

# TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DE ALVENARIAS

(Versão Preliminar)

## 1. PATOLOGIAS EM PAREDES DE ALVENARIA

Torna-se necessário efectuar a distinção entre patologias inerentes ao comportamento estrutural (aspectos relacionados com a concepção) e inerentes ao comportamento material (dependente das características dos materiais utilizados, das técnicas construtivas, da tipologia da secção, etc.)

Na prática é difícil estabelecer a fronteira entre este tipo de patologias, dado que muitas vezes as manifestações das patologias podem ter diversas origens.

### 1.1 Patologias em paredes de alvenaria de pedra natural

Destacam-se como anomalias mais frequentes em paredes de alvenaria de edifícios antigos:

- Fendilhação
- Desagregação (anomalia muito generalizada)
- Esmagamento (anomalia com carácter local)

As causas das anomalias são de natureza muito diversa, podem estar relacionadas com razões de natureza estrutural ou à presença de água e à acção dos agentes climatéricos.

O Quadro I sintetiza as principais anomalias em paredes de alvenaria de edifícios antigos.

**QUADRO I** – Anomalias em paredes de alvenaria de edifícios antigos

ANOMALIA	LOCALIZAÇÃO PREFERENCIAL DA ANOMALIA	CAUSAS
FENDILHAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zona corrente das paredes</li><li>• Zonas onde se localizam aberturas para portas e janelas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Movimentos de assentamento das fundações, particularmente assentamentos diferenciais</li><li>• Falta de resistência adequada dos lintéis superiores ou de arcos de descarga pode conduzir a esforços de flexão excessivos e fissuras verticais</li><li>• Acção dos sismos (esforços de cortes)</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coberturas em terraço, fendas horizontais na ligação parede/cobertura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Deficiente isolamento térmico, tendo como consequência variações dimensionais</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paredes de suporte das coberturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsos horizontais devidos ao abatimento de arcos, ou produzidos por disfuncionamentos estruturais de asnas de cobertura</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paredes resistentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por erros de construção, principalmente nas paredes de pedra irregular, quando não foram colocados perpianhos</li> </ul>
<b>DESAGREGAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nível do rés-do-chão dos edifícios devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- intervenções humanas de vandalismo</li> <li>- efeito de choques de veículos</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acção dos agentes climáticos, alternância de calor e frio, com contracções e expansões sucessivas, vento transportando poeiras e areias</li> <li>• Acção da água, especialmente águas infiltradas, quer águas da chuva, quer águas provenientes de infiltrações de origens diversas ou de humidade do terreno ascendendo por capilaridade</li> <li>• Acção meteóricas, associadas ou não a efeitos de poluição</li> </ul>
<b>ESMAGAMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos de aplicação de cargas concentradas excessivas</li> <li>• Zonas de contacto lateral entre vigas de madeira e a alvenaria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargas de das vigas em paredes, sem as devidas precauções</li> <li>• Cargas aplicadas excedem em muito as previstas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edifícios adjacentes a construções novas, se estas possuírem caves e os respectivos muros de suporte forem ancorados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pressão de injeção das ancoragens excessiva, poderá criar pressões ascendentes no solo, que se transmitem às fundações, e destas às paredes, provocando-lhes esmagamentos ao nível do primeiro piso.</li> </ul>

### 1.1.1 Patologias em paredes de alvenaria de pedra natural com elementos de madeira

Existem anomalias particulares e específicas em paredes resistentes com elementos de madeira.

No Quadro II, apresentam-se as principais anomalias encontradas nestes elementos.

**QUADRO II** – Anomalias em paredes resistentes com elementos de madeira

ANOMALIA	LOCALIZAÇÃO PREFERENCIAL DA ANOMALIA	CAUSAS
<b>APODRECIMENTO DA MADEIRA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos de madeira em paredes exteriores, especialmente em edifícios com andar de resalto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presença sazonal de humidade e consequentemente aparecimento de fungos de podridão</li><li>• Ataques de insectos, térmitas e carunchos</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos de madeira em paredes pertencentes a edifícios diferentes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Infiltração da água da chuva através da chuva entre os dois edifícios, se não for convenientemente vedada</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementos de madeira nas paredes atravessadas por redes de águas e esgotos</li><li>• Elementos de madeira em paredes atravessadas por tubos de queda em grês</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Como as tubagens são muito rígidas, o seu comportamento não é compatível com a elasticidade das paredes com os elementos de madeira, o que provoca frequentes roturas e derrames de água ou de esgotos domésticos</li></ul>

### 1.2 Patologias em paredes de alvenaria de tijolo maciço

Em alvenarias de tijolo cerâmico, para além das patologias comuns às paredes de pedra natural, dos mecanismos associados às patologias mais frequentes, destacam-se os seguintes fenómenos: microfissuração, macrofissuração e separação dos paramentos.

No Quadro III, esquematizam-se as principais anomalias em paredes de tijolo maciço.

### QUADRO III – Anomalias em paredes de alvenaria de tijolo maciço

ANOMALIA	LOCALIZAÇÃO PREFERENCIAL DA ANOMALIA	CAUSAS
<b>MACRO FISSURAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fissuração que atravessa toda a secção da parede</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acções estáticas ou dinâmicas correntes:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- concentração de esforços nas zonas dos cantos;</li> <li>- assentamentos das fundações;</li> <li>- acréscimo rápido das cargas permanentes; - sismos.</li> </ul> </li> </ul>
<b>MICROFISSURAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Juntas de argamassa (fina e difusa malha de microfissuração, com andamento vertical ou quase vertical)</li> <li>Blocos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevadas cargas permanentes e os fenómenos de fluência associados.</li> <li>Elevados esforços de compressão e movimentos internos da secção da parede</li> <li>Acção cíclica dos fenómenos ambientais (vento, variações térmicas e higróscopicas)</li> </ul>
<b>SEPARAÇÃO DE PARAMENTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paredes compostas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fraca ligação transversal</li> </ul>

### 1.3 Patologias em acabamentos (rebocos) de paredes de edifícios antigos

Faz-se referência às anomalias em acabamentos, particularmente em reboco de paredes de edifícios antigos, uma vez que as intervenções de reabilitação podem estar relacionadas com anomalias desta natureza. No Quadro IV apresentam-se essas anomalias.

### QUADRO IV – Anomalias em rebocos de paredes de edifícios antigos

ANOMALIA	LOCALIZAÇÃO PREFERENCIAL DA ANOMALIA	CAUSAS
<b>FENDILHAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paredes rebocadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fendilhação do próprio suporte</li> <li>Retracção das argamassas constituintes</li> </ul>
<b>DESAGREGAÇÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebocos fracos, com baixa resistência mecânica (rebocos de argamassas de cal), principalmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efeito da humidade no percurso que faz no interior da parede transportando sais, que depois de dissolvidos, cristalizam com a evaporação da água, atingindo a superfície</li> </ul>

	quando existem pinturas pouco permeáveis ao vapor de água	da parede. A cristalização provoca, sucessivamente, o entumescimento dos rebocos, o seu empolamento, fendilhação e desagregação.
<b>ESMAGAMENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paredes rebocadas com baixa resistência mecânica (rebocos de argamassas de cal), principalmente em paredes bem construídas, onde se aplicam pedras de reforço sob zonas de aplicação de forças</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de tensões muito elevadas sobre o reboco, devidos a compressões excessivas.</li> </ul>

## **2. TÉCNICAS DE CONSOLIDAÇÃO E REFORÇO EM PAREDES DE ALVENARIA DE PEDRA NATURAL OU DE TIJOLO MACIÇO**

Após a análise das diversas anomalias e das suas causas é necessário proceder à intervenção mais adequada recorrendo para tal a técnicas de consolidação com o objectivo de repor a capacidade resistente inicial, ou proceder a técnicas de reforço cuja função é a de aumentar a capacidade de carga ou a limitação da deformação da estrutura.

