

David Mendes Martins

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação

Professor José Avelino Loureiro Moreira Padrão



À minha família, namorada e amigos.

A dúvida é o princípio da sabedoria; o ignorante afirma, o sábio duvida, o sensato reflecte.
(Aristóteles)

RESUMO

A presente dissertação tem como principal objectivo o desenvolvimento de um modelo de estimação de custos associados a um processo de reabilitação de edifícios de alvenaria de pedra existentes. O modelo de custos tem por base orçamentos de obras semelhantes já realizadas.

Em primeiro lugar, procede-se à caracterização das paredes de alvenaria de pedra existentes na região de Viseu.

Apresentam-se as principais técnicas de reabilitação estrutural de alvenarias de pedra, com referência ao campo de aplicação, procedimento, materiais utilizados, vantagens, limitações, entre outros.

Procede-se à criação de uma base de dados que permita, mediante a técnica de reabilitação adoptada, estimar os custos envolvidos no processo.

Pretende-se ainda enquadrar as actividades que precedem à fase de construção propriamente dita, avaliando os custos associados aos procedimentos legais que devem ser seguidos neste tipo de obras, as alternativas de seguros existentes e os trabalhos preparatórios.

Finalmente, é apresentado um caso de estudo, tratando-se de um edifício inserido no Centro Histórico de Viseu. O diagnóstico, baseado na caracterização das paredes mestras, em alvenaria de pedra regular, antecede e fundamenta a apresentação da metodologia a adoptar em projectos de reabilitação.

A intenção de realizar este trabalho é poder contribuir para o desenvolvimento da reabilitação estrutural de edifícios, mais propriamente nas paredes resistentes de alvenaria de pedra.

ABSTRACT

This dissertation mainly aims at the development of a model of costs estimation associated with rehabilitation process of existing building in stone masonry. The cost model is based on budgets of similar works already carried out.

First, proceeds to the characterization of wall of stone masonry in the region of Viseu.

Presents the main techniques of structural rehabilitation of stone masonry, with reference to the application, procedure, used materials, advantages, limitations, among others.

Proceeds to the creation of a database that allows, through the rehabilitation technique adopted to estimate the involved costs.

Another objective is to incorporate activities that precede the actual construction phase, assessing the costs associated with legal procedures to be followed in such works, the existing insurance alternatives and the preparatory work.

Finally, presents a study case, in the case of a building placed in the Historical Center of Viseu. The diagnosis, based on the characterization of the main walls in stone masonry regular precedes and underlies the presentation of the methodology to be adopted in rehabilitation projects.

The intention of this work is to contribute to the development of structural rehabilitation of buildings, particularly in walls of stone masonry.

RÉSUMÉ

Cette thèse a comme principal objectif le développement d'un modèle de estimation des coûts associés à un processus de réhabilitation de bâtiments existants en maçonnerie de pierre. Le modèle de coût est basé sur les budgets de travaux similaires déjà effectués.

Tout d'abord, on a procédé à la caractérisation des murs de maçonnerie de pierre dans la région de Viseu.

Ensuite, on a caractérisé les principales techniques de réhabilitation structurelle de la maçonnerie en pierre, en référenciant l'application, la procédure, les matériaux utilisés, les avantages et inconvénients, entre autres.

On a aussi procédé à la création d'une base de données qui permet, grâce à la technique de réhabilitation adoptée, estimer les coûts impliqués.

Un autre objectif de cette thèse est d'intégrer les activités qui précèdent la phase de construction proprement dite, d'évaluer les coûts associés aux procédures légales à suivre pour ce type de project, les assurances existantes et les travaux préparatoires.

Enfin, on présente un project d'un immeuble situé dans le centre historique de Viseu. Le diagnostic, basé sur la caractérisation des principaux murs en maçonnerie de pierre précède et sous-tend la présentation de la méthodologie qui sera adoptée dans les projects de réhabilitation.

L'intention de ce travail est de contribuer au développement de la réhabilitation structurelle de la maçonnerie en pierre.

PALAVRAS CHAVE

alvenarias
durabilidade
reabilitação
consolidação, reforço
análise de custo

KEY WORDS

masonry
durability
rehabilitation
consolidation, reinforcement
cost analysis

MOTS CLÉS

maçonnerie
durabilité
réhabilitation
consolidation, renforcement
analyse des coûts

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não estaria completo sem que manifestasse o mais sincero agradecimento à todos aqueles que contribuíram, directa ou indirectamente, para a sua realização.

Assim, gostaria de, em particular, agradecer e expressar o meu devido reconhecimento:

- Ao Prof. José Avelino Loureiro Moreira Padrão, pela disponibilidade e orientação no trabalho realizado;
- À Câmara Municipal de Viseu, pela disponibilidade demonstrada e pelas informações prestadas relativas aos procedimentos camarários em obras de reabilitação;
- À Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu, nomeadamente à Arq. Margarida Henriques, pela cedência de peças escritas e desenhadas da “Casa do Miradouro”, e pela disponibilidade e interesse manifestados no apoio à realização deste trabalho;
- À “S.T.A.P.”, nomeadamente ao Eng. Miguel Santos, pelas informações prestadas e disponibilização de orçamentos;
- À “Soares & Carvalho, Lda.”, nomeadamente ao Eng. Jorge Soares, pela disponibilidade demonstrada e pelas informações prestadas;
- À “Visonorma - Escritórios de Contabilidade e Serv. de Viseu, Lda.”, nomeadamente ao Sr. José Fernando dos Santos Rodrigues, pela disponibilidade demonstrada e pelas informações prestadas relativas aos seguros na reabilitação;
- À Eng. Carina Isabel Pereira de Sousa, pela disponibilidade demonstrada e pelas informações prestadas;
- Ao Prof. Tiago André Martins de Azevedo Abreu, pela disponibilidade demonstrada no desenvolvimento da base de dados em Excel;
- E finalmente, à minha família, namorada e amigos, pelo grande apoio demonstrado, sem o qual não teria atingido os objectivos propostos.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	iii
ABSTRACT	v
RÉSUMÉ.....	vii
PALAVRAS CHAVE.....	ix
KEY WORDS.....	xi
MOTS CLÉS	xiii
AGRADECIMENTOS.....	xv
ÍNDICE GERAL	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxi
ÍNDICE DE QUADROS.....	xxiii
ÍNDICE DE TABELAS	xxv
1. Introdução.....	1
2. A pedra como material construtivo	7
2.1 Tipos de rochas e a sua localização em Portugal.....	7
2.2 Caracterização geológica da Região de Viseu.....	9
2.3 Caracterização das paredes de alvenaria de pedra.....	10
3. Classificação das paredes resistentes de alvenaria existentes na região de Viseu.....	13
3.1 Classificação das paredes de alvenaria de pedra segundo o tipo, natureza, dimensão, grau de aparelho e material ligante	14
3.1.1 Paredes homogéneas	14
3.1.2 Paredes mistas	22
3.2 Outras classificações.....	23
4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra	25
4.1 Técnicas de consolidação de alvenaria	27
4.1.1 Consolidação de alvenaria por substituição do material degradado.....	27
4.1.2 Consolidação de alvenaria por injeção.....	29
4.2 Técnicas de reforço de alvenaria	32
4.2.1 Refechamento de juntas com argamassa.....	32
4.2.2 Refechamento de juntas com armadura	33

4.2.3	Refechamento de juntas com camada de resina orgânica e armadura	35
4.2.4	Reboco armado	36
4.2.5	Encamisamento “Jacketing”	41
4.2.6	Reforço com materiais compósitos FRP (Fiber Reinforced Polymer)	43
4.2.7	Pregagens	46
4.2.8	Pré-esforço.....	52
4.2.9	Fitas de aço inoxidável tensionadas	55
5.	Estimação dos custos de intervenções.....	59
5.1	Métodos existentes em Portugal na estimação dos custos de reabilitação	60
5.1.1	Método dos Edifícios-Padrão	62
5.1.2	Método de Estimação do custo por metro quadrado na fase prévia	63
5.2	Fórmulas de revisão de preços na reabilitação de edifícios	64
5.3	Legislação aplicável e custos inerentes aos procedimentos camarários	65
5.4	Seguros destinados a obras de reabilitação	72
5.5	Trabalhos preparatórios.....	76
5.5.1	Estaleiro.....	76
5.5.2	Cobertura provisória	78
5.5.3	Andaimes e Oleados de Protecção.....	79
5.5.4	Outros trabalhos preparatórios	80
6.	Desenvolvimento do modelo de estimação de custos	81
6.1	Quantificação dos custos unitários associados às técnicas de reabilitação	82
6.2	Quantificação dos custos associados aos procedimentos camarários	88
6.3	Quantificação dos custos associados aos trabalhos preparatórios	89
6.4	Validação do modelo de estimação de custos	93
6.4.1	Técnica de reforço por reboco armado	96
6.4.2	Técnica de reforço por pregagens (transversais)	100
6.4.3	Técnica de consolidação por substituição do material degradado.....	101
6.4.4	Conclusões	103
7.	Conclusão	105
7.1	Considerações finais	105
7.2	Dificuldades sentidas no desenvolvimento da dissertação.....	106
7.3	Desenvolvimentos futuros.....	107

APÊNDICE A.....	109
APÊNDICE B.....	115
REFERÊNCIAS	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Largo António José Pereira, Viseu	9
Figura 2 - Sé de Lamego, Distrito de Viseu	9
Figura 3 - Vila de Sátão, Região Norte de Viseu	10
Figura 4 - Componentes da alvenaria de pedra	11
Figura 5 - Edifício em ruínas, Alcafache, Viseu	17
Figura 6 - Edifício de habitação, Largo António José Pereira, Viseu.....	18
Figura 7 - Edifício de habitação, Rua Escura, Viseu	18
Figura 8 - Aparelho irregular (muro de vedação localizado em Viseu).....	19
Figura 9 - Edifício de habitação, Largo António José Pereira, Viseu.....	20
Figura 10 - Edifício de habitação, Largo António José Pereira, Viseu.....	20
Figura 11 - Edifício de habitação, Corvos, Viseu.....	20
Figura 12 - Moinho de pedras roladas de granito localizado em Alcafache, Viseu	21
Figura 13 - Edifício em granito localizado em Santos Evos, Viseu	21
Figura 14 - Edifício em xisto localizado na Vila do Sátão, Viseu.....	22
Figura 15 - Edifício em alvenaria e cantaria localizado na vila do Sátão, Viseu	22
Figura 16 - Parede de alvenaria de pedra de paramento simples de grande espessura (edifício situado em Lamego).....	23
Figura 17 - Parede de alvenaria de pedra de dois paramentos sem ligação (edifício situado em Mangualde).....	24
Figura 18 - Parede de alvenaria de pedra de dois paramentos por simples sobreposição (edifício situado em Guimarães).....	24
Figura 19 - Parede de alvenaria de pedra de três paramentos (edifício situado em Alijó)	24
Figura 20 - Níveis de segurança de uma estrutura ao longo do tempo de vida útil (adaptado da Norma EN 1504, 2006).....	25
Figura 21 - Desagregação de alvenaria devido a infiltrações de água (Farinha, 2008)	57
Figura 22 - Humidade ascensional em estrutura de alvenaria (NCREP, 2011)	57
Figura 23 - Fases de apreciação em regime de licenciamento	68
Figura 24 - Primeira fase da realização de um seguro decenal ou quinquenal	73
Figura 25 - Conflito via pública vs	77
Figura 26 - Restrição no equipamento de elevação de cargas.....	77
Figura 27 - Cobertura metálica provisória	79
Figura 28 - Cobertura em GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer)	79
Figura 29 - Andaimos e oleados de protecção.....	79
Figura 30 - Alçado principal.....	94

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Tipo de rochas encontradas em Portugal	8
Quadro 2 - Exemplos de aplicações de cantaria	15
Quadro 3 - Designações dos elementos utilizados em paredes de cantaria	16
Quadro 4 - Designações das pedras de cantaria de acordo com a sua aplicação.....	17
Quadro 5 - Quadro síntese.....	56
Quadro 6 - Intervenção profunda.....	61
Quadro 7 - Descrição dos seguros destinados para obras de reabilitação.....	72
Quadro 8 - Selecção das patologias	82
Quadro 9 - Técnicas de reabilitação possíveis consoante as patologias observadas	82
Quadro 10 - Fichas de identificação respectivas às técnicas mais utilizadas	83
Quadro 11 - Plano de trabalhos da “Casa do Miradouro”.....	94
Quadro 12 - Selecção da patologia identificada no local	95
Quadro 13 - Identificação das técnicas de reabilitação possíveis para o caso de estudo	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo da estrutura de custos nos trabalhos de reabilitação num edifício	63
Tabela 2 - Emissão de alvará de licença ou admissão de comunicação prévia para obras de edificação.....	71
Tabela 3 - Vistorias.....	71
Tabela 4 - Livro de obra.....	72
Tabela 5 - Salário mensal segundo as categorias profissionais	75
Tabela 6 - Custos associados a determinado tipo de seguro	76
Tabela 7 - Custos unitários da técnica de consolidação por substituição do material degradado	83
Tabela 8 - Custos unitários da técnica de consolidação por injeção	84
Tabela 9 - Custos unitários da técnica de reforço por refechamento de juntas com argamassa	84
Tabela 10 - Custos unitários da técnica de reforço por refechamento de juntas com armadura	85
Tabela 11 - Custos unitários da técnica de reforço por reboco armado	85
Tabela 12 - Custos unitários da técnica de reforço por pregagens	86
Tabela 13 - Custos unitários da técnica de reforço por pré-esforço (tirantes internos)	86
Tabela 14 - Custos unitários da técnica de reforço por pré-esforço (tirantes externos)	87
Tabela 15 - Custos unitários da técnica de reforço por fitas de aço inoxidável	87
Tabela 16 - Custos em regime de comunicação prévia.....	88
Tabela 17 - Custos em regime de licenciamento	88
Tabela 18 - Custos associados à ocupação da via pública por motivo de obras	89
Tabela 19 - Custos unitários associados às instalações provisórias.....	90
Tabela 20 - Custos unitários associados às vedações e acessos	90
Tabela 21 - Custos unitários associados aos sinais, placas e cartazes	90
Tabela 22 - Custos unitários associados aos equipamentos de protecção individual	91
Tabela 23 - Custos unitários associados à medicina preventiva e primeiros socorros	91
Tabela 24 - Custos gerais associados aos equipamentos de elevação	91
Tabela 25 - Custos unitários associados aos equipamentos de elevação	92
Tabela 26 - Custos unitários associados às coberturas provisórias	93
Tabela 27 - Custos unitários associados aos andaimes.....	93
Tabela 28 - Custos unitários inerentes à técnica de reboco armado para o caso de estudo	96
Tabela 29 - Custos em regime de comunicação prévia.....	97
Tabela 30 - Custos associados às instalações provisórias.....	97
Tabela 31 - Custos unitários associados aos cartazes	98
Tabela 32 - Custos unitários associados aos equipamentos de protecção individual	98
Tabela 33 - Custos unitários associados à medicina preventiva e primeiros socorros	98

Tabela 34 - Custos unitários associados aos andaimes	99
Tabela 35 - Estimativa orçamental associada à técnica de reboco armado	99
Tabela 36 - Custos unitários inerentes à técnica de reforço por pregagens transversais para o caso de estudo	100
Tabela 37 - Estimativa orçamental associada à técnica de reforço por pregagens transversais	101
Tabela 38 - Custos unitários inerentes à técnica de consolidação por substituição do material degradado para o caso de estudo.....	101
Tabela 39 - Estimativa orçamental associada à técnica de consolidação por substituição do material degradado	102

1. Introdução

Numa época em que as cidades crescem e se transformam de uma maneira cada vez mais rápida, a conservação de edifícios adquiriu uma importância considerável a nível social e cultural. O objectivo dessa conservação está ligado à preservação da identidade cultural de uma sociedade, da sua história e dos seus modos de vida.

Segundo Thurley (2005), “o património é aquilo que uma dada geração considera dever ser deixado para o futuro”, ou seja, a sua conservação garante que o "ambiente histórico" é passado às gerações futuras tal como chegou até nós ou, se possível, melhor. Assim, a ideia da necessidade de património resulta de uma mesma necessidade de salvaguardar o que representa a humanidade, ou seja, como ela surgiu e evoluiu.

O ICOMOS (Comité Científico Internacional para a Análise e Restauro de Estruturas do Património Arquitectónico) é uma associação não-governamental, que tem como um dos seus grandes objectivos desenvolver técnicas, princípios e políticas de conservação, protecção e reabilitação do Património Cultural. Foi fundado em 1965 em Varsóvia, na sequência do 2º Congresso de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos, durante o qual foi elaborada a Carta Internacional sobre a Conservação e o Restauro de Monumentos e Sítios, sendo assim o documento fundamental do ICOMOS (ICOMOS - Portugal, 2011). Este documento, conhecido por Carta de Veneza, salienta a importância e a necessidade de preservar não só os grandes monumentos mas sim qualquer edificado que tenha algum significado num contexto sociocultural ou histórico. De facto, o primeiro artigo da presente carta estipula: “A noção de monumento histórico engloba a criação arquitectónica isolada, bem como o sítio urbano ou rural que são o testemunho de uma civilização particular, de uma evolução significativa ou de

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

um acontecimento histórico. Esta noção estende-se não somente às grandes criações mas também às obras modestas que adquiriram com o tempo um significado cultural.”

Em 1987 surge a Carta de Washington, conhecida como a Carta Internacional para a Salvaguarda das Cidades Históricas, e na qual são definidos os valores a preservar, ameaçados pela degradação, divisão e destruição que surgiu na era industrial, e que afecta actualmente todas as sociedades, desde cidades de reconhecida importância a centros ou bairros históricos. Em suma, a presente carta torna-se relevante na apresentação de orientações/recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do património arquitectónico.

Carta de Washington, nº. 2:

“As qualidades que devem ser preservadas incluem o carácter histórico da cidade ou da área urbana, e todos os elementos materiais e espirituais que exprimem esse carácter, especialmente :

- a) Os padrões urbanos conforme estão definidos por lotes e por ruas;
- b) As relações entre edifícios e espaços verdes ou abertos;
- c) A aparência formal, interior e exterior, dos edifícios conforme está definida pela escala, pelo tamanho, pelo estilo, pela construção, pelos materiais, pela cor e pela decoração;
- d) O relacionamento entre a cidade ou a área urbana e a sua envolvente, seja ela natural ou feita pelo homem;
- e) As diversas funções que a cidade ou a área urbana adquiriram ao longo do tempo.

Qualquer ameaça a estas qualidades pode comprometer a autenticidade que a cidade histórica ou da área urbana histórica adquiriu ao longo do tempo.”

Actuando no mesmo espírito da carta de Veneza, surge, no ano 2000, a carta de Cracóvia, que rege os Princípios para a Conservação e o Restauro do Património Construído:

Carta de Cracóvia, nº.8:

“Os edifícios que constituem as áreas históricas, podendo não ter eles próprios valor arquitectónico especial, devem ser salvaguardados como elementos de conjunto pela sua unidade orgânica, dimensões particulares e características técnicas, espaciais, decorativas e cromáticas insubstituíveis na unidade orgânica da cidade.”

Torna-se importante ainda referir a Carta do ICOMOS 2003, sendo esta a última carta internacional redigida no âmbito da conservação do património. Este documento rege os Princípios para a análise, conservação e restauro estrutural.

Carta do ICOMOS 2003, nº 1.1, nº 1.2, nº 1.4, nº 1.6, nº 1.7:

“1.1 A conservação, o reforço e o restauro do património arquitectónico exigem uma abordagem multidisciplinar;

1.2 O valor e a autenticidade do património arquitectónico não podem ser baseados em critérios fixos porque o respeito devido a todas as culturas também exige que o património físico seja considerado dentro do contexto cultural a que pertence;

1.4 Quando é proposta uma qualquer alteração do uso ou das funções, devem ser cuidadosamente tidos em consideração todos os requisitos e condições de segurança;

1.6 A peculiaridade das estruturas do património, com a sua história complexa, exige a organização de estudos e de propostas em passos precisos que são semelhantes aos usados na medicina. Anamnese, diagnóstico, terapia e controlo, correspondendo respectivamente às investigações de dados e de informações significativas, à individualização das causas dos danos e da degradação, à escolha das medidas curativas e ao controlo da eficiência das intervenções. Para se conseguir uma eficácia de custos e um impacto mínimo sobre o património arquitectónico, usando-se os fundos disponíveis de uma forma racional, é geralmente necessário que o estudo repita estes passos num processo iterativo;

1.7 Não deve ser empreendida nenhuma acção sem terem sido definitivamente determinados os benefícios obténveis e as agressões ao património arquitectónico, excepto em casos onde sejam necessárias medidas urgentes de salvaguarda para se evitar o colapso eminente das estruturas (por ex. depois de danos sísmicos); no entanto, estas medidas urgentes devem, quando possível, evitar modificar a fábrica de uma forma irreversível.”

As exigências de conservação definidas nessas cartas devem integrar-se como princípios de maior excelência, não apenas à monumentos ou património urbano classificado, mas também a qualquer património corrente com valor no conjunto urbano.

Em Portugal, a associação que representa o ICOMOS é designada por “Comissão Nacional Portuguesa do Conselho Internacional dos Monumentos e dos Sítios” e foi criada em 1982. A sua política de intervenções é apoiada nas Cartas Internacionais, nomeadamente na Carta do ICOMOS 2003. No documento principal do ICOMOS - Portugal, “Recomendações para a Análise, Conservação e Restauro Estrutural do Património Arquitectónico”, apresentam-se os conceitos básicos sobre conservação, as regras e a metodologia que os projectistas devem seguir (ICOMOS - Portugal, 2011)

Segundo o presente documento:

- **Conservação:** conjunto de operações que mantêm a construção tal como ela é hoje, ainda que intervenções limitadas sejam aceites para melhorar os níveis de segurança;
- **Intervenção:** a intrusão física numa construção durante um diagnóstico, ou a sua terapia.

A decisão de intervir na estrutura de um edifício deve partir sempre de uma avaliação cuidadosa da segurança, através da qual se identifica um estado de degradação e/ou um conjunto de alterações que impliquem cargas excessivas à capacidade resistente do edifício ou

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

condições mais desfavoráveis do que aquelas que foram consideradas originalmente na estrutura. A intervenção no edificado antigo deve ser um acto reflectido, tendo em consideração diversos factores que podem influenciar essa decisão (Roque, 2002), tais como:

- Factores económicos;
- Factores de preservação (adopção de acções altamente especializadas de modo a recuperar e manter a imagem inicial da estrutura);
- Factores inerentes aos materiais utilizados na intervenção:
 - Compatibilidade (interacção entre os materiais existentes na estrutura e os materiais utilizados na intervenção, a nível químico e mecânico);
 - Durabilidade dos materiais utilizados na intervenção (as exigências de durabilidade mencionadas nos recentes Eurocódigos impõem que se utilizem materiais de durabilidade superior aos dos utilizados em estruturas modernas);
 - Reversibilidade dos materiais utilizados na intervenção (possibilidade de, se necessário, remover os materiais utilizados numa operação de reabilitação, sem provocar danos na estrutura inicial; isto é, se os materiais não se revelarem os mais adequados).

A reabilitação é uma das diversas formas de intervenção na conservação de um edificado. De facto, segundo a Carta de Cracóvia, a conservação pode ser realizada mediante diferentes tipos de intervenções, tais como o controlo do meio ambiental, a manutenção, a reparação, o restauro, a renovação e a reabilitação. Estes conceitos podem facilmente ser incorporados em dois grupos:

- Acções que previnem e protegem o edificado (controlo do meio ambiental, manutenção, reparação);
- Acções que intervêm e modificam o edificado (restauro, renovação, reabilitação).

Porém, poderá existir alguma ambiguidade entre os conceitos agrupados, podendo originar decisões de intervenção não adequadas. Portanto, a utilização de uma terminologia exacta assume particular importância. Torna-se assim necessário distinguir certos conceitos, tais como “restauro”, “reabilitação” e “renovação”.

Segundo o documento base do ICOMOS - Portugal:

- **Restauro:** processo de recuperação da forma de uma construção de acordo com a imagem de determinado período de tempo com recurso à remoção de trabalhos adicionais ou substituição de trabalhos posteriores em falta;
- **Reabilitação:** processo de adaptação de uma construção a um novo uso ou função satisfazendo os níveis adequados de segurança, funcionalidade e durabilidade, sem alterar as partes da construção que são significativas para o seu valor histórico.

O conceito de “renovação”, apesar de mencionado na Carta de Cracóvia, não é definido em nenhuma Carta Internacional citada anteriormente. Contudo, segundo Cabrita (2000), **renovação** é uma “intervenção de nova construção em contexto construído antigo, urbano ou edificado, que se deseja preservar no qual se vai integrar com linguagem e técnicas modernas

respeitadoras face a esse contexto, e que é decidida para albergar, ou para facilitar a reutilização ou novas utilizações no referido contexto onde as obras se mantiveram por restauro e ou reabilitação”.

Numa vertente mais prática, segundo Cabrita, et al., (2010), tem-se que:

- Os bens classificados como de especial valor e singularidade são objecto fundamentalmente de intervenções de **restauro**;
- Nas situações intermédias nas obras classificadas, ou não mas de considerável valor, o interesse em que mantenham o uso, ou venham a ter, devem ser objecto de **reabilitação**;
- Os bens de enquadramento com reduzido valor ou as necessidades pontuais de indispensabilidade funcional em monumentos podem ser objecto de intervenções de **renovação**.

Em síntese, a escolha da intervenção adequada a determinado edifício depende fundamentalmente dos objectivos pretendidos e do tipo de obra. A presente dissertação focar-se-á exclusivamente em intervenções de reabilitação.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

2. A pedra como material construtivo

2.1 Tipos de rochas e a sua localização em Portugal

A pedra é, desde os primórdios dos tempos, utilizada na construção, desde aglomerados de pedra, a monumentos de elevada complexidade de execução e de grande valor estético. As suas características fazem deste material um recurso imprescindível para a construção.

Em Portugal, existe uma variedade de tipos de rochas utilizadas na construção, como granitos, xistos, calcários, etc.

A seguir apresenta-se um quadro com os tipos de rochas encontradas nas várias regiões de Portugal, sendo esse agrupamento uma aproximação generalista (Appleton, 2003).

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Quadro 1 - Tipo de rochas encontradas em Portugal

Tipo de rocha	Origem	Localizações	Exemplos
Granito	Ígnea	- Minho; - Trás-os-Montes; - Douro Litoral; - Beira Alta; - Beira Baixa.	 Praça D. Duarte, Viseu
Xisto	Metamórfica	- Douro; - Pequenas zonas isoladas das Beiras.	 Aldeia de Piódão, Coimbra (retirado de www.geocaching.com)
Calcário	Sedimentar	- Beira Litoral; - Zona de Lisboa; - Parte do Alentejo; - Algarve.	 Mosteiro da Batalha, Batalha (retirado de espacoememoria.blogspot.com)

Os edifícios antigos reflectem a disponibilidade dos materiais construtivos. Citando Pinho (2000), “as habitações foram pensadas e dimensionadas tendo por base os materiais próprios das zonas onde iam ser construídas”, ou seja, a utilização de um determinado material depende fundamentalmente da sua escassez ou abundância numa determinada zona, podendo variar ao longo do tempo. Outro factor condicionante é o factor económico, isto é, os custos inerentes ao transporte e à utilização do material em questão.

2.2 Caracterização geológica da Região de Viseu

A cidade de Viseu é um importante centro histórico onde perduram os resíduos de muitas gerações. Devido às suas origens antigas, Viseu possui uma grande riqueza patrimonial, que perdurou ao longo dos tempos. Este património edificado estende-se desde vastos monumentos históricos (Sé de Viseu, Igreja da Misericórdia, Capela da Via Sacra, etc.), a edifícios históricos (Casa do Rossio, Casa de São Miguel, etc.), mas também a edifícios mais modestos que, devido à sua história, têm um papel fundamental na caracterização cultural da cidade de Viseu.

A região de Viseu é, na sua maioria, composta por granito, sendo esta rocha a principal responsável na formação dos solos existentes, tornando-se assim o principal material utilizado em alvenarias de pedra na região. Apresenta-se a seguir alguns exemplos de edifícios em granito que caracterizam a região de Viseu.



Figura 1 - Largo António José Pereira, Viseu



Figura 2 - Sé de Lamego, Distrito de Viseu

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

O xisto também pode ser encontrado, embora em zonas mais específicas, sendo o caso da Vila de Sátão, como se pode observar na figura seguinte.



Figura 3 - Vila de Sátão, Região Norte de Viseu

Qualquer outro tipo de pedra tem como fonte zonas exteriores a região de Viseu.

2.3 Caracterização das paredes de alvenaria de pedra

As paredes de alvenaria de pedra constituem um dos elementos estruturais mais importantes das construções antigas, apresentando uma constituição interna diversificada, dependendo da época, dos costumes e do local de construção. São caracterizadas por uma grande irregularidade geométrica e falta de homogeneidade do material, sendo o resultado da diversidade das características físicas, mecânicas e geométricas dos materiais utilizados. As pedras utilizadas podem ser de diversas formas e dimensões, regulares ou irregulares, e podem se apresentar ligadas ou não, com terra, argila, substâncias orgânicas ou argamassas, em geral de fraca qualidade e que raramente envolvem completamente as pedras (Roque, 2002).

As alvenarias de pedra têm como principais características uma boa resistência à compressão e uma fraca resistência à tracção e à flexão (Roque, 2002). A presença de vazios interiores ou cavidades é também uma característica destas alvenarias (como se pode observar na figura seguinte) que aparecem, de acordo com os casos, em maiores ou menores percentagens.

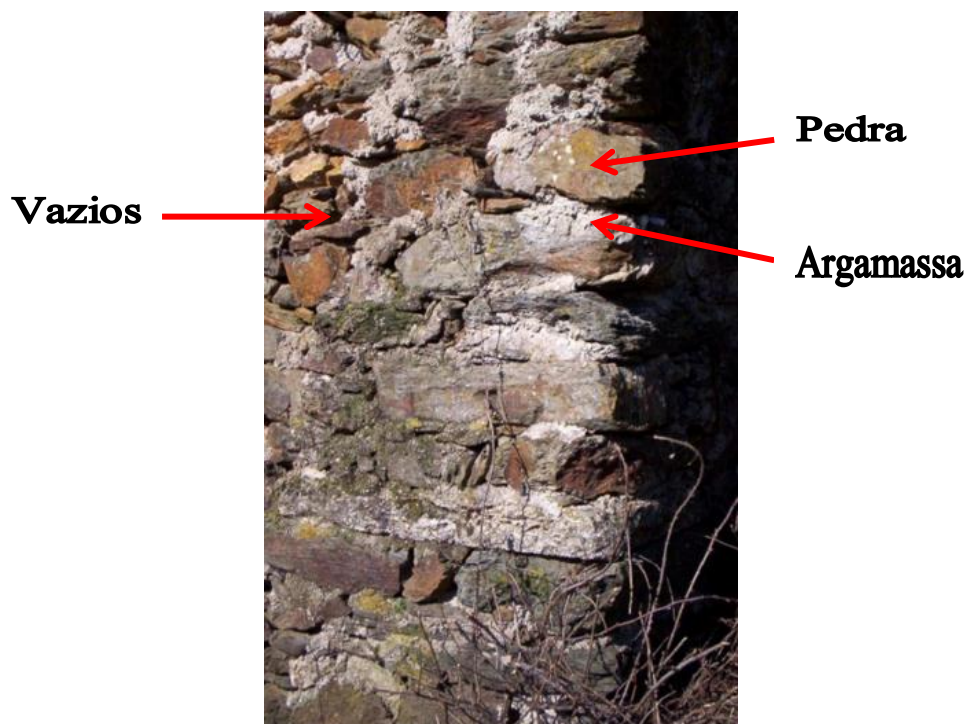


Figura 4 - Componentes da alvenaria de pedra

Uma parte significativa das alvenarias de pedra chegou até os dias de hoje em razoável estado de conservação, devido fundamentalmente às condições ambientais amenas e ao facto de Portugal não ter sofrido destruições provocadas pelas duas guerras mundiais, como sucedeu em grande parte dos países da Europa. No entanto, nos últimos anos, tem-se verificado um aumento dos processos de degradação, essencialmente devido ao aumento da poluição atmosférica. De evidenciar ainda o estado de abandono a que tem sido sujeito algum património, permitindo uma degradação e até mesmo, em muitos casos, a destruição do edifício.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

3. Classificação das paredes resistentes de alvenaria existentes na região de Viseu

O conhecimento aprofundado do tipo de edificado existente é fundamental quando se procura a melhor solução de reabilitação.

As construções em alvenaria de pedra diferem muito umas das outras pois dependem e resultam de vários factores tais como:

- Escolha do tipo de alvenaria (depende do local e de onde é extraído o material);
- Qualidade do trabalho executado;
- Experiência dos técnicos nesse campo (projectistas, pedreiros, etc.);
- Fim a que se destina a obra (monumento, casa particular, etc.).

Todo este conjunto de características determina o tipo, qualidade e perfeição do aparelhamento produzido (Mota, 2009).

Segundo Pinho (2000), o tipo de material utilizado e a natureza, dimensão, grau de aparelho e material ligante dos elementos constituintes nas paredes de alvenaria de pedra podem ser agrupados do seguinte modo:

- Paredes homogéneas:
 - Parede de cantaria;
 - Alvenaria de pedra aparelhada;
 - Alvenaria ordinária (também designada por alvenaria corrente);
 - Alvenaria de pedra seca;
 - Parede de alvenaria refractária;
 - Parede de alvenaria hidráulica.
- Paredes mistas:
 - Alvenaria e cantaria.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Apresenta-se um levantamento, baseado na tipologia descrita anteriormente, do tipo de paredes resistentes, encontradas na região de Viseu, sendo inicialmente realizada uma breve descrição do tipo de alvenaria (Branco, 1981 e Pinho, 2000), passando-se depois à apresentação de alguns exemplos.

