

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Setembro 1997

O USO DA CAL EM ARGAMASSAS NO ALENTEJO

LOPES
MARGALHA

MARIA GORETI LOPES BATISTA MARGALHA

O USO DA CAL EM ARGAMASSAS NO ALENTEJO



DISSERTAÇÃO APRESENTADA PARA O GRAU DE MESTRE EM RECUPERAÇÃO
DO PATRIMÓNIO ARQUITECTÓNICO E PAISAGÍSTICO

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
Setembro 1997

UE
103
046



103 046

Dedico este trabalho às minhas queridas
meninas Ana Marta e Maria Clara

Agradecimentos

Agradeço às seguintes pessoas e entidades todo o apoio que me dispensaram, sem o qual este trabalho não se teria realizado:

- ao meu orientador, Professor João Appleton, o interesse que revelou desde o início por este trabalho e todos os esforços que envidou para tornar possível a realização dos ensaios no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Agradeço-lhe ainda todas as palavras de estímulo e a cuidadosa leitura crítica que me fez do trabalho;

- à engenheira Fernanda Carvalho e à engenheira Maria do Rosário Veiga toda a colaboração prestada na realização dos ensaios no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, a documentação que me facultaram e a cuidadosa leitura crítica que fizeram do trabalho;

- aos técnicos experimentais Sr^o Luís e Sr^o Deodato pelo empenho que revelaram na realização dos ensaios e ao Sr^o Ranita por todo o acompanhamento que pôde prestar à execução dos mesmos;

- à engenheira Maria Olinda e ao engenheiro Santos Silva o empenho que revelaram na realização dos ensaios químicos e pelos esclarecimentos úteis que me prestaram sobre os resultados dos mesmos;

- ao Professor João Lopes Baptista, meu tio, o apoio que me deu na caracterização das areias e à minha tia Beatriz, sua esposa, a ajuda que me prestou na pesquisa bibliográfica;

- à minha colega de mestrado, arquitecta Maria Fernandes, por toda a documentação de grande interesse que me facultou e por me ter acompanhado sempre nas pesquisas que efectuei na Direcção Regional e Edifícios e Monumentos do Sul;

- à Câmara Municipal de Beja, nas pessoas do Vereador Caixinha, engenheiro João Margalha, engenheiro Luís Barriga, agente técnico Lança e a todos os trabalhadores que contribuíram, com muito empenho, para a possibilidade de testar as argamassas em diversos parâmetros e para a execução de diversos provetes que foram ensaiados no Laboratório Nacional de Engenharia Civil;

- a todos as pessoas, donos de fornos e pedreiros, que se mostraram disponíveis para responderem aos inquéritos e me forneceram parte do material necessário para a caracterização dos materiais, em especial ao mestre Zé que me forneceu as primeiras “pistas” para o conhecimento das argamassas de cal preta;

- à minha irmã, à arquitecta Francisca, à desenhadora Carla por terem contribuído para uma melhor apresentação do trabalho;

- ao meu pai que foi incansável, acompanhando-me em inúmeras viagens a Lisboa, a Évora e pela coragem que me transmitiu para prosseguir com o trabalho até ao final;

- ao meu marido que me acompanhou sempre que possível a todos os locais que visitei, por todas as sugestões que me deu e pelo tempo que teve que dedicar mais à família durante as minhas ausências.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I - ASPECTOS HISTÓRICOS	5
1.1 Breve notícia histórica à cerca da utilização da cal	5
1.2 O processo tradicional do fabrico da cal	7
CAPÍTULO II - MATÉRIA-PRIMA	16
2.1 Caracterização da matéria-prima utilizada no fabrico tradicional da cal	16
2.2 A constituição da cal	25
CAPÍTULO III - UTILIZAÇÃO	28
3.1 Os revestimentos de paredes exteriores no nosso século	28
3.1.1 Aspectos gerais das consultas efectuadas	28
3.1.2 Pesquisa em arquivos	29
3.1.3 Recolha oral	37
3.1.4 Alguns aspectos mais significativos da pesquisa bibliográfica	39
3.2 A utilização da cal no nossos dias	41
CAPÍTULO IV - CONSTITUIÇÃO DAS ARGAMASSAS	45
4.1 A matéria-prima e as suas características	45
4.1.1 A cal	45
4.1.2 A areia e a água	53
4.2 O modo de execução e de aplicação	55
4.2.1 Pesquisa em arquivos e recolha oral	55
4.2.2 Exemplos recentes de aplicações em obra	66
CAPÍTULO V - CONSTITUIÇÃO DAS ARGAMASSAS ENSAIADAS	70
5.1 Os ligantes	70
5.2 Os inertes e a água	78

CAPÍTULO VI - ENSAIOS DAS ARGAMASSAS	83
6.1 As argamassas de cal aérea e as argamassas bastardas	83
6.2 Ensaio realizados	90
6.2.1 Preparação das argamassas para serem testadas em laboratório	90
6.2.2 Caracterização das argamassas em pasta	93
6.2.3 Caracterização das argamassas endurecidas	97
6.2.3.1 Massa volúmica aparente	97
6.2.3.2 Resistência à tracção por flexão e à compressão	99
6.2.3.3 Variações dimensionais e ponderais	107
6.2.3.4 Módulo de elasticidade dinâmico	111
6.2.3.5 Absorção de água por capilaridade	113
6.3.2.6 Aderência a seco e após humedecimento	123
6.3 Aplicações em obra	127
CAPÍTULO VII - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS	139
7.1 Síntese dos resultados dos ensaios no laboratório	139
7.1.1 Influência do tipo, granulometria e dosagem da cal nas características das argamassas bastardas	140
7.1.2 Influência do tipo e dosagem da cal nas características das argamassas tradicionais	141
7.1.3 Análise comparativa de algumas características de uma argamassa bastarda executada com areias distintas	142
7.1.4 Comparação do comportamento das argamassas bastardas com o das argamassas tradicionais	143
7.1.5 Considerações gerais	144
7.2 Síntese dos resultados das aplicações em obra	145
CAPÍTULO VIII - CONCLUSÕES	149
CAPÍTULO IX - PROPOSTAS PARA O PROSSEGUIMENTO DO TRABALHO	155
BIBLIOGRAFIA	157
ÍNDICE DE QUADROS	161
ÍNDICE DE FIGURAS	163

ANEXOS:

Anexo I-	Questões colocadas aos produtores de cal de fabrico artesanal	167
Anexo II-	Breve análise dos custos de produção artesanal	174
Anexo III-	Consultas efectuadas na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos Nacionais	178
Anexo IV-	Consultas efectuadas na Câmara Municipal de Évora	196
Anexo V-	Consultas efectuadas na Câmara Municipal de Beja	213
Anexo VI-	Questões colocadas aos pedreiros	241

INTRODUÇÃO

Em 1988 exercia funções na Câmara Municipal de Alvito e nessa altura empreendeu-se uma obra de conservação na Igreja Matriz da responsabilidade da Direcção Geral de Edifícios e Monumentos do Sul, embora executada pelo Município. Esta obra consistiu, essencialmente, na recuperação dos revestimentos exteriores. Lembro-me que ao tempo, ainda pouco desperta para a importância deste tema, presenciei com muita curiosidade uma discussão que se gerou sobre os traços a utilizar nas argamassas. O técnico da Direcção Regional dos Edifícios e Monumentos do Sul, responsável pela fiscalização, pretendia que os revestimentos fossem executados exclusivamente com cal aérea, o mestre da obra argumentava que as cais que se encontravam à disposição no mercado não asseguravam o bom comportamento daqueles, referindo ainda que estes trabalhos antigamente eram feitos com cal preta¹ que conferia aos rebocos óptimas qualidades. A obra foi então empreendida utilizando uma argamassa de cal aérea, cimento e areia que resultou do entendimento possível entre as duas entidades.

