

F. Pacheco TorgalDoutor em Engenharia Civil, C-TAC,
Unidade de Investigação em Construção Sustentável,
Universidade do Minho
f.pachecatorgal@gmail.com**Said Jalali**Professor Associado com Agregação,
Departamento de Engenharia Civil,
Universidade do Minho
said@civil.uminho.pt

A divulgação de informação técnica no âmbito da reabilitação de edifícios, nomeadamente ao nível dos materiais de construção é ainda bastante escassa e pouco frequente. O presente artigo sintetiza, por isso, algumas recomendações fundamentais descritas na literatura da especialidade, no respeitante à utilização de argamassas em trabalhos de reabilitação de edifícios degradados. Analisa-se a questão da identificação das argamassas originais, quer em termos da sua composição, quer em termos do seu desempenho físico e mecânico, apresenta-se uma metodologia para o projecto de argamassas de reabilitação, bem assim como alguns cuidados práticos a ter durante a aplicação dessas argamassas.

INTRODUÇÃO

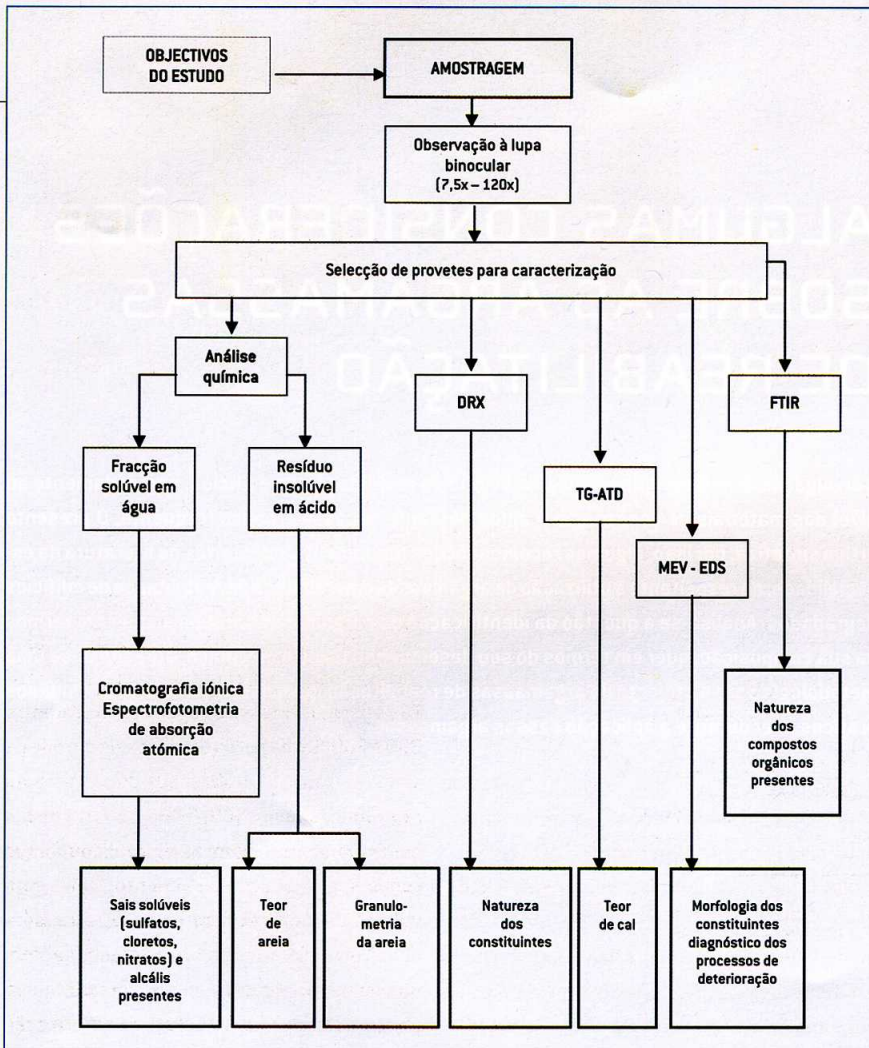
A utilização de argamassas de reabilitação utilizadas, quer em termos de assentamento de alvenaria de pedra, quer como revestimento dos paramentos dos edifícios, tem vindo a merecer uma atenção crescente por parte da comunidade científica. Esta atenção tem-se traduzido em vários trabalhos de investigação que, por sua vez, se têm materializado em relatórios, dissertações, comunicações em conferências e artigos em revistas, cujo conteúdo está, nalguns casos, disponível electronicamente de forma gratuita [1,2]. O referido acervo reúne já um sólido e notável conjunto de conhecimentos no âmbito das argamassas de reabilitação, os quais não são no entanto devidamente aproveitados pelos agentes que actuam no mercado em apreço, os quais continuam assim a repetir "receitas" de reabilitação cuja ineficácia foi já há muito demonstrada. Para lá daquilo, que é a óbvia falta de formação técnica, da larga maioria dos construtores civis do nosso país, para quem o cimento portland é ainda o "melhor amigo", existe além disso um problema de fundo relacionado com o facto de os profissionais que trabalham nesse ramo de actividade (os arquitectos, engenheiros civis e técnicos civis) possuírem, em termos da sua formação inicial,