3.1 Classificação das paredes de alvenaria de pedra segundo o tipo, natureza, dimensão, grau de aparelho e material ligante

3.1.1 Paredes homogéneas

3.1.1.1 Parede de cantaria

A cantaria é considerada a solução mais nobre e rica em relação às restantes soluções construtivas. Os edifícios com este tipo de paredes apresentam custos superiores, devido à morosidade no aparelhamento das pedras e à necessidade de mão-de-obra especializada, levando a que seja a solução construtiva escolhida para edifícios classificados, como palácios, monumentos, igrejas (e não para os edifícios de habitação).

As pedras de cantaria são usualmente interligadas por argamassa e aparelhadas em todas as suas faces com excepção da face interior. No caso da não existência de argamassa, as faces apresentam-se todas planas.

O aparelhamento das pedras bem como as suas dimensões é variado. O mesmo se sucede com a ornamentação das próprias pedras e das suas faces expostas, podendo os seus bordos apresentarem-se em aresta viva ou arredondada.

A cantaria pode ser aplicada como reforço estrutural, mas também como elemento decorativo.

Nos edifícios antigos, este tipo de alvenaria pode encontrar-se nas seguintes zonas:

3. Classificação das paredes resistentes de alvenaria existentes na região de Viseu

Quadro 2 - Exemplos de aplicações de cantaria

Portas		Cunhais	Suportes isolados (colunas)	
				
Sé de Lamego, Viseu		Solar dos Condes de Prime, Rua dos Andrades, Viseu	Sé de Viseu, Viseu	
Janelas		Beirados	Outros	
				
Sé de Lamego, Viseu		Sé de Viseu, Viseu	Edifício localizado em Mangualde, Viseu	Senhora do Castelo, Mangualde, Viseu

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Apresenta-se também um quadro com as designações dos elementos utilizados em paredes de cantaria.

Quadro 3 - Designações dos elementos utilizados em paredes de cantaria

Cauda	Comprimento da pedra situada entre paramentos ou entre um paramento e o tardo.
Camada ou fileira	Desenvolve-se na direcção horizontal ou em plano inclinado respectivamente.
Perpianho	Pedra cuja cauda tem igual espessura da parede, podendo desta forma serem observados os 2 paramentos.
Placa	Pedra com um paramento à vista e uma cauda inferior à espessura da parede (tendo que ser colocada de forma a que se obtenha um adequado travamento).
Travadouro	Cauda com igual espessura da parede (aparelhada nos leitos com forma aproximadamente de um paralelepípedo de dimensões variadas e espessura entre os 0,15 e os 0,35 m. Aplicada de cutelo ao baixo da construção).
Aparelhamento	Regular; Regular com placas e perpianhos; Opus pseudisodomum e variantes; Juntas recortadas.
Ligações entre as pedras	Por gatos Por cavilhas Por tacos de pedra Por cavilhas de metal Por cavilhas de metal em malhete Por cavilhas de metal em malhete oculta Por tacos de madeira Através de entalhes Em ângulo recto Em ângulo agudo Em caixa triangular Em caixa circular Por entalhes Em ângulo recto

3. Classificação das paredes resistentes de alvenaria existentes na região de Viseu

Apresenta-se ainda um quadro com as designações das pedras de cantaria de acordo com a sua aplicação.

Quadro 4 - Designações das pedras de cantaria de acordo com a sua aplicação

Designação das pedras	Faces
Leito ¹	Assente sobre a fiada precedente, em posição horizontal inferior.
Leito ou sobreleito	Horizontal superior.
Paramento	Vertical que fica à vista.
Tardoz ²	Vertical, oposta à anterior.
Juntas verticais ou horizontais	Vertical ou horizontal situada entre as duas paredes.
1 As faces perpendiculares à direcção de aplicação das cargas são normalmente talhadas segundo a direcção do leito da pedreira;	
2 A pedra não ocupa toda a largura da parede.	

3.1.1.2 Alvenaria de pedra aparelhada

A alvenaria de pedra aparelhada é constituída por pedras irregulares cujas arestas são aperfeiçoadas, e juntas de argamassa hidráulica tornadas salientes e vincadas de ambos os lados seguindo o contorno das pedras. As pedras podem apresentar uma forma paralelepipedica tosca com as juntas salientes.

Nos paramentos são aplicadas as pedras mais rijas e de melhor aspecto, aparelhadas numa das faces (superfície praticamente plana).

Este tipo de alvenaria pode apresentar diversos tipos de aparelhos, ilustrados a seguir com esquemas e respectivos exemplos encontrados na região de Viseu.

- **Aparelho regular em fiadas iguais**

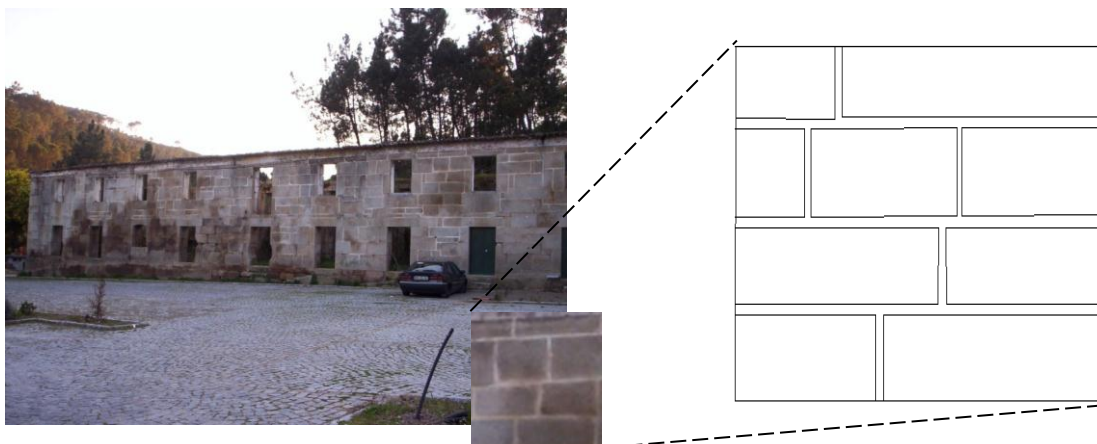


Figura 5 - Edifício em ruínas, Alcafache, Viseu

- **Aparelho regular em painéis**

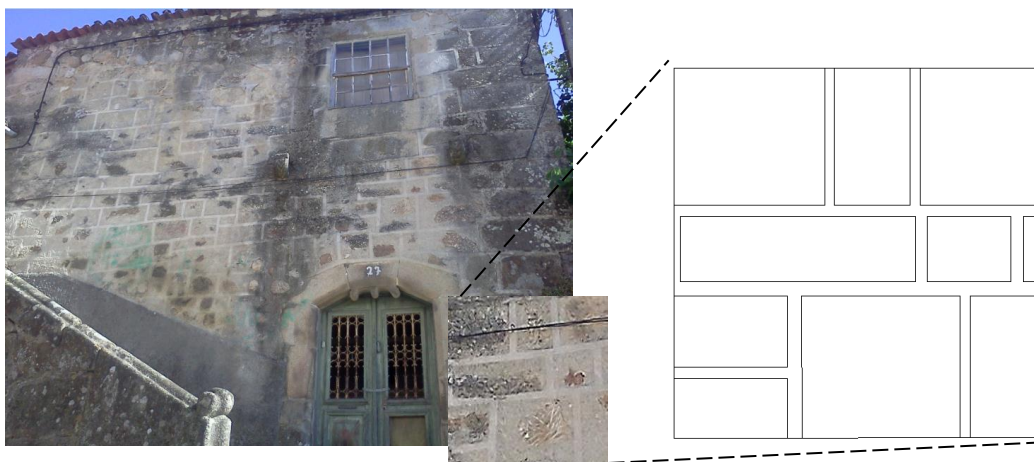


Figura 6 - Edifício de habitação, Largo António José Pereira, Viseu

- **Aparelho de cantos adoçados, junta larga**

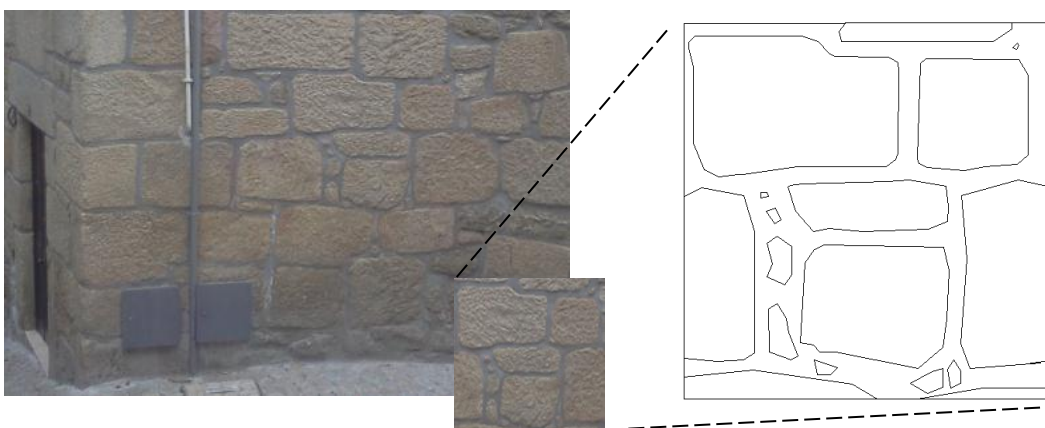


Figura 7 - Edifício de habitação, Rua Escura, Viseu

- **Aparelho poligonal rústico**

Este tipo de aparelho não é comum nos edifícios da região de Viseu, no entanto pode ser encontrado nos muros de vedação. Apresenta-se, a título de exemplo, um esquema adaptado de Branco (1981) desse tipo de aparelho.

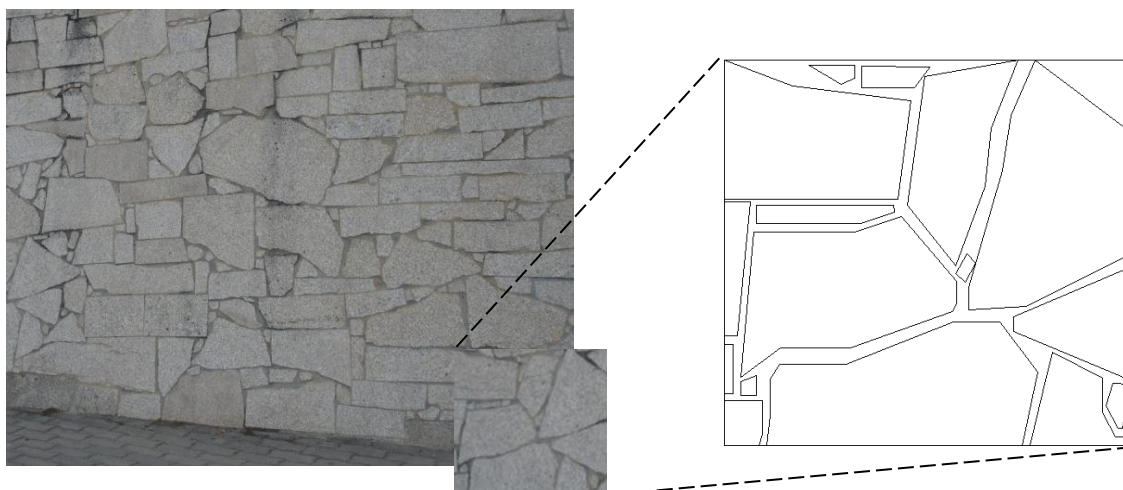


Figura 8 - Aparelho irregular (muro de vedação localizado em Viseu)

3.1.1.3 Alvenaria ordinária

A alvenaria ordinária, como o nome indica, é a mais usual. Este tipo de alvenaria é constituído por pedra irregularmente argamassada, assente com ajuda de um martelo. A alvenaria é tosca, sem preocupações estéticas, sendo os interstícios entre as pedras de maiores dimensões, preenchidos com lascas do mesmo material, existindo assim um grande aproveitamento, com reduzidos desperdícios ao nível do material.

Neste sistema, a estabilidade da construção depende fortemente do peso das pedras, mas também da aderência devida à argamassa. Esta pode ser de simples barro, cal e areia ou argamassa hidráulica.

Este tipo de alvenaria pode apresentar diversos tipos de aparelhos possíveis.

Apresentam-se alguns exemplos encontrados na região de Viseu, ilustrados com esquemas.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

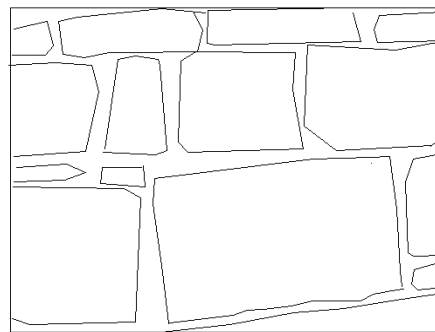


Figura 9 - Edifício de habitação, Largo António José Pereira, Viseu

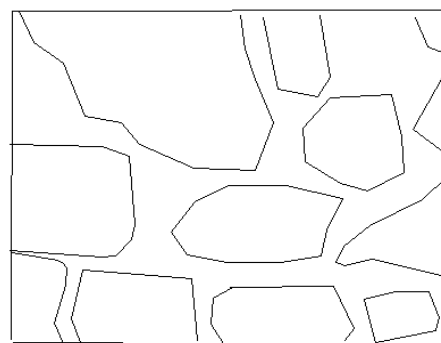


Figura 10 - Edifício de habitação, Largo António José Pereira, Viseu

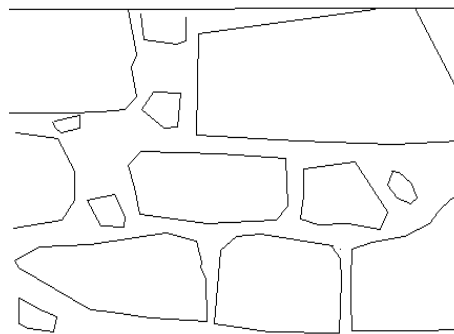


Figura 11 - Edifício de habitação, Corvos, Viseu

3.1.1.4 Alvenaria de pedra seca

Este tipo de alvenaria, também popularmente conhecida por alvenaria insossa, é a forma mais genuína da construção popular.

A questão económica tendo por base o aproveitamento das oportunidades físicas naturais (abundância de matéria prima - granito e xisto), e falta de ligantes hidráulicos, levou o engenho

3. Classificação das paredes resistentes de alvenaria existentes na região de Viseu do homem a este tipo de solução construtiva, onde se consegue chegar a obter uma fusão perfeita entre as construções e o meio ambiente envolvente.



Figura 12 - Moinho de pedras roladas de granito localizado em Alcafache, Viseu

Quanto à execução, o assentamento das pedras deve ser feito cuidadosamente, uma vez que a inexistência de argamassa obriga a que as pedras fiquem firmemente engastadas. Nesta fixação, recorre-se à colocação de encaixes de calhaus, seixos, ou pedras de menor dimensão (partidas no momento), nos intervalos entre as pedras de maiores dimensões, por forma a tornar a estrutura o mais compacta possível. A disposição das pedras em fiadas traduz-se numa maior estabilidade da alvenaria.



Figura 13 - Edifício em granito localizado em Santos Evos, Viseu

Assim, este tipo de construção encontra-se em zonas, principalmente rurais, onde a cal é escassa (caso da região de Viseu). Recorre-se a esta solução em paredes simples ou mistas, em fiadas relativamente niveladas. São possíveis espessuras na ordem dos 0,60 a 0,80 m. A ausência de argamassa (ou a sua existência em quantidades mínimas) permite ter uma

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

construção seca no inverno e fresca no verão, apresentando contudo problemas de ordem estrutural, impedindo estas de atingirem altura superior a dois pisos.



Figura 14 - Edifício em xisto localizado na Vila do Sátão, Viseu

3.1.2 Paredes mistas

3.1.2.1 Alvenaria e cantaria

Neste tipo de alvenaria, a cantaria é aplicada para reforço e decoração, sendo por isso designada por forro. Recorre-se à argamassa e peças metálicas (gatos) escondidas nos paramentos para fixação das pedras.

Apresenta-se um exemplo de um edifício constituído por pequenas pedras argamassadas entre elas, reforçado com cantaria.



Figura 15 - Edifício em alvenaria e cantaria localizado na vila do Sátão, Viseu

Esta classificação revela-se muito eficiente na descrição das paredes de alvenaria de pedra, devido à diversidade de parâmetros em que se baseia.

3.2 Outras classificações

Ainda segundo Pinho (2000), as paredes de alvenaria de pedra podem também ser classificadas quanto ao fim a que se destinam (paredes mestras ou paredes divisórias). Esta classificação não será empregue no presente trabalho porque serão consideradas unicamente as paredes mestras (também designadas por paredes resistentes), particularmente as paredes exteriores.

Dentro das paredes mestras, existe ainda uma classificação tipológica quanto às características construtivas, que assenta em quatro parâmetros principais (Binda, 1998):

- As pedras (forma, origem, dimensões, cor, e estado de conservação);
- A secção (número de paramentos e respectiva espessura, grau de sobreposição entre paramentos, presença de pedras transversais, dimensão e distribuição de vazios, percentagem de combinação dos componentes);
- O assentamento (textura, regularidade das superfícies de assentamento e disposição, com eventual presença de calços ou cunhas);
- A argamassa (consistência, espessura das juntas, cor, diâmetro, forma e cor dos agregados).

Uma classificação mais geral relativamente às paredes mestras apenas se refere à secção, nomeadamente ao número de paramentos e ao seu grau de sobreposição, sendo esse parâmetro fundamental no estudo das propriedades e comportamentos das alvenarias.

Apresenta-se a classificação da secção das paredes em alvenaria de pedra segundo o número de paramentos e grau de sobreposição, com exemplos e respectivos esquemas ilustrativos (retirados de Guiffre, 1993).

- Paredes de paramento simples:
 - De pedra transversal única;
 - De pedra transversal única com rebocos espessos;
 - De grande espessura.



Figura 16 - Paredes de alvenaria de pedra de paramento simples de grande espessura (edifício situado em Lamego)

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

- Paredes de dois paramentos:
 - Paramentos sem ligação;
 - Paramentos ligados por simples sobreposição;
 - Paramentos ligados por pedras transversais.



Figura 17 - Parede de alvenaria de pedra de dois paramentos sem ligação (edifício situado em Mangualde)

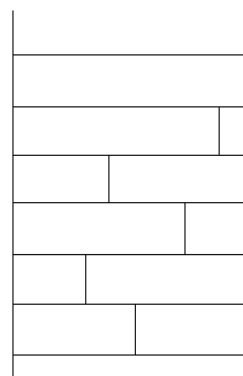


Figura 18 - Parede de alvenaria de pedra de dois paramentos por simples sobreposição (edifício situado em Guimarães)

- Paredes de três paramentos:

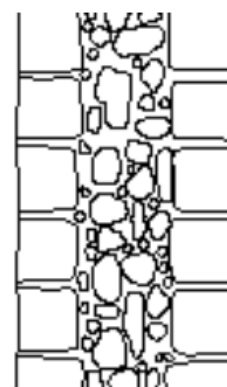


Figura 19 - Parede de alvenaria de pedra de três paramentos (edifício situado em Alijó)

Esta classificação revela-se difícil em termos práticos pelo facto de não ser sempre visível o número de paramentos, necessitando na maioria dos casos o acesso ao interior dos edifícios.

4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra

No presente capítulo serão analisadas as técnicas de reabilitação de alvenarias de pedra, omitindo os outros tipos de intervenção, por não serem do âmbito da dissertação. Contudo, importa salientar que, antes de actuar no edifício de uma forma invasiva, em primeiro lugar e seguindo o espírito da Carta de Veneza, é necessário privilegiar medidas de prevenção/protecção, como por exemplo as operações regulares de manutenção, sendo estas consideradas como o processo preventivo por excelência. De facto, o artigo n.º 4 da Carta de Veneza estipula: “A conservação dos monumentos impõe em primeiro lugar uma manutenção permanente dos mesmos.”

Apresenta-se um gráfico que representa os níveis de segurança ao longo do tempo de vida útil, sendo este correspondente ao período de tempo durante o qual a estrutura cumpre a função para que foi projectada com o suficiente grau de segurança (50 anos para estruturas correntes e 100 a 120 anos para estruturas especiais). O nível mínimo regulamentar representa o nível mínimo aceitável na regulamentação em vigor (Norma EN 1504, 2006), a partir do qual a estrutura apresenta riscos para os ocupantes.

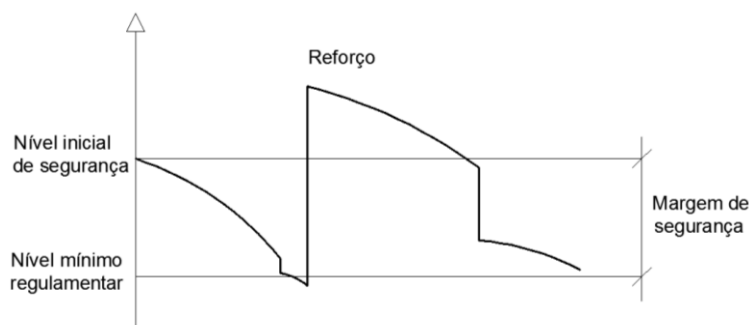


Figura 20 - Níveis de segurança de uma estrutura ao longo do tempo de vida útil (adaptado da Norma EN 1504, 2006)

A reabilitação estrutural de paredes de alvenaria de pedra pode ser efectuada através de:

- Técnicas de consolidação: têm por objectivo repor as condições originais da estrutura;
- Técnicas de reforço: têm por objectivo aumentar a capacidade resistente da estrutura (aos esforços de flexão, tracção e corte).

Apresentam-se as principais técnicas de reabilitação estrutural dos edifícios antigos de alvenaria de pedra (Roque, 2002):

- Técnicas de consolidação de alvenaria:
 - Consolidação de alvenaria por substituição do material degradado;
 - Consolidação de alvenaria por injeção.
- Técnicas de reforço de alvenaria:
 - Refechamento de juntas com argamassa;
 - Refechamento de juntas com armadura;
 - Refechamento de juntas com camada de resina orgânica e armadura;
 - Reboco armado;
 - Encamisamento “Jacketing”;
 - Reforço com materiais compósitos FRP (Fiber Reinforced Polymer);
 - Pregagens:
 - Pregagens generalizadas;
 - Pregagens em “costura”;
 - Pregagens transversais;
 - Pré-esforço:
 - Tirantes internos;
 - Tirantes externos;
 - Fitas de aço inoxidável tensionadas.

Cada técnica será descrita através de uma ficha de identificação, aqui apresentada sob a forma de quadros, com o objectivo de permitir uma abordagem expedita. As fichas foram organizadas em diversas categorias: definição, objectivos, materiais utilizados, campo de aplicação, desvantagens/limitações, vantagens, procedimento, recomendações, e outras informações.

4.1 Técnicas de consolidação de alvenaria

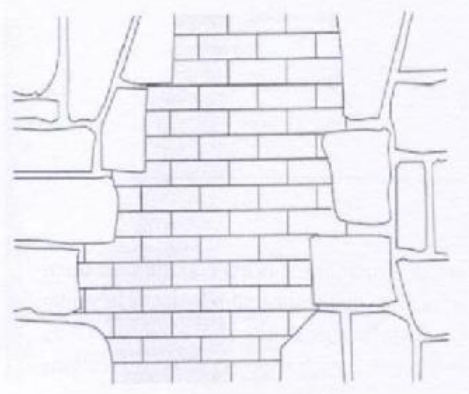
4.1.1 Consolidação de alvenaria por substituição do material degradado

Definição	Procedimento
Consiste na remoção do material constituinte da parede, na zona degradada, e na reconstituição posterior dessa zona, utilizando ou não alvenaria semelhante à existente.	1. Remoção do material constituinte da parede, na zona degradada; 2. Reconstituição posterior da zona degradada, usando uma alvenaria semelhante à existente, podendo eventualmente serem aproveitados os elementos removidos, ou recorrendo a materiais diferentes.
Objectivos	Recomendações
Substituição parcial de elementos ou de partes da construção que se apresentam degradadas ou com deficiências estruturais.	Para a execução desta técnica deve-se: 1. Proceder sempre ao escoramento da estrutura, com o objectivo de suportar, temporariamente, a zona envolvente ao elemento em reconstrução, até ao final da operação; 2. Se for necessário o desmonte da estrutura, deve-se numerar as peças para posterior colocação no mesmo lugar; 3. Se a alvenaria for de boa qualidade, normalmente só é necessária a colocação de pequenas pedras e refechamento de juntas; 4. Se a alvenaria for de fraca qualidade, com fraco imbricamento entre as unidades de alvenaria e/ou entre paramentos, pode justificar-se o desmonte e a sua reconstrução com elementos de melhor qualidade.
Materiais utilizados	
1. Argamassas: - Argamassas com baixa retracção; - Argamassas com retracção nula. 2. Pedras de alvenaria.	
Campo de aplicação	
Reparação de degradação localizada (superfície adjacente a uma fenda, por exemplo).	
Desvantagens/Limitações	Vantagens
1. Processo trabalhoso: deve ser feito por pequenos tramos para evitar comportamento estrutural irregular; 2. Pode existir dificuldade de obtenção de material idêntico (nestes casos, será necessária a utilização de material diferente); 3. Dificuldade de garantir efectiva compatibilidade; problema de selecção das argamassas de ligação e assentamento (controlo da retracção em particular).	1. Técnica muito eficaz, relativamente ao aumento da capacidade mecânica da alvenaria e à correcção de fendas; 2. Pode ser uma técnica tradicional, desde que sejam empregues exclusivamente materiais e utilize processos de construção idênticos aos originais, obtendo assim uma solução satisfatória a nível estrutural, económico, construtivo, estético, cultural e ao nível da compatibilidade entre os novos elementos e os originais.
	Recomendações
	O material de substituição deve ter, no mínimo, a mesma capacidade resistente que o material original.
Texto adaptado de: Appleton, 1993	

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes



Zona reconstruída com os mesmos materiais (Melli, 1998)



Zona reconstruída com outros materiais (Melli, 1998)



Aspecto de uma estrutura de alvenaria reparada (Sé de Lamego, Viseu)

4.1.2 Consolidação de alvenaria por injeção

Definição	Procedimento
Consiste em introduzir caldas ou resinas fluidas, através de furos previamente realizados em paramentos externos de alvenaria.	1. Remoção do reboco ou dos revestimentos existentes para verificação do estado da alvenaria ² ;
Objectivos	2. Limpeza da parede com água de forma a eliminar eventuais substâncias solúveis (gesso) ou outras substâncias insolúveis ³ ;
Preenchimento de vazios interiores e/ou selagem de fissuras, melhorando as características físicas e mecânicas da alvenaria.	3. Refechamento de juntas e selagem das fissuras com um selante ou calda compatível com a calda de injeção a aplicar posteriormente;
Materiais utilizados	4. Posicionamento e execução dos furos de injeção, com o auxílio de berbequins mecânicos de rotação ⁴ ;
- Caldas de cimento estabilizadas por bentonite;	5. Realização dos furos nas juntas de argamassa com uma profundidade adequada, entre 2/3 e 3/4 da espessura, e com uma ligeira inclinação para baixo; devem executar-se 2 a 3 furos por metro quadrado, com uma distância entre furos de 25 centímetros ⁵ ;
- Caldas de cimento estabilizadas por cal;	6. Colocação dos tubos de injeção nos respectivos furos; a fixação dos tubos de injeção deve ser efectuada com ligantes de presa rápida, para evitar a fuga da calda durante a operação de injeção ⁶ ;
- Caldas de cimento especiais;	7. Lavagem do interior dos vazios com água introduzida por tubos de adução;
- Caldas de silicato de potássio;	8. Injeção da calda com pressões baixas (entre 0,15 a 0,3 MPa), na fase final de injeção ⁷ .
- Caldas de silicato de sódio;	
- Resinas epoxídicas;	
- Resinas de poliéster ¹ .	
Vantagens	Campo de aplicação
1. Aumento da resistência à compressão superior a 50%;	Fracturas, desagregações e falta de integridade das paredes de alvenaria.
2. Melhor confinamento da estrutura, com redução significativa da dilatação transversal sob aplicação de carga;	Recomendações
3. As injeções concedem às alvenarias de pedra seca características semelhantes às das alvenarias correntes, argamassadas, podendo mesmo graduar-se o nível de resistência da alvenaria através da selecção do material de injeção e do controlo do processo de injeção.	Quando se realiza uma injeção em extensões importantes com operações prolongadas no tempo, deve-se evitar:
Desvantagens/Limitações	1. A presa demasiado rápida de algumas zonas injectadas em relação a outras ainda não consolidadas;
1. Definição da composição da calda, devido à granulometria, à composição química, à porosidade, à capacidade de absorção, à percentagem de vazios, à dimensão, etc.	2. Barreira à passagem do vapor de água com desequilíbrios relativos à normal transpiração da alvenaria;
2. Técnica de reforço irreversível e passiva;	3. Tensões na estrutura de alvenaria devidas ao desenvolvimento excessivo de calor durante a presa e ao endurecimento da mistura ligante;
3. É necessário um conjunto de procedimentos (in situ e em laboratório), antes da intervenção, para avaliação da adequabilidade da solução.	4. Incompatibilidade química com os materiais constituintes da alvenaria.
	É aconselhável utilizar:
	1. Misturas de injeção com desenvolvimento das resistências mecânicas lento e gradual e que, após o endurecimento completo, possuam módulos de elasticidade baixos;
	2. Misturas de injeção compatíveis com os materiais constituintes da estrutura de alvenaria a injectar, sem desenvolvimento de reacções de cristalização expansivas ou outras formas de rejeição;
	3. Misturas de injeção com elevada capacidade de penetração através de fissuras ou poros de dimensões reduzidas, de forma a garantir um reequilíbrio estrutural bem distribuído.

Outras informações

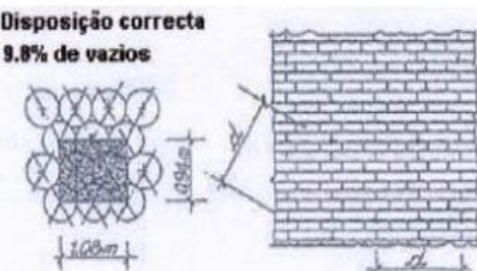
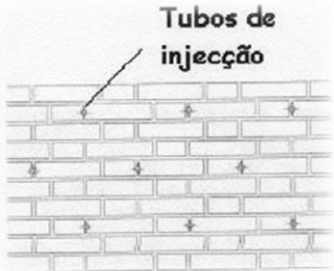
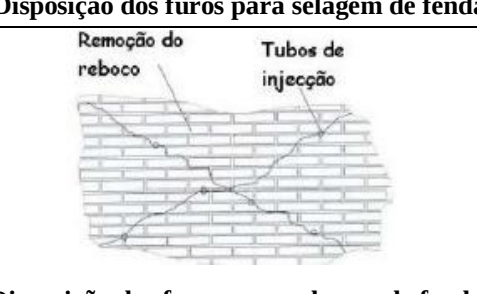
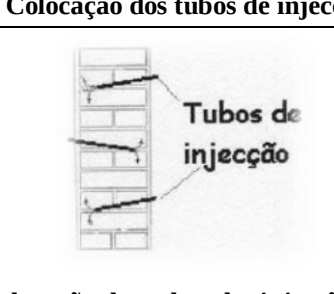
1. Consoante o ligante, a calda é classificada como: inorgânica⁸; orgânica/sintética⁹;
2. Principais requisitos de uma calda de injeção: reológicas; químicas; físicas; mecânicas; térmicas;
3. A injeção pode ser efectuada: por gravidade¹⁰; a baixa pressão¹¹; por vácuo¹²;
4. A graduação da pressão de injeção deve ser definida em função:
 - Dos resultados de ensaios prévios que permitam caracterizar a resistência e a permeabilidade da alvenaria;
 - Das tentativas durante a execução, começando por pressões muito baixas, avaliando os resultados obtidos (ou seja, a efectiva capacidade de colmatação dos vazios) e corrigindo iterativamente;
5. A eficácia desta técnica tem sido comprovada em paredes de alvenaria com um índice de vazios compreendido entre os 2% e os 15%;
6. A separação dos paramentos reforçados ocorre para níveis de tensão 4 a 10 vezes superior à situação de não reforçada;
7. Recomenda-se a utilização de caldas orgânicas não cimentícias em estruturas de alvenaria antigas.

¹ Usadas sobretudo quando não se colocam exigências especiais de resistência mecânica. ² Esta operação não deverá ser efectuada se o revestimento possuir valor artístico. ³ A lavagem pode ser efectuada com jacto de água (de baixa ou alta pressão) ou com jacto de vapor de água (com temperaturas de 150°C a 200°C e pressão de 5 a 10 atm); a limpeza da parede pode ser também efectuada com escovas mecânicas, com ar comprimido, com jacto de areia ou, no caso de presença de substâncias especiais, através de lavagem química (estas alternativas são utilizados nos casos em que são empregues resinas orgânicas). ⁴ Devem ser evitados dispositivos de percussão. ⁵ Em paredes de grande espessura (70 a 80 cm), deve ser considerada a possibilidade de intervenção de ambos os lados. ⁶ Os tubos devem ser de plástico ou de alumínio com diâmetros da ordem dos 15 a 20 mm; a profundidade dos tubos é geralmente de 15 a 20 cm e o comprimento exterior ao paramento deve ser de pelo menos 10 cm. ⁷ Quando se verificar que a parede não aceita mais calda, a pressão poderá ser aumentada até 4 atm, para promover a drenagem da água existente. ⁸ Utilização de cal hidráulica e cimentos. ⁹ Utilização de resinas poliméricas.

¹⁰ Utilizada em alvenarias fortemente degradadas, em que a calda é inserida através dos tubos de adução, inseridos nas fissuras ou em cavidades da parede. ¹¹ Utilizada em alvenarias que tenham capacidade para conter a pressão das injeções; a calda é injectada através de tubos de adução, normalmente de baixo para cima e dos extremos para o meio, para evitar desequilíbrios que possam tornar instável a estrutura; a pressão utilizada é na ordem de 0,1 a 0,2 MPa.