Há uma certa tendência por parte dos técnicos que trabalham na área dos revestimentos em considerar as tecnologias tradicionais obsoletas. No entanto, diversas civilizações desde a Antiguidade, através de processos arcaicos, conseguiam a obtenção de argamassas de grande durabilidade que ainda hoje se encontram em bom estado. Nos rebocos antigos era corrente a utilização de misturas de cal aérea com areia, que praticamente já não se utilizam. O nosso património edificado foi no entanto quase todo ele construído com este tipo de argamassas e convém não ignorar que os rebocos de cimento e areia, frequentemente empregues em obras de recuperação de alvenarias antigas, por vezes originam danos irreparáveis nos paramentos, para além de serem em causa a sua veracidade histórica.

Hoje é necessário fazer uma recolha e avaliação das tecnologias tradicionais empregues na execução de argamassas com vista à recuperação deste conhecimento empírico por forma a poder-se chegar a um conhecimento científico, «... se já não se sabe por experiência, como se fazia bem, pode-se, pela ciência, descobrir como fazer melhor.»²

De toda esta problemática nasceu a vontade de estudar as argamassas executadas não só com a cal preta como também com outras cais de fabrico tradicional e averiguar se faz algum sentido a rejeição das cais de fabrico industrial. Isto é, se existem diferenças

¹A cal preta como é frequentemente designada no Alentejo é também muito conhecida como cal de obra. Para designar o mesmo tipo de material encontra-se também o termo de cal parda embora seja menos corrente nesta região. A razão que se encontrou para a designação deste material é a cor que apresenta mais escura que a tão conhecida cal branca.

²APPLETON, João Augusto da Silva- *Edifícios Antigos- Contribuição para o Estudo do seu Comportamento e das Acções de Reabilitação a Empreender*, Lisboa, L.N.E.C., 1991, p.20.

significativas entre as cais de fabrico tradicional e as industriais, quando incorporadas como ligantes nas argamassas.

No concelho de Beja, em Trigaches, está em laboração um forno tradicional que conheço há largos anos mas que produz apenas a cal branca utilizada, essencialmente, para a caiação. Só alguns anos mais tarde soube que em Montes Claros, perto de Vila Viçosa, ainda existe um forno tradicional a laborar e que lá se produzia além da cal branca também a cal preta. Pareceu-me fundamental para a pesquisa a efectuar, sobre as argamassas tradicionais³ de cal aérea como ligante absoluto e as argamassas bastardas⁴, conhecer este material tão importante e característico da arquitectura alentejana, a cal.

Com o mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico surgiu a oportunidade de estudar as argamassas tradicionais, confrontando-as com as argamassas bastardas que hoje, além das de cimento e areia, se aplicam frequentemente.

O âmbito do estudo restringiu-se ao Alentejo porque se trata duma região com características arquitectónicas comuns e onde se usam materiais de construção similares. Do ponto de vista climatérico há também poucas variações, o que tem a sua importância no estudo do comportamento das argamassas.

O trabalho inclui no capítulo I os aspectos históricos do uso da cal em argamassas onde abordei de uma forma sucinta a utilização da cal desde a Antiguidade até aos nossos tempos e o processo artesanal do fabrico da cal, sobrevivente em alguns fornos visitados nas regiões da Alta Estremadura, Ribatejo, Alentejo e Algarve. Dado que o número de fornos tradicionais ainda a laborar é já muito reduzido pareceu-me útil alargar um pouco o âmbito da pesquisa e conhecer outros fornos não implantados na região do Alentejo. No anexo I são apresentadas as questões que foram colocadas aos produtores de cais de fabrico artesanal e que me permitiram ficar a conhecer um pouco mais sobre a sua fabricação. No anexo II e com base nas respostas do anexo I é feita uma breve análise dos custos da produção artesanal.

No capítulo II procurei conhecer melhor a matéria-prima utilizada nos fornos tradicionais visitados. Foram recolhidas amostras de calcários, mármore e analisadas algumas destas do ponto de vista químico e mineralógico visando obter um conhecimento mais aprofundado de um dos materiais constituintes das argamassas- a cal. Neste capítulo é dado algum relevo ao modo como é escolhida a matéria-prima pelos produtores de cal. São apresentados ainda neste capítulo os processos químicos que ocorrem para a obtenção da cal que me pareceram fundamentais para perceber o comportamento das argamassas.

³Nem sempre os termos utilizados têm o mesmo significado, depende por vezes da região ou país onde nos encontramos e por vezes apenas do critério de quem os está a utilizar. Na bibliografia consultada encontra-se, assim, o mesmo termo para designar argamassas de diferente composição. No trabalho resolveu-se adoptar a terminologia de argamassas tradicionais para designar as argamassas executadas por cal aérea e areia.

⁴Neste trabalho entende-se que as argamassas bastardas são constituídas por cimento, cal aérea ou cal hidráulica e areia.

Antes de ter surgido o cimento a cal teve larga utilização nas argamassas. Saber a evolução que a composição das argamassas foi tendo ao longo dos tempos; quais os revestimentos que se usam actualmente e especificamente, em obras de recuperação; que tipo de argamassas estão a ser mais utilizadas; qual o uso que a cal tem nos nossos dias e se a cal de fabrico artesanal tem distintos usos comparativamente à de fabrico industrial; pareceram-me aspectos de grande importância que foram apresentados no capítulo III. Para o desenvolvimento deste capítulo foi necessário um trabalho de campo. A resenha que se apresenta da constituição das argamassas e dos traços mais aplicados no nosso século em revestimentos de paredes exteriores no Alentejo é resultado da consulta de cerca de 900 processos de obras de construção, na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, Câmara Municipal de Évora e Câmara Municipal de Beja. Nos arquivos da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul foram consultados 10 processos de obras, escolhidos aleatoriamente, nos quais se regista a execução de trabalhos desde os anos 30 até aos nossos dias. Na Câmara Municipal de Évora a pesquisa efectuada nos arquivos das obras municipais foi exaustiva e a consulta de processos de obras particulares apenas foi feita para os processos mais antigos, já que na organização deste último arquivo não consta a data de execução das obras tornando difícil a consulta de alguns processos por década. A pesquisa que efectuei nos arquivos da Câmara Municipal de Beja, foi bastante exaustiva no que se refere às décadas de 30, 40 e 50. Nas últimas décadas, o número de processos que constam deste arquivo é muito volumoso pelo que foram retiradas aleatoriamente algumas pastas por década, cujo número me pareceu significativo. O resultado deste trabalho é apresentado nos anexos III, IV e V. Dos processos consultados foram seleccionados os que incluíam alguns aspectos de realce, nomeadamente, quando aparecia expressa a constituição dos paramentos, composição dos revestimentos ou acabamento final dos mesmos. A complementar este trabalho foram inquiridos cerca de 30 pedreiros, alguns deles já aposentados, outros são trabalhadores da Câmara Municipal de Beja ou de empresas privadas de Beja ou Évora. Dessas entrevistas seleccionei apenas 12 cujos resultados me pareceram mais significativos e esclarecedores. Um dos factores que considerei essencial para incluir a entrevista, em anexo, foi o facto do pedreiro já ter sido utilizador das argamassas de cal e areia ou ser conhecedor desta tecnologia. Os resultados destes inquéritos constam no anexo VI e neles procurei averiguar alguns aspectos tais como, o tipo de cal e areia utilizada nos revestimentos, a proveniência destes materiais e os traços usualmente empregues. A pesquisa bibliográfica também permitiu conhecer um pouco mais sobre a evolução que a constituição das argamassas foi tendo ao longo dos tempos.

