ilustrado na figura 2;* *- Abertura, limpeza e preenchimento com argamassa de novos furos na parede;* *- Colocação da nova placa de pedra, introduzindo os pinos dos gatos inferiores nos furos previamente executados nesta placa;* *- Introdução de gatos do tipo ilustrado na figura 2 nos chumbadouros e, simultaneamente, dos respectivos pinos nos furos da nova placa de pedra. Estes gatos destinam-se a restringir superiormente os deslocamentos horizontais da nova placa de pedra;* *- Posicionamento da placa de pedra, de modo a garantir a planeza do revestimento, podendo recorrer-se ao sistema das pinças de aço para assegurar a restrição dos deslocamentos horizontais da placa de pedra enquanto a argamassa dos chumbadouros não tiver resistência suficiente.* As figuras 3,4,5 e 6 retratam os passos de montagem do sistema em questão.	 Fig.1- Gatos a usar em superfície corrente  Fig.2- Gatos a usar em zonas singulares  Fig.3- Furação  Fig.4- Fixação do perno de suporte  Fig.5- Ajuste da posição da cavilha e aperto do perno  Fig.6- Montagem em sequência das placas

Data das operações:	***__ /__ /__***	***Assinatura dos técnicos:***	_____; _____

Não grafitar os elementos de revestimento.	
Não pontapear nem exercer actos que possam danificar os elementos e colocar em risco a sua segurança.	
Evitar exercer actos que sujem os elementos de revestimento.	
Não introduzir objectos nas nervuras dos elementos de revestimento capazes de obstruir a livre circulação de ar.	
Não afixar objectos sobre os elementos de revestimento que possam danificá-los e sobrecarrega-los.	

ANEXO A3-
Plano de manutenção

| Periodicidade (anos) | | |