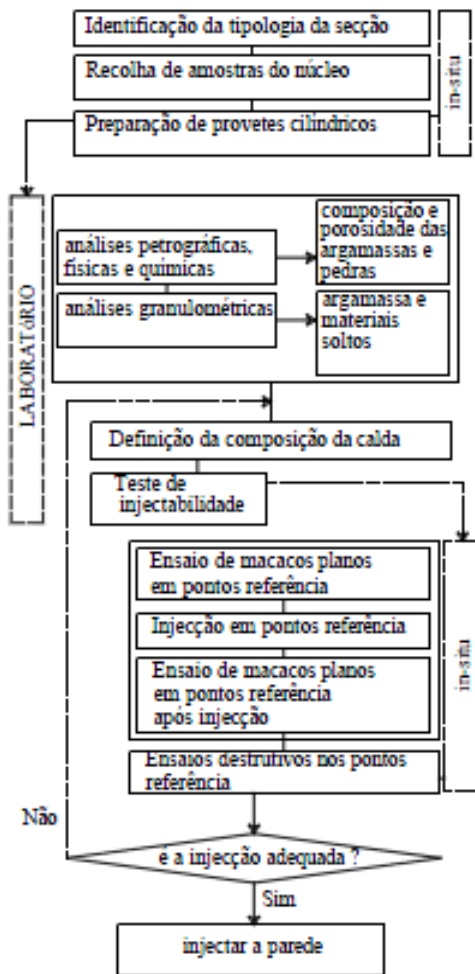
¹² A ascensão da calda é provocada por aspiração do ar nos tubos superiores, quando se injectam os tubos inferiores; utiliza-se em pequenos elementos arquitectónicos, em que a calda deve ser muito fluida (resinas orgânicas, por exemplo).

Texto adaptado de: Roque, 2002

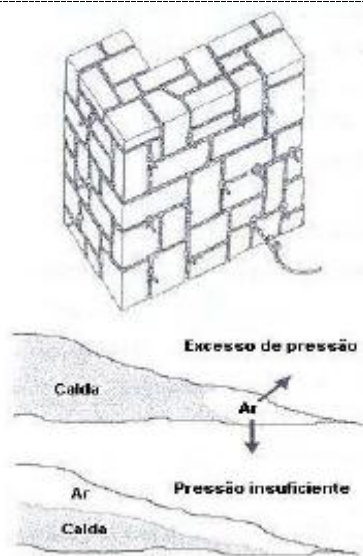
Disposição correcta 9,8% de vazios 	Tubos de injeção 	
Disposição dos furos para selagem de fendas 	Colocação dos tubos de injeção 	Execução dos furos de injeção 
		Selagem das fissuras e inserção dos tubos de injeção

Imagens retiradas de: Roque, 2002

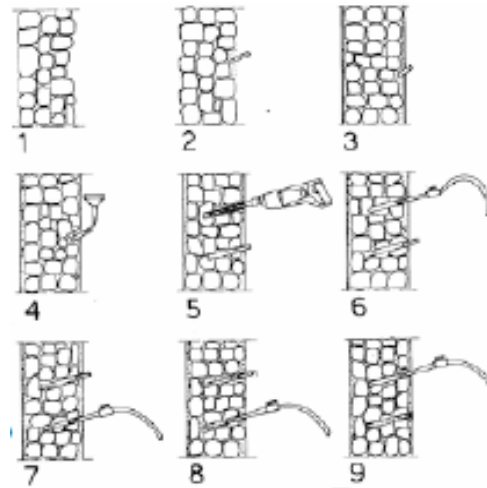
Síntese



Procedimentos para avaliação da adequabilidade da injecção (Laefer et al., 1996)

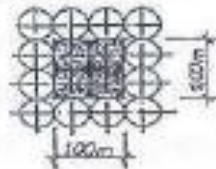


Efeitos de injecção com pressão adequada (J. Roque, 2002)

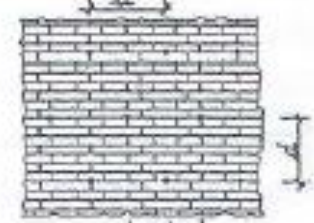


Procedimento para injecção de alvenarias (Regione molise, 2006)

Disposição errada
21.5% de vazios



Disposição errada
21.5% de vazios



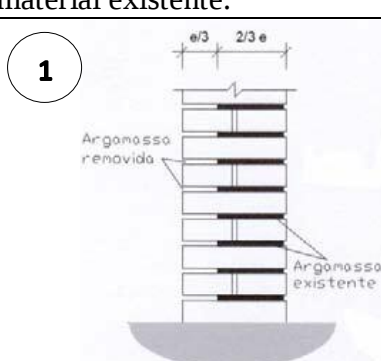
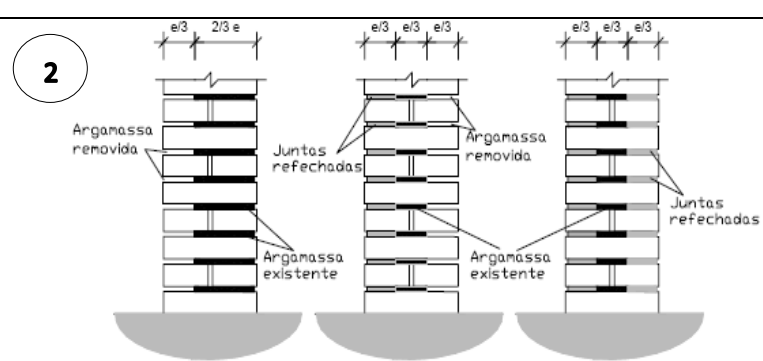
Disposição correcta
9.8% de vazios



Distribuição dos furos de injecção (J. Roque, 2002)

4.2 Técnicas de reforço de alvenaria

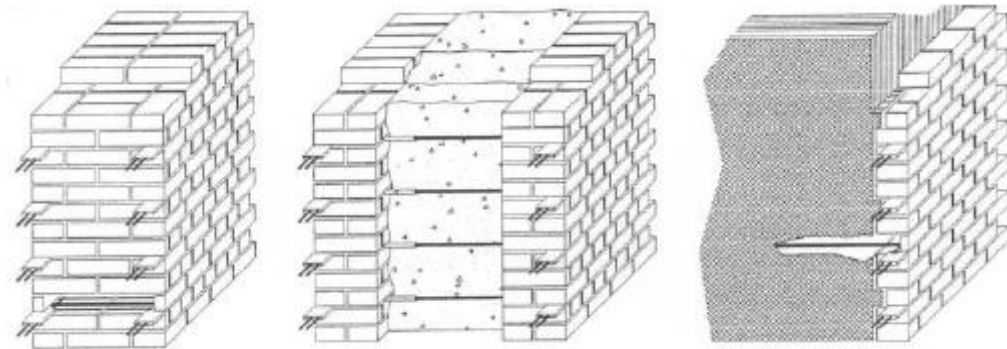
4.2.1 Refechamento de juntas com argamassa

Definição	Procedimento
Consiste na remoção parcial e substituição da argamassa degradada por outra de melhores propriedades mecânicas e de maior durabilidade.	1. Remoção parcial da argamassa das juntas: esta operação pode ser efectuada num ou nos dois lados da parede, em função da alvenaria a intervir. Na primeira situação a profundidade deve ser na ordem de 5 a 7 cm de profundidade (fig. 1). Na segunda situação a extracção deve ser de cerca de um terço da espessura total da parede (fig. 2); 2. Lavagem das juntas abertas com água: este processo tem como objectivo limpar as ranhuras abertas e limitar a absorção pelo suporte da argamassa; a lavagem deve ser efectuada a baixa pressão; 3. Reposição das juntas: o preenchimento deve ser efectuado com cuidado, com várias camadas de argamassa, sendo iniciado na zona mais profunda das ranhuras abertas; 4. Compactação eficiente das camadas de argamassa para o preenchimento.
Objectivos	
Restaurar as condições de integridade das fachadas, melhorando as suas características e a protecção da parede.	
Campo de aplicação	
Casos onde se verifica degradação das juntas de argamassa.	
Vantagens	Recomendações
1. Bons resultados a nível da resistência mecânica; 2. Melhoria do comportamento em serviço com aumento da resistência última em paredes de junta regular.	1. A escolha da argamassa é função da finalidade da intervenção e das condições de compatibilidade com o material existente; 2. Se a parede apresentar um aparelho com cunhas ou calços deve-se proceder à sua reposição, de modo a restaurar as características tipológicas da parede.
Desvantagens/Limitações	
1. Processo trabalhoso; 2. Necessidade de aplicar argamassa compatível com o material existente.	Texto adaptado de: Roque, 2002
1  Argamassa renovada Argamassa existente Parede intervencionada de um lado	2  Argamassa renovada Juntas refechadas Argamassa existente Parede intervencionada de ambos os lados
Imagens retiradas de: Roque, 2002	

4.2.2 Refechamento de juntas com armadura

Definição	Procedimento
Consiste na remoção parcial da argamassa degradada e colocação de armaduras de reforço nas juntas.	- Inspecção prévia para verificação das condições da alvenaria: - Para justificação, ou não, da remoção do reboco superficial; - Para detecção da presença de vazios na parede que necessitem ser previamente injectados; - Para avaliar a necessidade de substituição de algum elemento; - Abertura de ranhuras na argamassa das juntas horizontais com berbequim eléctrico comum (ou serras circulares); - Remoção de elementos soltos com ferramentas manuais (utilização de espátulas por exemplo); - Eliminação de pós e partículas soltas, com ar comprimido ou água, consoante o tipo de material de refechamento a utilizar; - Aplicação da primeira camada de enchimento, sobre a qual se instalam os elementos de reforço; - Colocação do material de reforço; - Aplicação do material de recobrimento de reforço; - Selagem final das juntas, colocação do material de recobrimento numa faixa de 15 a 20 metros.
Objectivos	
Restaurar as condições de integridade das fachadas, melhorando as suas características e a protecção da parede. Acresce a contribuição da presença de armaduras para a limitação da fendilhação.	
Vantagens	
- Bons resultados a nível da resistência mecânica; - Melhoria do comportamento em serviço com aumento da resistência última em paredes de junta regular.	
Desvantagens/Limitações	Materiais utilizados
- Processo trabalhoso; - Necessidade de aplicar argamassa compatível com o material existente; - Necessidade de aplicação de material durável; - Necessidade de haver alguma regularidade nas juntas.	- Armadura de reforço: - Aço laminado; - Aço inoxidável (recomendável); - Laminados FRP (Fibre Reinforced Polymer). - Argamassa: - Argamassa de cal hidráulica; - Argamassa hidráulica aditivada; - Resinas orgânicas (epoxídicas, poliéster, etc.).
Campo de aplicação	Recomendações
Esta solução é utilizada: - Quando as juntas de alvenaria se encontrem degradadas; - Para controlo da dilatação transversal das paredes associadas a elevadas tensões de compressão; - Em estruturas com fissuração superficial difusa, devido a fenómenos de deformação.	- A escolha da argamassa é função da finalidade da intervenção e das condições de compatibilidade com o material existente; - Se a parede apresentar um aparelho com cunhas ou calços deve-se proceder à sua reposição, de modo a restaurar as características tipológicas da parede; - Em paredes com mais de um paramento, especialmente quando existe a possibilidade de existir instabilização, pode-se combinar esta técnica com pregagens transversais.
Texto adaptado de: Roque, 2002	

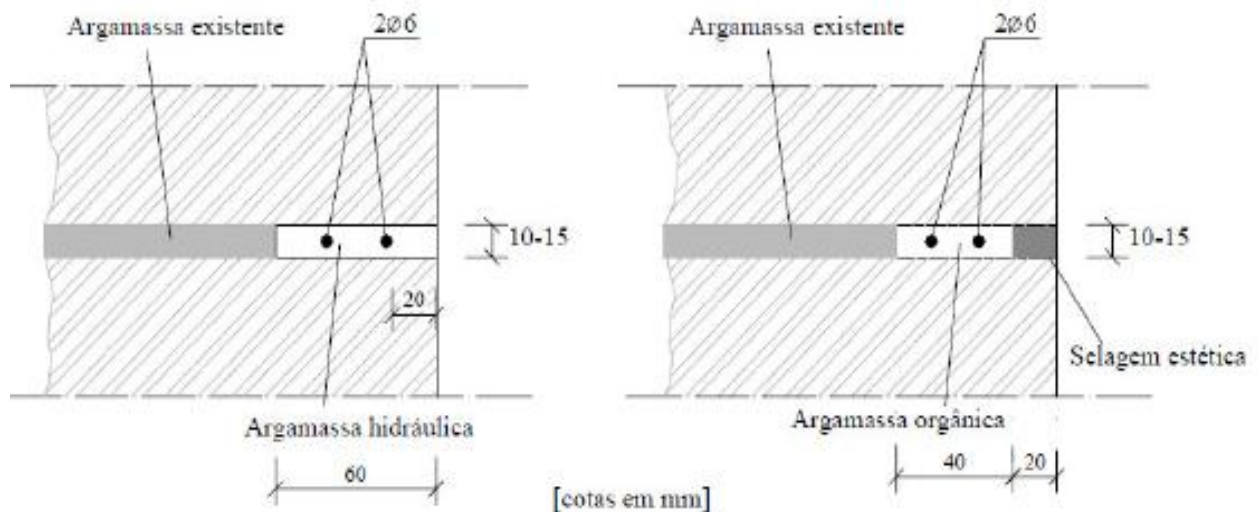
Exemplo de refechamento de juntas com armaduras em diferentes tipos de paredes de alvenaria



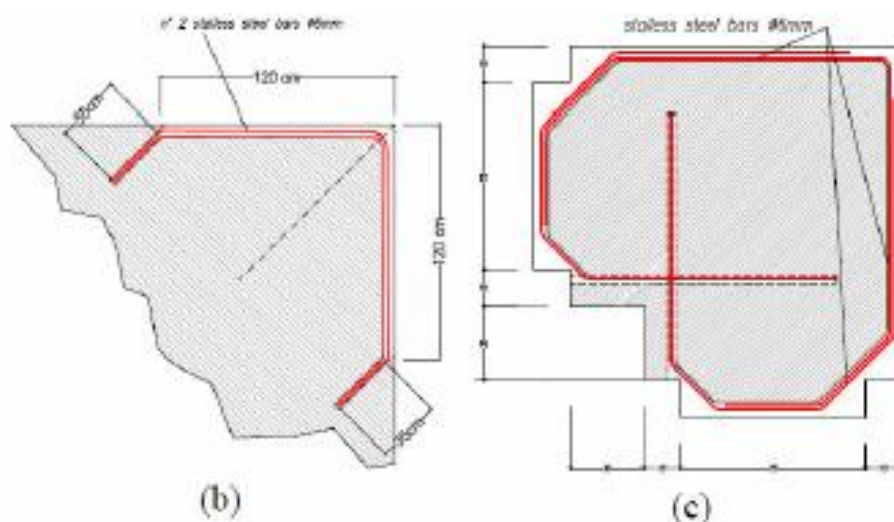
Paramento simples

Parede composta com paramento(s) exterior(e)s resistente(s)

Exemplo de refechamento de juntas com diferentes materiais de enchimento

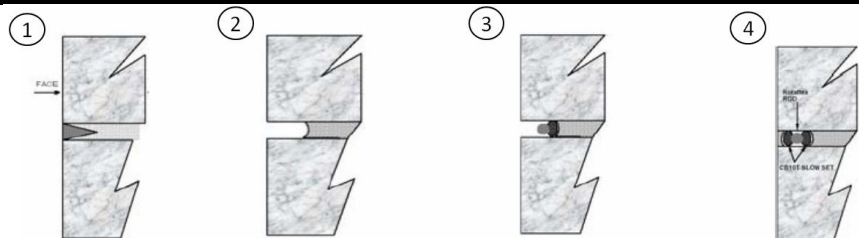


Esquema de intervenção numa parede de canto e num pilar



Imagens retiradas de: Roque, 2002

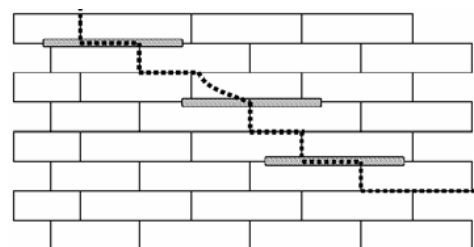
4.2.3 Refechamento de juntas com camada de resina orgânica e armadura

Definição	Materiais utilizados
Consiste na remoção parcial da argamassa das juntas e colocação de camadas de resina orgânica envolvendo armaduras de reforço.	1. Armadura de reforço: - Aço laminado; - Aço inoxidável (recomendável); - Laminados FRP (Fibre Reinforced Polymer).
Objectivos	2. Argamassa: - Argamassa de cal hidráulica; - Argamassa hidráulica aditivada; - Resinas orgânicas (epóxy, acrílicas, poliéster, etc.).
Vantagens	Campo de aplicação
1. Bons resultados a nível da resistência mecânica; 2. Melhoria do comportamento em serviço com aumento da resistência última em paredes de junta regular.	Casos onde se verifica a degradação das juntas de alvenaria, particularmente em alvenarias de tijolos cerâmicos de junta regular, para controlo da dilatação transversal, associada a elevadas tensões de compressão e aos seus efeitos, em estruturas com fissuração superficial difusa, devido a fenómenos de deformação ou a amplitudes térmicas ou higrométricas.
Desvantagens/Limitações	Procedimento
1. Processo trabalhoso; 2. Necessidade de aplicar argamassa compatível com o material existente; 3. Necessidade de aplicação de material durável; 4. Necessidade de existir alguma regularidade nas juntas.	1. Remoção parcial da argamassa das juntas (fig. 1); 2. Execução de uma ranhura com serra de diamante, a uma profundidade de 50% da espessura da parede (fig. 2); 3. Aplicação da primeira camada de enchimento com resina orgânica e colocação do varão (fig. 3); 4. Aplicação da segunda camada de enchimento com resina orgânica e acabamento com argamassa hidráulica compatível com a resina (fig. 4).
 Refechamento de juntas com resina orgânica e armadura	

Texto adaptado de: Roque, 2002

Imagens retiradas de:

Roque, 2002

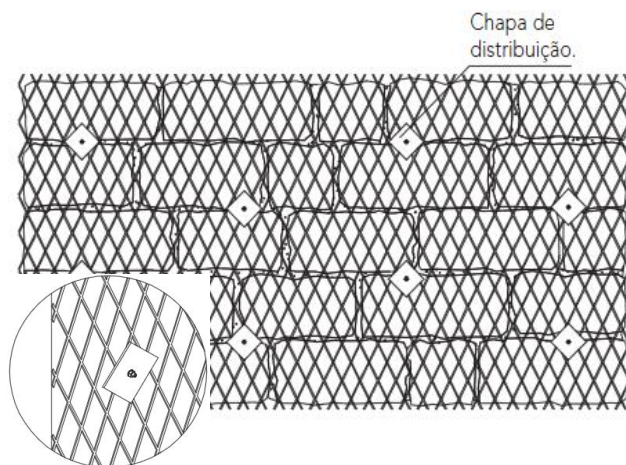


Esquema de intervenção e respectiva intervenção de reforço

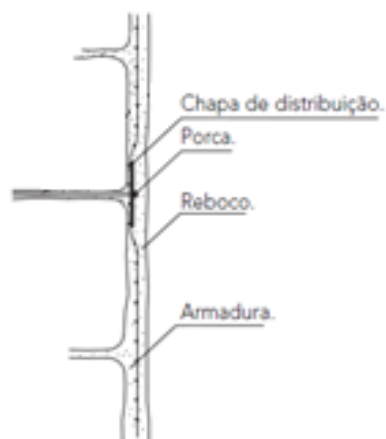
4.2.4 Reboco armado

Definição	Procedimento
Consiste na colocação de uma armadura de reforço, fixa à parede, sobre a qual é projectada ou aplicada manualmente uma argamassa de revestimento.	1. Eliminação completa do reboco inicial (velho) até à junta de argamassa, de modo a libertar a parede de pedaços soltos de argamassa, ou de pequenas pedras soltas, que poderiam impedir uma boa ligação do novo reboco à parede; 2. Lavagem da superfície com água sob baixa pressão; 3. Colocação das redes de reforço, prendendo a aresta da nervura contra o suporte; 4. Encaixe e fixação das nervuras de rebordo a distâncias de 150 mm (deixar extremidades com um mínimo de 50 mm, nervuras alinhadas e fixas em cada nervura); 5. Fixação das extremidades da folha em cada nervura.
Objectivos	
1. Restaurar as condições de integridade das fachadas, melhorando a resistência superficial à tracção e ao corte; 2. Controlar a fissuração.	
Aplicações	Materiais utilizados
Aplica-se em caso de: 1. Fissuras provocadas por acções correntes: variações uniformes de temperatura, sismos de fraca intensidade, acentuada degradação superficial; 2. Embarrigamento; 3. Deformações por flexão fora do plano.	1. Armadura: - Malha electrossoldada; - Rede de fibra de vidro; - Rede de metal distendido. 2. Argamassa de revestimento: - Argamassa à base de ligantes aéreos; - Argamassa à base de ligantes hidráulicos. 3. Fixação da armadura de reforço à parede feita através de pequenas pregagens (conectores ou grampos).
Vantagens	Desvantagens/Limitações
1. Correção de deformações e lesões em fachadas; 2. Melhoria do comportamento sísmico de paredes reconstruídas.	1. Compatibilidade dos materiais; 2. Ligação entre o reboco e a parede; 3. Espessura do reboco pode afectar a arquitectura; 4. Moderada intrusividade.

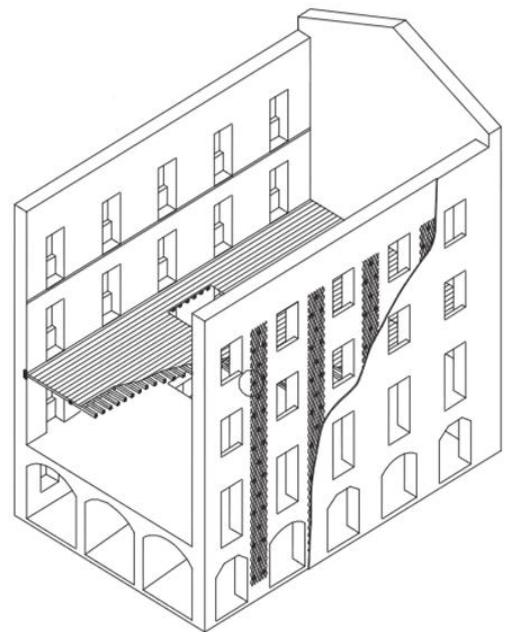
Recomendações
1. Recomendações para os dispositivos de fixação: - Assegurar que são escolhidas as fixações adequadas para o suporte em questão; - Os dispositivos de fixação devem ser tipo parafuso regulador, fixo através da nervura; em alternativa, podem ser usados dispositivos de fixação de cabeça grande com haste posicionada sob a nervura e suportando esta; - Os dispositivos de fixação que necessitem de furo com um diâmetro superior a 6 mm devem ser fixos, adjacentes à nervura, para a cabeça prender a nervura com segurança contra o suporte; pode ser utilizado papel isolante para isolar a rede e reboco de sulfatos e suportes friáveis; - Instalar as juntas de dilatação a distâncias máximas de 5 metros para acabamentos de reboco exterior (vertical e horizontalmente); - Aplicar o reboco manualmente ou projectado com equipamento recomendado pelo fabricante; admitindo a aplicação de um reboco tradicional deve proceder-se do seguinte modo: aplicação da primeira camada ou encasque, constituídas por argamassa rica em cimento e areia ou argamassa bastarda mais rica em cimento 1:0,5:5, com inclusão de pequenos elementos de pedra ou tijolo; aplicação de uma segunda camada ou salpicado, de modo a preencher todos os vazios superficiais e grandes irregularidades da parede, no entanto devem-se evitar grandes enchimentos com esta argamassa; aplicação da terceira camada de argamassa de reboco em duas demãos, com uma espessura final total de cerca de 20 a 25 mm, devendo a primeira demão ser ligeiramente mais rica e grosseira do que a segunda; esta terceira camada de argamassa de reboco constitui a base para a aplicação do acabamento; - Efectuar o acabamento. Este procedimento pode ser efectuado numa só camada usando produtos pré-doseados, adequados para a execução de rebocos em edifícios antigos. 2. Recomendações de aplicação para as redes metálicas: - Ao utilizar materiais galvanizados, o período de secagem do reboco deve ser mantido no mínimo para evitar a possibilidade de corrosão do aço; - Assegurar que o ambiente da aplicação e os materiais de acabamento são compatíveis com os materiais do perfil de corrosão do aço; - Certificar que todos os componentes metálicos utilizados numa dada instalação são de material do mesmo tipo.
Outras informações
1. O reboco armado pode ser aplicado de um ou ambos os lados da parede, com a armadura ligada, ou não, transversalmente. Também pode ser aplicada em toda a superfície da parede ou em zonas localizadas, onde exista um determinado dano ou ainda em zonas de ligação entre paredes existentes; 2. Número de fixações necessárias: aproximadamente 20 por metro; 3. No caso de a armadura ser metálica deverá ser dada preferência ao aço inoxidável ou a um tratamento de protecção de elevada qualidade contra a corrosão: o mesmo em relação aos elementos de fixação (conectores e grampos), sob pena de ocorrência de manchas de ferrugem e eventual destacamento do reforço; 4. Na escolha da composição da argamassa, deverá atender-se à necessidade de compatibilidade com o substrato (os materiais inorgânicos são os preferidos em intervenções em edifícios antigos); 5. É necessária a utilização de materiais duráveis.
Texto adaptado de: Roque, 2002; Córias, 2007



Fixação com confinadores simples



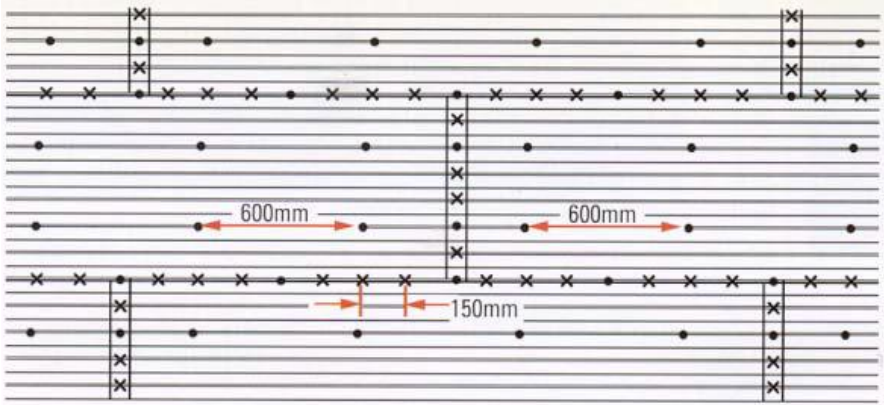
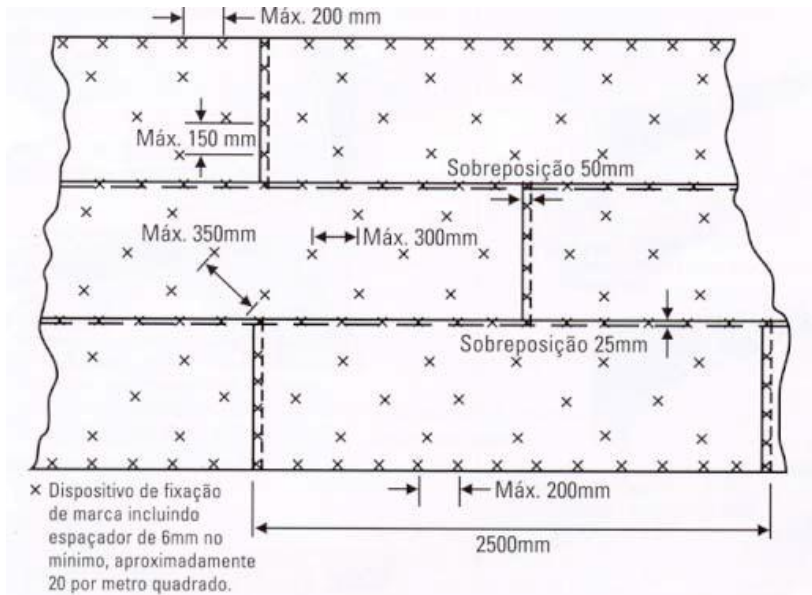
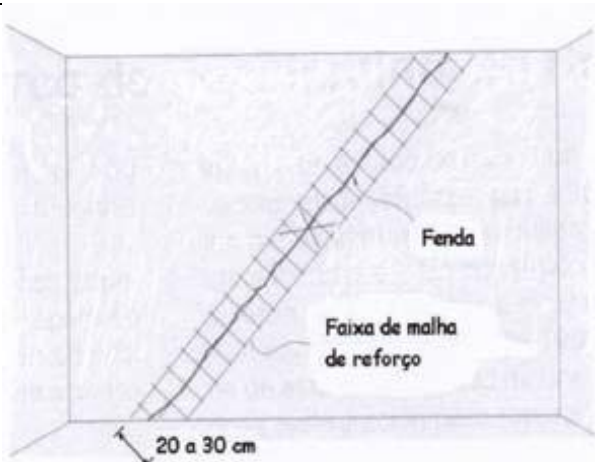
Pormenor de um confinador constituído por varão roscado ou varão simples com extremidades roscadas



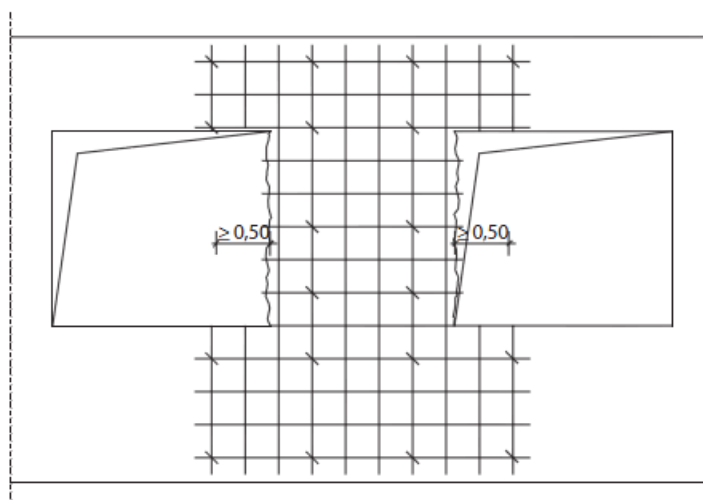
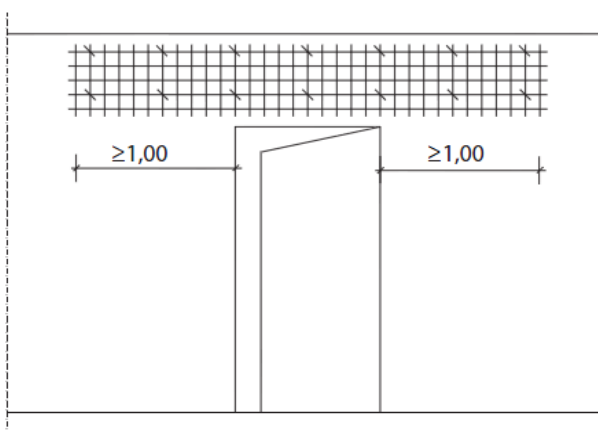
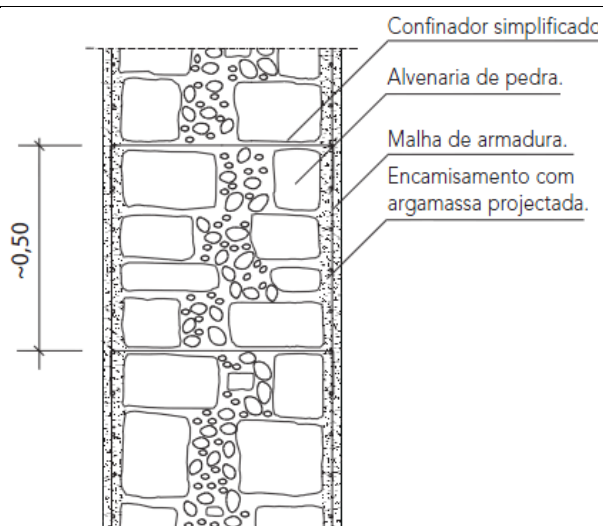
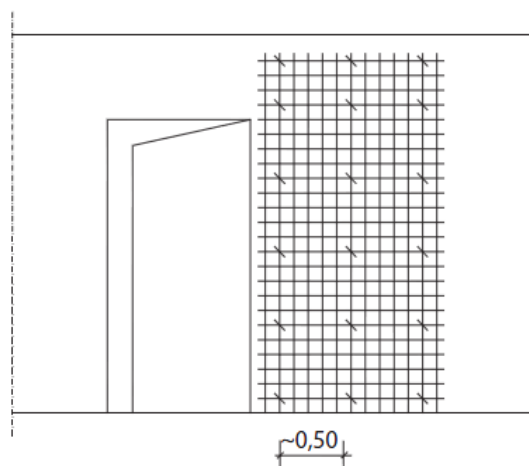
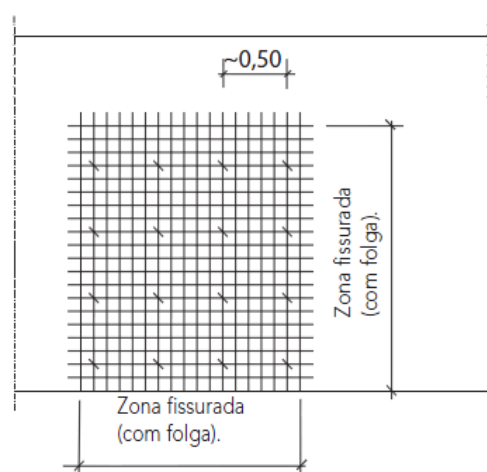
Perspectiva geral de um edifício reabilitado através da execução de reboco armado

Imagens retiradas de: Córias, 2007

4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra

Exemplos	
	• Localização fixa; quando a rede é fixa com as nervuras verticais, a fixação deve ser feita através de todas as nervuras e a uma distância de 600 mm uma da outra. × Posição do arame de fixação de 1,2 mm ou do parafuso.
Afastamento de uma rede metálica nervurada	
	
Afastamento de uma rede de metal expandido	
	
Exemplo da reparação de uma fenda com a técnica de reboco armado	
Imagens retiradas de: Roque, 2002	