A humidade é uma das grandes preocupações nos edifícios antigos, estando associada ao aparecimento de muitas das anomalias e à evolução destas para situações bastante gravosas para a estrutura. Deste modo as medidas de protecção contra a humidade tornam-se indispensáveis quando se pretende prevenir a manifestação das anomalias.

Neste trabalho descrevem-se as seguintes técnicas de consolidação e reforço de alvenarias:

### **Técnicas de consolidação de alvenarias**

- Consolidação de alvenaria por injeção
- Substituição do material degradado

### **Técnicas de reforço de alvenarias**

- Refechamento de juntas
- 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 generalizadas (Reticolo cementato)
- Pregagens transversais
- Pré-esforço

### **Técnicas de protecção contra a humidade**

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

## **2.1. Técnica de consolidação de alvenaria por injeção**

A técnica de consolidação de alvenarias por injeção consiste na introdução de caldas, através de furos previamente realizados nos paramentos exteriores das alvenaria, para preenchimento de vazios interiores e/ou selagem de fissuras, alterando as características físicas e mecânicas do material da alvenaria.

Os tipos de caldas utilizadas são: caldas de cimento estabilizadas por bentonite ou cal, caldas de cimento especiais, caldas de silicato de potássio ou de sódio, resinas epoxídicas e resinas de poliéster (usadas sobretudo quando não se colocam exigências especiais de resistência mecânica).

A injeção pode ser efectuada por gravidade ou a baixa pressão (0.1 a 0.2 MPa) de modo a não provocar efeitos negativos na alvenaria existente.

Esta técnica deve-se aplicar em caso de fracturas, desagregações e falta de integridade das paredes.

A execução desta técnica compreende as seguintes fases:

- remoção do reboco ou dos revestimentos existentes (não se deverá efectuar esta operação no caso de se tratarem de revestimentos com valor artístico) para verificar o estado da alvenaria;
- limpeza da parede com água de forma a eliminar eventuais substâncias solúveis (gesso), ou outras substâncias insolúveis. A lavagem pode ser efectuada com jacto de água, de baixa ou alta pressão (com as devidas precauções) ou com jacto de vapor de água com temperaturas de 150°C a 200°C e pressão de 5 a 10 atm;

Em alternativa à lavagem, especialmente nos casos em que se utilizam resinas orgânicas (poliméricas), pode efectuar-se limpeza mecânica com escovas mecânicas, ar comprimido com jacto de areia e lavagem química (no caso de presença de substâncias especiais).

- refechamento de juntas e selagem das fissuras com um selante ou calda compatível com a posterior aplicada na injeção.

O processo de injeção compreende as seguintes fases:

- posicionamento e execução dos furos de injeção, normalmente são utilizados berbequins mecânicos de rotação (devem evitar-se os dispositivos de percussão);
- realização dos furos nas juntas de argamassa com uma profundidade adequada, entre  $\frac{2}{3}$  e  $\frac{3}{4}$  da espessura e ligeira inclinação para baixo. Devem executar-se 2 a 3 furos por metro quadrado (Circolare 30 Luglio 1981), com uma distância entre furos de 25 cm. Em paredes de grande espessura (70 a 80 cm), deve considerar-se a possibilidade de intervenção de ambos os lados.

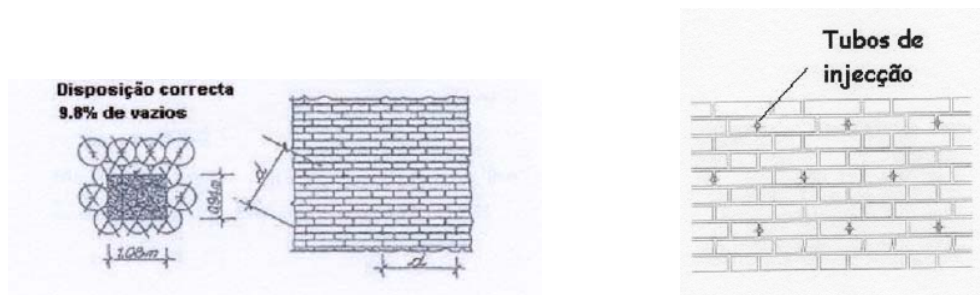


Figura 1 - Afastamento e disposição correcta dos furos

- colocação dos tubos de injeção nos respectivos furos e proceder à sua fixação com ligantes de presa rápida, para evitar a fuga da calda durante a operação de injeção. Os tubos devem ser de plástico ou de alumínio com diâmetros da ordem dos 15 a 20 mm. A profundidade dos tubos é, em geral, de 15 a 20 cm (depende da finalidade da intervenção) e o comprimento exterior ao paramento, deve ser de pelo menos 10 cm (para que no final da operação se possa dar alguma sobrepessão em alguns furos e controlar nos tubos adjacentes o processo de injeção).
- lavar ou molhar o interior dos vazios introduzindo água pelos tubos de adução.
- injectar a calda com pressões baixas entre os 0.15 a 0.3 MPa, na fase final de injeção.

Quando parecer que a parede não aceita mais calda, a pressão poderá ser aumentada até valores de 4 atm (Legge Regionale Friuli del 1977), com o objectivo de promover a drenagem da água existente

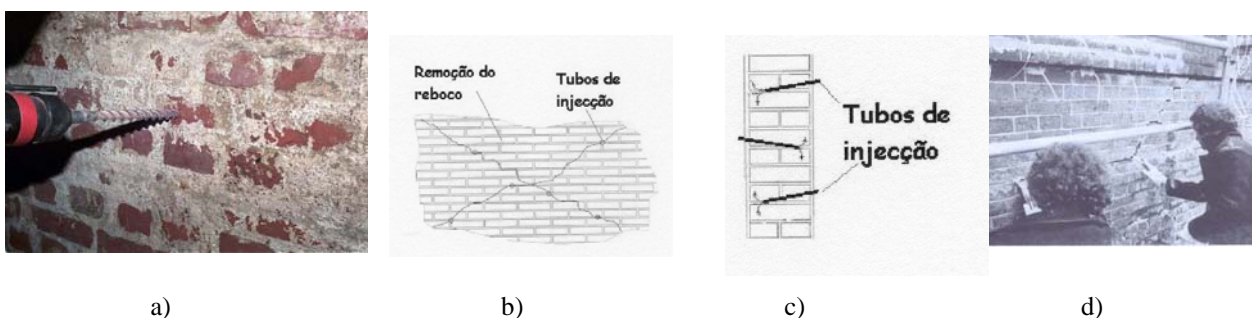


Figura 2 – Técnica de consolidação por injeção

- a)- Execução dos furos de injeção   b)- Disposição dos furos para selagem de fendas   c)- Colocação dos tubos de injeção   d)- Selagem das fissuras e inserção dos tubos dos tubos de injeção

Quando se realiza uma injeção de consolidação em extensões importantes da estrutura, com operações prolongadas no tempo, deve-se evitar:

- a presa demasiado rápida de algumas zonas injectadas em relação a outras ainda não consolidadas (exemplo: injeção com resinas de epóxico ou com cimento de rápido desenvolvimento de resistências mecânicas);



- barreira à passagem do vapor de água com desequilíbrios relativos à normal transpiração da alvenaria (exemplo: injeções com resinas de epóxico);
- tensões na estrutura de alvenaria, devidas ao desenvolvimento excessivo de calor durante a presa e o endurecimento da mistura ligante (exemplo: Cimento Portland com elevado módulo de finura).
- incompatibilidade química com os materiais constituintes da alvenaria (exemplo: possível reacção, com formação de cristais expansivos, como a etringite ou taumasite, com os sulfatos provavelmente presentes na estrutura de alvenaria) tijolos, argamassas, rochas, exsudação de água por capilaridade e Cimento Portland com elevados teores de aluminato de cálcio.

É aconselhável utilizar:

- misturas de injeção com desenvolvimento das resistências mecânicas lento e gradual e que após o endurecimento completo possuam módulos de elasticidade baixos.
- 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;
- 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.