uma só disciplina ou menos frequentemente duas disciplinas de Materiais de Construção, situação agravada pelo facto de, na maior parte dos casos, esse conhecimento abarcar um mínimo de profundidade, pouco mais do que o material betão. Esta deficiente formação de base impede a sedimentação de conhecimentos resultantes de um nível de investigação mais avançado e constitui-se, assim, como um obstáculo à mudança de mentalidades no, já de si, conservador mercado da reconstrução e reabilitação. Importa, por isso, que com carácter de urgência se aja no sentido de alterar este panorama através de uma sensibilização e informação técnica regular e abundante, objectivo para o qual este artigo pretende contribuir ainda que modestamente.

CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS ANTIGAS

Os trabalhos de reabilitação de revestimentos em edifícios antigos devem ser precedidos de uma análise quer da profundidade da degradação quer mesmo do valor histórico ou artístico do imóvel a reabilitar. Em casos de imóveis de valor histórico relevante a primeira opção deve passar sempre pela conservação do revestimento antigo através de operações de manutenção. Caso tal não seja possível pode optar-se

por uma operação de consolidação. Caso o nível de degradação assim o obrigue poderá haver lugar a uma operação de substituição parcial, sendo que a substituição total será sempre a última operação a considerar [3]. Muito embora no caso específico dos edifícios que constituem o património edificado classificado, a vertente cultural se torne preponderante e condicionante das acções de preservação, entendemos que mesmo as acções levadas a cabo em edifícios que caiem fora desta classificação devem ter sempre presente esta vertente, porquanto deve sempre que possível tentar-se incutir no cidadão comum que o primado da preservação/reabilitação deve impor-se, sempre que possível, à substituição integral por novos elementos: por um lado, pela sustentabilidade que subjaz a uma tal opção de poupança de recursos e, por outro, pela memória que constitui também um valor a preservar [4]. Qualquer trabalho de reabilitação deve, por essa razão, ser precedido de uma inspecção dos materiais a restaurar, até porque sendo as alvenarias bastante irregulares, o seu revestimento com argamassa implicaria na maior parte dos casos uma elevada heterogeneidade de espessuras, facto que não pode ser esquecido aquando da operação de reabilitação. Para lá daquilo que pode ser o valor histórico implícito na utilização de técnicas e materiais originais, surge a