Pormenores construtivos

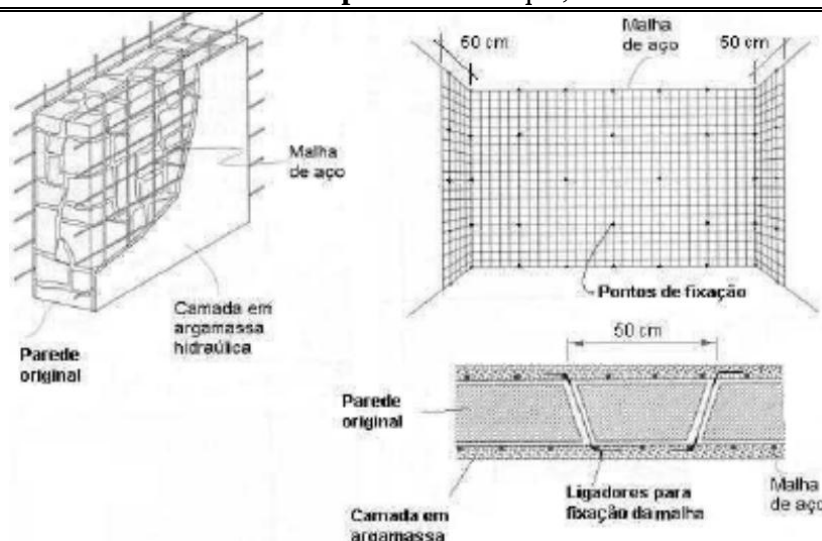


Imagens retiradas de: Córias, 2007

4.2.5 Encamisamento “Jacketing”

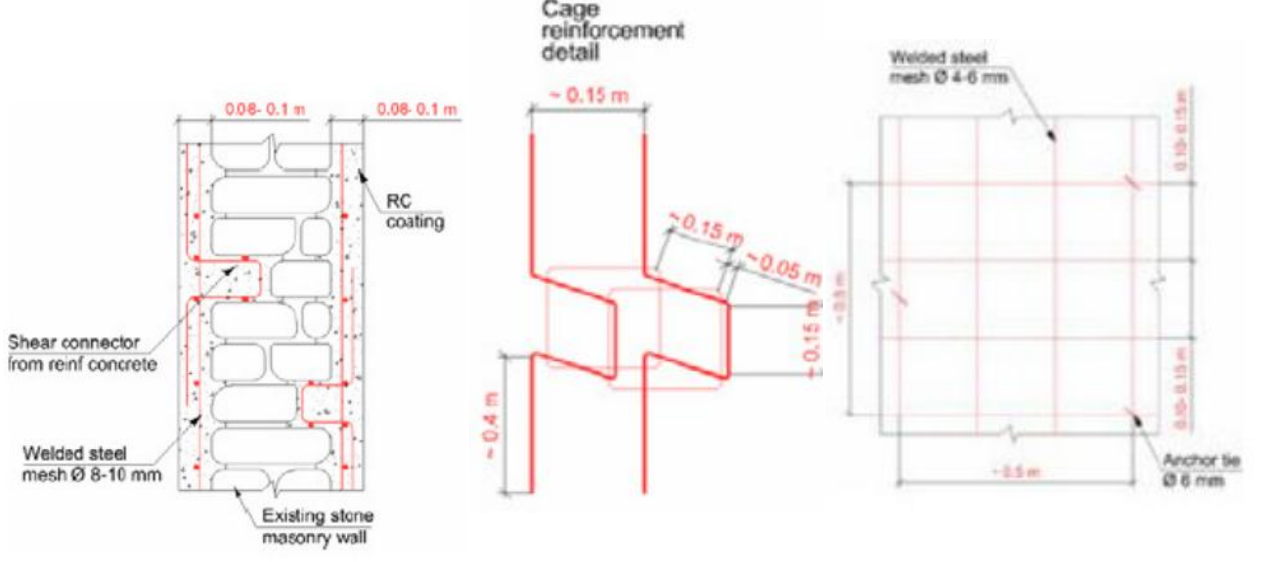
Definição	Materiais utilizados
Consiste na aplicação de uma camada de recobrimento, em betão armado, reforçada com malha de aço, fixada à parede.	- Betão armado; - Malha de aço (electrossoldada por exemplo); - Caldas de cimento ou resina; - Ligadores para fixação da malha.
Objectivos	Procedimento
1. Restaurar as condições de integridade das fachadas; 2. Controlar a fissuração.	1. Eliminação completa do reboco velho até às juntas de argamassa, de modo a libertar a parede de pedaços soltos de argamassa, ou de pequenas pedras soltas, que poderiam impedir uma boa ligação do novo reboco à parede; 2. Selagem das fissuras e dos vazios com injeções de caldas de cimento ou resinas; 3. Execução de nove furos por metro quadrado, em quinquêncio, com dimensões adequadas para fixação das pregagens; 4. Lavagem da superfície com água sob baixa pressão; 5. Colocação da malha de reforço, de dimensões adequadas, devidamente fixada; 6. Aplicação do betão, por projecção ou moldado (colocação de cofragens), numa espessura variável entre os 5 e os 10 cm.
Campo de aplicação	
Paredes com degradação e falta de coesão (alvenarias "pobres", muito irregulares, com mistura de diferentes materiais ou restos de materiais, argamassas muito deterioradas e fraca ligação dos materiais).	
Desvantagens/Limitações	Vantagens
1. Compatibilidade dos materiais; 2. Ligação entre o reboco e a parede; 3. A espessura da parede pode afectar a arquitectura.	1. Melhoria da resistência superficial à tracção e ao corte (obtém-se um revestimento de maior espessura que um reboco convencional e com características mecânicas superiores); 2. Melhoria da ligação entre as paredes e aumento da rigidez axial e transversal da parede e da resistência à compressão.

Texto adaptado de: Roque, 2002



Encamisamento de uma parede de alvenaria com rede de malha de aço electrossoldada

Imagens retiradas de: Roque, 2002

Outras informações
1. A técnica de encamisamento "Jacketing" pode ser aplicada num ou em ambos os lados da parede existente; 2. É necessária a utilização de materiais duráveis; 3. A aplicação desta técnica é condicionada pela execução das ligações transversais, uma vez que a irregularidade morfológica não garante a existência de juntas que atravessem toda a secção; 4. A espessura da camada de betão varia, em média, entre os 5 e os 10 cm; 5. A eficácia desta técnica depende fundamentalmente: - Da acção de confinamento que a(s) camada(s) de betão conferem sobre a parede original; as fixações da armadura (pregagens) desempenham, por isso, um papel importante; - Da distribuição das pregagens; 6. O reforço deve ser calculado para suportar a totalidade das cargas, não devendo ser considerada a contribuição da alvenaria; 7. Quando as paredes de alvenaria possuem uma espessura elevada, a ligação entre a parede e a lâmina de betão pode ser executada com conectores em armadura de betão (ver imagem abaixo); habitualmente nestas situações, retiram-se algumas pedras da parede com aproximadamente 0,15 m; nessa cavidade inserem-se armaduras de reforço, devidamente emendadas na restante estrutura (sobreposição na malha de reforço com 40 cm); 8. As paredes esbeltas têm melhor comportamento quando as pregagens se distribuem, preferencialmente pelas zonas superiores e inferiores das paredes; 9. Em paredes de grande espessura aconselha-se evitar o uso de camadas de betão excessivamente espessas, com o objectivo de aumentar a rigidez à flexão, quando o objectivo é evitar colapsos por mecanismos de instabilização.
Texto adaptado de: Modena, 2000; Roque, 2002
 Pormenor da conexão da parede de alvenaria de pedra com a lâmina de betão
Imagens retiradas de: (Belgas, sem data)

4.2.6 Reforço com materiais compósitos FRP (Fiber Reinforced Polymer)

Definição	Procedimento
Consiste na aplicação de materiais polímeros reforçados com fibras de carbono, fibras de vidro ou de aramida, colados ao suporte com resinas de elevado desempenho.	1. Remoção do reboco¹; 2. Remoção dos materiais desagregados aparentes e substituição destes elementos; 3. Arredondamento das arestas das paredes de alvenaria², de modo a evitar a concentração de tensões e, por consequência, uma rotura prematura da manta; 4. Limpeza superficial da alvenaria por intermédio de jacto de areia preferencialmente; 5. Aplicação de uma resina epoxídica (primário) para assegurar uma superfície regular que promova uma boa adesão; 6. Espalhamento de uma cola epoxídica na superfície, após a secagem do primário; 7. Colagem da manta de FRP sobre a superfície colada; 8. Impregnação da superfície da manta com uma nova camada de cola epoxídica; 9. Aplicação de uma última camada de resina que pode ser pulverizada com areia de quartzo, para melhorar as características de aderência de eventuais revestimentos ou rebocos.
Objectivos	
1. Restaurar as condições de integridade das fachadas; 2. Melhorar a resistência à tracção e à compressão; 3. Controlar a fissuração.	
Materiais utilizados	
1. Materiais polímeros reforçados com: - Fibras de carbono; - Fibras de vidro; - Fibras de aramida; 2. Colagem ao suporte através de resinas de elevado desempenho; 3. Sistema de pregagens das cintas às paredes transversais (se necessário).	
Campo de aplicação	Vantagens
Aplica-se a paredes degradadas e falta de coesão. Dois tipos de aplicação: 1. Aplicação de cintas de laminados, disposta horizontal e verticalmente: destina-se a confinar as paredes e a contrariar os esforços de flexão, associados a acções horizontais perpendiculares ao seu plano (acções sísmicas por exemplo); 2. Aplicação de mantas generalizadas ou localizadas no plano das paredes: contribui para a melhoria da resistência ao corte, evitando mecanismo de rotura da argamassa, com deslizamento ao longo da junta ou por tracção diagonal.	1. Elevada resistência à tracção; 2. Elevada resistência à flexão; 3. Leveza; 4. Elevada resistência à compressão; 5. Bom comportamento à fadiga; 6. Baixa relaxação; 7. Reversibilidade da aplicação.
	Desvantagens/Limitações
	1. Custo elevado; 2. Comportamento frágil; 3. Fraca resistência ao fogo; 4. Comportamento da aderência³; 5. Durabilidade; 6. Fraca resistência aos raios ultravioleta; 7. Compatibilidade dos materiais; 8. Utilização de materiais duráveis.

Outras informações

1. Esta técnica pode ser combinada com sistemas de pregagens das cintas às paredes transversais;
2. A escolha do tipo de fibras a utilizar depende do objectivo da intervenção; assim, em construções históricas recomenda-se a utilização de fibras de carbono, por serem as que oferecem melhores índices de durabilidade;
3. A utilização deste tipo de reforço é transversal nas paredes de alvenaria;
4. Estudos realizados referem o incremento da resistência última da parede em cerca de 10 e 65 %, dependendo do compósito e das condições de aplicação;
5. Os compósitos FRP são comercializados em mantas, em laminados, em barras e, para algumas utilizações, em fibras soltas.

Reforço de paredes

Desta divisão da técnica de reforço com materiais compósitos FRP destacam-se dois grandes grupos:

1. Aplicação de cintas de laminados, disposta horizontal e verticalmente (fig. 3 e 4): destina-se a confinar as paredes e contrariar os esforços de flexão associado a acções horizontais perpendiculares ao seu plano (acções sísmicas, por exemplo);
2. Aplicação de mantas generalizadas ou localizadas no plano das paredes (fig. 5 e 6): destina-se a melhorar a resistência ao corte, evitando mecanismo de rotura da argamassa, com deslizamento ao longo da junta ou por tracção diagonal; não é necessária a sua aplicação ao nível dos pavimentos.

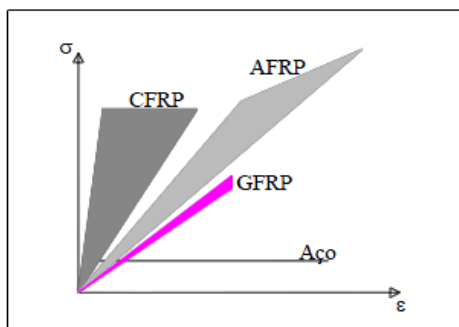
Texto adaptado de: Roque, 2002

1

Fibras		Tensão de rotura à tracção (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)	Along. (%)	Densidade (Kg/m ³)
Carbono	Elevada resistência	4300 - 4900	230 - 240	1.9 - 2.1	1.8
	Elevado módulo	2740 - 5490	294 - 329	0.7 - 1.9	1.78 - 1.81
	Módulo muito elevado	2600 - 4020	540 - 640	0.4 - 0.8	1.91 - 2.12
Vidro		2400 - 3500	70 - 85	3.5 - 4.7	2.6
Aramida		3200 - 3600	124 - 130	2.4	1.44

Propriedades das fibras mais usadas nos compósitos FRP (Gettu, et al., 2002)

2



Análise comparativa do comportamento de polímeros, reforçados com vários tipos de fibras.

CFRP – Fibras de carbono

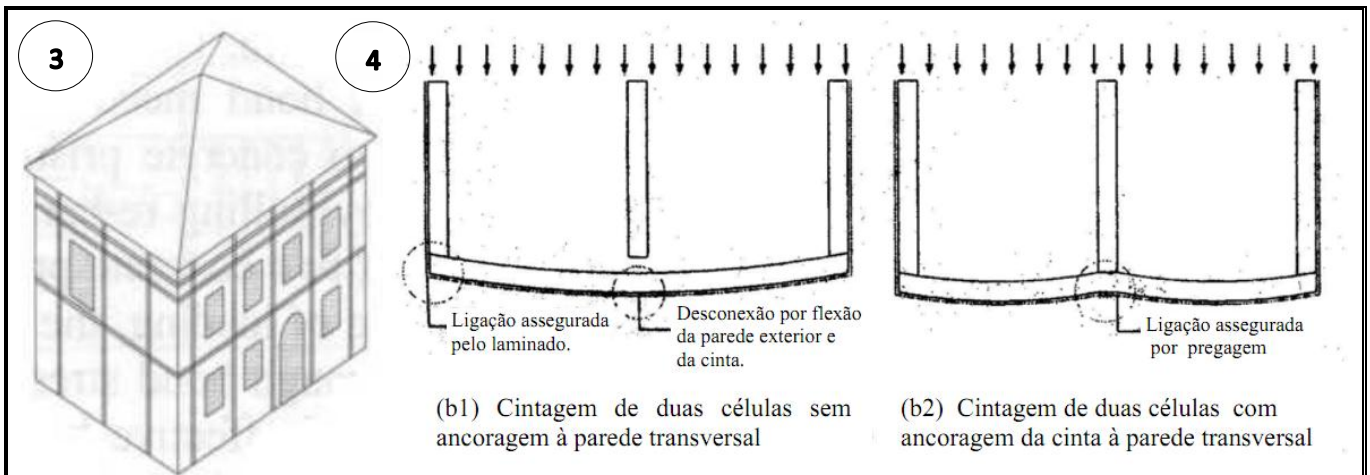
GFRP – Fibras de vidro

AFRP - Aramida

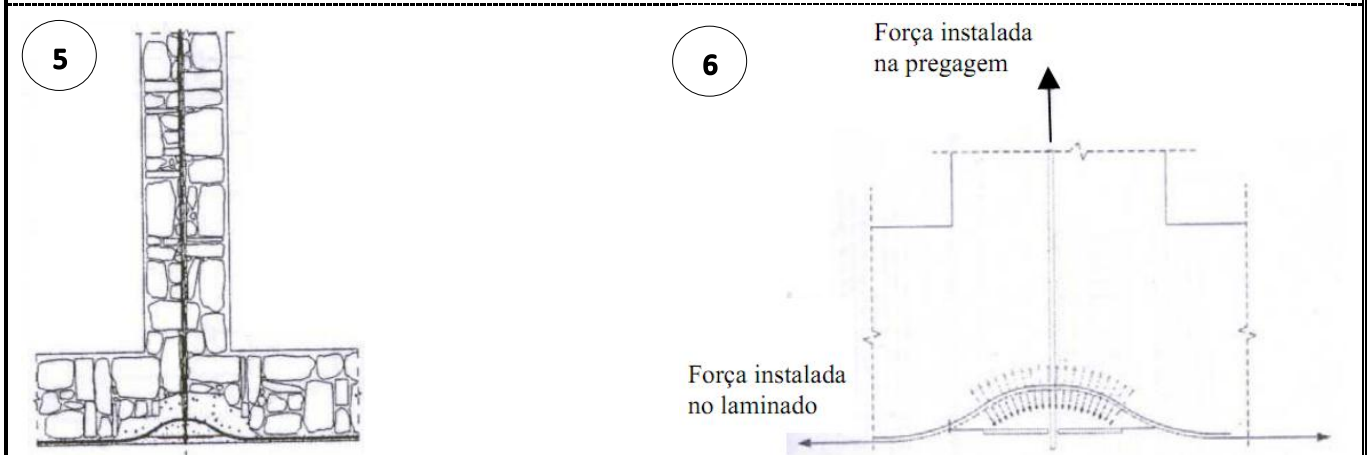
Relações tensão-deformação de diferentes compósitos FRP comparadas com o aço convencional (Roque, 2002)

¹ Caso os elementos sejam rebocados. ² Raio de curvatura aproximadamente de 3 cm. ³ A aplicabilidade desta técnica às paredes de alvenaria de pedra é condicionada pela irregularidade superficial que dificulta a aderência.

4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra

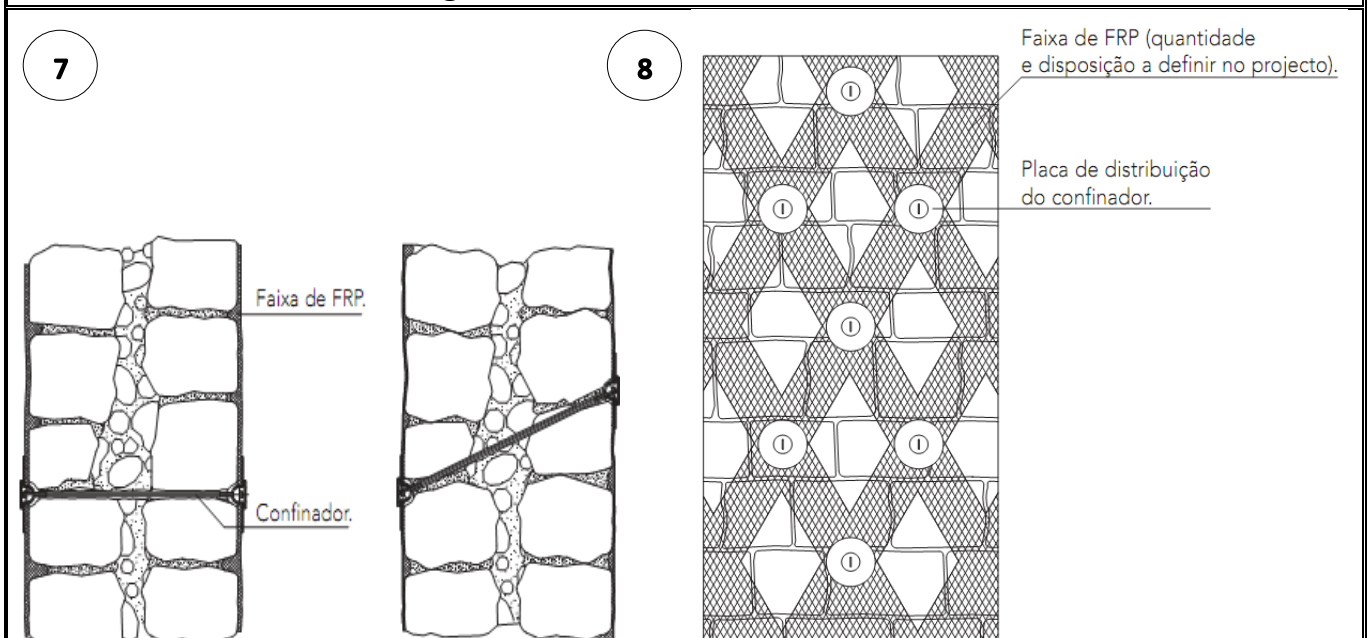


Aplicação de cintas de laminados, disposta horizontal e verticalmente



Aplicação de mantas generalizadas ou localizadas no plano das paredes

Imagens retiradas de: Avorio & Borri, 2000



Pormenores construtivos

Imagens retiradas de: Córias, 2007

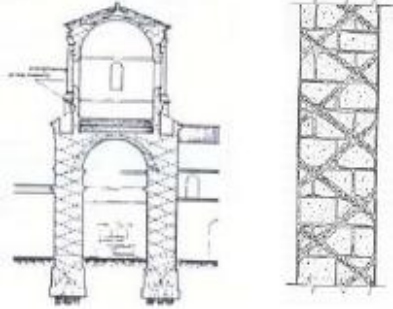
4.2.7 Pregagens

Definição	Objectivos
1. Consiste na utilização de uma solução mecânica para reforçar ou promover a ligação entre elementos cooperantes; 2. Consiste na colocação de barras metálicas, em pequenos furos previamente abertos, que atravessam os elementos a reforçar; após a colocação dos reforços, os furos são selados com caldas de injeção apropriadas.	1. Aumento da resistência da alvenaria; 2. Importante efeito de confinamento.
	Materiais utilizados
	1. Tirantes de aço fixos por aderência e/ou ancorados nas extremidades; 2. Caldas de injeção.
	Campo de aplicação
	Paredes de alvenaria de pedra natural, com espessuras compreendidas entre 0,50 e 2,00 metros.
Desvantagens/Limitações	Outras informações
1. Compatibilidade dos materiais; 2. Necessidade de utilização de materiais duráveis; 3. Implica a utilização de rebocos para encobrir a presença das ancoragens; 4. Para paredes de alvenaria com espessura inferior a 0,50 metros, esta técnica é de difícil execução; 5. Para paredes de alvenaria com espessura maior que 2,0 metros, esta técnica é pouco eficaz.	1. A furação, o diâmetro dos furos, a distribuição das ancoragens e a direcção do furo depende da tipologia da parede de alvenaria, da extensão dos danos e do objectivo pretendido; 2. Uma regra prática indica 3 a 4 furos por metro quadrado com comprimentos de cerca de 3 vezes a espessura da parede; 3. Esta solução generalizou-se num vasto campo de aplicações, com pregagens de características específicas, em reforços localizados ou generalizados; 4. Esta técnica pode ser realizada em paredes de alvenaria com pouca coesão, porém deve proceder-se a uma prévia injeção e tratamento de juntas; 5. Quando são analisados parâmetros relativos ao confinamento e controlo da dilatação transversal, esta técnica é mais eficiente que a injeção.

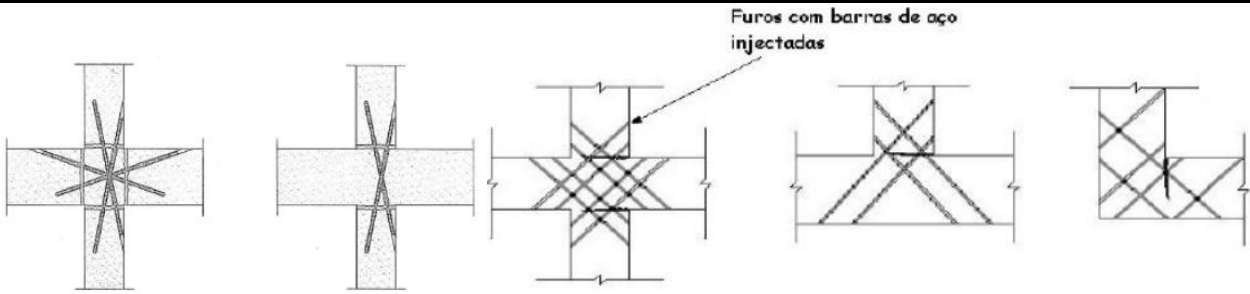
Texto adaptado de: Roque, 2002

Esta técnica de reforço pode ser executada através de pregagens generalizadas, pregagens em “costura” ou pregagens transversais. Estes três procedimentos serão agora descritos.

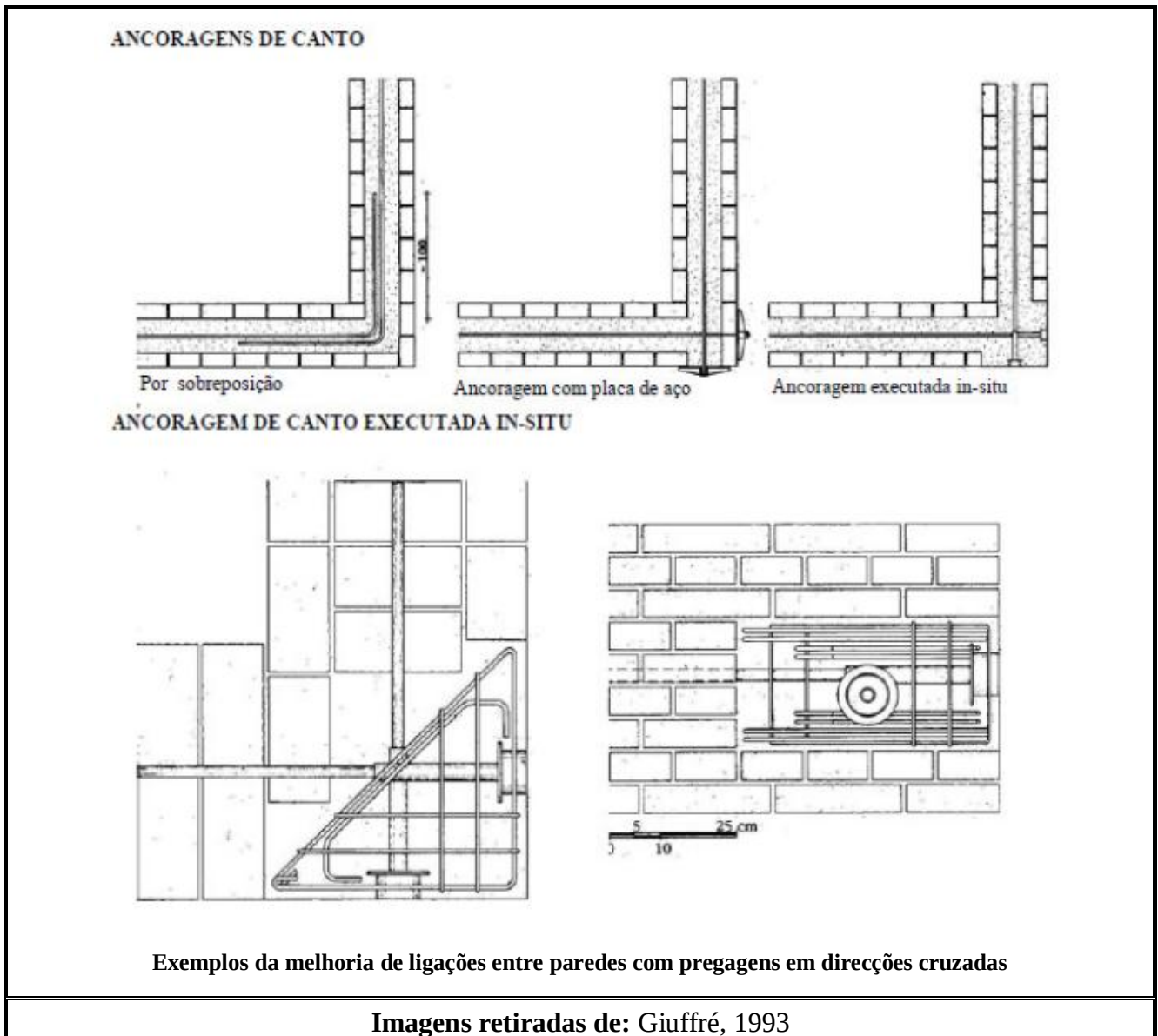
4.2.7.1 Pregagens generalizadas

Definição	Procedimento
Consiste na colocação de um sistema de barras de aço inoxidável, normalmente dispostas em direcções cruzadas, formando uma malha tridimensional interior às alvenarias.	1. Remoção do reboco ou dos revestimentos existentes para verificação do estado da alvenaria; 2. Limpeza da parede com água, de forma a eliminar eventuais substâncias solúveis (gesso) ou outras substâncias insolúveis; 4. Posicionamento e execução dos furos de injeção nas juntas de argamassa de modo a atravessar toda a espessura da parede, com inclinação de 45 graus; a intervenção em ambos os lados da parede deve ser feita de forma desencontrada; os furos de injeção devem ser efectuados preferencialmente com o auxílio de berbequins mecânicos de rotação; 5. Inserção dos varões de reforço; 6. Injecção da calda de cimento.
Vantagens	
1. Melhoria da capacidade de resistência a esforços de tracção e de corte; 2. Melhoria da resistência à compressão.	
Outras informações	
Esta técnica não é recomendável em: - Paredes de alvenaria de pedra à vista dado que a parede ficaria crivada de numerosos pontos com coloração própria; - Paredes em alvenaria de pedra com espessura inferior a 0,50 m.	 Reforço de paredes-mestras (secção transversal)
Texto adaptado de: Roque, 2002 Imagens retiradas de: Roque, 2002	

4.2.7.2 Pregagens em “costura”

Pregagens em “costura”	
Definição	Procedimento
Consiste na utilização de um sistema de barras de aço inoxidável.	1. Remoção do reboco ou dos revestimentos existentes e análise do estado da alvenaria;
Vantagens	2. Limpeza da parede com água para eliminar eventuais solúveis (gesso) ou insolúveis (ter em atenção a pressão utilizada);
1. Melhoria da capacidade de resistência à tracção das zonas críticas;	3. Refechamento das juntas e selagem das fissuras com calda compatível;
2. Melhoria das ligações entre paredes perpendiculares entre si.	4. Posicionamento e execução dos furos de injeção nas juntas de argamassa de modo a atravessar toda a espessura da parede, com inclinação de 45 graus; a intervenção em ambos os lados da parede deve ser feita de forma desencontrada; os furos de injeção devem ser efectuados preferencialmente com o auxílio de berbequins mecânicos de rotação;
Outras informações	5. Inserção dos varões de reforço;
1. Reforço muito utilizado no esforço sísmico;	6. Injecção da calda de cimento.
2. Actualmente, utilizam-se tubos e varões de aço inoxidável, inseridos em mangas de tecido de algodão, que facilitam a adaptação do material intrusivo à irregularidade da furação e à heterogeneidade que muitas vezes se encontra nos componentes das alvenarias, evitando-se a fuga da calda de injeção.	 Corte esquemático de pregagens (Belgas, sem data)
Texto adaptado de: Roque, 2002	
 Furos com barras de aço injectadas Exemplos de pregagens em direcções cruzadas	
Imagens retiradas de: Roque, 2002	

4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra

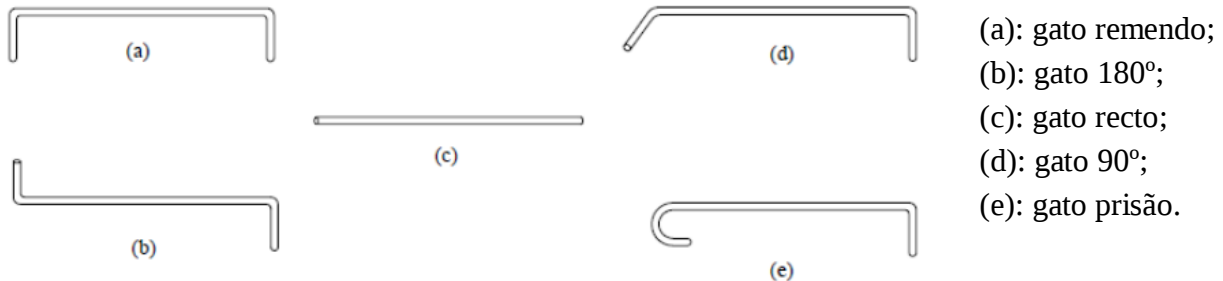


4.2.7.3 Pregagens transversais

Definição	Procedimento
Consiste na colocação de um sistema de barras de aço inoxidável dotadas de dispositivos nas extremidades que permitam a sua amarração nas faces exteriores dos paramentos, transversais à parede	1. Posicionamento e execução dos furos preferencialmente com um berbequim mecânico de rotação; os furos devem: - Localizar-se , se possível, sobre juntas de argamassa que atravessem toda a secção; - Ter uma inclinação de aproximadamente 45°; - Ser transversais com diâmetros variáveis entre 4 e 10 mm; - Ter uma distribuição em quinqüncio: Distribuição localizada de pregagens transversais (Roque, 2002) 2. Inserção dos sistemas de fixação; 3. Inserção dos varões de reforço; 4. Injecção da calda de cimento.
Vantagens	
1. Reduz a possibilidade de existir qualquer tipo de instabilização das paredes; 2. Favorece o controlo da dilatação transversal da parede quando submetida a acções verticais.	
Outras informações	
1. As pregagens transversais também podem ser utilizadas na fixação de armaduras ao suporte (rebocos armados) e em soluções de encamisamento “jacketing”, em que o confinamento desempenha um papel fundamental; 2. O efeito de confinamento transversal depende da eficácia da ligação ou ancoragem dos tirantes; 3. A ancoragem/fixação das pregagens pode ser realizada: Por via química, com a selagem dos furos realizada com argamassas adequadas: Por via mecânica, com adopção de dispositivos de ancoragem exterior, ou com soluções mistas: Ancoragem por via química e por via mecânica (Roque, 2002; Cóias, 2007)	

4. De entre os vários tipos de ancoragens, destacam-se:

- Os gatos metálicos: nesta solução, os tirantes são normalmente posicionados com uma das extremidades dobradas sobre uma ranhura superficial aberta na face da parede; a dobra na face oposta, se existir, é realizada in situ, com o tirante já posicionado na parede; para garantir uma boa ancoragem, as ranhuras devem ser seladas antes de se proceder à dobragem dos tirantes;

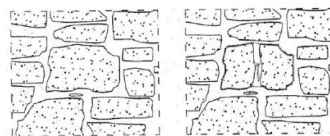


Tipos de gatos mais usuais em pregagens transversais (Roque, 2002)

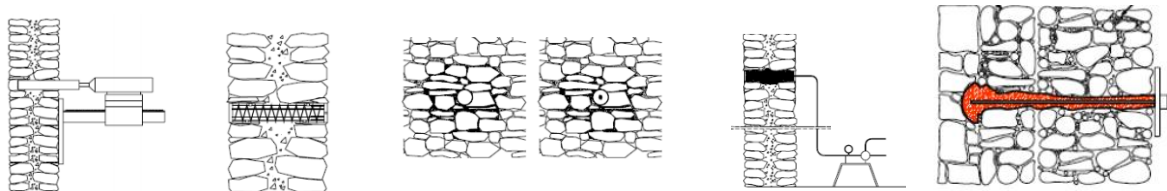
- As ancoragens de anilha e porca de aperto: a sua aplicação revela-se fácil e eficaz; deve ser executada sobre as pedras, possibilitando um confinamento eficiente da parede; se tal não for possível, estando a ancoragem numa junta ou muito próximo, pode-se incorporar este sistema no interior da alvenaria, procurando zonas de fixação melhores ou utilizando chapas metálicas que distribuem a força de aperto;

5. Esta técnica é utilizada em paredes compostas para confinar a secção, na fixação de armaduras ao suporte, no caso de rebocos armados e como elementos complementares na execução de encamisamentos;

6. Por vezes, e devido à dificuldade de encontrar correspondência de juntas nas duas faces da parede de alvenaria, a execução dos furos torna-se difícil; em alternativa pode-se selar os tirantes; porém, esta solução não é tão eficaz; uma possibilidade é remover as pedras no local onde se pretende realizar a pregagem, e posterior recolocação da mesma, após a realização da operação de reforço.