No capítulo IV é estudada a composição das argamassas em geral. Para conhecer melhor as cais de fabrico tradicional e industrial hoje ao dispor no mercado foram recolhidas amostras de cais vivas nos fornos tradicionais e apenas uma amostra num forno industrial, por forma a estudá-las do ponto de vista químico e mineralógico. A areia e a água são

também componentes essenciais para a execução das argamassas e por isso, foram apresentadas algumas características das mesmas. Há outros factores essenciais na qualidade duma argamassa para além dos materiais utilizados na sua composição, nomeadamente o modo de execução e aplicação. Assim, neste capítulo são ainda abordados estes aspectos para os quais a pesquisa em arquivos (anexo III, IV e V) e entrevistas a pedreiros (anexo VI) se revelaram essenciais porque nos primeiros se encontrou por vezes o modo de execução dos trabalhos e no segundo os pedreiros foram inquiridos sobre as quantidades relativas dos materiais empregues e a forma de misturar os mesmos.

Seguidamente no capítulo V são estudadas algumas das características dos materiais seleccionados para utilizar nas argamassas a ensaiar: composição química e mineralógica, curvas granulométricas e massa volúmica aparente.

No capítulo VI, com base nas consultas efectuadas (anexos III, IV e V), nos testemunhos de pedreiros (anexo VI) e na pesquisa bibliográfica foram testados alguns traços de argamassas tradicionais e bastardas, utilizando uma cal preta, uma cal branca de fabrico tradicional e uma cal branca de fabrico industrial a fim de analisar o comportamento destas e poder estabelecer algumas comparações entre elas e as argamassas de cimento e areia já estudadas e apresentadas em trabalhos publicados. Foram efectuados ensaios no Laboratório Nacional de Engenharia Civil onde se estudaram algumas características físicas, mecânicas e químicas das argamassas e os mesmos traços foram aplicados num painel experimental de alvenaria de tijolo furado e em paramentos de edificios antigos permitindo, através duma avaliação visual, verificar o comportamento destas argamassas em obra.

No capítulo seguinte, VII é feita uma avaliação dos resultados dos ensaios de laboratório e das aplicações em obra.

A conclusão constante no capítulo VIII finaliza o trabalho e nela são apresentadas algumas das vantagens e desvantagens da utilização das argamassas tradicionais e do uso da cal aérea nas argamassas, procurando duma forma sintética expor com maior clareza e destaque alguns dos resultados que o trabalho revelou.

Este estudo é o início de uma pesquisa a prosseguir no futuro sobre as argamassas tradicionais de cal aérea como ligante absoluto. « Para o construtor o estudo da cal é dos mais importantes porque da sua boa qualidade e apropriado emprego, depende em grande parte a solidez das obras necessárias. »⁵ Não se pretendeu de forma alguma esgotar a pesquisa sobre uma matéria tão complexa como é o estudo das argamassas. Este é apenas mais um contributo para o avanço do saber sobre as argamassas que carece de estudos sistemáticos que aprofundem o tema, por isso pareceu-me útil incluir propostas para o prosseguimento do trabalho no capítulo IX.

⁵SEGURADO, João Emilio dos Santos - *Materiais de Construção*, Biblioteca de Instrução Profissional, Paris- Lisboa- Rio de Janeiro Livrarias Aillaud - Bertrand - Francisco Alves,s/d. p.160.

CAPÍTULO I- ASPECTOS HISTÓRICOS

1.1 Breve notícia histórica àcerca da utilização da cal

A cal terá sido um dos materiais mais antigos utilizado na construção, antecedido apenas, provavelmente, pela pedra, barro, terra e madeira. Na construção o primeiro testemunho que nos ficou da sua utilização encontra-se no estuque das pirâmides do Egipto (4000 a 2000 A.C.),⁶ embora nesta época se construísse com pedra sobre pedra sem o uso de qualquer argamassa.

Os gregos terão sido os primeiros a utilizar a cal como argamassa de revestimento. A arquitectura monumental e a ideia forte de construir obras perduráveis terá dado o impulso para o desenvolvimento dos materiais e técnicas até aí utilizadas. Inicialmente a cal foi misturada com a areia, mais tarde foi-lhe adicionada a pedra de Santorini, que é uma pozolana (composto rico em silicas), constituindo assim um ligante hidráulico que apresenta como principal característica o facto de ganhar presa debaixo de água.

A sua utilização na Grécia foi, no entanto, bastante limitada porque na construção de edifícios com base no princípio coluna-lintel, que nunca atingiram grandes dimensões, se empregou de preferência pedra aparelhada sem qualquer ligante. Refere por exemplo Jorge de Alarcão que no séc. II A.C.,⁷ em Delos, se utilizava também o barro em vez da cal como argamassa.

Os etruscos deixaram vestígios da utilização da cal nas alvenarias das cisternas e túmulos, mas foram os romanos, ao empreenderem grandes construções em todo o seu vasto império- enormes anfiteatros, aquedutos, basílicas, e outras construções, para as quais foi necessário adoptar diferentes soluções técnicas tais como o arco de volta perfeita, a abóbada, a cúpula- a aplicar de uma forma mais eficaz as argamassas. O uso de argamassas como revestimento permite uma escolha menos criteriosa das pedras utilizadas para alvenaria porque aquelas colmatam os seus defeitos, além de tornarem os edifícios mais confortáveis.

Ao Império Romano seguiu-se um período muito conturbado da História da Europa Ocidental; a civilização romana não teve continuadores tão brilhantes e as suas tecnologias em parte perderam-se e hoje sabe-se pouco sobre a constituição das suas argamassas. Ficou-nos, no entanto, alguma documentação escrita, nomeadamente quatro livros de Vitruvius, arquitecto contemporâneo de Júlio César. A pesquisa de vários investigadores que têm procedido a análises das argamassas dessa época, das quais existem inúmeros vestígios, demonstram bem a sua resistência e durabilidade. Pelas experiências que se têm efectuado

⁶BOYNTON, Robert S.- *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, 2ª edição, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, John Wiley & Sons, Inc., 1980. p.3.

⁷ALARCÃO, Jorge de- *Argamassas na Antiguidade*, in « História », N° 2, Lisboa, Projornal, 1978, p.20.

parece certo que era a cal aérea que se adicionava às argamassas,⁸ sendo muito comum encontrarem-se restos de tijolo, telhas ou outros materiais com características pozolânicas que lhe conferiam um bom comportamento hidráulico.