> 1

questão não despendendo da compatibilidade entre os materiais de reabilitação e os materiais a restaurar. Na verdade, materiais com diferentes comportamentos mecânicos e físico-químicos levarão, mais tarde ou mais cedo, a situações de mau desempenho. Como comprovam alguns autores [5,6], a simples alteração da granulometria dos agregados é, por si só, suficiente para alterar o desempenho de uma argamassa. Já que agregados mais grossos conduzem a maiores resistências mecânicas e a menores porosidades e absorções capilares, o que dá bem a ideia, da inúmera quantidade de variáveis que podem contribuir para o mau desempenho de uma solução de restauro. Como se compreende, materiais com diferentes permeabilidades, diferentes módulos de elasticidade,

diferentes níveis de aderência, diferentes níveis de absorção de água ou mesmo com ou sem fibras vegetais ou animais, dificilmente poderão constituir-se como uma boa solução de reabilitação, porquanto virão mais tarde ou mais cedo a estar na origem do aparecimento de patologias. Sobre a questão da caracterização de argamassas antigas, o LNEC recomenda uma estruturação de procedimentos que é apresentada na Figura 1 [7].

Um dos problemas relacionados com a determinação das propriedades de argamassas antigas tem a ver com o facto de se utilizarem fragmentos não normalizados. A resistência à compressão de fragmentos de argamassa de edifícios antigos, pode ser levada a cabo com uma argamassa de confinamento de cimento e

areia ao traço 1:3 de forma a conferir à amostra antiga dimensões regulares de 40x40mm². A caracterização das propriedades de argamassas de edifícios antigos não dispensa a avaliação "in situ" das suas propriedades físicas e mecânicas. Para esse efeito existem vários ensaios que se podem subdividir consoante o seu grau de intrusão em ensaios:

- Não destrutivos: avaliação da permeabilidade em baixa pressão com tubos Carsten (Figura 2 c); avaliação do módulo de elasticidade com ultra-sons;
- Semi-destrutivos e destrutivos: análise da resistência e deformabilidade com ensaio de choque de esfera (Figura 2 a) e de penetração controlada (Figura 2 b) e avaliação da aderência através do ensaio de resistência ao arrancamento (Figura 2 d)
- Ensaio de choque da esfera: consiste na aplicação de um choque de uma esfera com 50mm de diâmetro. A resistência ao choque é avaliada a partir do diâmetro da mocha e do tipo de degradação resultante do choque;
- Ensaio de penetração controlada: consiste em provocar a penetração de um prego de aço com uma escala graduada em mm, com vários choques e registar a penetração após cada choque;
- Tubos de Carsten: consiste em colar um conjunto de tubos com água a um troço de parede e medir a quantidade de água absorvida pela parede numa determinada quantidade de tempo, o ensaio destina-se a medir a permeabilidade à água sob baixa pressão;
- Ensaio de resistência ao arrancamento: consiste na determinação da força necessária para provocar o arrancamento do reboco, para esse efeito realizam-se incisões no reboco (circulares ou quadrangulares), em seguida cola-se uma pastilha metálica ao reboco que é depois ligada a um dinamómetro que faz o arrancamento.

> Figura 1: Metodologia de caracterização de argamassas antigas seguida no LNEC [7].