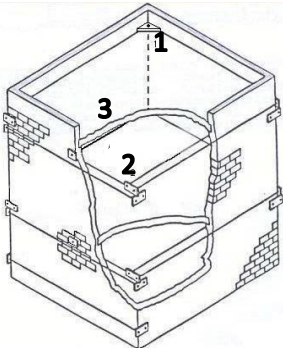
Subdivisão de uma unidade de alvenaria para ancoragem de gato metálico (Roque, 2002)



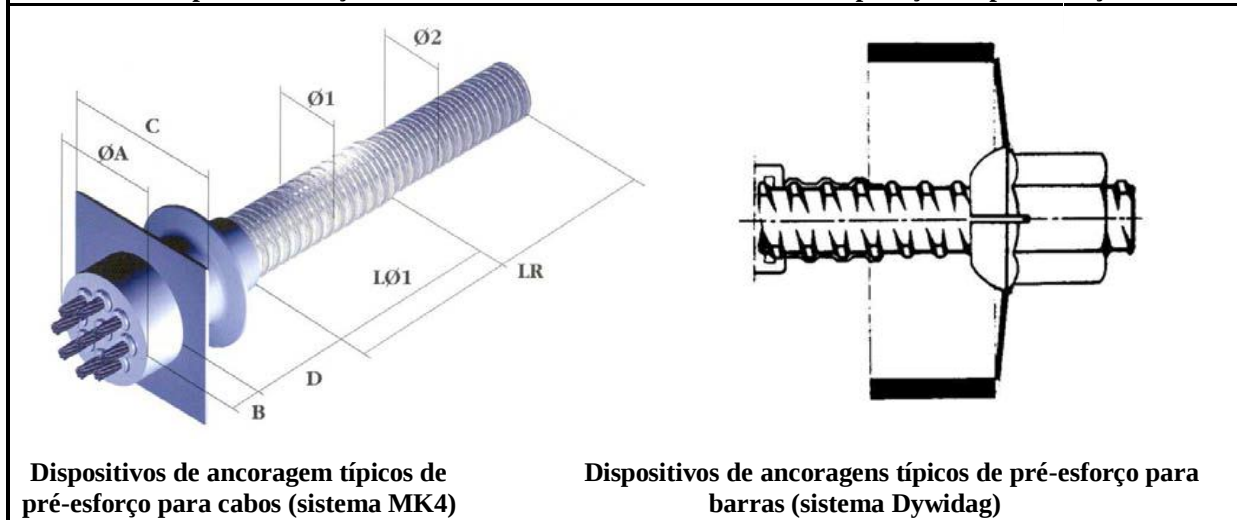
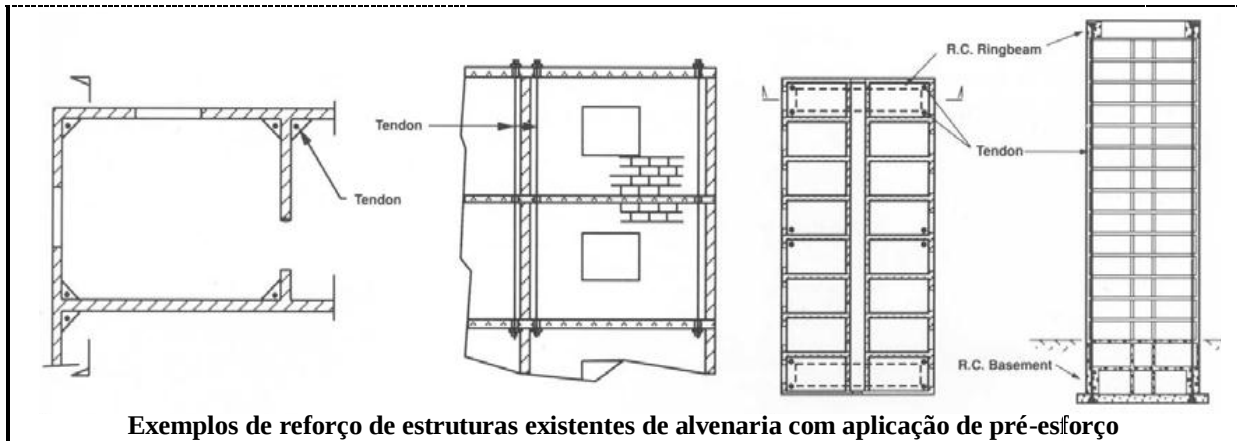
Esquema de colocação de um elemento em betão armado artificial, equivalente às pregagens (Regione molise, 2006)

Texto adaptado de: Roque, 2002

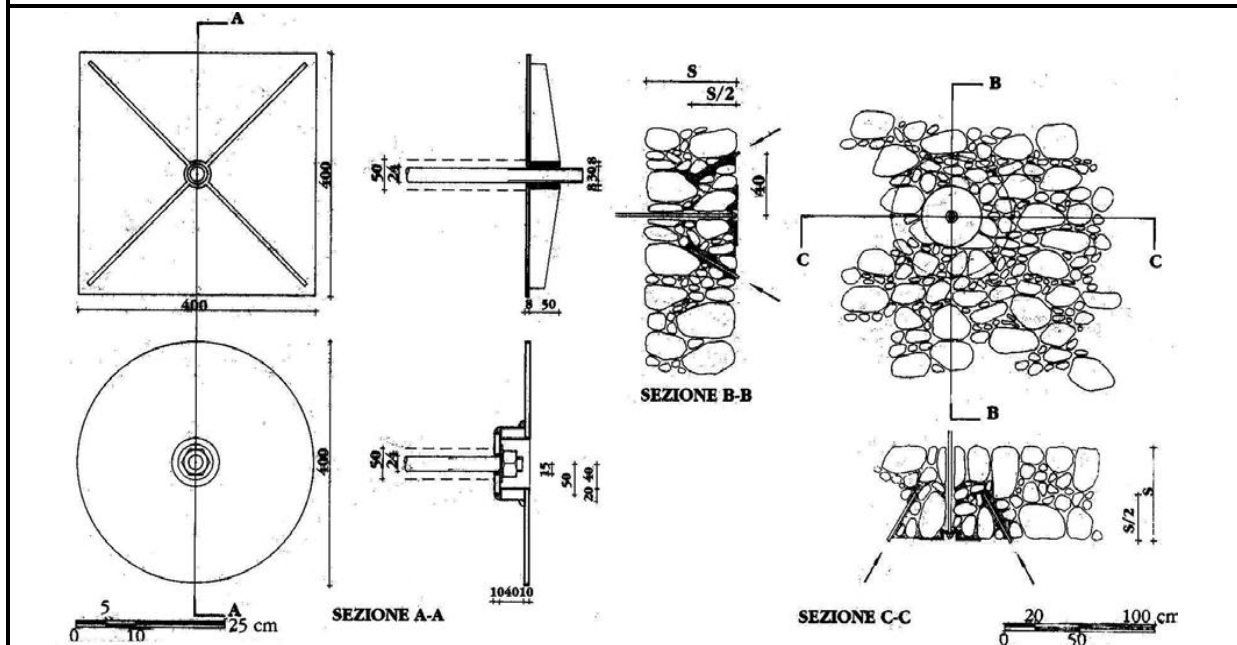
4.2.8 Pré-esforço

Objectivos	Definição
1. Melhorar o comportamento das paredes (sob acções no seu próprio plano e sob acções exteriores), através da compressão axial, melhorando assim a resistência à tracção e ao corte¹; 2. Melhorar o comportamento das paredes fora do plano, na ligação entre paredes opostas, provocando um efeito de confinamento global da estrutura²; 3. Melhorar o comportamento em serviço, ao nível do controle de deformação e fendilhação.	Consiste na colocação de cabos de aço de alta resistência, efectuando-se o seu esticamento, de forma a introduzir na estrutura um novo sistema de forças.
	Vantagens
	1. Técnica de carácter reversível; 2. Não introduz aumento significativo de massa³ (a aplicação desta técnica é recomendada em regiões de risco sísmico).
	Desvantagens/Limitações
	1. Compatibilidade dos materiais; 2. Sistema intrusivo; 3. Necessidade de ponderar as forças introduzidas na estrutura; 4. Fraca resistência ao fogo.
Recomendações	Outras informações
Uma vez que as paredes onde se prevê instalar o pré-esforço devem possuir capacidade resistente, deve ser realizada uma inspecção prévia ao local, especialmente na região onde vai ser realizada a ancoragem, devendo caso seja necessário, ser consolidada essa zona (através de injecções de calda, por exemplo).	1. A análise e os efeitos do pré-esforço em estruturas antigas são análogos aos das novas concepções; 2. O pré-esforço constitui uma versátil técnica de reforço, com carácter provisório ou definitivo, com aplicação tanto a elementos ou partes da estrutura, como à sua globalidade; 3. Relativamente às ancoragens, dependendo da potência dos tirantes, podem ser adoptadas ancoragens com cunha (dispositivos típicos de pré-esforço) ou ancoragens por aderência combinadas com chapas metálicas; 4. O pré-esforço pode fazer-se tanto pelo interior como pelo exterior, materializado por tirantes internos ou tirantes externos, respectivamente.
Texto adaptado de: Roque, 2002	
	¹ Tirantes com efeito de compressão axial nas paredes com melhorias para a flexão global; ² Pregagens entre parede ortogonais com efeito de confinamento ao nível dos pavimentos; ³ Pregagens de vão entre paredes opostas com efeito de confinamento ao nível dos pavimentos.
Esquema de reforço-tipo de um edifício existente com soluções de pré-esforço	

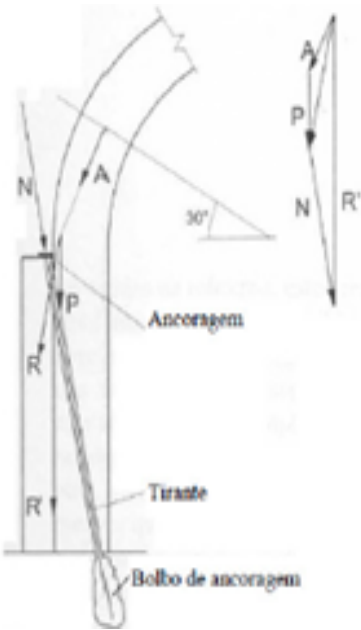
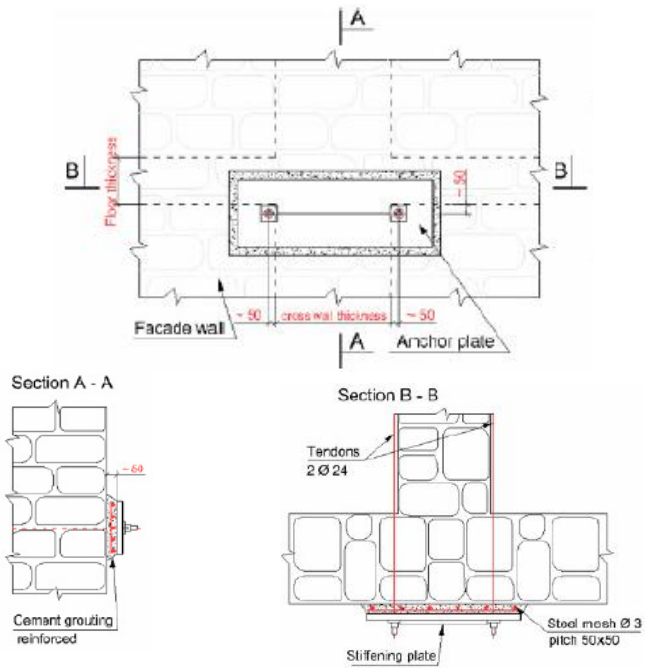
4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra



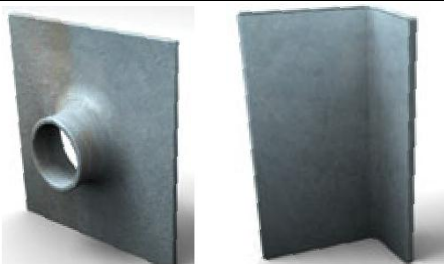
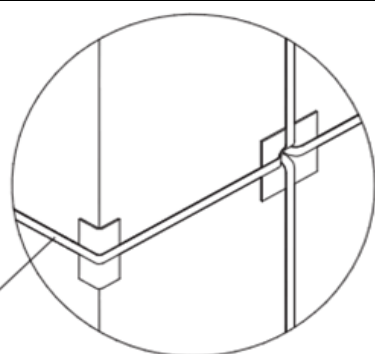
Imagens retiradas de: Roque, 2002



Imagens retiradas de: Giuffré, 1993

Tirantes internos	Tirantes externos
Procedimento	Procedimento
1. Execução dos furos com recurso a uma coroa diamantada arrefecida a água, coroa diamantada a seco ou a rotação por precursão; 2. Inserção do sistema de cabos de aço, pelo extradorso das cúpulas; 3. Execução da injeção; 4. Aplicação do pré-esforço, após a cura da calda de injeção.	1. Remoção do reboco (caso os elementos sejam rebocados) num perímetro de 50 mm do local de furação; 2. Execução do reforço com as dimensões da placa de ancoragem, reforçado com malha de aço, executado em argamassa de cimento.
Recomendações	Recomendações
1. Ter em atenção às perturbações provocadas pela furação, pois este tipo de técnica altera as condições de equilíbrio da estrutura em causa; 2. Os furos devem ter o dobro do diâmetro dos elementos de reforço e serem ajustados, para diminuir a tensão de aderência no perímetro da calda; devem ser aumentados em função do comprimento da ancoragem.	1. Devem ser adoptadas medidas de recobrimento e protecção, como caixas de alvenaria envolventes ou pinturas intumescentes; 2. A aplicação deve-se fazer com tirantes pares, instalados simetricamente em relação ao eixo da parede, com controle de forças, de modo a evitar compressões excêntricas não aceitáveis.
Outras informações	Outras informações
Apesar das perturbações associadas à furação, este processo não requer novas fundações nem reduz o espaço útil disponível.	Os requisitos de durabilidade, resistência ao fogo e aspectos estéticos exigem a adopção de medidas de recobrimento e protecção que mantenham os cabos aderentes.
Texto adaptado de: Roque, 2002	
 Pré-esforço interno na compensação do impulso e seus efeitos sobre as paredes.	 Exemplo de solução de pré-esforço externo
Imagens retiradas de: Roque, 2002	Imagens retiradas de: (Belgas, sem data)

4.2.9 Fitas de aço inoxidável tensionadas

Definição	Materiais utilizados
1. Consiste na colocação de fitas de aço inoxidável tensionadas na alvenaria; 2. É um sistema tridimensional de "costura" das alvenarias, que lhe introduz um estado de pré-compressão triaxial;	1. Fitas de aço inoxidável de 0,75 a 0,8 mm e largura de 18 a 20 mm; 2. Chapas de aço inoxidável com cerca de 125 por 125 mm; 3. Cantoneiras de aço inoxidável.
	Campo de aplicação
	1. Casos em que a alvenaria mostra alguma desagregação; 2. Casos de contenção pós-sismo (reabilitação sísmica de estruturas existentes com especial relevância para a possível reversibilidade das aplicações).
Objectivos	Procedimento
1. Melhorar o comportamento das paredes, em particular na resistência ao corte, à flexão e à compressão, através do seu confinamento; 2. Aumentar a ductilidade da estrutura.	1. Colocação de chapas de aço inoxidável, dotadas de aberturas em forma de funil colocadas na boca dos furos; 2. Colocação das fitas de aço inoxidável tensionadas na alvenaria, dispostas normalmente na direcção horizontal e na vertical, atravessando a parede de alvenaria; 3. Colocação de cantoneiras de aço inoxidável nas arestas das paredes de alvenaria para permitir o contorno das fitas.
Vantagens	Desvantagens/Limitações
1. Técnica reversível; 2. Aumento substancial da resistência da alvenaria; 3. Aplicação rápida.	1. Compatibilidade dos materiais; 2. Sistema intrusivo; 3. Torna-se necessário um estudo da espessura e da composição dos rebocos de revestimento.
Outras informações	
1. O aço inoxidável é pós tensionado e tem uma alta ductilidade (40% de alongamento à rotura); 2. A designação técnica deste sistema é CAM (Cucitura attiva della muratura); 3. O equipamento necessário para a aplicação desta técnica corresponde a um berbequim de rotação e equipamento ligeiro para tensionamento e amarração das fitas.	
 Chapas de aço inoxidável que permitem o contorno das fitas nos vãos ou nas zonas onde as paredes terminam.	 Pormenor construtivo
Texto adaptado de: Roque, 2002; Córias, 2007; Imagens retiradas de: Córias, 2007	

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Como síntese apresenta-se a seguir um quadro com as diferentes patologias estruturais encontradas em paredes de alvenaria de pedra, relacionadas com as respectivas técnicas de reabilitação.

Quadro 5 - Quadro síntese

Patologias estruturais Técnicas de reabilitação	Fendilhação	Degradação / Desagregação	Perda de coesão	Degradação das juntas	Esmagamento	Abaulamento / Embarrigamento	Deformações fora do plano

Técnicas de consolidação

Consolidação por injeção	X	X	X				
Substituição do material degradado	X	X	X				

Técnicas de reforço

Refechamento de juntas com argamassa				X			
Refechamento de juntas com armadura	X			X			
Refechamento de juntas com camada de resina orgânica e armadura	X			X			
Reboco armado	X					X	X
Encamisamento "Jacketing"		X	X				
Reforço com materiais compósitos		X	X				
Pregagens generalizadas	X				X	X	X
Pregagens "costura"	X				X	X	X
Pregagens transversais	X				X	X	X
Pré-esforço (tirantes internos)	X				X	X	X
Pré-esforço (tirantes externos)	X				X	X	X
Fitas de aço inoxidável	X				X	X	X

4. Caracterização das técnicas de reabilitação de alvenaria de pedra

Outras técnicas podem ser utilizadas em paredes de alvenaria de pedra existentes, nomeadamente as que tratam patologias estruturais causadas pela acção da água (através de infiltrações, humidades ascensionais, entre outras). Este fenómeno está associado ao aparecimento de muitas das anomalias das paredes de alvenaria e à evolução destas para situações bastante gravosas de um ponto de vista estrutural. Deste modo, as medidas de protecção contra a humidade tornam-se indispensáveis quando se pretende prevenir a manifestação das anomalias. A seguir apresentam-se exemplos dos estragos provocados pela acção da água.



Figura 21 - Desagregação de alvenaria devido a infiltrações de água (Farinha, 2008)



Figura 22 - Humidade ascensional em estrutura de alvenaria (NCREP, 2011)

Embora se trate de um factor exterior actuando de uma forma indirecta nas paredes de alvenaria, serão no entanto abordadas as técnicas de protecção contra a humidade, por ser uma das grandes causas de degradação nos edifícios antigos.

Apresentam-se as principais técnicas de protecção contra a humidade (Roque, 2002):

- Barreiras químicas contra a humidade ascensional (por injeção);
- Barreiras químicas contra a humidade ascensional (por transfusão);
- Tratamento hidrofugante.

As respectivas fichas de identificação encontram-se no Apêndice A.

Qualquer intervenção de carácter estrutural em edifícios antigos tem que ser encarada cuidadosamente, já que não existem certezas em relação aos materiais utilizados na construção, às técnicas construtivas empregues e à qualidade da sua execução. Daí surgem dificuldades na determinação da capacidade resistente da estrutura. A solução ideal numa reabilitação estrutural é optar por medidas que não impliquem um acréscimo significativo de cargas no edifício, e isto passa normalmente pela utilização de técnicas e elementos tradicionais, semelhantes aos utilizados na construção original do edifício. Por outro lado, esta solução nem sempre é possível, já que podem haver condicionantes arquitectónicas ou de outra ordem que obriguem a um acréscimo de cargas. Nestes casos, a intervenção torna-se obviamente mais complexa, obrigando usualmente à utilização de técnicas e materiais recentes, com custos de acordo com essa mesma complexidade.

5. Estimação dos custos de intervenções

A estimação dos custos de intervenções de reabilitação de edifícios revela-se uma tarefa complexa, tendo em consideração os diversos estados de conservação dos edifícios, o seu valor patrimonial, bem como a falta de informação oficial de preços praticados nesta área.

Contudo, revela-se fundamental realizar uma estimação de custos, pois a decisão de intervenção numa obra dependente fundamentalmente dos recursos financeiros disponíveis. Os factores primordiais para a economia das intervenções de reabilitação de edifícios são o conhecimento e a boa gestão dos custos das obras (Sousa, 2009).

Esta dissertação focar-se-á na estimação dos custos em intervenções de reabilitação estruturais das paredes de alvenaria de pedra resistentes dos edifícios.

Neste capítulo pretende-se analisar:

- Os métodos existentes em Portugal na estimação dos custos de reabilitação;
- Fórmulas de revisão de preços na reabilitação de edifícios;
- Legislação aplicável e custos inerentes aos procedimentos camarários;
- Seguros para obras de reabilitação;
- Trabalhos preparatórios (estaleiro, cobertura provisória, andaimes e oleados de Protecção).

5.1 Métodos existentes em Portugal na estimação dos custos de reabilitação

Os métodos de estimação de custos constituem ferramentas cada vez mais necessárias nas operações de intervenções, quer no apoio à decisão da sua execução, quer na previsão dos meios financeiros necessários. Deste modo é de extrema importância a determinação dos custos o mais próximo possível da realidade, visto tratar-se de uma componente essencial para a realização de uma obra económica e eficaz.

Existem diversos métodos expeditos para estimação dos custos de reabilitação. Porém, em primeiro lugar, torna-se importante estabelecer os critérios em que se baseiam.

No âmbito da reabilitação do edificado, existe uma classificação que varia consoante o estado de degradação de um determinado edifício a reabilitar e, consequentemente, com o custo por metro quadrado (ou percentagens) referente à sua reabilitação (em relação ao custo total do mesmo edifício construído de novo). Nesta perspectiva, torna-se necessário definir o grau de reabilitação do edifício a reabilitar.

Segundo Cabrita (2005), consideram-se quatro níveis de reabilitação:

- Reabilitação ligeira (reabilitação não estrutural);
- Reabilitação média (reabilitação não estrutural);
- Reabilitação profunda (reabilitação não estrutural e estrutural);
- Reabilitação excepcional (reabilitação não estrutural e estrutural; unicamente para edifícios com valor patrimonial muito elevado).

As intervenções devem salvaguardar as características físicas, históricas e socioculturais dos edifícios a reabilitar, independentemente dos seus níveis de reabilitação.

A presente dissertação é dedicada à reabilitação estrutural de paredes de alvenaria de pedra resistentes de edifícios correntes, e, por isso, focar-se-á em obras de reabilitação profunda. Apresenta-se um quadro descritivo deste tipo de intervenção.

Quadro 6 - Intervenção profunda

Trabalhos	- Consolidação das fachadas e dos elementos estruturais; - Reforços das fachadas e dos elementos estruturais; - Trabalhos não estruturais (fora do âmbito da dissertação).
Custos	- Aproxima-se muito facilmente do custo provável de uma edificação nova com características e áreas semelhantes; - Interesse essencialmente económico neste tipo de intervenções.
Exemplo	 Reabilitação profunda - Sé de Viseu, Viseu
Texto adaptado de: Cabrita, <i>et al.</i> , (2010)	

Numa operação de reabilitação estrutural de alvenaria de pedra devem ser considerados os vários custos envolvidos, a saber:

- Custos de levantamentos topográficos;
- Custos de levantamentos do estado de degradação das paredes;
- Indemnizações por expropriações;
- Indemnizações por estragos eventualmente causados;
- Custos de inquéritos sociais;
- Custos de estudos prévios;
- Custos de execução de projectos;
- Custos de realojamento.

Repare-se que os custos descritos não são apenas custos de obra, mas também os custos indirectos à realização deste tipo de intervenção.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Também o custo inerente a este tipo de intervenção varia consoante:

- A área a reabilitar;
- A presença ou não de ocupantes;
- Dificuldade (ou inclusivamente impossibilidade) de montagem de estaleiro;
- Dificuldades de acesso à obra;
- Estado de degradação dos edifícios contíguos à obra;
- Estado de degradação das fachadas do edifício a manter, obrigando a trabalhos de contenção;
- Necessidade de coberturas provisórias.

Acrescenta-se ainda que as quantidades de trabalho correspondentes às paredes resistentes correspondem à área de construção acima do solo do edifício, tendo por unidade o metro quadrado, daí resultando o preço de reabilitação por metro quadrado.

Após a descrição destes critérios, procede-se então a descrição dos métodos de estimação dos custos de reabilitação (Farinha, 2007).

5.1.1 Método dos Edifícios-Padrão

Este método consiste na criação de um modelo baseado na análise de custos de edifícios-padrão, isto é, edifícios de referência, equivalentes em termos orçamentais a outro edifício posteriormente intervencionado.

Este método baseia-se em dois conceitos-base:

- Determinação do estado de degradação do edifício, através de uma classificação correspondente ao valor do grau de degradação que varia entre 1 e 4, sendo:
 - 1 – Elemento em muito mau estado (inexistente);
 - 2 – Elemento em mau estado (reparação importante);
 - 3 – Elemento razoável (reparação ligeira);
 - 4 – Elemento em bom estado (sem intervenção significativa);
- Determinação da correspondente degradação económica, tendo por base as estruturas de custos dos Edifícios-Padrão. As estruturas de custos são ferramentas importantes na determinação rápida e eficiente dos custos de intervenção. Consistem na distribuição de um edifício em vários capítulos, possibilitando o conhecimento das percentagens médias do “peso” daqueles capítulos na construção. Estes permitem uma estimação razoavelmente aproximada dos vários custos envolvidos na obra.

A presente dissertação pretende apenas quantificar os custos inerentes à intervenções em paredes resistentes. A título de exemplo, apresenta-se parte de um quadro, referente aos

elementos estruturais, retirado de Farinha (2007), representando um exemplo da estrutura de custos nos trabalhos de reabilitação num edifício.

Tabela 1 - Exemplo da estrutura de custos nos trabalhos de reabilitação num edifício

Capítulo	Sub-Capítulo		%
1 Elementos Estruturais	1.1.	Fundações e muros de suporte	3,40
	1.1.1.	Fundações propriamente ditas	3,40
	1.1.2.	Muros de suporte	-
	1.2.	Estrutura portante vertical	20,55
	1.2.1.	Estruturas reticuladas	-
	1.2.2.	Paredes resistentes (tosco)	20,55
	1.3.	Estruturas de escadas e pavimentos	8,32
	1.3.1.	Lajes (estrutura de)	7,51
	1.3.2.	Escadas (estrutura de)	0,81
	2.1.	Pavimento térreo	1,13
	2.2.	Revestimento de paredes exteriores	0,82
	2.3.	Vãos	12,38
	2.3.1.	Caixilhos e vidros	8,02
	2.3.2.	Elementos de ocultação	4,36
	2.4.	Cobertura	4,14
	2.4.1.	Estrutura	2,20
	2.4.2.	Revestimento	0,78

Como se pode confirmar através do quadro, a reabilitação das paredes resistentes constitui uma percentagem significativa no custo total (cerca de 20,5%).

5.1.2 Método de Estimação do custo por metro quadrado na fase prévia

Este método consiste em realizar uma estimativa de custos por metro quadrado de área bruta na fase prévia de decisão de intervenção, isto é, na fase onde se opta ou não por reabilitar. Este método utiliza um referencial de custo base e um índice de actualização de custos.

Este método apresenta algumas desvantagens, nomeadamente o facto de não considerar:

- Factores correctivos que relacionem a variação de métodos construtivos;
- O tipo de reabilitação estrutural.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Existem outros métodos na estimação dos custos de reabilitação de edifícios utilizados em Portugal, contudo, não serão descritos na presente dissertação por não se enquadrarem nos objectivos pretendidos.

O conhecimento correcto do custo das obras de reabilitação só poderá ser obtido, tal como nas obras novas, através do controlo das despesas durante a execução das obras, dadas as dificuldades imprevistas que as obras de reabilitação apresentam.

Do mesmo modo, a elaboração de uma estimativa mais correcta necessitará da realização de um orçamento detalhado em fase do projecto de execução.

5.2 Fórmulas de revisão de preços na reabilitação de edifícios

A revisão de preços tem como objectivo compensar o empreiteiro em função da variação dos custos ao longo do tempo.

O Decreto-Lei n.º 6/2004, de 6 de Janeiro, estabelece o regime de revisão de preços das empreitadas de obras públicas e particulares e de aquisição de bens e serviços. No âmbito de corrigir o custo dos trabalhos à data de referência da proposta para o nível de custos existente à data de execução real dos trabalhos, o diploma referido prevê a utilização de uma formula polinomial do tipo:

$$C_t = a \frac{S_t}{S_o} + \sum b_i \frac{M_t}{M_o} + c \frac{E_t}{E_o} + d$$

Em que:

- S_t : índice de custos de mão-de-obra, relativo ao período t ;
- S_o : índice de custos de mão-de-obra, relativo à data de referência da proposta;
- M_t : índice dos custos de materiais mais significativos, relativo ao período t ;
- M_o : índice dos custos de materiais mais significativos, relativos à data de referência da proposta;
- E_t : índice de custos dos equipamentos de apoio, relativo ao período t ;
- E_o : índice de custos dos equipamentos de apoio, relativo à data de referência da proposta;
- a : coeficiente correspondente à influência da mão-de-obra no valor da adjudicação;
- b_i : coeficientes correspondentes à influência dos diversos materiais, no valor da adjudicação;
- c : coeficiente correspondente à influência dos equipamentos de apoio no valor da adjudicação;
- d : parcela relativa à parte não revisível da empreitada.

Em suma, a fórmula polinomial procura contemplar:

- Os três tipos de custos inerentes numa obra, sendo esses os custos de mão-de-obra, materiais e equipamentos;

- A influência de cada um dos tipos de custos traduzidos respectivamente pelos coeficientes a, b e c.

5.3 Legislação aplicável e custos inerentes aos procedimentos camarários

Para o bom desenvolvimento de qualquer actividade de reabilitação de edifícios é de extrema importância o conhecimento do conjunto de disposições legais ligadas ao processo. Tal como na construção nova, a reabilitação de edifícios tem que ser realizada com base no enquadramento legal actual, tornando-se assim uma condicionante no sucesso deste tipo de obra.

O diploma base que rege o licenciamento das obras de edificações particulares é o Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, que estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação. As obras de reabilitação enquadram-se no conceito de edificação, definido neste mesmo diploma, no artigo 2, alínea a): “Edificação é a actividade ou o resultado da construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de um imóvel destinado à utilização humana, bem como de qualquer outra construção que se incorpore no solo com carácter de permanência”. Assim, devem ser realizadas de acordo com os procedimentos que o diploma estabelece.

O Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro foi objecto de várias alterações desde a sua concepção (existindo actualmente doze versões do mesmo diploma), com intuito de simplificar os procedimentos legais, nomeadamente para obras de reabilitação.

Mais recentemente, e como resposta à crise que o sector de reabilitação atravessa, foi tomada, em Reunião de Ministros, a Resolução n.º 20/2011, publicada no Diário da República, 1.^a série – N.º 58 – 23 de Março de 2011. Nesta Resolução do Conselho de Ministros são adoptadas medidas cujo principal objectivo é reduzir custos de contexto, desburocratizando os processos de obtenção das permissões para realização de obras de reabilitação.

Este documento materializa uma tomada de consciência, devido ao facto de Portugal ser um dos países europeus em que os trabalhos de reabilitação de edifícios residenciais representam menor peso na produção total da construção, daí resultando as seguintes implicações:

- Qualidade de vida dos moradores e visitantes;
- Atractividade das cidades;
- Sustentabilidade do próprio desenvolvimento urbano.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Antes de fazer a análise de algumas medidas presentes nesta Resolução de Ministros, é importante definir alguns conceitos, retirados do Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro, para um melhor enquadramento da legislação exposta posteriormente.

- **Área de reabilitação urbana:** área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infra-estruturas, os equipamentos de utilização colectiva e dos espaços urbanos e verdes de utilização colectiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, podendo ser delimitada em instrumento próprio ou corresponder à área de intervenção de um plano de pormenor de reabilitação urbana;
- **Entidade gestora:** entidade responsável pela gestão e coordenação da operação de reabilitação urbana relativa a uma área de reabilitação urbana;
- **Reabilitação urbana:** forma de intervenção integrada sobre o tecido urbano existente, em que o património urbanístico e imobiliário é mantido, no todo ou em parte substancial, e modernizado através da realização de obras de remodelação ou beneficiação dos sistemas de infra-estruturas urbanas, dos equipamentos e dos espaços urbanos ou verdes de utilização colectiva e de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação ou demolição dos edifícios.