Naturalmente, que em obras como as abóbadas ou as condutas era essencial garantir a estanquidade da água.

Os romanos não conheciam ao que parece a composição química dos materiais que utilizavam na construção. Mas as suas argamassas demonstraram tão bom comportamento ao longo dos séculos que o nome atribuído ao novo material surgido no séc. XVIII, foi “cimento romano”, cal de qualidade superior, que antecedeu o conhecido cimento Portland de hoje. A descoberta do cimento deve-se a Vicat, entre 1812-18. De uma forma curiosa Jorge de Alarcão afirma que « Quanto à cal hidráulica dos Romanos, o cimento moderno substituiu-a mas não a ultrapassou em resistência .»⁹

O uso tradicional da cal no revestimento de paredes no Alentejo, parece, no entanto, ter sido proveniente do período da ocupação muçulmana que nesta região durou cerca de cinco séculos. A cal tem aqui uma grande utilização nas paredes de cor branca ou de outras cores pela junção de pigmentos e na constituição de algumas argamassas. O hábito de caiar anualmente as paredes das casas e os muros das habitações, que ainda hoje se mantém em todas as aldeias alentejanas e em parte nas cidades, tem essa origem remota.

O cimento foi descoberto no início do séc. XIX e veio substituir em parte o uso da cal. No Alentejo, este uso só se generalizou mais recentemente, nos anos 50-60 do nosso século. As características do cimento que lhe conferem grande capacidade de resistência adquirida em poucos dias terá sido um dos principais factores da sua rápida divulgação e utilização.

⁸ADAM, Jean Pierre- *La Construction Romaine, Matériaux et Techniques*, 2ª edição, Paris, A. et J. Picard, 1989. p.76.

⁹*Op.Cit- Argamassas na Antiguidade*. p.24.

1.2 O processo tradicional do fabrico da cal

Os fornos são normalmente explorações de tipo artesanal funcionando há várias gerações e com tradição familiar. Uma das primeiras referências ao fabrico de cal encontra-se num livro romano sobre agricultura onde o seu autor Marcus Pourcious Cato (234- 149 dC) descreve o modo de construir e usar um forno de cal.¹⁰ O desenho dos fornos bem como o processo de cozedura foi sendo alterado ao longo dos séculos embora as modificações que se registaram não tenham sido consideráveis. Segundo indica Robert Boynton o grande avanço no processo de fabrico da cal deu-se por volta de 1900, mas as grandes alterações no desenho dos fornos já só se verificaram por volta de 1955.¹¹

Inúmeros fornos da época dos romanos têm sido encontrados em França, Inglaterra, Alemanha. Também em Portugal, no passado, os fornos tradicionais eram inúmeros, mas os que funcionam hoje são já raros. Há, no entanto, muitos vestígios de locais onde laboraram fornos tradicionais. Porém não se conhecem estudos sistemáticos que permitam datar a sua época de construção. Jorge de Oliveira, num artigo escrito sobre dezanove fornos existentes na freguesia de S. Salvador da Aramenha no concelho de Marvão, lança a hipótese, não confirmada, destes fornos poderem remontar à época dos romanos.¹² Segundo o autor os fornos deixaram de laborar nos anos sessenta. Na Idade Média em Évora existiam diversos fornos que se localizavam no ferragial das Caeiras.¹³ Na zona de Beja e perto dos fornos de Trigaches ainda hoje podemos encontrar inúmeras estruturas que pertenceram a fornos que deixaram de laborar.

Visitaram-se seis locais no país assinalados na figura 1, onde ainda existem fornos tradicionais: Pataias, Alcanede, Montes Claros, Moura, Trigaches e Santa Rita. Dos fornos mencionados somente o primeiro, em Pataias, deixou de laborar recentemente.

À excepção do forno de Montes Claros, que produz simultaneamente cal preta e cal branca, todos os outros apenas produzem a cal branca. No entanto, em Santa Rita, o produtor em tempos também produzia a cal preta mas, quando diminuiu drasticamente a procura desta com o aparecimento de cais aéreas já extintas e comercializadas em sacos, deixou de fabricar este produto.

O principal uso dado às cais que se comercializam (veja-se anexo I) é para a caição e em estuques. Em obras, como argamassa, é muito pouco utilizado este produto, à excepção da cal preta que é vendida, essencialmente, para esse fim mas cuja produção é muito reduzida.

¹⁰CARRINGTON, David; SWALLOW, Peter- *Limes and Lime Mortars-* Part one, in « *Jornal of Architectural Conservation* », Nº 3, 1955. p.14.

¹¹*Op. Cit- Chemistry and Tecnology of Lime and Limestone.* p.229.

¹²OLIVEIRA Jorge de- *Os fornos e as caleiras de Escusa*, in « *O Municípe* », Boletim Informativo da Câmara Municipal de Marvão, Nº6, 1º semestre, 1995. p. 13-15.

¹³BEIRANTE, Maria Ângela Rocha- *Évora na Idade Média*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1995. p.421.