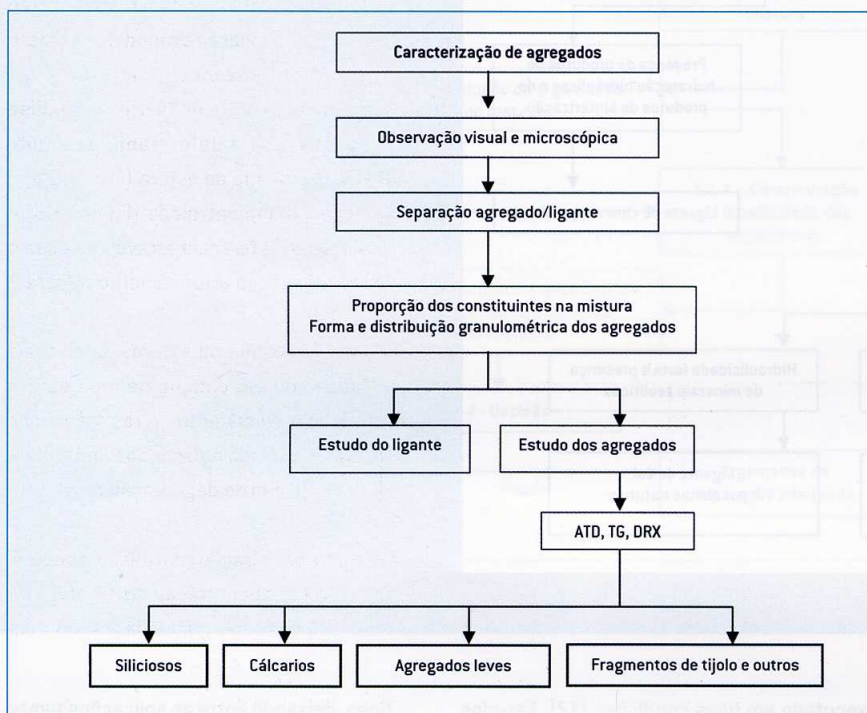


a)
> 2

b)

c)

d)



> 3

Relativamente à composição das argamassas antigas, a parte da identificação dos agregados é relativamente simples [Figura 3].

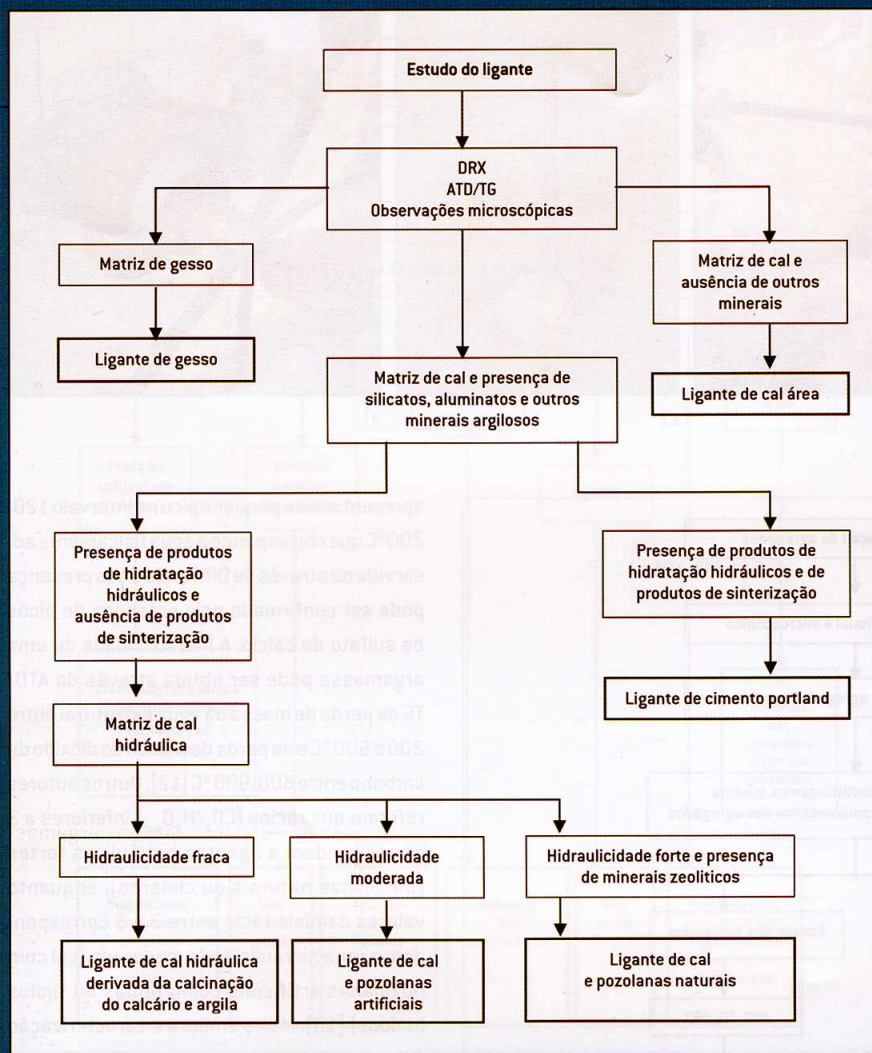
As argamassas de cal costumam ser digeridas em ácido clorídrico diluído [1:3] para separar os agregados siliciosos. O resíduo insolúvel é depois pesado e passado por um conjunto de peneiros para determinar a granulometria da areia siliciosa [9]. Já no que respeita à caracterização dos ligantes, por forma a conseguir distinguir-se os diversos tipos de ligantes (gesso, cal e cimento), a metodologia é mais complexa e os resultados que se obtêm padecem sempre de um rigor que não é absoluto, atendendo às inúmeras reacções químicas que podem ter lugar. Na verdade, embora seja relativamente fácil caracterizar o tipo de ligante, já é mais difícil apurar quer a quantidade utilizada quer mesmo o tipo de ligante hidráulico ou as adições empregues na execução da argamassa. Marques [10] recomenda, para o efeito, a metodologia apresentada na Figura 4.