A graduação da pressão de injeção é 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 de vazios) e corrigindo iterativamente.

## **2.2. Técnica de consolidação de alvenaria por substituição do material degradado**

A técnica de substituição do material degradado consiste na remoção do material constituinte da parede, na zona degradada, e na reconstituição posterior dessa zona, usando uma alvenaria semelhante à existente, eventualmente aproveitando os elementos removidos, ou recorrendo a materiais diferentes dos existentes. A substituição pode ser realizada recorrendo a argamassas com baixa ou mesmo nula retracção.

É uma técnica aplicada na reparação de degradação localizada, por exemplo superfície adjacente a uma fenda.

Para executar esta técnica deve-se:

- proceder sempre a escoramento que suporte, temporariamente, a zona envolvente ao elemento em reconstrução, até que este possa entrar novamente em carga;
- numerar as peças para posterior colocação no mesmo lugar.

As alvenarias de pedra são, em geral, só necessitam da colocação de pequenas pedras e do refechamento das juntas. Nas alvenarias de fraca qualidade, pode justificar-se o desmonte e reconstrução com elementos de melhor qualidade

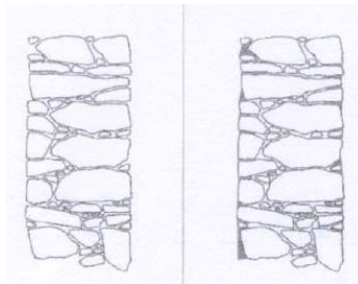


Figura 3 - Substituição do material degradado em alvenaria de pedra sã

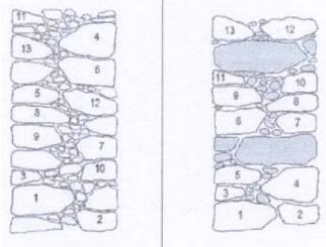


Figura 4 - Substituição do material degradado por outro de melhor qualidade em alvenaria de fraca qualidade

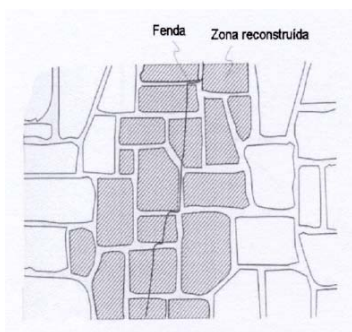


Figura 5 - Zona reconstruída com os mesmos materiais

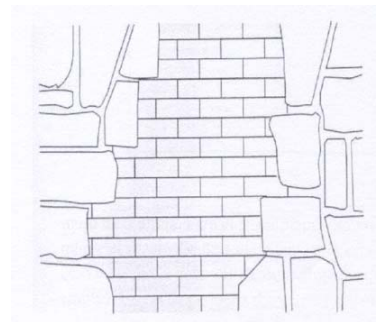


Figura 6 - Zona reconstruída com outros materiais

### 3. Técnicas de reforço de alvenarias de pedra natural ou de tijolo maciço

#### 3.1. Refechamento de juntas com argamassa

A técnica de refeito de juntas com argamassa consiste na remoção parcial e substituição da argamassa degradada por outra de melhores propriedades mecânicas e de maior durabilidade. Aplica-se em caso de degradação das juntas de argamassa.

Na execução desta técnica deve-se proceder:

- à remoção parcial da argamassa das juntas.

Esta intervenção pode ser programada num só lado da parede - extracção e limpeza da argamassa existente nas juntas, numa profundidade de 5 a 7 cm; ou ser uma intervenção programada em ambos os lados da parede - extracção deve ser de cerca de 1/3 da espessura total.

Para não prejudicar a estabilidade da parede, as juntas com argamassa removida devem ser preenchidas antes de se dar início à remoção na face oposta.

- lavagem das juntas abertas com água, a baixa pressão, com o objectivo de limpar as ranhuras abertas e limitar a absorção pelo suporte da argamassa;
- reposição das juntas

O preenchimento deve ser cuidado, realizado com várias camadas de argamassa, desde a zona mais profunda das ranhuras abertas.

- compactação eficiente das camadas de argamassa para o preenchimento.

A escolha da argamassa de refeito 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 proceder-se à sua reposição, de modo a restaurar as características tipológicas da parede.

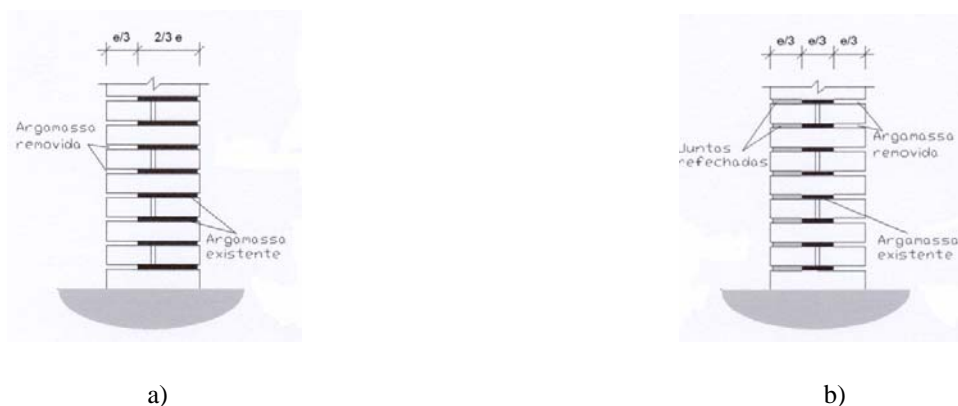


Figura 6 – Refechamento de juntas com argamassa

- a) Exemplo de uma parede intervencionada apenas de um lado b) Exemplo de uma parede intervencionada de ambos os lados

### 3.2. *Refechamento de juntas com armadura*

A técnica de refechamento das juntas com armaduras consiste na remoção parcial da argamassa das juntas e na colocação de armaduras de reforço, nomeadamente aço laminado ou laminados ou barras FRP, antes de proceder ao seu refechamento com argamassas de cal hidráulica, argamassa hidráulica aditivada ou, eventualmente resinas orgânicas (epóxi, acrílicas ou de poliéster)

Aplica-se em caso de degradação das juntas de alvenaria, em particular para alvenarias de tijolos cerâmicos de junta regular, para controlo da dilatação transversal, associada a elevadas tensões de compressão, e aos seus efeitos e em estruturas com fissuração superficial difusa, devido a fenómenos de deformação ou a amplitudes térmicas ou higrométricas.

Em paredes compostas, especialmente com possibilidade de instabilização dos paramentos, combina-se esta técnica com pregagens transversais.

Para execução desta técnica devem seguir-se os seguintes procedimentos:

- 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 ou para avaliar a necessidade de substituição de algum elemento.
- abertura de ranhuras na argamassa das juntas horizontais com berbequim eléctrico comum ou de serras circulares.

As juntas deverão permitir fácil introdução do material de reforço, manter a estabilidade assegurada pela secção transversal residual da junta, ter uma profundidade de 50 a 70 mm (valores médios) e altura mínima 10 mm (valores médios).

- remoção de elementos soltos com ferramentas manuais, por exemplo espátulas;
- 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

Deverá proceder-se à limpeza prévia das barras ou lâminas de aço, a jacto de areia e utilizar elementos de reforço rugosos.

É mais aconselhável a utilização de duas barras de reforço de pequeno diâmetro, que uma só de maior diâmetro e também a utilização de posicionadores dos elementos de reforço de modo a facilitar um bom envolvimento da argamassa de refechamento.

- aplicação do material de recobrimento de reforço;
- selagem final das juntas, colocação do material de recobrimento nos 15 a 20 mm remanescentes.