A Resolução de Ministros n.º 20/2011 define sete medidas de simplificação de procedimentos e de eliminação de obstáculos à execução das obras de reabilitação de edifícios, nomeadamente:

Primeira medida: o procedimento especial simplificado prevê que as operações sejam objecto de comunicação prévia, bastando ao particular comunicar ao município que pretende realizar a obra. Se, no prazo de vinte dias o município não rejeitar a comunicação prévia, é disponibilizada no sistema informático a informação de que a comunicação não foi rejeitada, equivalendo assim à sua admissão, podendo o requerente dar início às obras mediante o pagamento das taxas.

Na análise desta medida é importante definir a situação de regime de comunicação prévia.

Encontram-se nesta situação:

- Todas as obras em edifícios localizados em áreas de reabilitação urbana;
- Todas as obras em edifícios construídos há mais de 30 anos.

Isto é, sempre que se trate de obras que preservem as fachadas e mantenham a altura do edifício.

Segundo a portaria n.º 232/2008 a comunicação prévia deve conter:

- Documentos comprovativos da qualidade de titular de qualquer direito que confira a faculdade de realização da operação;
- Certidão da descrição e de todas as inscrições em vigor emitida pela conservatória do registo predial referente ao prédio ou prédios abrangidos;

- Extractos das plantas de ordenamento, zonamento e de implantação dos planos municipais de ordenamento do território vigentes e das respectivas plantas de condicionantes, da planta síntese do loteamento, se existir, e planta à escala de 1:2500 ou superior, com a indicação precisa do local onde se pretende executar a obra;
- Extractos das plantas do plano especial de ordenamento do território vigente;
- Projecto de arquitectura;
- Memória descritiva e justificativa;
- Estimativa do custo total da obra;
- Calendarização da execução da obra;
- Termos de responsabilidade subscritos pelos autores dos projectos e coordenador de projecto quanto ao cumprimento das normas legais e regulamentares aplicáveis;
- Apólice de seguro de construção, quando for legalmente exigível;
- Apólice de seguro que cubra a responsabilidade pela reparação dos danos emergentes de acidentes de trabalho;
- Termos de responsabilidade assinados pelo director de fiscalização de obra e pelo director de obra;
- Declaração de titularidade de alvará emitido pelo Instituto da Construção e do Imobiliário, com habilitações adequadas à natureza e valor da obra, ou título de registo emitido por aquela entidade, com subcategorias adequadas aos trabalhos a executar, a verificar através da consulta do portal do Instituto da Construção e do Imobiliário, pela entidade licenciadora, no prazo previsto para a rejeição da comunicação prévia;
- Livro de obra, com menção do termo de abertura;
- Plano de segurança e saúde.

Segunda medida: a decisão sobre a comunicação prévia passa a ser apenas de uma única entidade pública, designada pelo município, assumindo toda a responsabilidade perante os cidadãos. Esta entidade pode ser uma equipa de projecto constituída especialmente para este efeito, ou uma entidade gestora definida nos termos do regime jurídico da reabilitação urbana. (Segundo o Decreto-Lei n.º 307/2009, de 23 de Outubro, a entidade gestora que tem por objectivo social exclusivo a gestão de operações de reabilitação urbana adopta a designação de Sociedade de Reabilitação Urbana).

A admissão de comunicação prévia das operações urbanísticas é titulada pelo recibo da sua apresentação, acompanhado do comprovativo da admissão.

Quarta medida: o técnico responsável pelo projecto de reabilitação pode assinar um termo de responsabilidade para conceder autorização de utilização dos imóveis (após reabilitados), dispensando assim a realização de vistorias e de inspecções pelo município.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Pode assim concluir-se que os procedimentos à realização de obras de reabilitação urbana tornam-se simplificados, eliminando os obstáculos anteriormente presentes nestes processos. Em suma, estas medidas permitem a diminuição dos custos dos particulares com as iniciativas de reabilitação e a sua realização mais rápida, sendo as mesmas essenciais para a obtenção de financiamento e para o investimento por parte destes.

A Resolução do Conselho de Ministros foca-se unicamente no regime de comunicação prévia. Porém, outras situações necessitam ser estudadas.

Após análise prévia da legislação existente (sendo essa o diploma base e respectivas alterações), depara-se, para além da comunicação prévia, com as seguintes situações:

- Isenção: encontram-se em situações de absoluta isenção as obras de reabilitação ligeira (fora do âmbito da dissertação);
- Licenciamento.

O regime de licenciamento difere do regime de comunicação prévia essencialmente no número de fases necessárias para o procedimento, isto é, a comunicação prévia requer apenas uma fase (referido anteriormente), enquanto o regime de licenciamento obriga a três fases diferentes, sendo elas:

- Fase de apreciação do projecto de arquitectura;
- Fase de apreciação das especialidades;
- Fase de emissão do alvará de construção.

O regime de licenciamento é um processo mais lento que o regime de comunicação prévia, pois a apreciação de cada fase tem que passar por todos os graus hierárquicos da Câmara Municipal, como se pode verificar na figura a seguir.

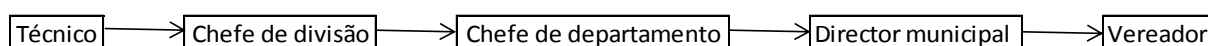


Figura 23 - Fases de apreciação em regime de licenciamento

Ainda, se o processo for indeferido, o requerente terá que proceder à substituição dos elementos que não foram aprovados, obrigando a novas consultas, novas informações camarárias e a novas subidas na hierarquia.

Em suma, a simples subida do processo entre os diferentes graus hierárquicos pode provocar maiores demoras nos licenciamentos.

O tempo previsto no diploma para a atribuição da licença de construção conta com:

- Deliberação sobre o projecto de arquitectura: até 30 dias;
- Após aprovação, o requerente é notificado para em 6 meses apresentar os projectos de especialidades necessários para a obra;
- Deliberação dos projectos de especialidades: até 60 dias;

- Deliberação final do pedido de licenciamento: até 45 dias.

Segundo a portaria n.º 232/2008 o pedido de licenciamento deve conter:

- Documentos comprovativos da qualidade de titular de qualquer direito que confira a faculdade de realização da operação;
- Certidão da descrição e de todas as inscrições em vigor, emitida pela conservatória do registo predial referente ao prédio ou prédios abrangidos;
- Extractos das plantas de ordenamento, zonamento e de implantação dos planos municipais de ordenamento do território vigentes e das respectivas plantas de condicionantes, da planta síntese do loteamento, se existir, e planta à escala de 1:2500 ou superior, com a indicação precisa do local onde se pretende executar a obra;
- Planta de localização e enquadramento à escala da planta de ordenamento do plano director municipal ou à escala de 1:25 000, caso não existam limites devidamente assinalados da área objecto da operação;
- Extractos das plantas do plano especial de ordenamento do território vigente;
- Projecto de arquitectura;
- Memória descritiva e justificativa;
- Estimativa do custo total da obra;
- Calendarização da execução da obra;
- Cópia da notificação da câmara municipal a comunicar a aprovação de um pedido de informação prévia, quando esta existir e estiver em vigor;
- Projectos da engenharia de especialidades caso o requerente entenda proceder, desde logo, à sua apresentação;
- Termos de responsabilidade subscritos pelos autores dos projectos e coordenador de projecto quanto ao cumprimento das normas legais e regulamentares aplicáveis;
- Ficha com os elementos estatísticos devidamente preenchida com os dados referentes à operação urbanística a realizar.

Se se tratar de uma obra de edificação em área não abrangida por nenhum plano municipal de ordenamento do território nem nenhuma operação de loteamento, o pedido deve ser instruído, como complemento aos elementos referidos anteriormente, com:

- Extracto da carta da Reserva Agrícola Nacional abrangendo os solos que se pretendem utilizar ou, quando esta não exista, parecer sobre a capacidade de uso, emitido pelos serviços competentes para o efeito;
- Extracto da carta da Reserva Ecológica Nacional com a delimitação da área objecto da pretensão ou, quando esta não existir, parecer emitido pelos serviços competentes.

As obras de reabilitação objecto de licenciamento são tituladas por alvará, cuja emissão é condição de eficácia da licença. O alvará de licença para a realização das obras de reabilitação deve conter, nos termos da licença, os seguintes elementos:

- Identificação do titular da licença;

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

- Identificação do lote ou do prédio onde se realizam as obras ou trabalhos;
- Identificação dos actos dos órgãos municipais relativos ao licenciamento das obras ou trabalhos;
- Os condicionamentos a que fica sujeita a licença;
- O uso a que se destinam as edificações;
- O prazo de validade da licença, o qual corresponde ao prazo para a conclusão das obras ou trabalhos.

A realização de obras de reabilitação acarreta custos associados aos procedimentos legais presentes na legislação que se tem vindo a referir, materializando-se em prestação de caução, destinada a garantir a boa execução das obras de reabilitação, e em liquidação de taxas. Estes custos são definidos por cada município nos respectivos regulamentos municipais.

Para a prestação de caução, o artigo n.º 54 do diploma base estipula:

- O montante da caução é igual ao valor constante dos orçamentos para execução dos projectos das obras a executar, eventualmente corrigido com a emissão da licença, a que pode ser acrescido um montante, não superior a 5 % daquele valor, destinado a remunerar encargos de administração caso se mostre necessário;
- O montante da caução deve ser:
 - Reforçado, precedendo deliberação fundamentada da câmara municipal, tendo em atenção a correcção do valor dos trabalhos por aplicação das regras legais e regulamentares relativas a revisões de preços dos contratos de empreitada de obras públicas, quando se mostre insuficiente para garantir a conclusão dos trabalhos, em caso de prorrogação do prazo de conclusão ou em consequência de acentuada subida no custo dos materiais ou de salários;
 - Reduzido, nos mesmos termos, em conformidade com o andamento dos trabalhos a requerimento do interessado, que deve ser decidido no prazo de 15 dias.

Para a liquidação de taxas, o artigo n.º 117 do diploma base estipula:

- O pagamento das taxas pode ser fraccionado até ao termo do prazo de execução fixado no alvará desde que seja prestada devida caução;
- A exigência de mais-valias não previstas na lei ou de quaisquer contrapartidas, compensações ou donativos confere ao titular da licença o direito a reaver as quantias indevidamente pagas.

Segundo o Regulamento Municipal de Urbanização, Edificação e Taxas do Município de Viseu, as taxas estabelecidas obedecem ao princípio da legalidade quanto à sua fixação, ao princípio da proporcionalidade, quanto ao seu montante e ao princípio da igualdade, quanto à distribuição de custos e benefícios decorrentes de operações urbanísticas pelos diversos

agentes interessados; os valores das taxas são actualizados em sede de orçamento anual, de acordo com a taxa de inflação.

A emissão de alvará de licença ou admissão de comunicação prévia para obras de reabilitação está sujeita ao pagamento da taxa fixada a seguir (adaptado do anexo do presente documento).

Tabela 2 - Emissão de alvará de licença ou admissão de comunicação prévia para obras de edificação

Emissão de alvará de licença ou admissão de comunicação prévia.	118,00 €
---	----------

O diploma base prevê ainda realização de vistoria, segundo o artigo n.º 65:

- A vistoria realiza-se no prazo de 15 dias a contar da decisão do Presidente da Câmara, decorrendo sempre que possível em data a acordar com o requerente;
- A vistoria é efectuada por uma comissão composta, no mínimo, por três técnicos, dos quais pelo menos dois devem ter habilitação legal para serem autores de projecto, correspondente à obra objecto de vistoria, segundo o regime da qualificação profissional dos técnicos responsáveis pela elaboração e subscrição de projectos;
- As conclusões da vistoria são obrigatoriamente seguidas na decisão sobre o pedido de autorização;
- No caso da imposição de obras de alteração decorrentes da vistoria, a emissão da autorização requerida depende da verificação da adequada realização dessas obras, mediante nova vistoria a requerer pelo interessado, a qual deve decorrer no prazo de 15 dias a contar do respectivo requerimento;
- Não sendo a vistoria realizada nos prazos referidos, o requerente pode solicitar a emissão do título de autorização de utilização, mediante a apresentação do comprovativo do requerimento da mesma, o qual é emitido no prazo de cinco dias e sem a prévia realização de vistoria.

Apresenta-se a seguir parte de um quadro relativo aos custos ligados à vistoria, adaptado do anexo presente no Regulamento Municipal de Urbanização, Edificação e Taxas do Município de Viseu.

Tabela 3 - Vistorias

Vistorias	59,00€
-----------	--------

As vistorias só serão ordenadas depois de pagas as taxas correspondentes. Não se realizando a vistoria por culpa do requerente, é devido o pagamento de nova taxa acrescida de 50%.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Os custos inerentes aos assuntos administrativos, como o livro de obra, também retirados do Regulamento Municipal de Urbanização, Edificação e Taxas do Município de Viseu, são apresentados a seguir.

Tabela 4 - Livro de obra

Livro de obra (particulares) Modelo 412-A com 10 folhas	3,20€
Livro de obra (particulares) Modelo 412-A com 20 folhas	3,75€

5.4 Seguros destinados a obras de reabilitação

Actualmente, o mercado das seguradoras dispõe de diversos seguros orientados para o sector da construção. Porém, a ausência de um quadro legal adequado, associado ao eventual desconhecimento da parte das construtoras e donos de obra, quanto às necessidades que deve preencher um seguro para esta actividade, pode consequentemente colocar alguns problemas, nomeadamente na atribuição de responsabilidades ou nas cláusulas fora do contexto para a obra pretendida (Carranca, 2006).

A legislação actual referente ao licenciamento de obras particulares não estipula nenhuma obrigatoriedade na obtenção de seguros na actividade de reabilitação. Esta encontra-se assim vinculada a certos tipos de seguros, semelhantes a qualquer outra actividade construtiva, como o de acidentes de trabalho e o de responsabilidade civil (Carranca, 2006), descritos no quadro seguinte.

Quadro 7 - Descrição dos seguros destinados para obras de reabilitação

Tipo de seguro	Objectivo	Informações necessárias
Acidentes de trabalho (conta de outrem)	Transferir para uma seguradora a responsabilidade das entidades patronais pelos acidentes ocorridos com os trabalhadores ao seu serviço.	- Tipo de actividade; - Remuneração anual; - Número de trabalhadores.
Responsabilidade civil (geral)	Reparar os prejuízos resultantes da exploração de determinada actividade, do exercício de certa profissão.	- Tipo de actividade; - Histórico do segurador.

No âmbito das obras públicas, a obrigatoriedade dos seguros é determinada no caderno de encargos pelo dono de obra.

Contudo, existem outros tipos de seguros, embora de carácter facultativo, mas interessantes ao nível da transferência de riscos. Procede-se a seguir à descrição destes seguros, por ordem decrescente de utilização (Carranca, 2006).

Um dos seguros mais requisitados na actividade de reabilitação em Portugal é o de construção e/ou montagem. Este seguro tem por finalidade a reparação de perdas devido a falhas na construção ou montagem por consequência de um factor imprevisível na consignação dos trabalhos. A celebração deste seguro está sujeita a fiscalização para certificação da conformidade dos trabalhos. Este faz-se há muitos anos em Portugal, devido ao facto de poder evitar perdas significativas, se efectuado correctamente. É importante referir ainda a necessidade do seguro de obra e/ou montagem ter uma cobertura abrangente a todos os intervenientes da obra, possibilitando assim que todos os intervenientes estejam protegidos perante uma situação accidental.

O seguro de construção e/ou montagem pode e deve preferencialmente ser associado a outros tipos de seguros, como por exemplo, seguros decenais (ou mesmo quinquenais). Estes, apesar de serem muito pouco utilizados, oferecem um índice de qualidade acrescido à obra.

A realização de um seguro deste tipo passa por duas fases:

- **Primeira fase:** o empreiteiro/dono de obra, após conhecimento do tipo de cobertura e da estimativa de quanto irá custar o seguro, deve fornecer uma cópia do projecto da seguradora, para devida verificação. Esta verificação é efectuada através de um gabinete de controlo escolhido pela seguradora, para avaliação dos riscos. Se estiverem reunidas as condições necessárias, será aceite o seguro. Esta fase é agora esquematizada na figura a seguir.

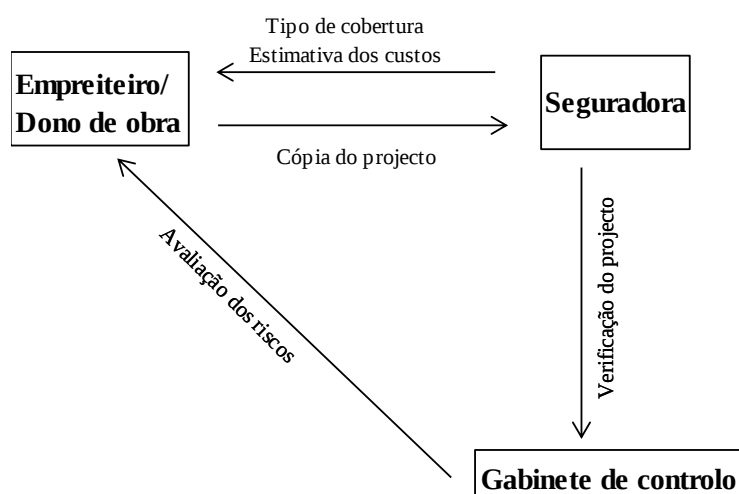


Figura 24 - Primeira fase da realização de um seguro decenal ou quinquenal
Poderão existir alterações posteriores que deverão ser negociadas até à aceitação do seguro.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

- **Segunda fase:** esta fase é iniciada aquando do arranque das obras. O gabinete de controlo passa a ter uma equipa permanente em obra, a qual emite relatórios quanto à conformidade dos trabalhos. A regularidade dos relatórios é fixada pela seguradora. Se necessário, a equipa de fiscalização pode autorizar alterações que, caso não sejam respeitadas, podem consequentemente pôr fim ao processo de negociação, ficando o seguro sem efeito. Finalmente, o gabinete de controlo emite o relatório final para a seguradora, certificando que está tudo em conformidade, e que o seguro decenal pode ser aceite, processando-se então a apólice e o pagamento do remanescente do prémio (ou quinquenal) contratado.

Este procedimento é fundamental para entender com clareza os riscos que devem ser transferidos, como o devem ser, e com que capitais.

Relativamente aos custos, existe uma percentagem do prémio que é paga à cabeça pelo empreiteiro/dono de obra e que poderá ser perdida a favor da seguradora se o seguro não vier a ser emitido (sendo o remanescente pago no fim). Ainda, o empreiteiro/dono de obra deve suportar todos os custos do gabinete de controlo.

Outro seguro promissor no sector da reabilitação, apesar de raramente contratado, é o de perdas de exploração, que tem como finalidade a reparação de perdas por imobilização do equipamento após paralisação por acidentes de trabalho. A cobertura deste seguro, embora podendo ser parte integrante no seguro de construção e/ou montagem, deve ser sempre negociada à parte, evitando assim situações desagradáveis no futuro.

Ainda, tem-se o seguro de perdas antecipadas. Este seguro praticamente não é contratado em Portugal. No entanto, revela-se muito útil no âmbito da reparação das perdas de exploração devido a eventuais atrasos na obra.

Uma das grandes dificuldades, na óptica dos empreiteiros/donos de obra, inerentes à contratação de um seguro coloca-se na atribuição do valor do prémio do seguro, pois, não existindo valores tabelados, estes dependem essencialmente do factor risco. As condicionantes englobando este factor vão desde a experiência do segurador à possibilidade de danos a terceiros. Acrescenta-se ainda que, em obras de reabilitação urbana, isto é, obras de intervenção em estruturas pré-existentes executadas no centro da cidade, o risco é geralmente elevado, devido à sua localização (próximas de outros edifícios, dificuldades eventuais na colocação de estaleiros, entre outros).

Outra dificuldade importante envolve as empreitadas em regime de vários intervenientes. Isto é, este tipo de empreitada tem causado graves problemas no caso de acidentes que prejudicam trabalhos de diversos empreiteiros, originando mais custos para todos os intervenientes da obra. A solução mais adequada, neste tipo de situações, será o dono de obra contratar o seguro

inicialmente e, à medida que os intervenientes entram em obra, cada um deles pagar a sua parte correspondente do seguro, nomeadamente através de descontos nas respectivas facturas. Este método torna o seguro mais barato comparando com a situação em que cada um dos intervenientes celebra um contrato dos trabalhos que irá desenvolver, isoladamente.

Em suma, na contratação de um seguro é fundamental conhecer muito bem quais são as coberturas e principalmente quais são as exclusões e o seu âmbito, ou seja, as condições de celebração têm sempre de ser discutidas previamente. O processo de negociação é fundamental.

Foram efectuadas simulações para os seguros mais utilizados em Portugal, através da seguradora “Açoreana Seguros”. Para tal, consideraram-se os seguintes parâmetros:

- Número de trabalhadores: 5;
- Capital social da empresa: 500.000,00 €.

Na realização das diversas tarefas inerentes à aplicação das técnicas de reabilitação descritas no capítulo anterior, deverão ser mobilizados, de um modo geral, os meios humanos descritos na tabela seguinte:

Tabela 5 - Salário mensal segundo as categorias profissionais

Categorias profissionais	Número de trabalhadores	Salário mensal	
Coordenador de Segurança da Obra	1	749,50	
Chefe de Equipa	1	545,50	
Oficial de 1ª construção	1	545,00	
Servente	2	485,00 (x2)	
Observações: os valores dos salários mensais apresentados foram retirados do Boletim Informativo nº 47/2011 (AICCOPN)		Σ = 2.810,00	€/mês
		Σ = 39.340,00	€/ano

Assim, nas condições descritas, apresenta-se uma tabela com os custos dos seguros mais utilizados em Portugal no âmbito da reabilitação.

Tabela 6 - Custos associados a determinado tipo de seguro

Tipo de seguro	Custo associado	Observações
Acidentes de trabalho (conta de outrem)	3 395,00 €/ano	A simulação foi efectuada à taxa comercial de 8 %.
Responsabilidade civil geral	574,38 €/ano	
Construção e/ou montagem	840,00 €	A simulação foi efectuada à taxa de comercial de 1,68 ‰. A esse valor (prémio comercial) será acrescido o custo da apólice (6,66€) e dos encargos legais em vigor à data da emissão, sendo, actualmente, 3,9% para o S.N.B. e 9% para o Imposto do Selo.
Perdas de exploração	12 500,00 €	A simulação foi efectuada à taxa comercial de 2,5%.

5.5 Trabalhos preparatórios

Em qualquer obra de reabilitação são necessários certos trabalhos preparatórios, de modo a dar suporte às actividades construtivas a realizar. Considera-se como trabalhos preparatórios qualquer trabalho que faça parte da obra de forma indirecta. Os custos envolvidos e o tempo de execução deverão ser tomados em conta na estimação orçamental, com especial relevância em intervenções de nível profundo.

Serão descritos e analisados a seguir os vários tipos de trabalhos preparatórios (Cabrita, *et al.*, 2010).

5.5.1 Estaleiro

O estaleiro pode ser definido de várias maneiras, isto é, pode ser considerado como um conjunto de recursos (mão-de-obra, materiais e equipamentos) necessários à realização de uma obra, ou simplesmente como um espaço físico no qual são implantadas as instalações fixas e os equipamentos de apoio à execução da obra e instaladas as infra-estruturas provisórias.

O principal objectivo do estaleiro é garantir a execução de uma obra no prazo previsto e nas melhores condições técnicas e económicas, assegurando um determinado nível de qualidade e de segurança e custo minimizado.

A dimensão do estaleiro não tem nenhuma relação com as diferentes tipologias construtivas. Porém, a sua importância é proporcional à complexidade dos trabalhos. De facto, tem-se que:

- Nas intervenções profundas, o projecto de estaleiro será realizado sempre à semelhança de uma construção nova, isto é, com projecto de montagem, construção, desmontagem e destruição do mesmo. Nestas condições, haverá obrigatoriedade na desocupação do edifício, havendo consequentemente necessidade de realojar os moradores por períodos de tempo significativos.

Como se pode deduzir, a área total necessária para o estaleiro é um factor predominante. De facto, torna-se uma condicionante relevante na elaboração do seu projecto, visto que a maior parte das obras de reabilitação ocorrem principalmente nos núcleos urbanos antigos, existindo dificuldades, nomeadamente ao nível da acessibilidade aos edifícios para entrada de materiais e saída de produtos de demolição, e na escassez de espaços disponíveis para o armazenamento e preparação dos materiais. Depara-se também com outras dificuldades indirectas mas não menos relevantes, como restrições provenientes da eventual presença de ocupantes durante as obras, conflitos com os tráfegos rodoviários e pedonais locais, não esquecendo também a interferência causada na vida quotidiana dos residentes vizinhos ao local das obras devido à incomodidade e insegurança que possa causar o estaleiro.

Apresentam-se alguns exemplos, retirados de “Cabrita, *et al.*, 2010”, de eventuais dificuldades e condicionalismos da implantação do estaleiro.



Figura 25 - Conflito via pública vs estaleiro-vedação



Figura 26 - Restrição no equipamento de elevação de cargas

Tendo em conta o espaço disponível para a elaboração do estaleiro, torna-se primordial distinguir os elementos fundamentais e os elementos secundários na sua composição, elementos esses diversificados, tais como vedação, portaria, escritório, refeitório, instalações sanitárias, armazéns de materiais, ferramentaria, cofragens, betões/argamassas, equipamentos de apoio fixo, entre outros.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Na avaliação dos encargos com o estaleiro deverão ser contabilizados os encargos com a montagem e desmontagem do estaleiro, assim como os encargos gerais do estaleiro (utilização do estaleiro, pessoal técnico e administrativo, e encargos com projectos e orçamentos). Perante o novo Código dos Contratos Públicos, os encargos com a montagem e desmontagem do estaleiro passam a ser da responsabilidade do empreiteiro, não constituindo um preço contratual unitário. As actividades subjacentes a estes encargos deixam de ser consideradas nos mapas de medição, na forma de trabalho ou na tarefa a quantificar como as demais actividades construtivas. Assim, os empreiteiros podem incluir esses custos de estaleiro de forma disseminada pela globalidade dos preços unitários avaliados para todas as operações de construção, na elaboração de listas de preços unitários a levar a concurso.

De uma forma geral, o custo global da montagem e desmontagem do estaleiro representa cerca de 2-3% do custo total de uma empreitada. No caso das intervenções profundas, acrescentam-se custos associados à dificuldade da sua implantação, relacionada com a habitual falta de espaço, podendo até tornar-se necessário ocupar a via pública, implicando consequentemente custos adicionais.

Os elementos base de medição para a obtenção dos custos de estaleiro dependem fundamentalmente da empresa construtora, dos processos de construção, do equipamento disponível e do seu prazo de utilização. Por este motivo, apenas depois de executado o plano de estaleiro bem como a programação da obra, se podem calcular com maior rigor os custos do estaleiro.

5.5.2 Cobertura provisória

A principal função de uma cobertura provisória é de assegurar adequada protecção à chuva de elementos ou partes do edifício facilmente degradáveis ou que obriguem posteriormente a longos tempos de secagem. Após verificação da exigência da sua colocação, devem ser considerados os trabalhos de fornecimento dos materiais, incluindo montagem e desmontagem da estrutura.

O custo associado à colocação de cobertura provisória é proporcional à área da cobertura passível de substituição durante o tempo da intervenção. Contudo, deve manter-se independente do nível da tipologia construtiva, e também do nível de intervenção.

As coberturas provisórias apresentam, em diversos casos, custos superiores em relação às soluções correntes. Porém, os custos de manutenção, durabilidade, grau de reutilização e benefícios do estaleiro inerentes a este tipo de trabalho preparatório acabam por serem mais rentáveis que soluções convencionais equivalentes.

Apresentam-se uns exemplos, retirados de Cabrita, *et al.*, 2010, de aplicações de elementos leves em coberturas.



Figura 27 - Cobertura metálica provisória

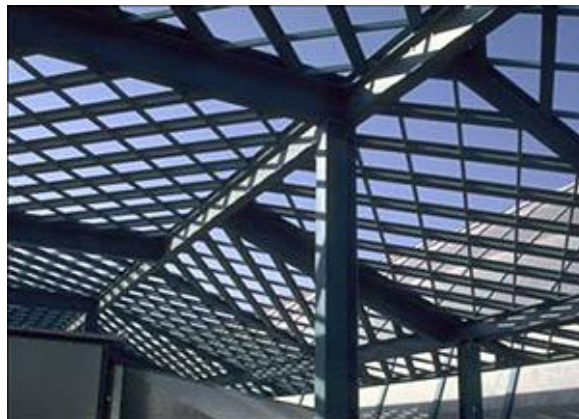


Figura 28 - Cobertura em GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer)

O âmbito de aplicação das protecções de coberturas vizinhas deve ser análogo ao das coberturas provisórias. Esta actividade inclui os trabalhos de fornecimento dos materiais, montagem e desmontagem da protecção, e o custo é também independente tanto da tipologia construtiva como do nível de intervenção.

5.5.3 Andaimos e Oleados de Protecção

A aplicação da montagem de andaimes e oleados de protecção contra a queda de objectos pode ser considerada para qualquer tipo de tipologias, desde que a obra em questão tenha algum tipo de intervenção nas fachadas, empenas e paredes-mestra.

Apresenta-se um exemplo, retirado de Cabrita, *et al.*, 2010, representativo de andaimes e oleados de protecção.



Figura 29 - Andaimos e oleados de protecção

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Esta actividade deve considerar o fornecimento, montagem e desmontagem dos materiais. O custo inerente à sua aplicação é proporcional à área de fachada e também ao tempo de execução da obra, se este material for alugado.

5.5.4 Outros trabalhos preparatórios

Em obras de reabilitação mais específicas, por vezes torna-se indispensável a tomada de determinados procedimentos e medidas preliminares tão importantes que os outros trabalhos preparatórios descritos anteriormente, na boa execução das obras de reabilitação.

Salienta-se:

- A necessidade de se efectuarem marcações numeradas e sequenciais sobre elementos pétreos precedentes ao desmonte de uma cantaria cuja reconstrução ou substituição sejam exigidas total ou parcialmente;
- A necessidade de definir esquemas de mapeamento e zonas de experimentação para auxílio das inspecções de rotina ou especial, inerentes às diferentes soluções de reparação sobre as quais não exista informação suficiente. Nestas situações devem ser constituídos in-situ pequenos laboratórios de ensaio, acerca da adaptação de materiais e tecnologias às condições particulares do edificado;
- A necessidade de identificar e diferenciar criteriosamente partes do edifício, onde se denotem comportamentos desiguais pela coexistência de épocas construtivas distintas.

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

Neste capítulo procurar-se-á desenvolver um modelo de estimação de custos (através de uma base de dados criada para o efeito) que permita, mediante a técnica de consolidação ou de reforço adoptada, estimar os custos envolvidos no processo.

Para a estimação dos custos pretendida, foi realizada uma recolha de orçamentos de obras que envolvam a reabilitação estrutural, no intuito de procurar sistematizar e uniformizar os custos unitários associados às técnicas de reabilitação estruturais de paredes de alvenaria de pedra mais utilizadas em Portugal.

A obtenção desses orçamentos veio a revelar-se uma tarefa extremamente penosa, na medida em que as empresas responsáveis por obras nesta área dificilmente facultam este tipo de informação. Contudo, obteve-se, através da Câmara Municipal de Viseu (pelo intermédio da Sociedade de Reabilitação Urbana) e da Empresa “STAP – Reparação, Consolidação e Modificação de Estruturas, S.A.” a informação mínima necessária para o desenvolvimento de um modelo de estimação de custos. Nesta dissertação não serão apresentados os orçamentos recolhidos por motivos de sigilo empresarial.

Para concluir, procurar-se-á validar o modelo através de um caso de estudo.

Procede-se em primeiro lugar à análise do modelo de estimação de custos criado para a realização dos objectivos pretendidos.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

6.1 Quantificação dos custos unitários associados às técnicas de reabilitação

Nesta primeira fase, o modelo permite seleccionar as técnicas de reabilitação possíveis e adequadas em função das patologias identificadas em obra, para efectuar a estimação dos custos envolvidos na técnica de reabilitação adoptada.

Apresenta-se em primeiro lugar um quadro no qual se procede à selecção das patologias (as patologias seleccionadas são meramente a título de exemplo).

Quadro 8 - Selecção das patologias

Patologias	Sim/Não
Fendilhação	Não
Degradação/Desagregação	Sim
Perda de coesão	Não
Degradação das juntas	Sim
Esmagamento	Não
Abaulamento/Embarrigamento	Não
Deformações fora do plano	Não

Seleccionar a(s) patologia(s) presente(s) na parede de alvenaria de pedra em estudo

Seguidamente é gerado um quadro, de carácter intermédio, no qual são identificadas as técnicas de consolidação e/ou reforço adequadas para as patologias seleccionadas.

Quadro 9 - Técnicas de reabilitação possíveis consoante as patologias observadas

Técnicas de reabilitação possíveis consoante a(s) patologia(s) apresentada(s)	
Técnicas de consolidação	Sim/Não
Substituição do material degradado	Sim
Consolidação por injeção	Sim
Técnicas de reforço	
Refechamento de juntas com argamassa	Sim
Refechamento de juntas com armadura	Sim
Reboco armado	Não
Pregagens	Não
Pré-esforço (tirantes internos)	Não
Pré-esforço (tirantes externos)	Não
Fitas de aço inoxidável	Não

É também possível consultar as fichas de identificação de cada técnica, através de hiperligações criadas para o efeito, como se pode verificar no quadro seguinte.

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

Quadro 10 - Fichas de identificação respectivas às técnicas mais utilizadas

Ver ficha de identificação
Substituição.pdf
Consolidação.pdf
Refechamento argamassa.pdf
Refechamento armadura.pdf
Reboco armado.pdf
Pregagens.pdf
Pré-esforço.pdf
Tirantes.pdf
Fitas de aço inoxidável.pdf

Finalmente, após gerar os dados (clicando no respectivo botão), é criada uma listagem das técnicas de reabilitação adequadas à situação, na qual o utilizador opta pela mais conveniente, obtendo assim os respectivos custos unitários.

Para proceder à uma segunda simulação, é necessário “limpar “ previamente os dados gerados na primeira (clicando no respectivo botão).

Apresentam-se as diferentes tabelas geradas pelo modelo de estimação de custos.