Alguns autores [11] sugerem a remoção dos agregados porquanto facilita a identificação do tipo de ligante utilizado. Os ligantes de gesso podem também ser identificáveis por ATD/TG, pois

apresentam um pequeno pico no intervalo 120-200°C que corresponde à água fisicamente adsorvida ou através de DRX onde a sua presença pode ser confirmada pela presença de picos de sulfato de cálcio. A hidraulicidade de uma argamassa pode ser obtida através da ATD/TG da perda de massa da água estrutural entre 200 e 600°C e da perda de massa do dióxido de carbono entre 600-900°C [12]. Outros autores referem que rácios (CO_2/H_2O_{est}) inferiores a 3 correspondem a ligantes hidráulicos fortes (pozolanas naturais ou cimento), enquanto valores daquele rácio entre 3 e 6 correspondem a uma hidraulicidade moderada (cal com pozolanas artificiais como telhas ou tijolos moídos) [13]. Muito embora a caracterização física e química dos agregados e ligantes que constituem as argamassas antigas seja uma etapa fundamental para o seu posterior restauro e/ou consolidação importa ter em conta que esse estudo não permite ter em conta na sua totalidade um parâmetro essencial e que se prende com a cor das argamassas. Tanto o tipo de ligante como os próprios agregados influenciam a cor final das argamassas, pelo que importa saber não só quais os ligantes (cal aérea ou hidráulica, com ou sem pozolanas, com ou sem gesso) e quais os agregados utilizados (calcários ou graníticos, britados ou de origem fluvial), mas também se os seus substitutos modernos quanto misturados resultam num produto final com idêntico cromatismo. A cor de uma determinada argamassa pode aferirse com recurso a um espectocolorímetro ou ao Atlas cromático Munsell e ao Natural Color System – NCS [14].

> Figura 2: Ensaios de caracterização de argamassas "in situ": a) ensaio de choque de esfera; b) ensaio de penetração controlada; c) ensaio de tubo carsten; d) ensaio de resistência ao arrancamento [8].

> Figura 3: Caracterização do tipo de agregados [10].



> 4

ARGAMASSAS DE REABILITAÇÃO

Após a identificação da composição da argamassa de revestimento original, assim como as suas propriedades mecânicas e físicas, torna-se necessário projectar as características da argamassa de restauro e proceder à análise de compatibilidade entre as duas. Alguns autores sugerem, para esse efeito, a metodologia apresentada na Figura 5 [10]. Tão ou mais importante que a questão dos materiais é a forma como é feita a mistura e aplicação posterior da argamassa [16]. Pelo que se uma correcta operação de restauro requer o uso de materiais adequados, também requer um bom pedreiro para que esse restauro seja

executado em boas condições [17]. Estudos recentes sistematizam alguns cuidados a ter na execução de revestimentos de edifícios antigos com argamassas de cal [18]:

- Limpar o suporte de impurezas e realizar encasques de enchimentos onde existam depressões;
- Utilizar o mínimo de água garantindo um mínimo de consistência para aplicação da argamassa;
- Complementar a amassadura em betoneira com amassadura manual ou com berbequim;
- Projecção da argamassa com força a que segue compressão com a colher;
- Aplicar a argamassa em várias camadas

finas, deixando entre as aplicações tempo para a carbonatação da camada anterior (pelo menos uma semana);

- Proteger o revestimento da exposição solar para evitar uma secagem demasiado rápida. Deve também proteger-se da acção da água para não inibir a carbonatação.