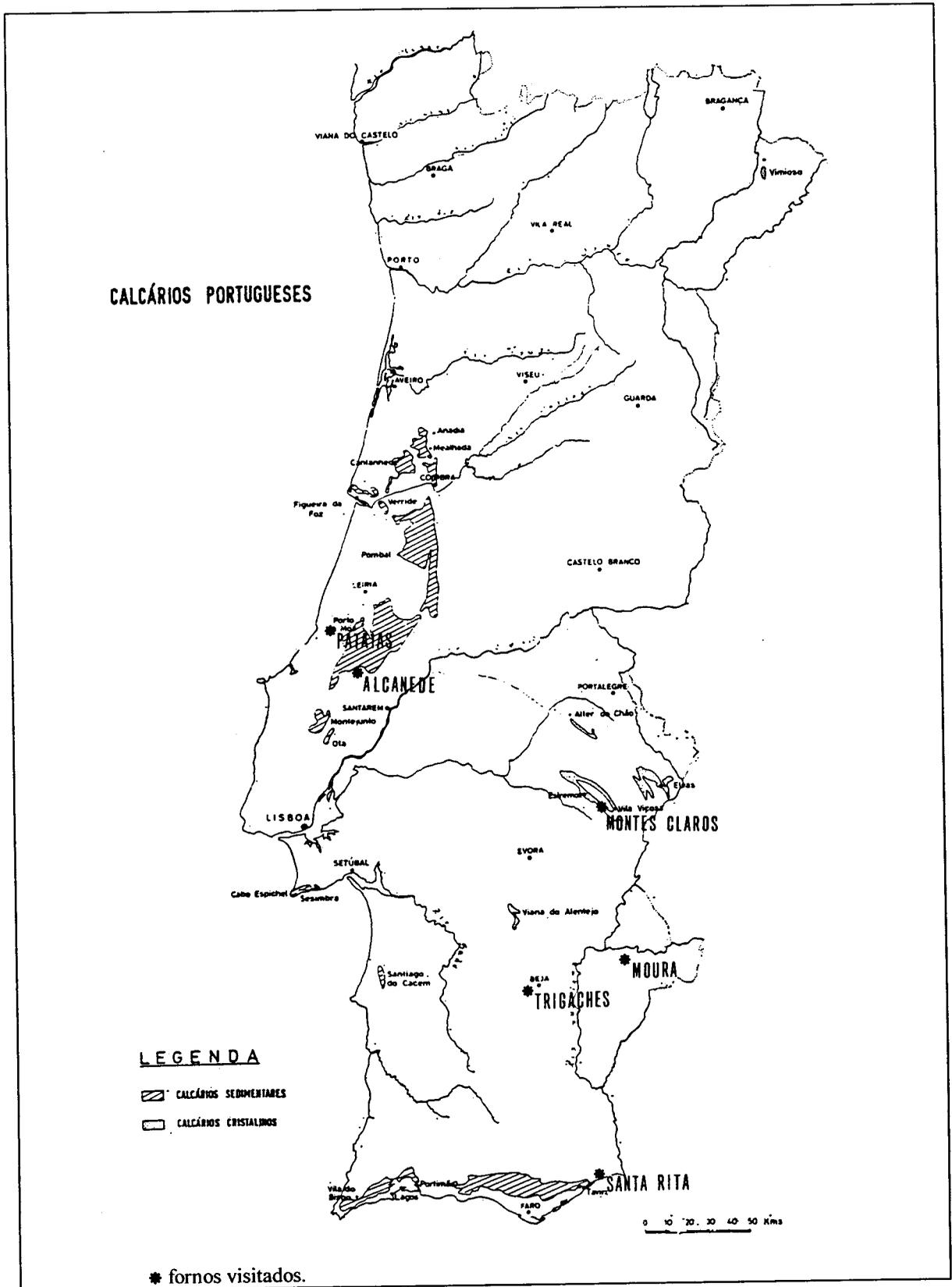


fig. 1- Localização dos fornos visitados.¹⁴

¹⁴O mapa onde se assinalaram os locais dos fornos tradicionais foi retirado do trabalho publicado "Calcários portugueses, sua utilização industrial", da autoria de MANUPPELLA G., et.al. p.3.

O combustível preferencialmente utilizado é a madeira e o mato (ramas e troncos finos), pois as impurezas resultantes das cinzas são mínimas e não se misturam com a cal. A cal resultante quando se utiliza este tipo de combustível é de melhor qualidade e recomenda-se em trabalhos de revestimento. A cal que se obtém quando se utiliza o carvão tem muitas impurezas difíceis de separar do produto obtido, não apresenta pois as qualidades do produto decomposto com a chama da madeira. Poder-se-á utilizar este combustível mas o produto obtido apenas serve para argamassas a colocar em trabalhos de menor importância, cuja segurança estrutural e qualidade, no geral, não estejam em causa.

Nos inquéritos efectuados aos produtores de cal, veja-se anexo I, apurou-se que o combustível mais utilizado é a madeira de eucalipto, sobreiro, oliveira e azinho. A madeira deve ser utilizada de preferência verde e com alguma rama por forma a que a combustão se dê numa forma lenta. A madeira de azinho, embora utilizada, não é tão aconselhada porque é muito rija, queima depressa produzindo muito calor o que origina uma cal mais escura cozida de mais.

Norman Davey refere que o uso da lenha para obter cal e tijolos provocou uma diminuição considerável nas florestas na Inglaterra,¹⁵ facto este descrito no séc. XIII o que prova a grande utilização dada a este produto. Já nos finais do séc. XIII começaram a utilizar carvão como combustível mas os gases nocivos provocados originaram a sua proibição nos princípios do séc. XIV.

Os fornos que visitámos, à excepção do forno de Pataias, têm um processo de cozedura muito arcaico, similar ao descrito por Marcus Porcius Cato, inserem-se no tipo intermitente e são constituídos por uma câmara de pedra de granito ou diorito de forma cilíndrica, na qual existe uma pequena abertura para introdução posterior do combustível. Na figura 2 está representado o forno vazio de Trigaches.

¹⁵DAVEY, Norman- *A History of Building Materials*, Londres, Phoenix House, 1965.p.101.

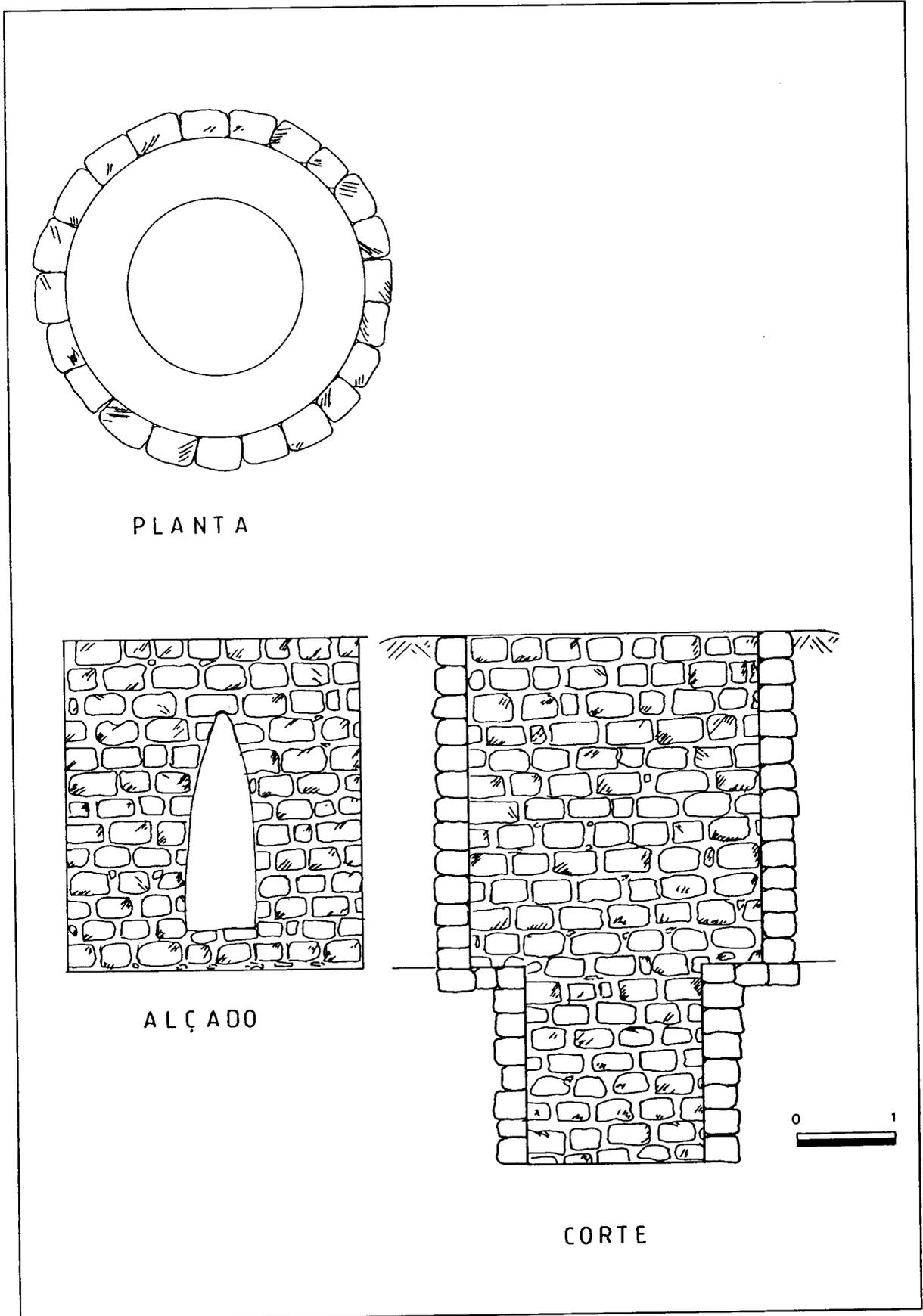


fig. 2- Forno vazio de Trigaches- planta, alçado e corte.