Tabela 7 - Custos unitários da técnica de consolidação por substituição do material degradado

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Substituição do material degradado		
Procedimento	Custos	Unidade
1. Remoção do material constituinte da parede, na zona degradada.	105,00	€/m3
2. Reconstituição posterior da zona degradada.	75,00	€/m3
$\Sigma =$	180,00	€/m3
Observações		
1. O material retirado que se encontra em boas condições deverá ser limpo e acondicionado em estaleiro para posterior colocação na reconstituição da parede a refazer. O material degradado será removido a vazadouro; Inclui o coroamento necessário; 2. Inclui fornecimento de alvenaria de granito, assente em argamassa pobre com traço a definir em obra, de dimensões adequadas, em função da sua espessura, incluindo refechamento de juntas refundadas. Os custos inerentes na aplicação desta técnica variam consoante o tipo de pedra e o respectivo aparelhamento.		

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Tabela 8 - Custos unitários da técnica de consolidação por injeção

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Consolidação por injeção		
Procedimento	Custos	Unidade
Remoção do reboco/Limpeza da parede com água/Refechamento das juntas e selagem das fissuras/Execução dos furos de injeção/Colocação dos tubos/Lavagem do interior/Injecção da calda.	0,50	€/Kg
$\Sigma =$	0,50	€/Kg
Observações		
O procedimento é medido em quilogramas. O preço unitário proposto é para caldas de cimento estabilizadas por cal, com uma proporção média de 70 Kg de cimento em 100 litros de calda. O procedimento é pago conforme o respectivo preço unitário, no qual estão incluídos o fornecimento dos materiais, transporte, perdas, mão-de-obra, equipamentos necessários, e outros recursos utilizados na realização do procedimento. O material removido será transportado a vazadouro. O material utilizado deverá ser neutro em relação às alvenarias, e deverá possuir uma identidade em cor, grão e textura idêntica aos materiais existentes. Acrescenta a esse valor a eventual remoção do reboco (5€/m2), caso os elementos sejam rebocados. Acrescenta ainda a esse valor a limpeza superficial da parede, refechamento das juntas e selagem das fissuras (13,50 €/m2).		

Tabela 9 - Custos unitários da técnica de reforço por refechamento de juntas com argamassa

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Refechamento de juntas com argamassa		
Procedimento	Custos	Unidade
1. Remoção parcial da argamassa das juntas.	5,00	€/m2
2. Lavagem das juntas abertas com água/Reposição das juntas/Compactação das camadas de argamassa para o preenchimento.	13,50	€/m2
$\Sigma =$	18,50	€/m2
Observações		
1. O material removido será transportado à vazadouro. 2. A argamassa de revestimento considerada é à base de ligantes hidráulicos. O material utilizado deverá ser neutro em relação às alvenarias, e deverá possuir uma identidade em cor, grão e textura idêntica aos materiais existentes. O preço inclui pulverização com herbicida de forma a retardar o nascimento de espécies vegetais.		

Tabela 10 - Custos unitários da técnica de reforço por refechamento de juntas com armadura

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Refechamento de juntas com armadura		
Procedimento	Custos	Unidade
1. Abertura de ranhuras na argamassa das juntas/Remoção de elementos soltos/Aplicação da camada de enchimento.	13,50	€/m2
2. Colocação do material de reforço/Aplicação do material de recobrimento de reforço.	5,00	€/m2
3. Selagem das juntas/Colocação do material de recobrimento.	5,00	€/m2
$\Sigma =$	23,50	€/m2
Observações		
1. O material removido será transportado à vazadouro. 2. A armadura considerada é de aço inoxidável; a argamassa de revestimento considerada é à base de ligantes hidráulicos. O material utilizado deverá ser neutro em relação às alvenarias, e deverá possuir uma identidade em cor, grão e textura idêntica aos materiais existentes. O preço inclui pulverização com herbicida de forma a retardar o nascimento de espécies vegetais.		

Tabela 11 - Custos unitários da técnica de reforço por reboco armado

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Reboco armado		
Procedimento	Custos	Unidade
1. Remoção do reboco.	5,00	€/m2
2. Lavagem da superfície com água/Colocação das redes de reforço/Encaixe e fixação das nervuras contra a parede/Fixação das extremidades da folha em cada nervura.	15,00	€/m2
$\Sigma =$	20,00	€/m2
Observações		
1. O material removido será transportado a vazadouro. 2. A armadura considerada é de fibra de vidro com tratamento anti-alcalino; a argamassa de revestimento considerada é à base de ligantes hidráulicos. O preço unitário inclui o fornecimento dos materiais, transporte, perdas, mão-de-obra, equipamentos necessários, e outros recursos utilizados na realização do procedimento.		

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Tabela 12 - Custos unitários da técnica de reforço por pregagens

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Pregagens		
Procedimento	Custos	Unidade
Execução dos furos de injeção nas juntas de argamassa/Inserção dos varões de reforço/Injeção da calda de cimento.	350,00	€/ml
$\Sigma =$	350,00	€/ml
Observações		
O procedimento é medido ao metro linear. O preço varia em função do diâmetro dos varões, placas de ancoragem e meios de acesso. Acrescenta a esse valor a eventual remoção do reboco (5€/m ²), caso os elementos sejam rebocados. Acrescenta ainda a esse valor a limpeza superficial da parede, refechamento das juntas e selagem das fissuras (13,50 €/m ²).		

Tabela 13 - Custos unitários da técnica de reforço por pré-esforço (tirantes internos)

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Pré-esforço (tirantes internos)		
Procedimento	Custos	Unidade
Execução dos furos/Inserção do sistema de cabos de aço/Execução da injeção/Aplicação do pré-esforço.	25,00	€/Kg
$\Sigma =$	25,00	€/Kg
Observações		
O procedimento é medido em quilogramas. O custo por metro cúbico é obtido através do produto entre o custo por quilograma e a densidade do aço inoxidável (25,00€ * 8Kg/m ³ = 200€/m ³). O procedimento é pago conforme o respectivo preço unitário, no qual estão incluídos o fornecimento dos materiais, transporte, perdas, mão-de-obra, equipamentos necessários, e outros recursos utilizados na realização do procedimento. Este preço deve ser utilizado com muita precaução, pois depende do sistema de reforço.		

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

Tabela 14 - Custos unitários da técnica de reforço por pré-esforço (tirantes externos)

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Pré-esforço (tirantes externos)		
Procedimento	Custos	Unidade
Execução do reforço com as dimensões da placa de ancoragem, reforçado com malha de aço, executado em argamassa de cimento.	25,00	€/Kg
$\Sigma =$	25,00	€/Kg
Observações		
O procedimento é medido em quilogramas. O custo por metro cúbico é obtido através do produto entre o custo por quilograma e a densidade do aço inoxidável ($25,00€ \times 8\text{Kg/m}^3 = 200€/m^3$). O procedimento é pago conforme o respectivo preço unitário, no qual estão incluídos o fornecimento dos materiais, transporte, perdas, mão-de-obra, equipamentos necessários, e outros recursos utilizados na realização do procedimento. Este preço deve ser utilizado com muita precaução, pois depende do sistema de reforço. Acrescenta a esse valor a eventual remoção do reboco ($5€/m^2$), caso os elementos sejam rebocados.		

Tabela 15 - Custos unitários da técnica de reforço por fitas de aço inoxidável

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Fitas de aço inoxidável		
Procedimento	Custos	Unidade
Colocação das chapas de aço inoxidável/Colocação das fitas de aço inoxidável tensionadas na alvenaria/Colocação das cantoneiras de aço inoxidável nas arestas das paredes de alvenaria.	25,00	€/Kg
$\Sigma =$	25,00	€/Kg
Observações		
O procedimento é medido em quilogramas. O custo por metro cúbico é obtido através do produto entre o custo por quilograma e a densidade do aço inoxidável ($25,00€ \times 8\text{Kg/m}^3 = 200€/m^3$). O procedimento é pago conforme o respectivo preço unitário, no qual estão incluídos o fornecimento dos materiais, transporte, perdas, mão-de-obra, equipamentos necessários, e outros recursos utilizados na realização do procedimento. Este preço deve ser utilizado com muita precaução, pois depende do sistema de reforço.		

De forma a obter-se a estimativa do orçamento final em obras de reabilitação estruturais de paredes de alvenaria de pedra, o utilizador deverá efectuar uma medição das quantidades de trabalho, para posteriormente associar aos respectivos custos unitários.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

6.2 Quantificação dos custos associados aos procedimentos camarários

Numa segunda fase, o modelo pretende quantificar os custos inerentes aos procedimentos camarários.

Apresentam-se as diferentes tabelas representando os diferentes regimes camarários e respectivos custos.

Tabela 16 - Custos em regime de comunicação prévia

Escolher o regime		
Regime de comunicação prévia ▼		
Custos camarários	Custos	Unidade
Admissão de comunicação prévia	118,00	€
Prazo de execução por cada mês	4,70	€
Livro de obra (Modelo 412 - A com 20 folhas)	3,75	€
$\Sigma =$	126,45	€

Tabela 17 - Custos em regime de licenciamento

Escolher o regime		
Regime de licenciamento ▼		
Custos camarários	Custos	Unidade
Emissão de alvará de licença	118,00	€
Prazo de execução por cada mês	4,70	€
Vistorias	59,00	€
Livro de obra (Modelo 412 - A com 20 folhas)	3,75	€
$\Sigma =$	185,45	€

Na tabela seguinte encontram-se os custos inerentes à ocupação da via pública por motivo de obras, pois, como referido anteriormente, esta situação é corrente, visto que a maior parte das obras de reabilitação ocorrem principalmente em ambiente urbano.

Tabela 18 - Custos associados à ocupação da via pública por motivo de obras

Custos inerentes à ocupação da via pública por motivo de obras		
Com resguardos ou tapumes:	Custos	Unidade
Por cada mês ou fracção	2,00	€
Por metro quadrado de superfície da via pública	2,00	€
Outas ocupações:	Custos	Unidade
Com andaimes, por metro linear e por cada período de 30 dias, ou fracção	1,80	€
Com caldeiras, amassadouros, depósitos de entulho ou materiais, bem como outras ocupações autorizadas fora dos resguardos ou tapumes, por metro quadrado e por cada 30 dias, ou fracção	7,35	€
Instalações de equipamentos de elevação, por metro quadrado e por cada 30 dias ou fracção	14,20	€

Gravar

Imprimir

O modelo dispõe de duas opções, “gravar” e “imprimir”, de modo a que o utilizador possa gravar as alterações feitas até esse ponto e, posteriormente imprimir uma área de impressão pré-definida que contenha a tabela dos custos de reabilitação e a tabela dos custos camarários.

Os valores mencionados neste subcapítulo têm por base o “Regulamento Municipal de Urbanização, Edificação e Taxas do Município de Viseu”.

6.3 Quantificação dos custos associados aos trabalhos preparatórios

Nesta terceira e última fase pretende-se quantificar os custos unitários dos trabalhos preparatórios, nomeadamente os custos de estaleiro, coberturas provisórias e andaimes.

Apresentam-se as diferentes tabelas representando os diferentes componentes do estaleiro e respectivos custos.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Tabela 19 - Custos unitários associados às instalações provisórias

Instalações provisórias	Custos	Unidade
Ligações às instalações provisórias	107,66	€/un
Aluguer mensal de instalações provisórias	557,69	€/un
Transporte de instalações provisórias	214,09	€/un
Mobiliário e equipamento	116,34	€/un
Limpeza de instalação provisória	12,36	€/un
$\Sigma =$	1008,14	€
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos; os custos inerentes ao aluguer, construção e adaptação ao local existente englobam wc's de serviço, vestiários, armazém, e escritório equipado com wc de serviço.		

Tabela 20 - Custos unitários associados às vedações e acessos

Vedações e acessos	Custos	Unidade
Postes de madeira e malha electrossoldada	16,08	€/m
Painéis de chapa galvanizada		
Tubos e gradeamentos metálicos, trasladável		
Postes de madeira e malha electrossoldada		
Tubos metálicos e malha electrossoldada		
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Tabela 21 - Custos unitários associados aos sinais, placas e cartazes

Sinais, placas, cartazes	Custos	Unidade
Sinais de perigo	16,25	€/un
Cartaz indicativo de riscos	16,79	€/un
Placa de sinalização	3,21	€/un
$\Sigma =$	36,25	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

Tabela 22 - Custos unitários associados aos equipamentos de protecção individual

Equipamentos de protecção individual	Custos	Unidade
Para a cabeça (capacete de segurança)	3,36	€/un
Contra quedas em altura (cinto de segurança; equipamento de amês; dispositivo anti-quedas)	103,09	€/un
Contra quedas em altura (corda guia anti-quedas)	3,84	€/m
Para os olhos e cara (máscara de protecção)	2,91	€/un
Para as mãos e braços (par de luvas para trabalhos específicos)	3,82	€/un
Para os ouvidos (capacete protector auditivo)	10,20	€/un
Para os pés e pernas (par de botas de segurança)	49,25	€/un
Para o corpo (fato macaco de trabalho)	18,94	€/un
Para as vias respiratórias (máscara descartável)	1,45	€/un
$\Sigma =$	174,08	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Tabela 23 - Custos unitários associados à medicina preventiva e primeiros socorros

Medicina preventiva e primeiros socorros	Custos	Unidade
Material médico (caixa de primeiros socorros, reposição de material de caixa de primeiros socorros, maca de socorro)	244,32	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Tabela 24 - Custos gerais associados aos equipamentos de elevação

Escolher o equipamento de elevação	Custos	Unidade
Monta-cargas com cremalheira e pistão ▼	2785,25	€/un
Autogrua		
Cesta elevatória de braço articulado		
Cesta elevatória de braço telescópico		
Plataforma elevatória de tesoura		
Monta-cargas com cabo e tambor de enrolar		
Monta-cargas com cremalheira e pistão		

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Tabela 25 - Custos unitários associados aos equipamentos de elevação

Autogrua	Custos	Unidade
Aluguer diário de autogrua de braço telescópico com capacidade de elevação de 30 t e 27 m de altura máxima de trabalho	98,47	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Plataforma elevatória	Custos	Unidade
Cesta elevatória de braço articulado		
Cesta elevatória de braço articulado		
Cesta elevatória de braço telescópico		
Plataforma elevatória de tesoura		
Aluguer diário de plataforma elevatória	177,25	€/un
Transporte de plataforma elevatória	161,68	€/un
$\Sigma =$	338,93	€/un
Observações		
Preços de acordo com a altura máxima de trabalho do equipamento (16, 20 e 10 metros respectivamente); inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Monta-cargas	Custos	Unidade
Com cabo e tambor de enrolar		
Com cabo e tambor de enrolar		
Com cremalheira e pistão		
Aluguer mensal de monta-carga	596,95	€/un
Transporte para a obra e remoção de monta-carga	1279,19	€/un
Montagem e desmontagem de monta-carga	639,6	€/un
$\Sigma =$	2515,74	€/un
Observações		
Preços de acordo com o número de paragens do equipamento (4) e com a sua capacidade de carga máxima (300 e 1000 kg respectivamente); inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Os custos indirectos compreendem os custos industriais, directamente associados à produção industrial da empresa (nomeadamente os vencimentos do pessoal técnico, os vencimentos do pessoal afecto ao serviço de admissão e gestão do pessoal, os custos de patentes e licenças, entre outros) e custos de estrutura, não directamente associados à produção industrial da empresa (nomeadamente os vencimentos do pessoal dirigente e administrativo da empresa, os honorários de consultores especializados, os gastos de exploração e conservação da sede social, entre outros) (Correia, 2011).

Os valores mencionados para os custos de estaleiro têm por base o “Gerador de preços do Software para Engenharia e Construção Cype 2011”.

Colocam-se, por fim, as tabelas representando os custos inerentes às coberturas provisórias e andaimes.

Tabela 26 - Custos unitários associados às coberturas provisórias

Coberturas provisórias	Custos	Unidade
Cobertura metálica (aço galvanizado)	41,5	€/m ²
Cobertura metálica (aço galvanizado)		
Cobertura compósita (plásticos reforçados com fibra de vidro, GFRP)		
Observações		
Acrescenta o valor de 0,30 €/dia m ² quando se tratar de cobertura compósita.		

Tabela 27 - Custos unitários associados aos andaimes

Andaimes	Custos	Unidade
Montagem e desmontagem de andaimes	4,10	€/m ²
Oleados de protecção	0,80	€/m ²

Os valores mencionados para os custos de estaleiro foram retirados de “Cabrita, *et al.*, (2010)”.

Nesta fase final, o modelo dispõe de duas opções, “imprimir” e “terminar”, de modo a que o utilizador possa imprimir uma área de impressão pré-definida que contém a tabela dos custos associados aos trabalhos preparatórios e, posteriormente, terminar o programa disponibilizando a opção de poder gravar ou não.

6.4 Validação do modelo de estimação de custos

A validação do modelo foi efectuada através da sua aplicação a um caso de estudo. Trata-se de um edifício inserido no Centro Histórico de Viseu, conhecido por “Casa do Miradouro”. Foi seleccionado por possuir grande valor patrimonial para a região de Viseu, sendo um dos únicos edifícios quinhentistas da cidade.

As informações inerentes ao respectivo edifício foram fornecidas conjuntamente pela Sociedade de Reabilitação Urbana de Viseu e pela empresa “Soares e Carvalho, Lda”.

O edifício apresenta uma patologia estrutural ao nível da parede exterior do alçado principal, tratando-se de um abaulamento, como se pode verificar na figura seguinte.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes



Figura 30 - Alçado principal

A parede é constituída por dois paramentos de granito de aproximadamente 40 cm de espessura cada, sem ligação entre eles. O material de enchimento presente entre os dois panos é constituído por argila.

Verificou-se, numa visita efectuada ao local, que o abaulamento poderá ter tido duas origens, a saber:

- Infiltração de água, proveniente do beirado. Esta terá provocada a dilatação do material argiloso que constitui o enchimento entre os dois panos, provocando o abaulamento;
- Esforços horizontais, com origem na escadaria de granito. De acordo com a inspecção efectuada a escada encontra-se encastrada na parede: os esforços desenvolvidos ao longo do tempo poderão ter provocado deslocamentos horizontais na parede, originando o abaulamento.

Salienta-se que apenas o pano exterior sofreu abaulamento.

Apresenta-se o plano de trabalhos inerentes à obra de reabilitação estrutural do caso de estudo.

Quadro 11 - Plano de trabalhos da “Casa do Miradouro”

Plano de trabalhos						
	Designação	Mês	1			
		Semana	1	2	3	4
1	Montagem de estaleiro					
2	Reforço da parede					
Reforço estrutural da "Casa do Miradouro"						

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

O tempo previsto para a execução da obra é de duas semanas.

Segue-se o processo de simulação do caso de estudo no modelo de estimação de custos. Apresenta-se o quadro no qual é efectuado a selecção da patologia identificada no local.

Quadro 12 - Selecção da patologia identificada no local

Patologias	Sim/Não
Fendilhação	Não
Degradação/Desagregação	Não
Perda de coesão	Não
Degradação das juntas	Não
Esmagamento	Não
Abaulamento/Embarigamento	Sim
Deformações fora do plano	Não

Seguidamente gera-se o quadro de carácter intermédio no qual são identificadas as técnicas de reabilitação adequadas à patologia identificada.

Quadro 13 - Identificação das técnicas de reabilitação possíveis para o caso de estudo

Técnicas de reabilitação possíveis consoante a(s) patologia(s) apresentada(s)	
Técnicas de consolidação	Sim/Não
Substituição do material degradado	Não
Consolidação por injeção	Não
Técnicas de reforço	Sim/Não
Refechamento de juntas com argamassa	Não
Refechamento de juntas com armadura	Não
Reboco armado	Sim
Pregagens	Sim
Pré-esforço (tirantes internos)	Sim
Pré-esforço (tirantes externos)	Sim
Fitas de aço inoxidável	Sim

Numa análise prévia às técnicas possíveis de reabilitação referentes ao presente caso de estudo, tem-se:

- Reboco armado: esta técnica não é adequada pelo facto de afectar consideravelmente a arquitectura do edifício que, como referido anteriormente, possui grande valor patrimonial para a região de Viseu;
- Pré-esforço: esta técnica não é adequada pelo facto de ser um sistema muito intrusivo;
- Fitas de aço inoxidável: esta técnica não é adequada pelo facto de ser um sistema muito intrusivo e afectar consideravelmente a arquitectura;

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

- Pregagens: esta técnica será a mais correcta, nomeadamente através de sistemas de pregagens transversais, para obter um efeito de confinamento entre os dois panos de alvenaria.

A técnica de consolidação por substituição do material degradado, apesar de não se aplicar frequentemente a patologias deste tipo, será analisada neste caso de estudo, assumindo-se, por hipótese, que a patologia tem origem na infiltração de água. Nestas condições, esta técnica poderá ser a mais adequada em termos estruturais, pois permitiria a remoção do material de enchimento saturado pela infiltração de água. Também, a tipologia da parede favorece a aplicação desta técnica, pois as cargas verticais são distribuídas entre os dois panos. Numa situação semelhante, em termos práticos, deverá proceder-se à ensaios, nomeadamente à endoscopia. Tal processo permite obter informação sobre o interior da parede, para se perceber a causa da patologia.

No intuito de validar o modelo de estimação de custos, procedeu-se à simulação de três das técnicas de reabilitação mencionadas:

- Técnica de reforço por reboco armado;
- Técnica de reforço por pregagens (transversais);
- Técnica de consolidação por substituição do material degradado.

6.4.1 Técnica de reforço por reboco armado

Após gerar os dados do modelo, apresenta-se a tabela dos custos unitários associados à técnica de reforço por reboco armado.

Tabela 28 - Custos unitários inerentes à técnica de reboco armado para o caso de estudo

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Reboco armado		
Procedimento	Custos	Unidade
Lavagem da superfície com água/Colocação das redes de reforço/Encaixe e fixação das nervuras contra a parede/Fixação das extremidades da folha em cada nervura.	15,00	€/m ²
$\Sigma =$	15,00	€/m ²

A fachada principal do edifício não se encontra rebocada, ou seja, os custos unitários relativos à remoção do reboco não foram contabilizados, como se pode verificar na tabela anterior.

A armadura considerada é de fibra de vidro com tratamento anti-alkalino. A argamassa de revestimento considerada é à base de ligantes hidráulicos.

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

Nas medições realizadas in situ, contabilizou-se a área total da fachada principal (23,50*8,00 metros aproximadamente), excluindo as áreas correspondentes às janelas, porta e varanda, visto que, por critérios estéticos, não é apropriada a utilização da técnica de reboco armado de forma localizada, isto é, apenas no local da patologia.

Em relação ao enquadramento legal, a obra encontra-se em situação de regime de comunicação prévia, isto é, está localizada em área de reabilitação urbana (zona histórica de Viseu), e também se trata de um edifício construído há mais de 30 anos.

Após selecção do regime, apresenta-se a tabela dos custos inerentes à situação de comunicação prévia.

Tabela 29 - Custos em regime de comunicação prévia

Escolher o regime		
Regime de comunicação prévia		
Custos camarários	Custos	Unidade
Admissão de comunicação prévia	118,00	€
Prazo de execução por cada mês	4,70	€
Livro de obra (Modelo 412 - A com 20 folhas)	3,75	€
Σ	126,45	€

Nos custos inerentes aos trabalhos preparatórios, quantifica-se os custos de estaleiro e de andaimes. (Para o presente caso de estudo, e em função da localização da anomalia estudada, não serão quantificados os custos relativos à utilização de uma cobertura provisória).

Procede-se em primeiro lugar à quantificação dos custos de estaleiro, descritos nas tabelas seguintes.

Tabela 30 - Custos associados às instalações provisórias

Instalações provisórias	Custos	Unidade
Ligações às instalações provisórias	107,66	€/un
Aluguer mensal de instalações provisórias	557,69	€/un
Transporte de instalações provisórias	214,09	€/un
Mobiliário e equipamento	116,34	€/un
Limpeza de instalação provisória	12,36	€/un
Σ	1008,14	€
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos; os custos inerentes ao aluguer, construção e adaptação ao local existente englobam wc's de serviço, vestiários, armazém, e escritório equipado com wc de serviço.		

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Tabela 31 - Custos unitários associados aos cartazes

Sinais, placas, cartazes	Custos	Unidade
Cartaz indicativo de riscos	16,79	€/un
$\Sigma =$	16,79	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Devido ao facto da obra se realizar em propriedade privada (Câmara Municipal de Viseu), não serão quantificados os custos relativos ao fornecimento de sinais de perigo e placas de sinalização.

Tabela 32 - Custos unitários associados aos equipamentos de protecção individual

Equipamentos de protecção individual	Custos	Unidade
Para a cabeça (capacete de segurança)	3,36	€/un
Para os olhos e cara (máscara de protecção)	2,91	€/un
Para as mãos e braços (par de luvas para trabalhos específicos)	3,82	€/un
Para os ouvidos (capacete protector auditivo)	10,20	€/un
Para os pés e pernas (par de botas de segurança)	49,25	€/un
Para o corpo (fato macaco de trabalho)	18,94	€/un
Para as vias respiratórias (máscara descartável)	1,45	€/un
$\Sigma =$	89,93	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Tabela 33 - Custos unitários associados à medicina preventiva e primeiros socorros

Medicina preventiva e primeiros socorros	Custos	Unidade
Material médico (caixa de primeiros socorros, reposição de material de caixa de primeiros socorros, maca de socorro)	244,32	€/un
Observações		
Inclui os meios auxiliares e custos indirectos.		

Pelas razões referidas anteriormente, não serão quantificados os custos relativos à instalação de vedações nem acessos específicos, bem como o fornecimento de equipamentos de elevação.

Procede-se em segundo lugar à quantificação dos custos relativos à montagem/desmontagem de andaimes e oleados de protecção, descritos na tabela seguinte.

6. Desenvolvimento do modelo de estimação de custos

Tabela 34 - Custos unitários associados aos andaimes

Andaimes	Custos	Unidade
Montagem e desmontagem de andaimes	4,10	€/m ²
Oleados de protecção	0,80	€/m ²

Definida a operação de reabilitação, associada às respectivas quantidades de trabalhos, está-se em condições de realizar ao cálculo da estimativa orçamental, tendo por base os custos unitários das actividades descritas anteriormente.

A estimativa orçamental relativa a esta técnica é descrita na tabela seguinte.

Tabela 35 - Estimativa orçamental associada à técnica de reboco armado

	Designação	Un	Qd	Preços Unitários	Preços Totais
1	ESTALEIRO E SEGURANÇA				
1.1	Montagem, manutenção e desmontagem das instalações provisórias	Un	1,00	€ 1.008,14	€ 1.008,14
1.2	Fornecimento de cartaz indicativo de riscos	Un	1,00	€ 16,79	€ 16,79
1.3	Fornecimento de equipamentos de protecção individual	Un	5,00	€ 89,93	€ 449,65
1.4	Fornecimento de caixa de primeiros socorros, reposição de material da respectiva caixa, e maca de socorro	Un	1,00	€ 244,32	€ 244,32
2	ANDAIMES				
2.1	Montagem e desmontagem de andaimes	m ²	144,00	€ 4,10	€ 590,40
2.2	Oleados de protecção	m ²	144,00	€ 0,80	€ 115,20
3	REFORÇO DA PAREDE				
3.1	Lavagem da superfície com água/Colocação das redes de reforço/Encaixe e fixação das nervuras contra a parede/Fixação das extremidades da folha em cada nervura	m ²	144,00	€ 15,00	€ 2.160,00
4	CUSTOS CAMARÂRIOS				€ 126,45
	TOTAL				€ 4.710,95

A estimativa orçamental correspondente à esta técnica é de 4.710,95 €.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

6.4.2 Técnica de reforço por pregagens (transversais)

Após gerar os dados, apresenta-se a tabela dos custos unitários associados à técnica de reforço por pregagens transversais.

Tabela 36 - Custos unitários inerentes à técnica de reforço por pregagens transversais para o caso de estudo

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Pregagens transversais		
Procedimento	Custos	Unidade
Refechamento das juntas e selagem das fissuras.	13,50	€/m2
Execução dos furos de injeção nas juntas de argamassa/Inserção dos varões de reforço/Injeção da calda de cimento.	350,00	€/ml

O refechamento das juntas e a selagem das fissuras deverão ser efectuados com argamassa de saibro, cal e areia, por forma a atingir uma identidade em cor, grão e textura idêntica aos materiais existentes. O material utilizado deverá ser neutro em relação às alvenarias. As pregagens terão uma distribuição em quinqüênio (ver pormenor no Apêndice B). A sua fixação será realizada por via química (selagem dos furos efectuada com calda de cimento), se as exigências estruturais da parede o permitirem. Este processo evita assim sistemas de ancoragens, de modo a preservar a arquitectura do edifício.

Nas medições realizadas in situ, contabilizou-se a largura total da parede (um metro). As pregagens deverão ter uma inclinação de aproximadamente 45°, obtendo-se assim para cada pregagem um comprimento de 1,40 metros (ver pormenor no Apêndice B).

Os custos respectivos ao enquadramento legal e aos trabalhos preparatórios são idênticos aos descritos para a técnica de reboco armado. Excluem-se apenas os relativos à utilização de andaimes, visto que a técnica de reforço por pregagens transversais será utilizada de forma localizada, numa faixa de aproximadamente um metro da primeira fiada de pedras a partir do chão, onde se situa a patologia apresentada na parede.

Definida a operação de reabilitação, associada às respectivas quantidades de trabalhos (medições realizadas in situ), está-se em condições de proceder ao cálculo da estimativa orçamental, tendo por base os custos unitários das actividades descritas anteriormente.

Tabela 37 - Estimativa orçamental associada à técnica de reforço por pregagens transversais

	Designação	Un	Qd	Preços Unitários	Preços Totais
1	ESTALEIRO E SEGURANÇA				
1.1	Montagem, manutenção e desmontagem das instalações provisórias	Un	1,00	€ 1.008,14	€ 1.008,14
1.2	Fornecimento de cartaz indicativo de riscos	Un	1,00	€ 16,79	€ 16,79
1.3	Fornecimento de equipamentos de protecção individual	Un	5,00	€ 89,93	€ 449,65
1.4	Fornecimento de caixa de primeiros socorros, reposição de material da respectiva caixa, e maca de socorro	Un	1,00	€ 244,32	€ 244,32
2	REFORÇO DA PAREDE				
2.1	Refechamento das juntas e selagem das fissuras	m ²	1,00	€ 13,50	€ 13,50
2.2	Execução dos furos de injeção nas juntas de argamassa/Inserção dos varões de reforço/Injecção da calda de cimento	ml	7,00	€ 350,00	€ 2.450,00
3	CUSTOS CAMARÃRIOS				€ 126,45
	TOTAL				€ 4.308,85

A estimativa orçamental correspondente à esta técnica é de 4.308,85 €.

6.4.3 Técnica de consolidação por substituição do material degradado

Após gerar os dados, apresenta-se a tabela dos custos unitários associados à técnica de consolidação por substituição do material degradado.

Tabela 38 - Custos unitários inerentes à técnica de consolidação por substituição do material degradado para o caso de estudo

Escolher a técnica de reabilitação apropriada		
Substituição do material degradado		
Procedimento	Custos	Unidade
1. Remoção do material constituinte da parede, na zona degradada.	105,00	€/m ³
2. Reconstituição posterior da zona degradada.	75,00	€/m ³
Σ =	180,00	€/m³

O material retirado que se encontra em boas condições deverá ser limpo e acondicionado em estaleiro para posterior colocação na reconstituição da parede a refazer. O material degradado será removido a vazadouro. Deverá proceder-se ao coroamento necessário, aquando à substituição do material. Este será efectuado através de um sistema estrutural de sustentação,

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

(colocação de prumos metálicos). Os custos associados são incluídos nos custos afixados na tabela. A alvenaria será assente em argamassa pobre. As juntas refundadas deverão voltar a ser fechadas.

Nas medições realizadas in situ, contabilizou-se o produto da área da zona degradada (um metro quadrado aproximadamente) com a espessura do pano exterior (0,40 metros aproximadamente), obtendo-se assim uma quantidade de trabalho de 0,40 metros cúbicos.

Os custos respectivos ao enquadramento legal e aos trabalhos preparatórios são idênticos aos descritos para a técnica de reboco armado. Excluem-se apenas os custos relativos à utilização de andaimes, pois estes são dispensados, visto que a técnica de consolidação por substituição do material degradado será utilizada de forma localizada, numa faixa de aproximadamente um metro da primeira fiada de pedras à partir do chão, onde se situa a patologia apresentada na parede.

Definida a operação de reabilitação, associada às respectivas quantidades de trabalhos (medições realizadas in situ), está-se em condições de proceder ao cálculo da estimativa orçamental, tendo por base os custos unitários das actividades descritas anteriormente.

Tabela 39 - Estimativa orçamental associada à técnica de consolidação por substituição do material degradado

	Designação	Un	Qd	Preços Unitários	Preços Totais
1	ESTALEIRO E SEGURANÇA				
1.1	Montagem, manutenção e desmontagem das instalações provisórias	Un	1,00	€ 1.008,14	€ 1.008,14
1.2	Fornecimento de cartaz indicativo de riscos	Un	1,00	€ 16,79	€ 16,79
1.3	Fornecimento de equipamentos de protecção individual	Un	5,00	€ 89,93	€ 449,65
1.4	Fornecimento de caixa de primeiros socorros, reposição de material da respectiva caixa, e maca de socorro	Un	1,00	€ 244,32	€ 244,32
2	REFORÇO DA PAREDE				
2.1	Remoção do material constituinte da parede, na zona degradada.	m ³	0,40	€ 105,00	€ 42,00
2.2	Reconstituição posterior da zona degradada.	m ³	0,40	€ 75,00	€ 30,00
3	CUSTOS CAMARÁRIOS				€ 126,45
	TOTAL				€ 1.917,35

A estimativa orçamental correspondente à esta técnica é de 1.917,35 €.

6.4.4 Conclusões

Comparando os valores obtidos para as três técnicas, depara-se com uma diferença substancial entre elas, sendo a técnica de consolidação por substituição do material degradado mais económica. Porém, pelas razões referidas anteriormente, esta técnica não será utilizada para o presente caso de estudo.

Em relação às duas técnicas de reforço analisadas, constata-se alguma diferença ao nível dos custos, sendo a técnica de pregagens transversais mais económica.

Acrescenta-se ainda que a técnica de reboco armado apresenta muitos condicionalismos arquitectónicos, em comparação com a técnica de pregagens transversais.