Atendendo à importância da consistência da argamassa na aplicação e bom desempenho desta, este autor faz referência a um método empírico para confirmar se a consistência das argamassas de cal é ou não excessivamente plástica. O método passa pela realização de uma bola de argamassa com 8 cm de diâmetro que é colocada numa superfície plana. Se

> Figura 4: Caracterização do tipo de ligantes [10].

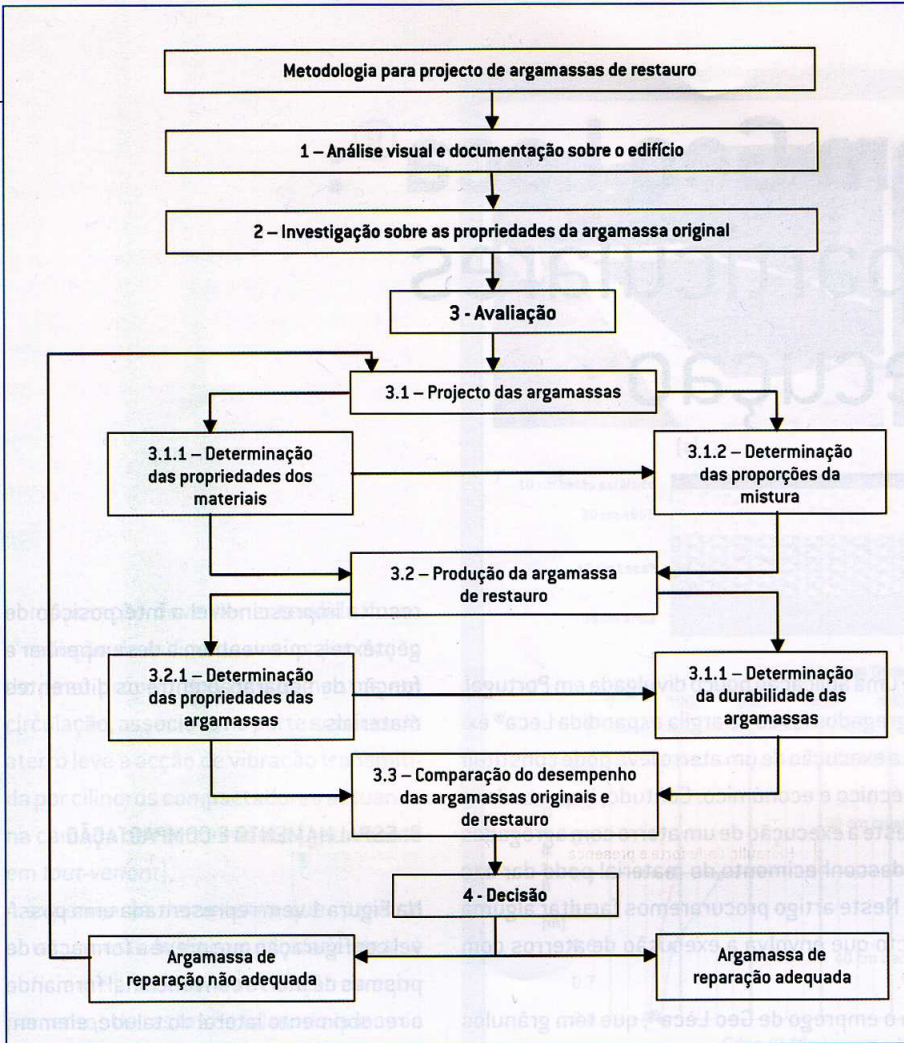


Figura 5: Projecto de argamassas de restauro [15].