Exemplos da aplicação de refechamento de juntas, combinado com pregagens transversais

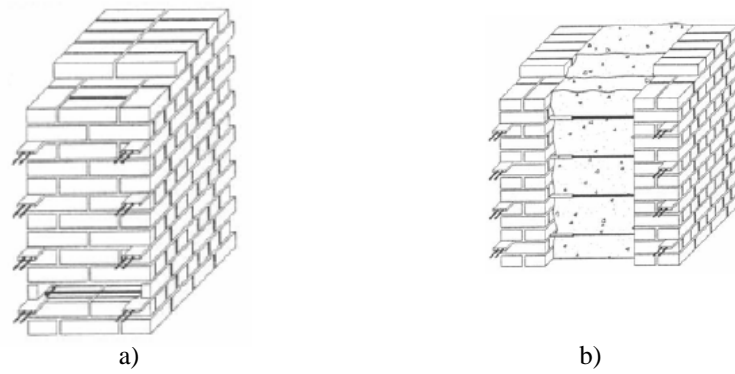
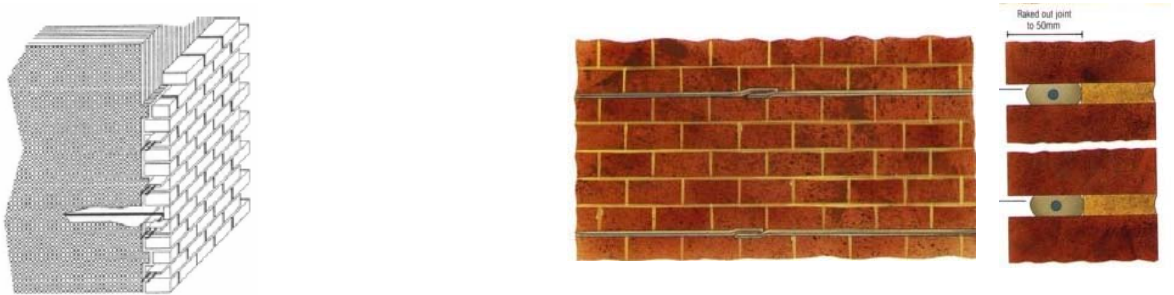


Figura 7 – Refechamento de juntas com armadura

a) - Parede de paramento simples b) - Parede composta com paramentos exteriores resistentes



c) - Parede composta com paramento exterior resistente

Figura 8 - Pormenor do refechamento de juntas com ancoragens expansivas

Na selagem das juntas podem ser utilizadas argamassas aditivadas para o cumprimento de determinados requisitos:

- estéticos – argamassa pigmentada;
- funcionais – selagem de protecção
- 

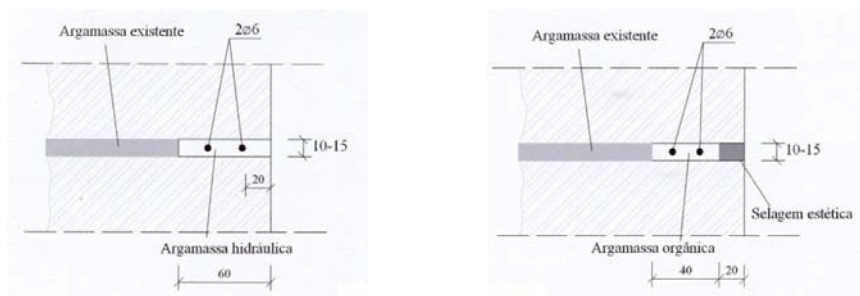


Figura 9 – Selagem de juntas

a) - Pormenor do refechamento de juntas com armadura e aplicação de argamassa hidráulica (valores em mm)

b) - Pormenor do refechamento de juntas com armadura e aplicação de uma camada de argamassa sintética com selagem exterior (valores em mm)

### 3.3. Refechamento de juntas com camada de resina orgânica e armadura

A técnica de refechamento das juntas com camada de resina orgânica e armaduras consiste na remoção parcial da argamassa das juntas, colocação de uma primeira camada de resina orgânica, posterior colocação de armaduras de reforço, nomeadamente aço laminado ou laminados ou barras FRP, nova camada de resina orgânica, efectuando finalmente o refechamento da junta com argamassas de cal hidráulica, argamassa hidráulica aditivada ou, eventualmente resinas orgânicas (epóxy, acrílicas ou de poliéster)

Aplica-se esta técnica quando há degradação das juntas de alvenaria, em particular 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.

Em paredes compostas, com possibilidade de instabilização dos paramentos, em especial, se combinada com pregagens transversais.

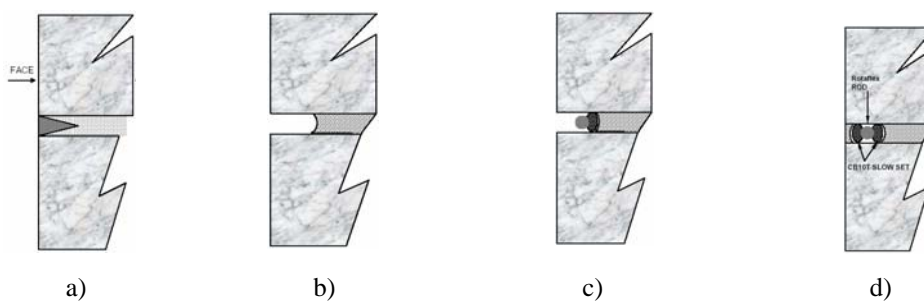


Figura 10 – Refechamento de juntas com resina orgânica e armadura

a)- Junta fissurada b)- Execução de uma ranhura com serra de diamante, profundidade de 50% da espessura da parede c)- 1ª Camada de enchimento com resina orgânica e colocação do varão d)- 2ª Camada de enchimento com resina orgânica e acabamento com argamassa hidráulica compatível com a resina.

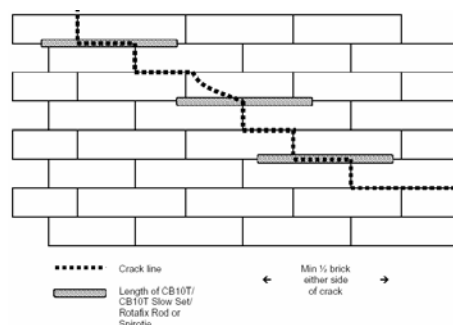


Figura 11 - Esquema da fissuração e respectiva intervenção de reforço [8]

### 3.4. Reboco armado

A técnica de reboco armado consiste na colocação de uma armadura de reforço, nomeadamente malha electrossoldada, rede de fibra de vidro, rede de metal distendido, etc., fixada à parede, por pequenas pregagens, e sobre a qual é projectada ou aplicada manualmente uma argamassa de revestimento à base de ligantes aéreos e hidráulicos. Pode ser aplicada de um ou de ambos os lados da parede, com a armadura ligada, ou não, transversalmente.

Aplica-se em caso de dano (por exemplo fissuras) das paredes por acções correntes: variações uniformes de temperatura; sismos de fraca intensidade; acentuada degradação superficial.

Na execução desta técnica deve proceder-se:

- ao saneamento completo dos rebocos velhos, efectuar a remoção de reboco até às juntas de argamassa, de modo a libertar a parede de pedaços soltos de argamassa, ou de pequenas pedras soltas, que impediriam uma boa ligação do novo reboco à parede;
- lavagem da superfície com água sob baixa pressão;
- colocação das redes de reforço, prender a aresta da nervura contra o suporte;
- encaixar e fixar as nervuras de rebordo a distâncias de 150 mm;
- deixar extremidades com um mínimo de 50 mm, nervuras alinhadas e fixas em cada nervura;
- fixar as extremidades da folha em cada nervura

Número de fixações necessárias: aproximadamente 20 por metro.