No fundo do forno coloca-se previamente a lenha que servirá para atear o fogo no início do processo. O calcário ou pedra mármore são dispostos à volta do forno. Aproximadamente, a 50 cm acima do nível do terreno a abóbada é fechada com pedras mais regulares que dêem estabilidade ao conjunto para evitar um desmoronamento. O resto do forno é preenchido com pedras de menores dimensões até formar uma abóbada acima do nível do terreno. O modo de colocar as pedras no forno é fundamental para obter uma cozedura uniforme. Sobre esta abóbada é colocada palha que tem a função de evitar que o barro empregue no seu fecho se cole à pedra. O calor da combustão faz com que o barro coza formando uma armação estável. Desta forma a decomposição do calcário que leva ao seu abatimento não desmorona a abóbada de barro. Na abóbada do exterior são feitos uns "olhais" que permitem que o processo de combustão se efectue e se dê a libertação do anidrido carbónico. Na figura 3 está representado o forno de Trigaches cheio. As figuras 4 a 6 ilustram alguns trabalhos que se efectuam na preparação do forno para a cozedura da rocha.

O tempo que este processo demora depende das dimensões do forno, do tipo de pedra utilizada, da qualidade do combustível e das próprias condições meteorológicas. Nos fornos de Trigaches a combustão dá-se num período de 7 a 8 dias. Nos fornos visitados de Moura e de Sta Rita esta combustão demora apenas 2 dias. A combustão é permanente (noite e dia). O final da combustão é detectado pela saída de fogo pelos "olhais" que se traduz num espectáculo de grande beleza. A cozedura não pode durar mais tempo do que o devido, sob pena da pedra vitrificar já não podendo ser hidratada. As figuras 7 a 12 ilustram várias fases do processo de combustão até se obter a cal viva em pedra.

Para o arrefecimento da cal é necessário abrir buracos maiores e por estes são introduzidas chapas de alumínio que servem de apoio ao barro da abóbada exterior que se tem que demolir, evitando assim que a cal se suje.

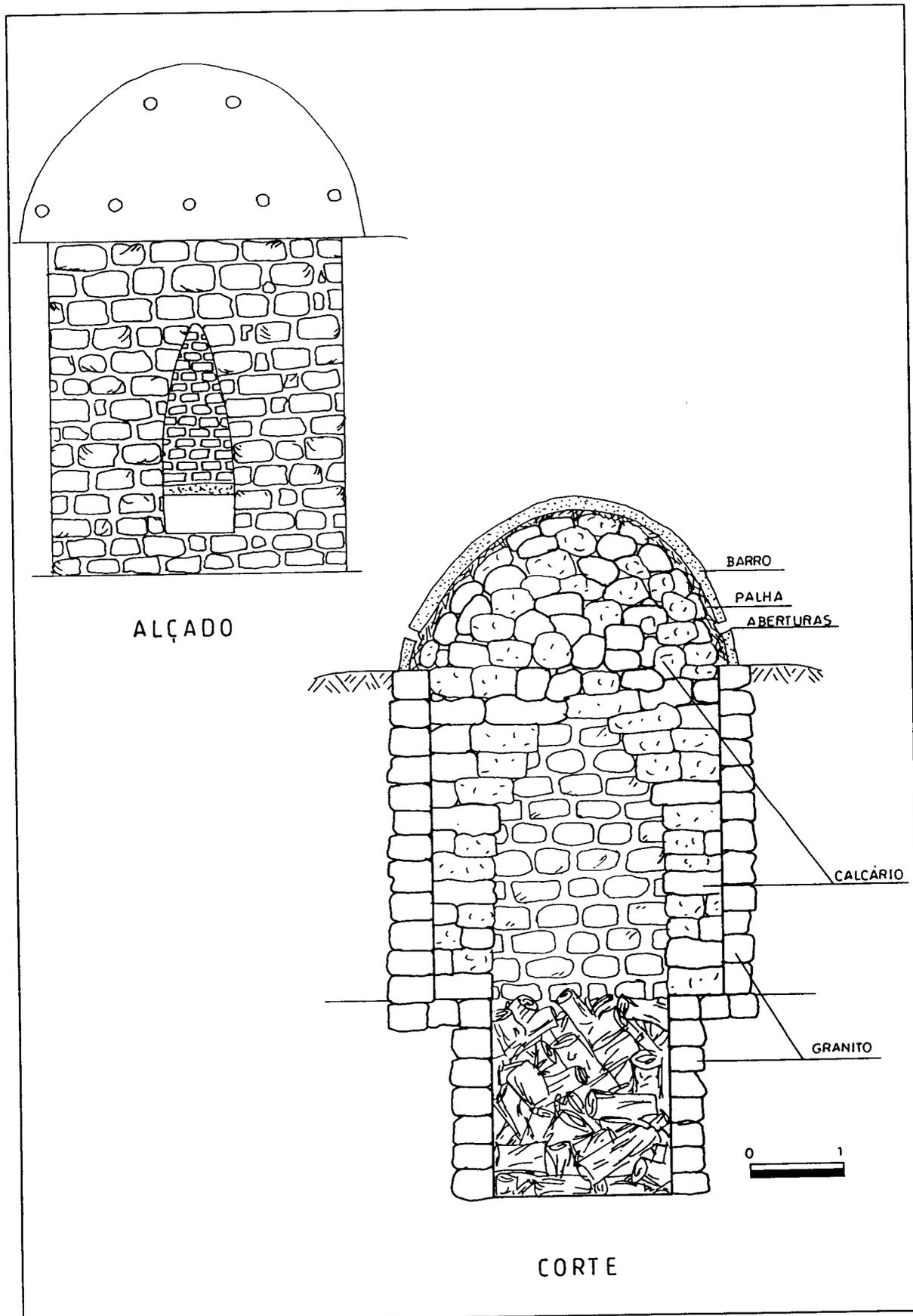


fig. 3- Forno cheio de Trigaches- alçado e corte.