sofrer uma deformação superior a 4 ou 5mm, a argamassa, embora tenha uma consistência plástica, terá água em excesso; já se a deformação não exceder o limite referido significa que a argamassa terá uma consistência seca que é a mais recomendável. No caso de se utilizarem argamassas de cal com pozolanas, será necessário adaptar as referidas recomendações, principalmente no que se refere ao facto de ser necessário manter o revestimento húmido nos primeiros dias para facilitar a reacção pozolânica [3]. A questão da aplicação está directamente ligada ao desempenho das argamassas em condições reais, as quais só podem aferir-se através de ensaios realizados "in situ" quanto mais não seja porque a natureza do suporte influencia de forma decisiva o desempenho das argamassas. É assim indispensável (quando possível) a avaliação das propriedades das argamassas após a sua aplicação em painéis experimentais, onde seja possível reproduzir o mais possível as condições originais das alvenarias do edifício a reabilitar.

REFERÊNCIAS

[1] <http://cathedral.lnec.pt/>
 [2] <http://conservarcal.lnec.pt/index.html>
 [3] VEIGA, M. - "Arquitectura Ibérica. Os revestimentos antigos e a identidade dos edifícios. Reabilitação nº 12, 2006, pp.16
 [4] COELHO, A.Z.; TORRAL, F.P.; JALALI, S. - "A cal na construção". Edição TecMinho (2009 - no prelo)
 [5] GENESTAR, C.; PONS, C. - "Ancient plaster mortars from several convents and Islamic and Gothic places in Palma de Mallorca (Spain). Analytical characterization". Journal of Cultural Heritage Vol. 4, 2003, pp. 291-298
 [6] HENRIQUES, F.; RODRIGUES, P. - "O papel da investigação das argamassas de substituição na conservação do património". Universidade do Minho, Revista Engenharia Civil, Nº 31, 2008, p.29-37.
 [7] VEIGA, M.; AGUIAR, J.; SILVA, A.; CARVALHO, F. - "Conservação e renovação de revestimentos de edifícios antigos". LNEC, 2004.
 [8] VEIGA, R. - "As Argamassas na Conservação". In Actas das 1ª Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Avaliação e Reabilitação das Construções Existentes. Coleção Comunicações, COM 103, LNEC, 2004.
 [9] ADRIANO, P.; SILVA, A.S.; VEIGA, R.; CANDEIAS, A.; MIRÃO, J. - "Determinação da Composição de Argamassas Antigas". 2º Congresso Nacional de Argamassas, Lisboa, 2007.
 [10] MARQUES, S. - "Estudo de argamassas de reabilitação de edifícios antigos". Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 2005.
 [11] SILVA, S. - "New approach in old mortars characterization". Proceedings 3ª Encore LNEC, pp. 917-926, 2003.
 [12] UGURLU, E.; BOKE, H. - "The use of Brick-Lime Plasters and Their Relevance to Climatic Conditions of Historic Bath Buildings". Construction and Building Materials, 2008.
 [13] MARQUES, S.; RIBEIRO, R.; SILVA, L.; FERREIRA, V.; LABRINCHA, J. - "Study of Rehabilitation Mortars: Construction of a Knowledge Correlation Matrix". Cement and Concrete Research Vol. 36, pp.1894-1902, 2006.
 [14] VEIGA, M.; VELOSA, A.; TAVARES, M. - "A Cor das Argamassas". Revista Construção Magazine, nº25, 2008.
 [15] ARIOGLU, N.; ACUN, S. - "A research about a method for restoration of traditional lime mortars and plasters: A staging system approach". Building and Environment Vol. 41, pp.1223-1230, 2006
 [16] TEUTONICO, J.M.; NACCAIG, I.; BURNS, C.; ASHURST, J. - "The Smeaton Project: Factors Affecting the Properties of Lime-Based Mortars". Bulletin of the Association for Preservation Technology, Vol.25, pp.32-49, 1994.
 [17] MARGALHA, M.G.; VEIGA, M.R.; BRITO, J. - "The Maturation Time Factor on the Lime Putty Quality". 7ª International Brick Masonry Conference, 2007.
 [18] CAVACO, L.S.R. - "Técnicas de Aplicação de Argamassas de Revestimento em Edifícios Antigos. Influência do Desempenho". Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, 2005.