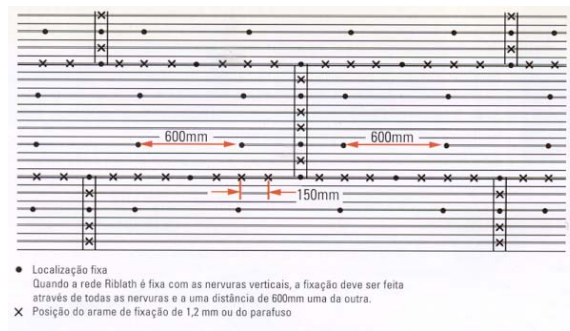


Figura 12 - Afastamento de uma rede metálica nervurada

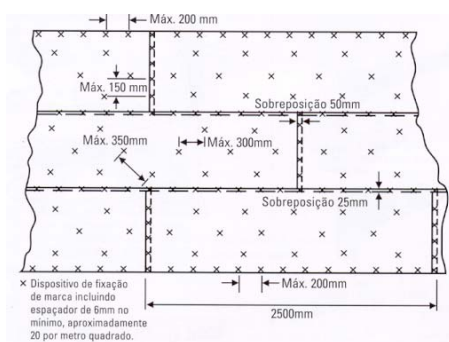


Figura 13 - Afastamentos de uma rede de metal expandido

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 necessitam 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 1ª camada ou encasque, constituída por argamassa rica em cimento e areia ou argamassa bastarda mais rica em cimento 1:0.5:5m, com inclusão de pequenos elementos de pedra ou tijolo. Aplicação de uma 2ª camada ou salpicado, de modo a preencher todos os vazios superficiais e grandes irregularidades da parede, no entanto devem evitar-se grandes enchimentos com esta argamassa.

Aplicação da 3ª 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 3ª 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.

#### ▪ **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 e da rede metálica.

Certificar que todos os componentes metálicos utilizados numa dada instalação são de material do mesmo tipo.

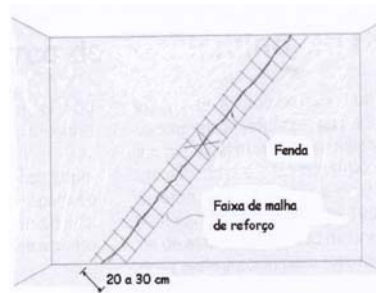


Figura 14 - Exemplo da reparação de uma fenda com a técnica de reboco armado



### 3.5. Encamisamento “Jacketing”

A técnica de encamisamento “Jacketing” consiste na aplicação de uma camada de recobrimento, em betão armado, reforçado com malha de aço, fixada à parede através de pregagens, num ou em ambos os lados da parede existente, num processo semelhante ao dos rebocos armados. Obtém-se um revestimento de maior espessura que um reboco convencional e com características mecânicas superiores, às que se verificam nos rebocos armados, sobretudo ao corte.

Esta técnica aplica-se no reforço de alvenarias “pobres”, muito irregulares, com mistura de diferentes materiais ou restos de materiais, argamassas muito deterioradas e fraca ligação dos materiais.

É aplicável em alvenarias de pedra e alvenarias de tijolo maciço. No que se refere às alvenarias de pedra a sua aplicação é condicionada pela execução das ligações transversais, uma vez que a irregularidade morfológica não garante a existência de juntas que atravessem toda a secção.

Na execução desta técnica deve-se:

- proceder ao saneamento completo dos rebocos velhos, efectuar a remoção de reboco até às juntas de argamassa, de modo a libertar a parede de pedaços soltos de argamassa, ou de pequenas pedras soltas, que impediriam uma boa ligação do novo reboco à parede;
- selar fissuras e vazios com injecções de caldas de cimento ou resinas;
- efectuar 9 furos por  $m^2$  (em quincôncio), com dimensões adequadas para fixação das pregagens;
- lavar a superfície com água sob baixa pressão;

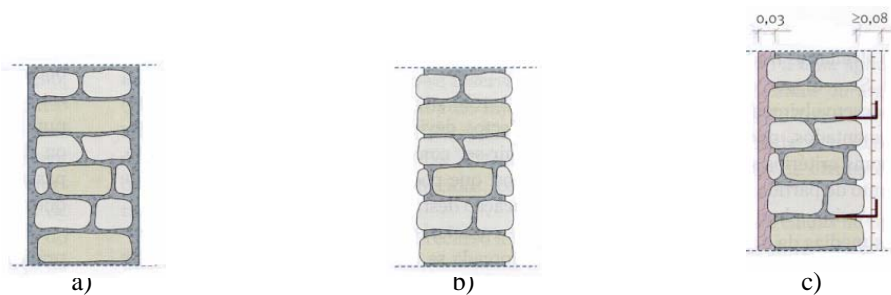


Figura 15 – Aplicação da técnica de encamisamento

- a)- Corte esquemático de uma rede de alvenaria de pedra antes da intervenção b)- Remoção do reboco  
c)- Corte esquemático da parede após a intervenção

- colocar a malha de reforço, de dimensões adequadas, devidamente fixada;
- aplicar o betão, ou por projecção ou moldado (neste caso é necessário a colocação de cofragens), numa espessura variável entre os 5 e os 10 cm.

- Paredes de alvenaria de pedra com espessura elevada

A conexão entre a parede antiga e a lâmina de betão é executada com conectores em armadura/betão. Deste modo são removidas algumas pedras da paredes formando uma cavidade regular com 0.15 m. Nesta cavidade é posteriormente inserida uma armadura de reforço que será devidamente emendada (sobreposição com a malha de reforço em cerca de 0.4 m).

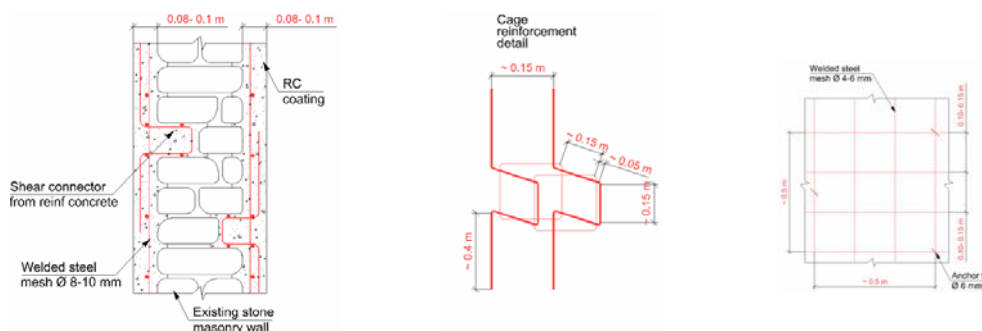


Figura 16 - Pormenor da conexão da parede de alvenaria de pedra com a lâmina de betão  
Exemplo de uma malha electrossoldada e da disposição das fixações

Para lâminas de betão com espessura de cerca de 50 mm – É necessário efectuar uma cofragem e posteriormente executar a betonagem da lâmina.

Para lâminas de betão inferiores a 80 mm – Aplicação do betão por projecção em duas camadas. Após a aplicação da primeira camada, é colocada a malha de reforço, sendo depois aplicada a segunda camada de betão.

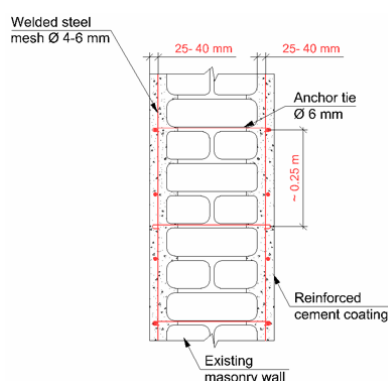


Figura 17 - Intervenção em ambos os lados da parede. Pregagens transversais afastadas 0.25 m

Aspectos a considerar para que o encamisamento não se revele ineficaz, contribuindo para o agravamento de problemas estruturais:

- as camadas exteriores de betão devem ser ligadas ao suporte com adequada distribuição e ancoragem das pregagens transversais;

- as malhas de reforço devem cobrir as zonas dos cunhais, as zonas envolventes das aberturas e as zonas fendilhadas;
- as malhas de aço devem ser protegidas contra a corrosão com aplicação de uma camada de betão de recobrimento.