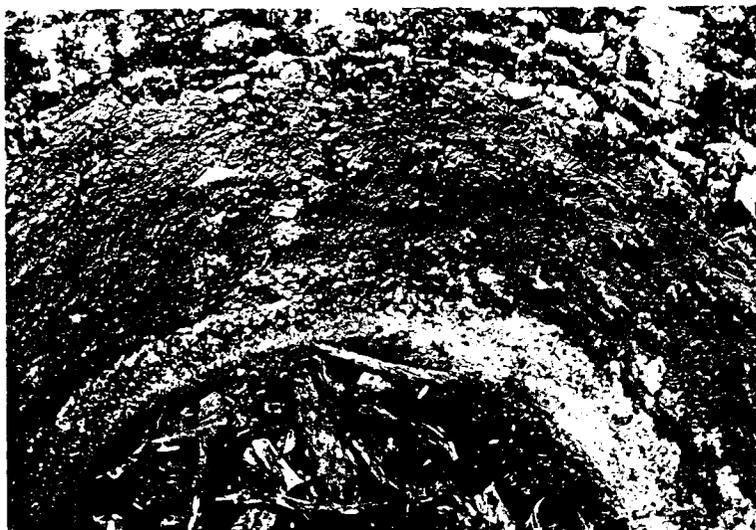


fig. 4- Colocação da lenha no fundo do forno de Trigaches para o início do processo de combustão.



fig. 5- Abertura do forno preenchida pelo mármore de Trigaches, deixando um pequeno espaço para a introdução da lenha durante o processo de combustão.



fig. 6- Armação em pedra do forno completa e preparação do barro, ainda por um processo tradicional sendo visível a amassadura com os pés, para tapar a abóbada.



fig. 7- Início do processo de combustão, com o barro que cobre a abóboda ainda fresco.



fig. 8- O final da combustão é detectado quando o fogo começa a sair pelos "olhais", a fotografia mostra o fogo a ser expelido ainda apenas por uma abertura.



fig. 9- Fase final do processo de combustão, detectada pela presença de fogo em todas as aberturas.

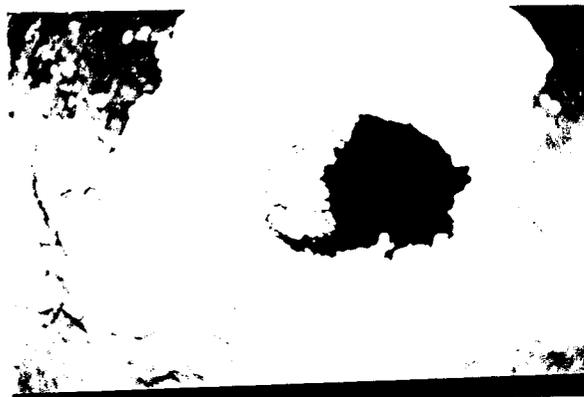


fig. 10- Cal incandescente dentro do forno após a conclusão da combustão.



fig. 11- Final da combustão.



fig. 12- Cal viva em pedra dentro do forno após a combustão.

Encontraram-se fornos em Pataias com um tipo de cozedura contínuo, muito referenciado na bibliografia consultada, em que o processo de calcinação da pedra difere do descrito porque a rocha é colocada alternadamente com o combustível, sendo retirada do fundo do forno continuamente à medida que vai sendo cozida. Estes fornos produziram cal pela última vez em 1996. No Alentejo não se encontrou nenhum forno deste tipo a laborar, nem qualquer das pessoas inquiridas referiu ter existido este tipo de cozedura. Neste tipo de fornos não há o perigo de se perder uma fornada de cal, no entanto a cal tem maiores probabilidades de ser contaminada com o combustível utilizado.

Antigamente a pedra para a armação dos fornos era vendida nas pedreiras já partida, a preços muito baixos porque resultava dos desperdícios característicos da exploração. Hoje, com o avanço da tecnologia, essas sobras são mais reduzidas, pelo que, na maior parte dos casos, são os donos dos fornos que têm que partir a pedra propositadamente para a cozer.

O processo é muito artesanal, exige um enorme esforço humano e a sua rentabilidade económica é baixa, o que desencoraja possíveis utilizadores. No anexo II foi feita uma breve análise dos custos de produção artesanal e verifica-se que o lucro obtido em cada fornada de cal é sempre diminuto. Acresce ainda que a procura tem vindo a diminuir devido à preferência pela cal comercializada em sacos, principalmente a cal hidratada ou apagada, que é mais fácil de aplicar em obra. No quadro I são indicadas as quantidades de cal que se produzem nos fornos tradicionais visitados.

QUADRO I
Quantidade aproximada de cal produzida por ano nos fornos tradicionais visitados

Forno	Alcanede	Montes Claros	Moura	Trigaches (forno 1)	Trigaches (forno 2)	Santa Rita
Quantidade (toneladas)	1260	240	36	60	54	11

A indústria artesanal foi sendo substituída e hoje a maior parte da produção de cal provém de fornos industriais. Quem ainda mantém os fornos tradicionais a funcionar normalmente concilia esta actividade com outra, normalmente o comércio ou a agricultura. Em Alcanede, por exemplo, concilia-se a produção artesanal com a produção industrial e fabrica-se anualmente cerca de 29 000 toneladas, quantidade muito superior a qualquer dos outros fornos visitados.

CAPÍTULO II- MATÉRIA-PRIMA

2.1 Caracterização da matéria-prima utilizada no fabrico tradicional da cal

Os fornos estão normalmente implantados em zonas próximas de afloramentos rochosos. Estes afloramentos com boas características para a produção de cal são frequentes e encontram-se tanto nos terrenos mais antigos como nos terrenos mais modernos. Refere, no entanto, Duquesnay serem os terrenos da era secundária e terciária aqueles onde se encontra com maior facilidade o carbonato de cálcio.¹⁶ As deposições da pedra são frequentemente contaminadas por impurezas que ao longo dos tempos vão fazendo parte integrante da rocha.

Um conhecimento perfeito da origem das rochas, da sua composição química, dos seus minerais essenciais, características físico-mecânicas, textura, microestrutura será fundamental para poder estabelecer comparações destas cals quando utilizadas em argamassas.

Da visita que se efectuou aos fornos tradicionais ainda a laborar no Alentejo (Montes Claros, Moura e Trigaches), verificou-se que as rochas mais utilizadas para a obtenção da cal são os mármore. Normalmente as rochas são seleccionadas por pessoas experientes; o recurso a análises químicas só é efectuado em outros locais, caso dos fornos em Alcanede, onde a produção é mais elevada e se concilia a produção artesanal com a industrial. Da análise do anexo I verificamos que os donos dos fornos têm alguns cuidados na selecção da pedra: nos mármore foi indicado não se poder utilizar pedra com veios cor de rosa ou veios pretos nem o conhecido mármore verde de Viana do Alentejo e que, por vezes, o mármore branco também não faz cal. Este é um conhecimento baseado na larga experiência dos produtores da cal de fabrico artesanal e não há estudos científicos que o comprovem.

Nos fornos tradicionais visitados foram recolhidas as amostras que se identificam no quadro II e as fotografias apresentadas nas figuras 13 a 24 ilustram essas amostras.

¹⁶DUQUESNAY, M.- *Encyclopédie Chimique- Calcaires, Chaux, Ciments, Mortiers*, Paris, Dunod, 1883. p.3.