Em suma, utilizar-se-á a técnica de reforço por pregagens transversais.

A ficha de inspecção do edifício e os pormenores construtivos relativos à técnica de reforço por pregagens transversais encontram-se no Apêndice B.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

7. Conclusão

7.1 Considerações finais

O modelo proposto para a estimação de custos de reabilitação estrutural de paredes de alvenaria de pedra permite, de uma forma simplificada, obter uma estimativa orçamental a nível de projecto, desde que associado às respectivas quantidades de trabalho.

No intuito de se obter uma aplicação mais prática, elaboraram-se fichas de identificação respectivas à cada técnica de reabilitação estrutural de alvenarias de pedra, de forma à poderem ser utilizadas juntamente com o modelo apresentado.

No desenvolvimento do modelo, procurou-se quantificar o maior número de variáveis inerentes a um determinado processo de reabilitação estrutural. Essas variáveis envolvem os custos associados:

- Aos procedimentos legais;
- À obtenção de seguros;
- Aos trabalhos preparatórios;
- Aos procedimentos técnicos de reabilitação.

Porém, outros factores tornam-se condicionantes para a variabilidade dos custos, tornando a sua estimação uma tarefa muito difícil. Entre estes destacam-se a dificuldade de montagem de estaleiro, os difíceis acessos à obra, os diferentes estados de conservação do edificado, os procedimentos relativos à expropriações.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Também, é fundamental existir uma interligação entre a inspecção, a utilização de ensaios de avaliação estrutural, o projecto e a obra de reabilitação, acarretando assim custos adicionais.

Em suma, cada obra de reabilitação se revela diferente, isto é, o que se aplica num local não é possível aplicar noutro, o que torna difícil a quantificação dos custos de reabilitação.

Em relação ao enquadramento legal, têm sido realizados múltiplos esforços no sentido de simplificar os procedimentos legais associados ao sector da reabilitação, através de alterações da legislação em vigor (Resolução nº 20/2011, entre outros). Refere-se ainda a existência em algumas áreas urbanas de Portugal, como é o caso de Viseu, de Sociedades de Reabilitação Urbana, que possuem competências próprias para promoverem o desenvolvimento da actividade de reabilitação, além de facilitarem acções de intervenção de carácter privado.

Relativamente aos seguros existentes e que se inserem na área de reabilitação aqui estudada, o nosso país depara-se com a falta de um quadro legal adequado que possa servir de orientação aos diversos intervenientes em obras de reabilitação, e cuja informação não se encontre dispersa nem suscite múltiplas interpretações. Salienta-se ainda que alguns seguros, apesar de não serem prática corrente em Portugal, são considerados como reforços da garantia de qualidade da obra, sendo mesmo em alguns países da Europa (França, entre outros) subscritos voluntariamente, como é o caso dos seguros decenais.

7.2 Dificuldades sentidas no desenvolvimento da dissertação

Na realização da presente dissertação, deparou-se com uma grande dificuldade na obtenção de custos e de orçamentos. De facto, era necessária a colaboração da maior quantidade de empresas possível para se poder obter intervalos de custos e, consequentemente, estimar uma margem de erro. Sendo assim, o modelo apresentado pode ser objecto de crítica.

Foi também sentida dificuldade na análise da legislação que rege a reabilitação em Portugal. O diploma base que estabelece o regime jurídico da urbanização e edificação (Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro) tem sofrido várias alterações, desde actualizações a revogações, levando a que a informação se encontre dispersa, tornando a consulta mais demorada e complexa. Este facto leva ao constante acompanhamento das alterações efectuadas.

7.3 Desenvolvimentos futuros

Em relação ao futuro da reabilitação em Portugal, prevê-se nos próximos tempos um crescimento substancial deste sector da construção face aos restantes. Este crescimento é esperado que estabilize assim que a reabilitação esteja em paridade com os restantes países europeus.

Pretende-se com a presente dissertação contribuir para o desenvolvimento do sector da reabilitação. A estimação de custos para obras de reabilitação estrutural de paredes de alvenaria de pedra encontra aqui um modelo de fácil utilização e com valores actualizados. Contudo, deve ser encarada como um início e um incentivo à continuação deste estudo.

Propõe-se assim, como possíveis desenvolvimentos futuros:

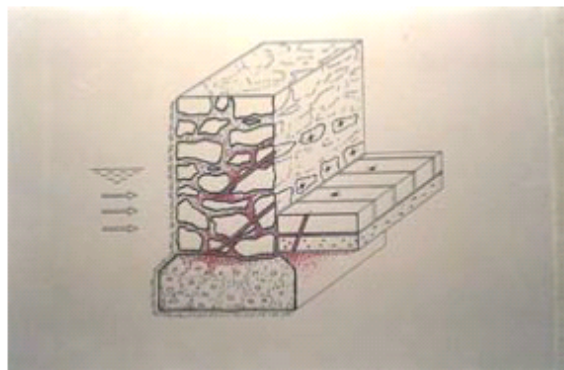
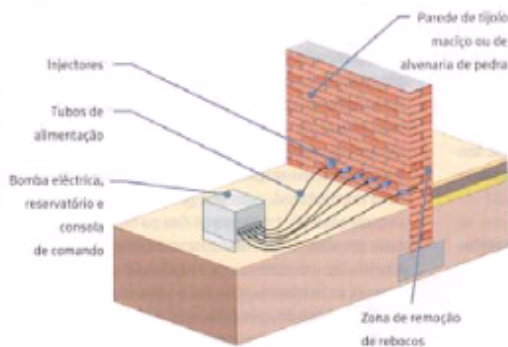
- A interacção do modelo com cadernos de encargos, compilando deste modo as condições técnicas aos procedimentos e custos. Entende-se por condições técnicas:
 - Características técnicas que devem reunir os materiais e equipamentos a utilizar, bem com as suas condições de fornecimento, garantias de qualidade;
 - Controlos realizados para comprovar a conformidade de execução das técnicas de reabilitação em relação ao indicado em projecto;
 - Verificações e testes de serviço realizados como comprovativo das prestações finais do edifício;
- A continuação do modelo de estimação de custos, de forma a abranger a reabilitação das restantes componentes estruturais, tais como as fundações e as coberturas. Para tal, deverá aprofundar-se a recolha de custos e de orçamentos e a inclusão das técnicas apropriadas;
- A complementação do modelo com uma base de dados relativa aos diversos ensaios associados às paredes de alvenaria de pedra.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

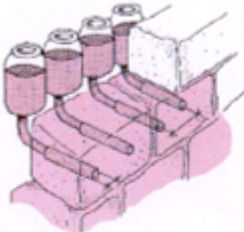
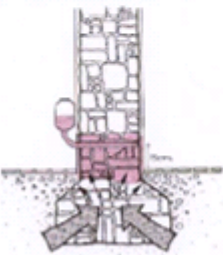
APÊNDICE A

Técnicas de protecção contra a humidade

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Barreiras químicas contra a humidade ascensional por injeção	
Definição	Procedimento
Consiste na injeção, sob pressão, de uma calda de um produto químico hidrófobo (repelente da água), criando-se assim uma barreira à sua passagem.	1. Selecção da zona da parede onde se pretende criar a membrana à prova de humidade; 2. Preparação da face exterior da parede de pelo menos 0,15 m abaixo dessa zona, para poder realizar uma vala (para posterior execução de uma camada drenante, por exemplo); 3. Saneamento dos elementos de construção afectados pela humidade, incluindo os rebocos da parede até cerca de 0,5 m acima dos últimos sinais de penetração de humidade (esta detecção pode ser feita, por exemplo, registando manchas de humidade, eflorescências, etc.); 4. Execução dos furos de injeção espaçados entre si de 0,12 a 0,15 m, e com uma profundidade cerca de 2/3 da espessura da parede os furos deverão ser executados segundo o eixo horizontal e terem um diâmetro de aproximadamente 10 a 12 mm; 5. Ligação das bombas de injeção; 6. Colocação dos injectores; 7. Injecção da calda, aplicando a pressão prevista, até que a parede esteja saturada (o que poderá ser constatado quando na face oposta à de injeção começar a refluir a calda injectada); 8. Selagem da boca de cada furo, de modo a evitar o refluxo e fuga de material.
Objectivos	
Impedir a humidade ascensional que afecta o comportamento da parede.	
Aplicações	
Alvenarias degradadas pela acção da água.	
Materiais utilizados	
- Produtos à base de resinas de silicões; - Produtos à base de estearato de alumínio.	
Vantagens	
Boa distribuição do produto em toda a espessura da parede.	
Desvantagens/Limitações	
Compatibilidade dos materiais.	
Recomendações	
Em paredes de alvenaria de pedra solta (ou paredes muito espessas compostas por dois panos de alvenaria argamassadas e com interior preenchido com pedra seca), deve fazer-se uma preparação prévia da zona de pedra seca (através de injeções que criarão a base para a injeção), para prevenir eventuais consumos excessivos de fluido hidrófobo;	
Texto adaptado de: Appleton, 1993	
	
Corte esquemático da formação da barreira química	Esquema de intervenção
Imagens retiradas de: Belgas, sem data	

Barreiras químicas contra a humidade ascensional por transfusão	
Definição	Procedimento
Consiste na eliminação da humidade ascensional em paredes de alvenaria maciça, através da modificação durável das características de capilaridade dos materiais que as constituem.	1. Selecção da zona da parede onde se pretende criar a membrana à prova de humidade;
Objectivos	2. Criação de uma faixa em que as propriedades capilares do material (designadamente o ângulo de contacto entre a água e a superfície interior dos poros) são modificadas;
Impedir a humidade ascensional que afecta o comportamento da parede.	3. Remoção dos revestimentos da parede até uma linha paralela à da barreira, situada a 0,30 m para além desta, no sentido do fluxo da humidade, para facilitar a secagem da parede;
Aplicações	4. Execução dos furos de impregnação, segundo linhas horizontais, perpendiculares ao plano da parede (de um dos lados da parede quando a espessura da parede for inferior a 0,5 m, ou de ambos os lados da parede quando a espessura da parede for superior a 0,5 m);
Alvenarias degradadas pela acção da água.	5. Introdução das borrachas exteriores, devidamente limpas, nas hastes acopláveis;
Materiais utilizados	6. Acoplagem das hastes até que se atinja um comprimento compatível com a espessura dos elementos de alvenaria a tratar;
Produtos à base de micro-emulsões de silicone com estrutura espacial associadas à moléculas orgânicas com elevada capacidade de impregnação.	7. Acoplagem das hastes à curva de ligação;
Desvantagens/Limitações	8. Obturação da haste terminal com obturador apropriado;
Compatibilidade dos materiais	9. Introdução da unidade de impregnação assim obtida no furo: ligação do depósito de impregnação;
	10. Após conclusão do tratamento e secagem da parede, obturação dos furos com pedra ou argamassa que reproduzam o aspecto original da construção.

Outas informações	Recomendações
1. Os produtos podem ser aplicados por gravidade; 2. As características da furação dependem da constituição e espessura da parede; 3. As barreiras deverão tornar-se activas ao fim de um mês, possibilitando a evaporação da humidade existente na parede; 4. A metodologia de execução de barreiras verticais é semelhante à execução de barreiras horizontais, sendo o furo inferior executado a cerca de 0,15 m da soleira exterior da parede e os demais furos executados acima deste, ao longo de uma linha vertical passando pelo seu eixo, e com afastamentos entre si de cerca de 0,15 m.	1. Encher os depósitos com o produto repelente à água, igual em todos os depósitos para assegurar uma distribuição homogénea do produto; salvo indicação do contrário, esta altura corresponderá a uma quantidade de líquido numa proporção de cerca de 75 cm^3 por cada cm de espessura da parede, incluindo revestimentos, para paredes com teores de humidade até 10%; o processo de enchimento deverá ser feito lentamente, para evitar o aprisionamento de ar nas tubagens; 2. Garantir que o revestimento poroso das hastes permite um fluxo adequado do líquido, impedindo o seu escorrimento pela boca dos furos; pretende-se que o líquido vá impregnado, por gravidade e lentamente, os materiais que constituem a parede, a partir de vários furos, para que as respectivas áreas de influência vão coalescendo, e toda a espessura da parede seja abrangida, sem que a eficácia do método seja reduzida; 3. No caso da execução de furos ser dos dois lados da parede, os eixos destes deverão ficar contidos num plano perpendicular à superfície da parede e ao plano médio da barreira, sendo o comprimento do empalme igual, no mínimo de 0,10 m e o espaçamento entre furos de cerca de 0,15 m; a distância do eixo dos furos deverá ser igual a cerca de 0,15 m da soleira exterior da parede; 4. O diâmetro dos furos deverá ser apropriado ao diâmetro das hastes a introduzir na parede para a impregnação; 5. Os furos devem ser executados em locais em que as barreiras fiquem em contacto com o solo; 6. Os trabalhos de reparação de revestimentos só deverão ser executados quando os teores médios de humidade dos paramentos das paredes sejam iguais ou inferiores a 5%.
 	
Texto adaptado de: Appleton, 1993; Imagens retiradas de: Belgas, sem data	

Tratamento hidrofugante	
Definição	Objectivos
Consiste na aplicação de produtos hidrófugos sobre a superfície da parede, de modo a que esta se torne impermeável à água líquida, mas permitindo a passagem do vapor de água.	- Impedir a penetração de água no interior da parede; - Proceder à renovação ou manutenção de fachadas; - Proteger as paredes exteriores após a aplicação de um isolamento térmico.
Aplicações	Procedimento
Alvenarias degradadas pela acção da água.	1. Limpeza da superfície com um método adequado ao tipo e às condições do substrato (com escovagem, jacto de areia fina ou grossa, jacto de água, entre outros) até obter um substrato compacto, isento de resíduos de cimento, poeiras, eflorescências, incrustações e depósitos estranhos; 2. Selagem de fissuras e cavidades; 3. Aplicação dos produtos com pincel, rolo ou pulverizador.
Materiais utilizados	
- Siliconatos; - Silicones; - Organometálicos.	
Vantagens	Recomendações
Os produtos hidrófugos não modificam sensivelmente o aspecto da superfície dos materiais tratados.	1. Na limpeza da superfície deve-se evitar o uso de solventes orgânicos, ácidos e álcalis fortes e água rica em sais; é desaconselhável aplicar produtos em tempo frio (temperatura inferior a 5°C); 2. É desaconselhável aplicar produtos em fachadas que se encontrem expostas à incidência dos raios solares em tempo quente (temperaturas superiores a 40°C); 3. No caso de limpeza com água só se deve proceder à aplicação do produto após o período de tempo necessário à secagem da superfície; 4. Aplicar o produto em excesso, de maneira a provocar um escorrimento sobre a totalidade das superfícies a tratar; ter especial atenção à zona das juntas para evitar a existência de zonas não tratadas; 5. A aplicação com pulverizador é particularmente indicada para fachadas com poucas ou nenhuma janelas (manchagem dos vidros pelos produtos); há que garantir que à saída da agulheta se obtenha um jacto dividido.
Desvantagens/Limitações	
- Compatibilidade dos materiais; - Não constitui uma barreira para a humidade ascensional.	
	
	Outras informações
Diferença entre a mesma superfície tratada/não tratada com hidrófugo	Para além dos produtos hidrófugos para tratamento superficial incolor, existem argamassas pré-doseadas para execução de reboco que também apresentam características hidrofugantes.
Texto adaptado de: Appleton, 1993; Imagem retirada de: Belgas, sem data	

APÊNDICE B

Ficha de inspecção da “Casa do Miradouro”

Parte I: Identificação do edifício

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Distrito: Viseu

Concelho: Viseu

Freguesia: Santa Maria

Localização: Largo António José Pereira

Código Postal: |3|5|0|0| - |0|8|0|

Local de implantação:

1. ☒ Isolado
2. ☐ Banda/meio
3. ☐ Banda/extremo
4. ☐ Andar elevado

Proprietário do edifício: Município de Viseu

Tipologia do edifício: Arquitetura civil residencial

Função do edifício: Utilização administrativa

Informação adicional:

1. O edifício encontra-se localizado na Área Crítica de Reconversão e Recuperação

Urbanística;

2. O edifício situa-se em superfície inclinada;
3. A planta do edifício tem configuração longitudinal.

Fotografia (alçado principal):



Parte II: Dados Históricos

Projectista: Francisco de Cremona

Construtor: Francisco de Cremona

Época de construção: Século XVI

Caracterização da construção: Renascentista/Manuelina

Existência de intervenções anteriores: ☒ Sim ☐ Não

1. **Tipo de intervenção:** Alterações e obras de reparação, nomeadamente ao nível do alçado posterior (encerramento da varanda do piso superior; substituição da cobertura do edifício, mantendo-se o beirado) e no interior do edifício (aplicação de alguns revestimentos; substituição de pavimentos ao nível do piso 0 e 1

Data: 1940/1950

2. **Tipo de intervenção:** Obras de readaptação do interior

Data: 1999

3. **Tipo de intervenção:** Obras de manutenção, nomeadamente a substituição de algumas caixilharia de madeira

Data: 2006

Existência de diferentes fases construtivas : ☐ Sim ☒ Não

Registos sismológicos: Inexistentes

Informação adicional: O edifício foi objecto de relevantes transformações em 1750

Parte III: Tipologia do Edifício

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Número de pisos acima da cota de soleira: 2

Pé direito entre pisos: varia entre 2,24 metros e 5,00 metros

Área de implantação do edifício: 370,86 m²

Área total de construção do edifício: 757,04 m²

Informação adicional: Não existem pisos abaixo da cota de soleira

Parte IV: Tipologia das Paredes exteriores

Número de panos:

1. ☐ Pano simples

2. ☒ Pano duplo

Espessura: metros

Espessura pano interior: 0,35 a 0,40 m

Espessura pano exterior: 0,35 a 0,40 m

Desenvolvimento em altura: ☐ Homogéneo ☒ Variável

Classificação das paredes:

1. ☐ Cantaria

2. ☐ Alvenaria ordinária

3. ☐ Alvenaria de pedra seca

4. ☒ Alvenaria de pedra aparelhada

5. ☐ Alvenaria refractária

6. ☐ Alvenaria hidráulica

7. ☐ Alvenaria de tijolo

8. ☐ Parede mista

Tipo de materiais empregue:

1. Pedra

- a. ☒ Granito
- b. ☐ Calcário
- c. ☐ Xisto
- d. ☐ Outro: _____

2. Cerâmico

- e. ☐ Tijolo maciço
- f. ☐ Tijolo furado

3. Madeira

- g. ☐ Tabique
- h. ☐ Simples

4. ☐ Adobe

Tipo de material da junta de assentamento:

- a. ☒ Argamassa cimentícia
- b. ☐ Terra/argila
- c. ☐ Nenhum
- d. ☐ Outro: _____

Ligação entre panos:

- a. ☐ Perpianhos
- b. ☐ Ligadores metálicos
- c. ☒ Nenhum
- d. ☐ Outro: _____

Revestimento: Inexistente (alçado principal); Reboco (restantes alçados)

Parte V: Caracterização do local onde ocorreu a anomalia:

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

Identificação do local: Parede exterior do alçado principal

Elemento/componente estrutural: Pano exterior de alvenaria de pedra

Intervenções anteriores: Não existe registos

Parte VI: Identificação da anomalia estrutural

Tipo de anomalia estrutural:

1. ☐ Fendilhação
2. ☐ Degradação/Desagregação
3. ☐ Perda de coesão
4. ☐ Degradação das juntas
5. ☐ Esmagamento
6. ☒ Abaulamento/Embarigamento
7. ☐ Deformações fora do plano

Orientação da anomalia:

☐ N ☐ NE ☐ E ☒ SE ☐ S ☐ SW ☐ W ☐ NW

Relação da anomalia com a envolvente: Estável

Parte VII: Possíveis causas da anomalia estrutural

Possíveis causas da(s) anomalia(s) estruturais:

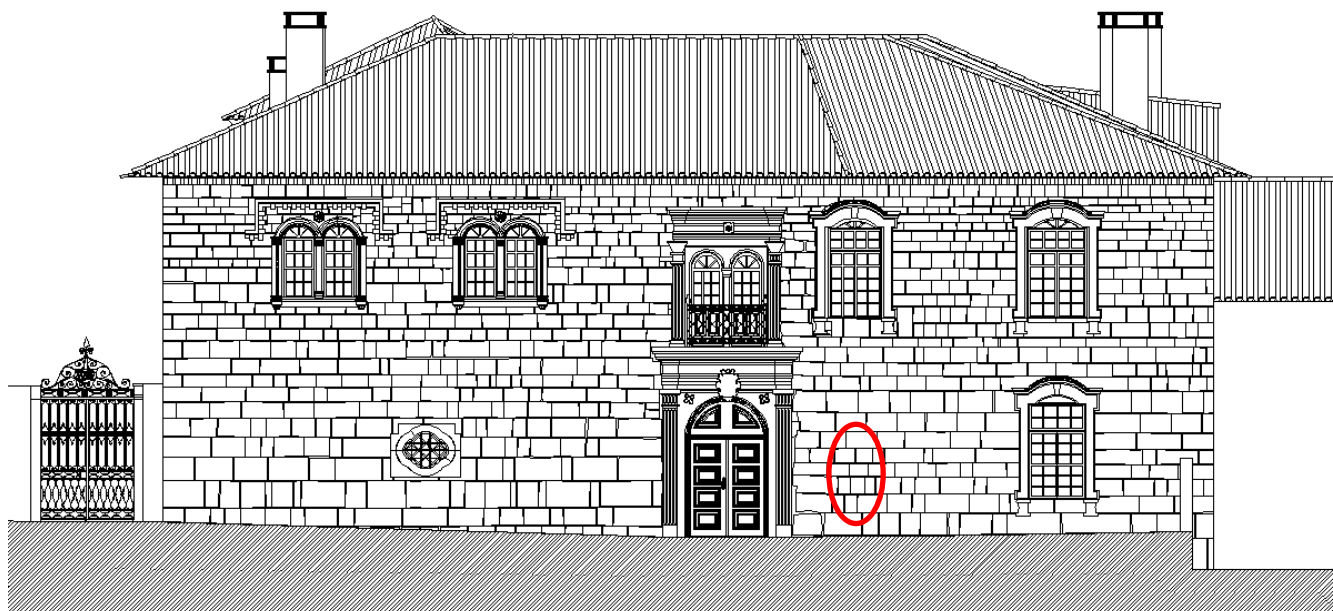
1. ☒ Acção da água
 - a. ☐ Ascensão da água
 - b. ☒ Infiltração de água
 - c. ☐ Acção da água de origem agressiva
2. ☐ Cedência do terreno de fundação/ assentamentos diferenciais
3. ☐ Actividade biológica:
 - a. ☐ Desenvolvimento de vegetação
 - b. ☐ Agentes biológicos
 - i. Fungos
 - ii. Térmitas
 - iii. Carunchos
 - iv. Outros: _____
 - c. ☐ Depósito de excrementos
4. ☐ Alteração das características estruturais e /ou funcionais do edifício
5. ☐ Degradação dos materiais
 - a. ☐ Causas naturais: _____
 - b. ☐ Causas forçadas: _____
6. ☒ Outros: Esforços horizontais _____

Informação adicional: A infiltração da água deve-se ao sub-dimensionamento das caleiras embutidas no pano interior , resultando daí a expansão da argila constituinte do material de enchimento entre os dois panos.

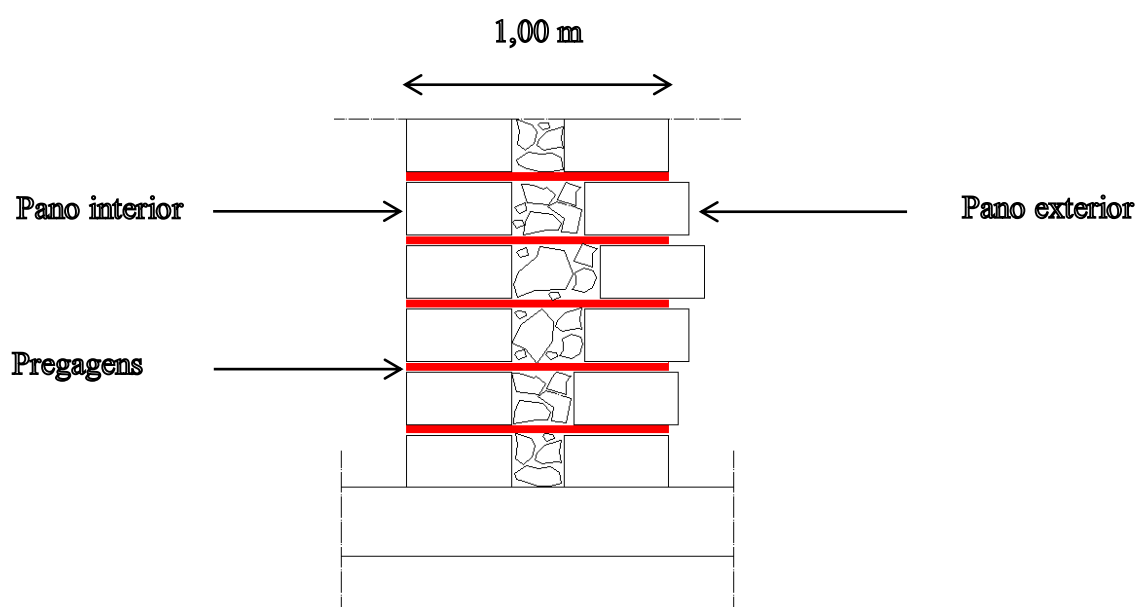
Parte VIII: Detalhes construtivos

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

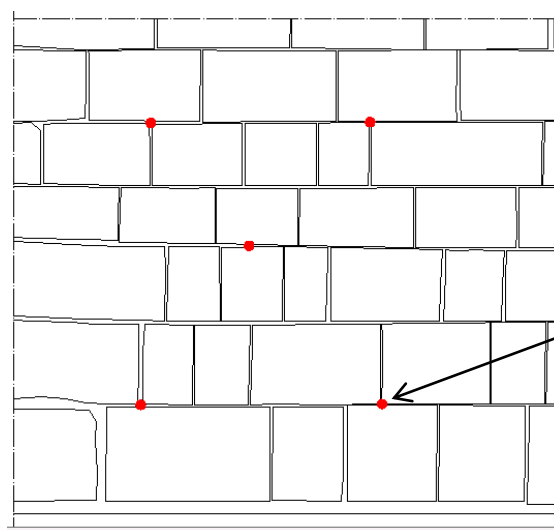
Localização da anomalia estrutural (disponibilizado pela Sociedade de reabilitação Urbana de Viseu):



Pormenor construtivo dos sistemas de pregagens (secção transversal da parede):



Disposição das pregagens:



Pregagens

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J., [et al.] (2002) - **Guia de apoio a reabilitação de edifícios habitacionais**. 6º ed. Vol. 1. Lisboa : DGOT: Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano; LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

APPLETON, J. (2003) - **Reabilitação de Edifícios Antigos, Patologias e Técnicas de Intervenção**. 1º ed. Amadora : Edições Orion.

Associação dos Industriais da Construção Civil e Obras Publicas - **Boletim Informativo nº 47/2011: Encargos Incidentes sobre Mão-de-Obra para o ano 2011**.

AVORIO, A.; BORRI, A. (2000) - **Problemi di collegamento tra materiali frp e strutture murarie: Convegno nazionale meccanica delle strutture in muratura rinforzate con FRP—materials: modellazione, sperimentazione, progetto, controllo, Atti del convegno**. Venezia : EDIZIONI LIBRERIA CORTIVA PADOVA. [Consult. 2 Maio 2011]. Disponível em WWW: <http://www.strutture.unipg.it>.

BELGAS, L. – “**Técnicas de reabilitação de alvenarias**” (Versão Preliminar). Instituto Politécnico de Tomar.

BELLI, R. (1998) – “**Ingenieria estructural de los edificios históricos**”. Fundación ICA, Mexico.

BINDA, L. (1998) - **Sperimentazione di tecniche di intervento di miglioramento strutturale su edifici in muratura nei centri storici: caratterizzazione meccanica delle murature in pietra della Lunigiana e verifica sperimentale dell’efficienza delle tecniche d’intervento per la riparazione ed il consolidamento degli edifici in muratura**. Milano : Convenzione di studio tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano.

BRANCO, J. P. (1981) - **Manual do Pedreiro**. Lisboa : LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

BRAZÃO, F. (2007) - **Reabilitação e Manutenção de Edifícios**. Edições Profissionais.

CABRITA, A. R. (2000) - **Termos sobre conservação de património arquitectónico**. (letra R), in **Enciclopédia Verbo**, nova edição. Lisboa : Verbo.

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

CABRITA, A. R., [et al.] (2005) - **Guia de Apoio à Reabilitação Edifícios**. Lisboa : LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

CABRITA, A. R., [et al.] (2010) - **Guia de Reabilitação Urbana do Cento Histórico de Viseu**. 1ª ed. [Consult. 28 Maio 2011]. Disponível em WWW: <http://guiareabcentrohistorico.viseudigital.pt>.

Câmara Municipal de Viseu - **Regulamento Municipal de Urbanização, Edificação e Taxas do Município de Viseu**. (2010-04-21) [Consult. 20 Março 2011]. Disponível em WWW: <http://www.cm-viseu.pt>.

CARRANCA, Adolfo (2006) - **Seguros para a construção dependem do risco e da negociação** [Consult. 8 Maio 2011]. Disponível em WWW: <http://www.aecops.pt>.

CÓIAS, V. (2007) - **Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos**. Argumentum; Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitectónico.

DECRETO-LEI nº 555/99. **D. R. I-A Série**. 206 (1999-12-16). [Consult. 20 Março 2011]. Disponível em WWW: <http://www.dre.pt>.

DECRETO-LEI nº 18/2008. **D. R. I Série**. 20 (2008-01-29) [Código dos Contratos Públicos].

DECRETO-LEI nº 307/2009. **D. R. I Série**. 206 (2009-10-23). [Consult. 20 Março 2011]. Disponível em WWW: <http://www.dre.pt>.

EN 1504. 2006, - **Products and systems for the protection and repair of concrete structures**. European committee for standardization, Brussels.

ENV 1996, Eurocódigo 6 – **Design of masonry structures**. European Committee for Standardization, CEN. Editor: CEN: Brussels, Belgium.

ENV 1998, Eurocódigo 8 – **Design of structures for earthquake resistance**. European Committee for Standardization, CEN. Editor: CEN: Brussels, Belgium.

FARINHA, B. (2008) – **“Patologias e técnicas de intervenção”**. 7º curso de mestrado em reabilitação da arquitectura e núcleos urbanos. Faculdade de arquitectura da universidade técnica de Lisboa.

Gerador de preços para construção civil. CYPE Ingenieros, S.A..

GETTU, R. [et al.] (2002) - **Utilización de materiales compuestos en la reparación y el refuerzo**, Evaluación y rehabilitación estructural de edificios: Posibilidades de las técnicas numéricas y experimentales. Barcelona : Eds. P. Roca [et al.]. CIMNE: International Center for Numerical Methods in Engineering, N° 65.

GIUFFRÈ, A. (1993) - **Sicurezza e Conservazione dei Centri Storici: Il caso de Ortigia: Codice di pratica per gli interventi antisismici nel centro storico**. 1° ed. Editori Laterza. ISBN-10 8842042501; ISBN-13 9788842042501.

ICOMOS: COMISSÃO NACIONAL PORTUGUESA DO CONSELHO INTERNACIONAL DOS MONUMENTOS E DOS SÍTIOS. [Consult. 12 Março 2011]. Disponível em WWW: <http://icomos.fa.utl.pt/documentos/documentos.html>.

Correia, P. (2011) - **Introdução à orçamentação – 08 – Custos Indirectos**. [Consult. 03 Junho 2011].Disponível em WWW: <http://orcamentos.eu/custos-indirectos/>.

LAEFER, D., [et al.] (1996) - **Measurement of grout injection efficacy for stone masonry walls**. Seventh North American Masonry Conference, Vol. I, University of Notre Dame, Indiana, USA.

MODENA, C.; PINESHI, F.; VALLUZI, M.R. (2000) - **Valutazione della vulnerabilità sismica di alcune classi di strutture esistenti. Sviluppo e valutazione di metodi di rinforzo**. GNDT: Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. [Consult. 30 Maio 2011].Disponível em WWW: <http://gndt.ingv.it>.

MOTA, K. E. M. de Vasconcelos (2009) - **Caracterização e Tipificação in situ de Paredes de Alvenaria de pedra**. Porto : Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado.

NCREP – **Núcleo de Conservação e Reabilitação d’Edifícios e Património**. [Consult. 23 Maio 2011]. Disponível em WWW: <http://ncrep.fe.up.pt>.

PINHO, F. S. (2000) - **Paredes de Edifícios Antigos em Portugal**. Lisboa: LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil. ISBN 972-49-1864-5.

PORTARIA nº 232/2008. **D.R. I Série**. 50 (2008-03-11). [Consult. 19 Maio 2011]. Disponível em WWW: <http://www.dre.pt>.

REGIONE MOLISE (2006) - **PARTE I - EDIFICI IN MURATURA: ANALISI DELLE PRINCIPALI TECNICHE D'INTERVENTO E LIMITI DELLA LORO**

Estrutura geral de custos em obras de reabilitação de edifícios em alvenaria de pedra existentes

APPLICABILITA': Parte seconda. ALLEGATO, 3B.2, VER. 02. [Consult. 30 Maio 2011]. Disponível em WWW: <http://www3.regione.molise.it>.

RESOLUÇÃO nº 20/2011. **D. R. I Série.** 58 (2011-03-23). [Consult. 20 Março 2011]. Disponível em WWW: <http://www.dre.pt>.

ROQUE, J. C. A. (2002) - **Reabilitação Estrutural de Paredes Antigas de Alvenaria.** Guimarães : Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Dissertação de Mestrado.

SOUSA, C. I. Pereira de (2009) - **Determinação de custos de Reabilitação Estrutural de Edifícios e Estudo da sua Variabilidade.** Covilhã : Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura da Universidade da Beira Interior. Dissertação de Mestrado.

THURLEY, Simon (2005) - **O que é o património? Eis algumas respostas simples, por Simon Thurley**, POL nº5475. Jornal Público, Edição Imprensa, Cultura.