### **3.6. Reforço com materiais compósitos FRP (Fiber Reinforced Polymer)**

A técnica de reforço com materiais compósitos FRP consiste na aplicação de materiais polímeros reforçados com fibras de carbono CFRP – Carbon Fiber Reinforced Polymer), fibras de vidro (GFRP – Glass Fiber Reinforced Polymer) ou de aramida (AFRP – Aramid Fiber Reinforced Polymer), colados ao suporte com resinas de elevado desempenho. A aplicabilidade a paredes de alvenaria de pedra é condicionada pela irregularidade superficial que dificulta a aderência. Esta técnica pode ser combinada com sistemas de pregagens das cintas às paredes transversais.

*Aplicação de cintas de laminados, disposta horizontal e verticalmente* – destina-se a confinar as paredes e contrariar os esforços de flexão associados a acções horizontais perpendiculares ao seu plano, por exemplo acções sísmicas.

*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

Na execução desta técnica deve-se:

- remover o reboco (caso os elementos sejam rebocados).
- remover materiais desagregados aparentes e efectuar a substituição destes elementos.
- arredondar as arestas das paredes de alvenaria (raio de curvatura aproximadamente de 3 cm), de modo a evitar a concentração de tensões e, conseqüentemente, uma rotura prematura da manta.
- limpar superficialmente a alvenaria com recurso, por exemplo, ao jacto de areia.
- aplicar uma resina epoxídica (primário), para assegurar uma superfície regular que promova uma boa adesão.
- espalhar na superfície uma cola epoxídica, após a secagem do primário.
- colocar a manta de FRP sobre a superfície colada
- impregnar a superfície da manta com uma nova camada de cola epoxídica, de modo a garantir a total impregnação da manta.
- aplicar uma última camada de resina que poderá ser polvilhada com areia de quartzo, melhorando as características de aderência de eventuais revestimentos ou rebocos.

### 3.7. Pregagens generalizadas (*Reticolo cementato*)

A técnica de pregagens generalizadas consiste na colocação de barras de aço inoxidável em furos de pequeno diâmetro, previamente abertos, que atravessam os elementos a reforçar. Após o posicionamento dos reforços, os furos são selados com caldas de injeção apropriadas.

Aplica-se no reforço de paredes em alvenaria de blocos cerâmicos, no reforço de arcos, cunhais e lintéis, no reforço de paredes de alvenaria de pedra natural com espessuras de 0.50 m a 2.0 m.

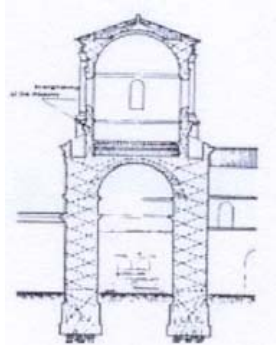


Figura 18 - Reforço de paredes-mestras

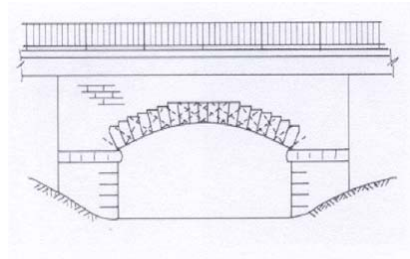


Figura 19 - Reforço de arcos

Não 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.

Para executar esta técnica deve proceder-se:

- à remoção do reboco ou dos revestimentos existentes (não efectuar esta operação no caso de se tratarem de revestimento com valor artístico) para verificar o estado da alvenaria;
- à limpeza da parede com água de forma a eliminar eventuais substâncias solúveis (gesso), ou outras substâncias insolúveis. A lavagem pode ser efectuada com jacto de água, de baixa ou alta pressão (com as devidas precauções) ou com jacto de vapor de água com temperaturas de 150°C. a 200°C. e pressão de 5 a 10 atm);
- ao refechamento de juntas e selagem das fissuras com selante ou calda compatível com a posteriormente aplicada na injeção;
- ao posicionamento e execução dos furos de injeção, normalmente são utilizados berbequins mecânicos de rotação (devem evitar-se os dispositivos de percussão).
- à execução dos furos nas juntas de argamassa de modo a atravessar toda a espessura da parede com inclinação de aproximadamente 45°; intervenção em ambos os lados da parede de forma desencontrada

- à inserção dos varões de reforço.
- à injeção da calda de cimento.

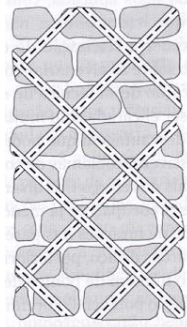


Figura 20 - Corte esquemático do reforço com reticulado cementado

### 3.8. Pregagens transversais

A técnica de pregagens transversais consiste na distribuição de barras de aço, com tratamento anti-corrosão e dotadas de dispositivos nas extremidades que permitam a sua amarração nas faces exteriores dos paramentos, transversais à parede (tirantes transversais). O efeito de confinamento transversal depende da eficácia da ligação ou ancoragem dos tirantes. A ancoragem/fixação das pregagens pode fazer-se:

- por via química, com a selagem dos furos com argamassas adequadas;
- por via mecânica, com adopção de dispositivos de ancoragem exterior, ou com soluções mistas.

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.

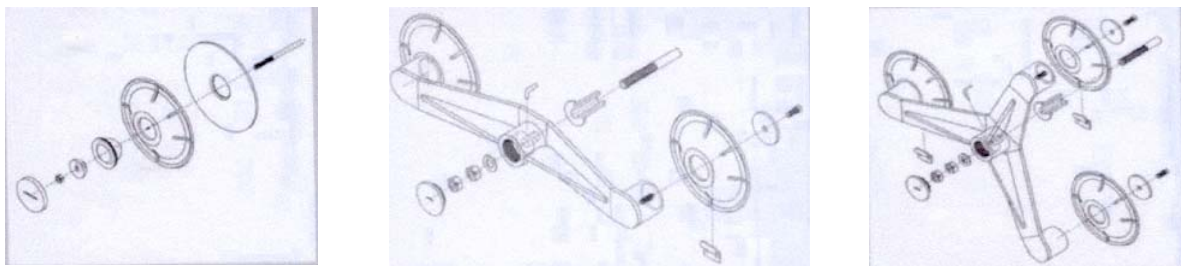


Figura 21 - Exemplo de tirantes clássicos "Tecnocrete"

Para executar esta técnica é necessário:

- proceder à execução dos furos com um berbequim. Os furos devem localizar-se (tanto quanto possível) sobre juntas de argamassa que atravessem toda a secção, ser transversais com diâmetros variáveis entre 4 e 10 mm e distribuição em quicôncio;
- proceder à inserção dos sistemas de fixação.

Os sistemas de fixação podem ser barras roscadas, com sistema de ancoragem de anilha e porca de aperto na(s) extremidade(s) ou gatos metálicos.

O processo de execução é distinto para cada caso.

#### *Barras roscadas, com sistema de ancoragem de anilha e porca de aperto na(s) extremidade(s)*

Aplicam-se sempre sobre as pedras (não sobre as juntas) de modo a possibilitar um confinamento activo da parede através da aplicação de pré-tensão nas barras. Caso a furação saia próximo de uma junta é possível incorporar este sistema de ancoragem (porca anilha) numa ranhura previamente escavada na pedra e posteriormente recoberta com argamassa.

#### *Gatos metálicos*

Os tirantes devem ser posicionados em furos transversais; deve-se selar as ranhuras antes de proceder à dobragem dos tirantes para garantir a aderência. Dobrar uma das extremidades sobre a ranhura superficial aberta na face da parede, dobrar a extremidade oposta, *in situ* com o tirante já posicionado na parede.

Os furos podem ou não ser injectados, esta opção está relacionada com o facto de se pretender mobilizar o atrito por aderência.

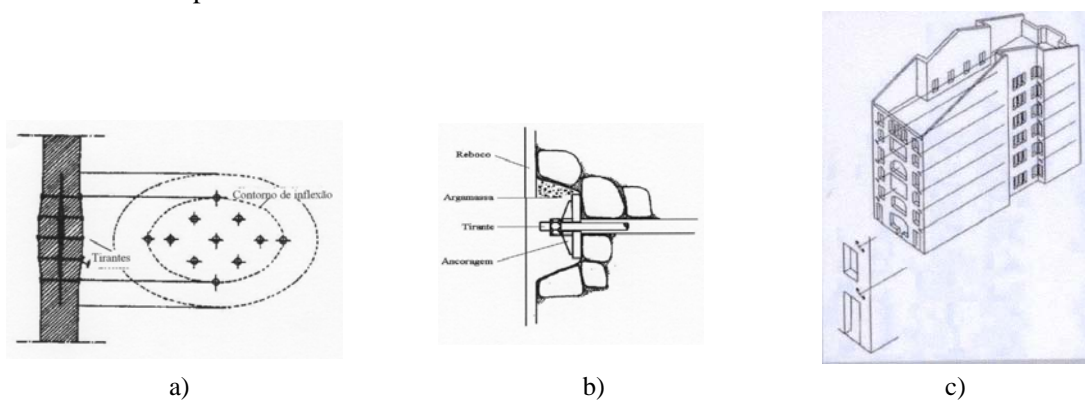


Figura 22 – Aplicação de pregagens transversais

- a)- Distribuição localizada de pregagens transversais   b)- Sistema de ancoragem com porca e anilha  
c)- Esquema de um edifício após a intervenção com pregagens

Nas paredes de alvenaria de pedra a execução dos furos e a ancoragem das pregagens apresenta alguns problemas relacionados com a dificuldade de encontrar correspondência de juntas, em faces opostas da

parede, diminuindo, deste modo, a eficácia da solução. Pode, no entanto, aplicar-se um método alternativo para contornar este inconveniente executando uma nova junta de argamassa, em correspondência com a dobra do gato metálico:

- remover as pedras situadas na trajectória do tirante;
- dobrar a extremidade dos gatos, aproximadamente 15 cm, horizontal ou verticalmente;
- reposicionar a pedra, agora dividida em duas ou mais partes (ou colocação de outras pedras mais pequenas).

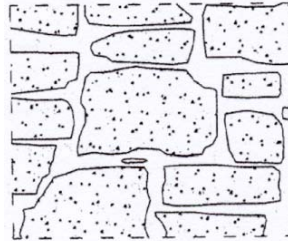


Figura 23 - Alvenaria de pedra natural

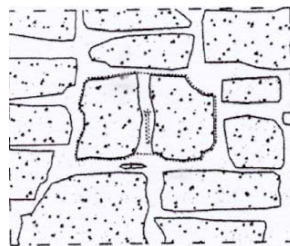


Figura 24 - Subdivisão de uma pedra para ancoragem de um gato metálico numa pregagem transversal

### 3.9. *Pré-esforço*

A técnica de pré-esforço consiste na colocação de cabos de aço de alta resistência, efectuando o seu esticamento, de forma a introduzir na estrutura um novo sistema de forças. A aplicação do pré-esforço pode fazer-se tanto pelo interior como pelo exterior.

A aplicação do pré-esforço permite melhorar o comportamento das paredes, sob acções no seu próprio plano e sob acções exteriores e melhorar o comportamento em serviço, ao nível do controle de deformação e fendilhação.

Para aplicação de *tirantes internos* é necessário executar os furos com recurso a coroa diamantada arrefecida a água, coroa diamantada a seco ou a rotação por percussão.

Os furos devem ter o dobro do diâmetro dos elementos de reforço e ser ajustado para diminuir a tensão de aderência no perímetro da calda. Devem ser aumentados em função do comprimento da ancoragem.

Posteriormente deve-se inserir o sistema de cabos de aço, pelo extradorso das cúpulas, efectuar a injeção e aplicar o pré-esforço, após a cura da calda de injeção.

Para aplicação de *tirantes externos*, deve-se executar a furacão ao nível do arranque dos arcos de modo a atravessarem o vão entre apoios e a poder-se a aplicar os tirantes perpendicularmente à parede. Aplicar tirantes pares, com instalação simétrica em relação ao eixo da parede.

No caso de paredes de alvenaria de pedra rebocadas, deve remover-se 50 mm no perímetro do local de furação.

Deve executar-se um reforço com as dimensões da placa de ancoragem, reforçado com malha de aço, executado em argamassa de cimento.

Devem também ser adoptadas medidas de recobrimento e protecção como caixas de alvenaria envolventes ou pinturas intumescentes.

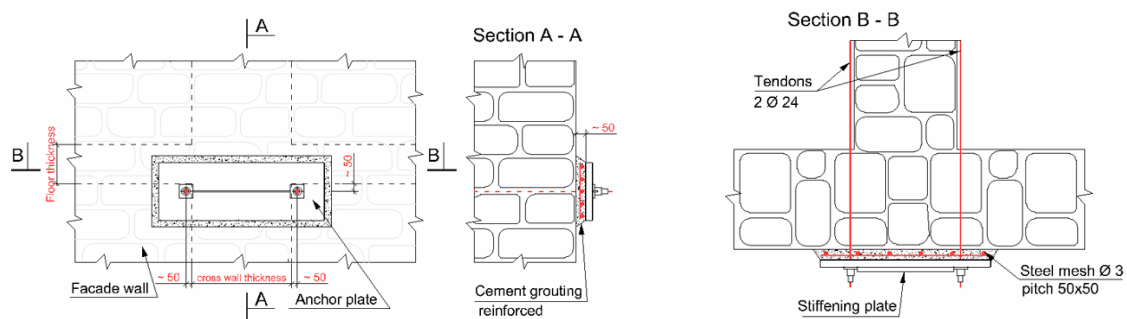


Figura 25 – Pormenores da aplicação de tirantes de aço

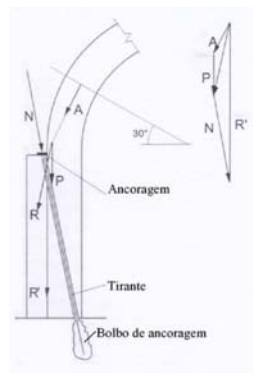


Figura 26 - Acção do pré-esforço interno na compensação de arcos e seus efeitos sobre as paredes

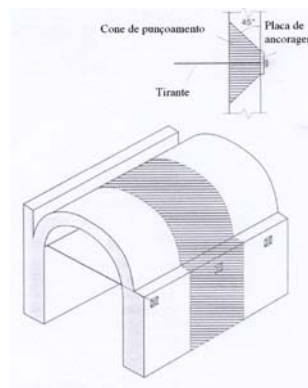


Figura 27 - Tirantes exteriores pré-esforçados que contrariam os impulsos do arco sobre as paredes de suporte



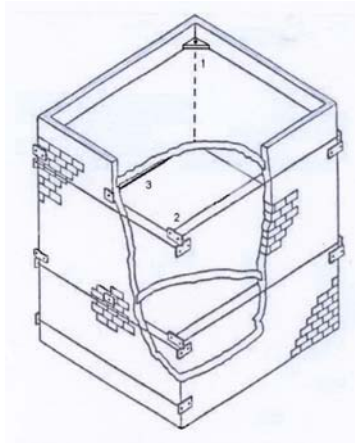


Figura 28 - Esquema de reforço tipo de um edifício existente com soluções de pré-esforço

- 1 – Tirantes com efeito de compressão axial nas paredes com melhorias para a flexão global;
- 2 – Pregagem entre paredes ortogonais com efeito de confinamento ao nível dos pavimentos
- 3 – Pregagens de vão entre paredes opostas com efeito de confinamento ao nível dos pavimentos

#### 4. Técnicas de protecção contra a humidade

##### 4.1. Barreiras químicas contra a humidade ascensional (por injeção)

A técnica de execução de barreiras químicas contra a humidade ascensional consiste na injeção, sob pressão, de uma calda de um produto químico repelente de água (hidrófobo), criando-se, a um nível conveniente, uma faixa de alvenaria modificada, que constitui uma barreira à passagem de água. Os produtos mais comuns na aplicação deste tratamento são à base de resinas de silicones e de estearato de alumínio.

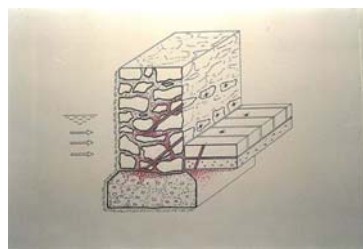


Figura 29 - Corte esquemático da formação da barreira química

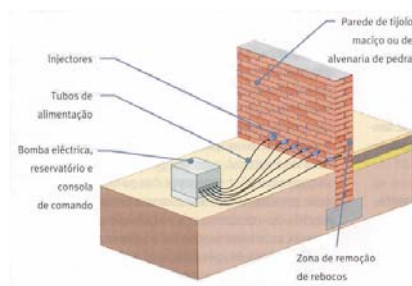


Figura 30 - Esquema da intervenção

## **Segundo Appleton [1]**

Na execução desta técnica deve-se começar por seleccionar a zona da parede onde se pretende criar a membrana à prova de humidade.

Expor a face exterior da parede, pelo menos até 0.15 m abaixo dessa zona, para o que poderá ser realizada uma vala, aproveitamento, por exemplo, para posterior execução de camada drenante.

Sanear os elementos de construção afectados pela humidade, nomeadamente os elementos de madeira, 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.).

Executar furos para injeção do material de protecção contra a humidade ascensional, que deverão ser executados segundo o eixo horizontal e terem um diâmetro de aproximadamente 10 a 12 mm;

Em *paredes de alvenaria de pedra* os furos de injeção devem estar espaçados de 0.12 a 0.15 m. A profundidade dos furos, é cerca de 2/3 da espessura das paredes. Ligam-se as bombas de injeção, colocam-se os injectores e faz-se a sua alimentação, selando a boca de cada furo, de modo a evitar o refluxo e fuga de material.

Iniciar a injeção, 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

Em *paredes de alvenaria de pedra solta* (ou paredes muito espessas, compostas por dois panos de alvenaria argamassada com interior preenchido com pedra seca, arrumada mão), deve considerar-se a possibilidade de se atingirem consumos excessivos de fluido hidrófobo. Então, pode fazer-se uma preparação prévia da zona de pedra seca, através de injeções específicas que criarão a base para a injeção com aqueles produtos.

### **4.2. Barreiras químicas contra a humidade ascensional (por transfusão)**

A técnica de execução de barreiras químicas contra a humidade ascensional (por transfusão) consiste na eliminação da humidade ascendente em paredes de alvenarias maciças, através de uma modificação durável das características de capilaridade dos materiais que as constituem. Proceder-se à 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. Neste caso os produtos aplicados por transfusão são à base de micro-emulsões de silicone com estrutura espacial às quais se associam moléculas orgânicas com elevada capacidade de impregnação, podendo ser aplicados por gravidade.

Para a *execução de barreiras horizontais* começa-se por seleccionar a zona da parede onde se pretende criar a membrana à prova de humidade.

Executam-se os 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

No caso da execução de furos 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 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.

O diâmetro dos furos deverá ser apropriado ao diâmetro das hastes a introduzir na parede para a impregnação.

Serão removidos os revestimentos das paredes, 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.

Instalar as unidades de impregnação, executadas pela seguinte sequência:

- introdução das borrachas exteriores, devidamente limpas, nas hastes acopláveis;
- acoplagem das hastes até que se atinja um comprimento compatível com a espessura dos elementos de alvenaria a tratar
- acoplagem das hastes à curva de ligação;
- obturação da haste terminal com obturador apropriado;
- introdução da unidade de impregnação assim obtida no furo; ligação do depósito de impregnação.

Encher os depósitos com o produto repelente à água, igual em todos os depósitos para assegurar uma distribuição homogénea do produto. Salvo indicação em contrário, esta altura corresponderá a uma quantidade de líquido numa proporção de cerca de 75 cm<sup>3</sup> 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.

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 o que a eficácia do método será reduzida.

Após a conclusão do tratamento e secagem da parede, deve efectuar-se a obturação dos furos, com argamassas adequadas e não retrácteis. No caso de alvenarias de pedra os furos deverão ser obturados com pedra ou argamassa que reproduzam o aspecto original da construção.

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.

Os furos nunca devem ser executados em locais em que as barreiras fiquem em contacto com o solo.

As características da furação dependem das características da parede (constituição e espessura).

As barreiras deverão tornar-se activas ao fim de um mês, possibilitando a evaporação da humidade existente na parede.

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%.

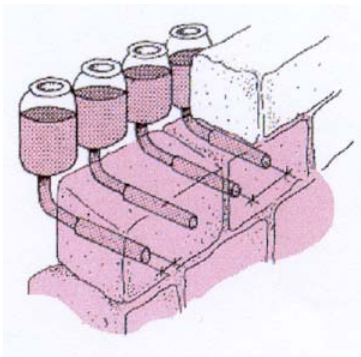


Figura 31 - Equipamento de transfusão

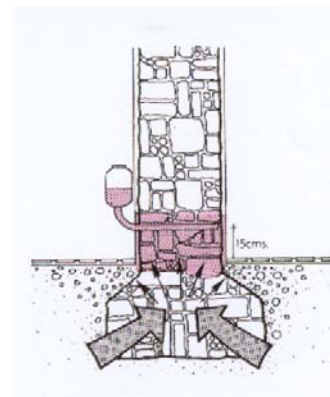


Figura 32 - Corte esquemático da execução da barreira de corte hídrico

### 4.3. *Tratamento hidrofugante*

A técnica de tratamento hidrofugante consiste na aplicação de produtos hidrófugos, (por exemplo, siliconatos, silicones, organometálicos) sobre a superfície das paredes, de modo a que esta se torne impermeável à água líquida, permitindo contudo a passagem do vapor de água. Os produtos hidrófugos não modificam sensivelmente o aspecto da superfície dos materiais tratados.

Aplica-se este tratamento para impedir a penetração da água no interior da construção, na renovação ou manutenção de fachadas e na protecção das paredes exteriores após a aplicação dum isolamento térmico.

Antes de proceder ao tratamento deve-se limpar a superfície com um método adequado ao tipo e às condições do substrato (mediante escovagem, com jacto de areia fina ou grossa, jacto de água, etc.) até obter um substrato compacto, isento de resíduos de cimento, poeiras, pinturas, eflorescências, incrustações e depósitos estranhos.

Deve evitar-se 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).

É desaconselhável aplicar produtos em fachadas que se encontrem expostas à incidência dos raios solares em tempo quente – temperatura > 40°C.

No caso de limpeza com água só deve proceder-se à aplicação do produto após o período de tempo necessário à secagem da superfície.

Selar fissuras e cavidades e aplicar os produtos com pincel (ou com rolo) ou com pulverizador.

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

A *aplicação com pulverizador* é particularmente indicada para fachadas com poucas ou nenhuma janela (manchagem dos vidros pelos produtos). Há que garantir que à saída da agulheta se obtém um jacto dividido (de preferência a uma névoa).



Figura 33 - 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.

## **Bibliografia**

[1] APPLETON, João A.S; “Reabilitação de Edifícios Antigos – Patologias e Tecnologias de Intervenção”. Edições Orion, 1º Edição, Setembro de 2003.

[2] Roque, J.A., “Reabilitação Estrutural de Paredes Antigas de Alvenaria”. Tese de mestrado, Universidade do Minho. Setembro 2002.

[3] Pinho, Fernando F. S., “Principais Patologias em Paredes de edifícios Antigos”.

[4] 3.º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, Maio 2003.