QUADRO II

Identificação das rochas recolhidas em fornos tradicionais e respectivas cais

Local	Cor da rocha ¹⁷	Tipo de cal	Cor da cal
Alcanede	branca	branca	branca
Montes Claros	cinzenta escura com laivos brancos branca castanha	branca branca preta	branca branca castanha
Moura ¹⁸	branca (porosa)	branca	branca
Alvito	verde com laivos brancos e castanhos	preta	castanha
Trigaches	cinzenta clara com laivos brancos	branca	branca
Butoque Sta. Rita Aroeira Sta. Rita	castanha clara beje cinzenta rosada (porosa) cinzenta clara com laivos mais escuros	branca branca branca preta	branca branca branca cinzenta escura

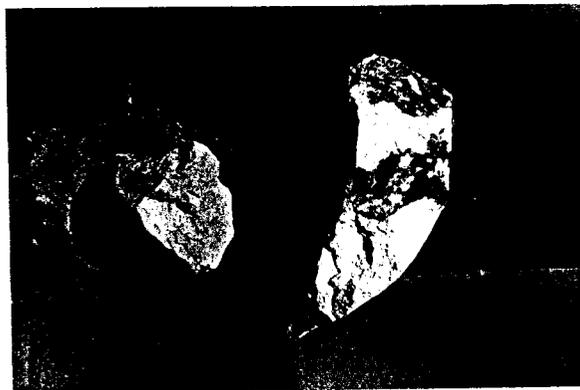


fig. 13- Calcário e cal branca de Alcanede.



fig. 14- Mármore (cinzento e branco) e cal branca de Montes Claros.



fig. 15- Calcário e cal branca de Moura.



fig. 16- Mármore e cal branca de Trigaches.

¹⁷Por vezes não é fácil indicar a cor da rocha quando esta se encontra exposta, pelo facto de ser alterada por sujidades e pelos agentes atmosféricos. Os calcários apresentam normalmente uma coloração uniforme, mais variável é a coloração dos mármore, o que se deve à presença dos óxidos metálicos.

¹⁸O produtor de cal utiliza vários tipos de rocha para obter cal. No entanto, apenas foi analisada a rocha mais utilizada para este fim.

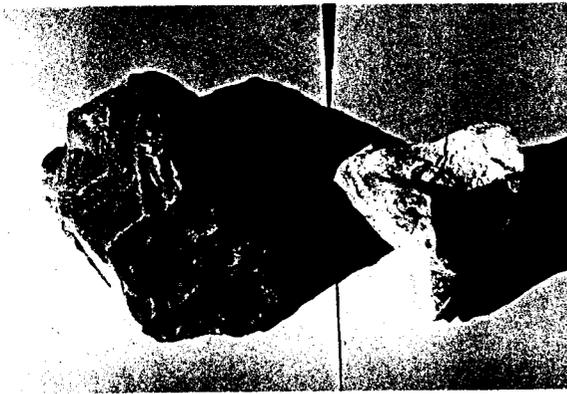


fig. 17- Calcário e cal branca de Sta Rita.

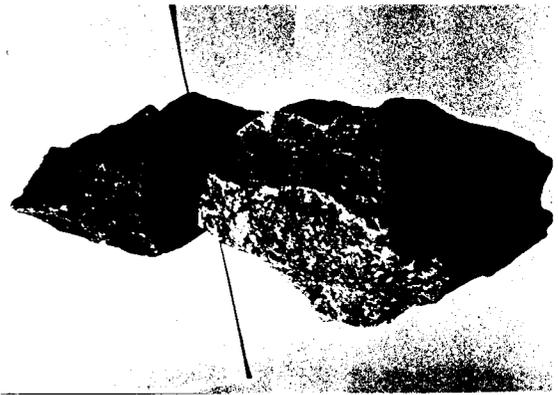


fig. 18- Calcário e cal branca da Aroeira.

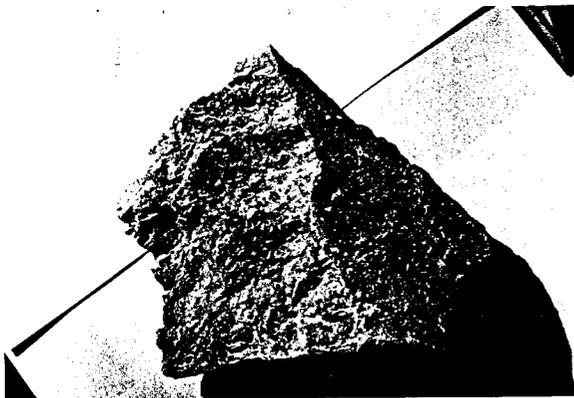


fig. 19- Calcário de Butoque.

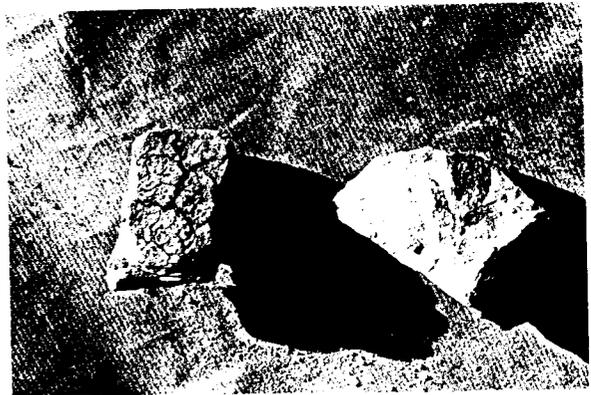


fig. 20- Calcário e cal preta de Montes Claros.

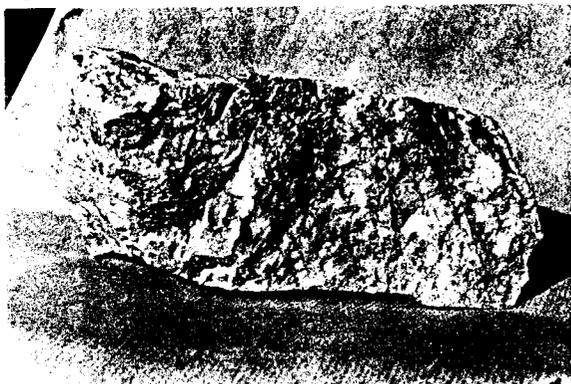


fig. 21- Calcário de Alvito.



fig. 22- Cal preta de Alvito.



fig. 23- Calcário de Sta Rita.

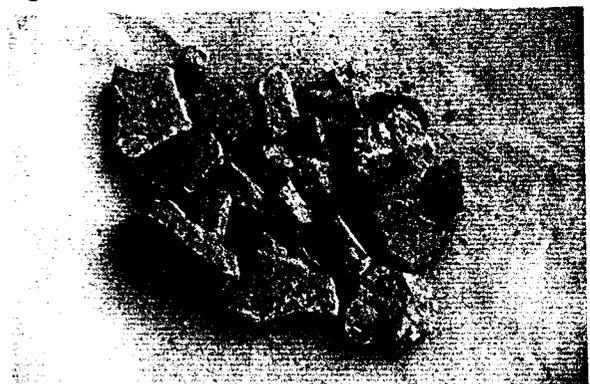


fig. 24- Cal preta de Sta Rita.

Algumas das características químicas das rochas recolhidas nos locais onde estão ou estavam implantados fornos tradicionais são já conhecidas de outros trabalhos e no quadro III são apresentados os elementos que se obtiveram sobre o assunto.

QUADRO III
Análises químicas das formações calcárias e dos mármore

ÁREAS	SiO ₂ (%) silício	CaO (%) cálcio	MgO (%) magnésio	P.R. (%) perda ao rubro
Calcário ¹⁹ Pombal	inf. a 1.00	55.00 aprox.		
Calcário ²⁰ Alcanede		56.00 aprox.	0.27 aprox.	
Calcário cristalino ²¹ Vila-Viçosa- Estremoz- Sousel	1.00 a 2.00	54.00 aprox.		
Calcário ²² Viana do Alentejo- Alvito	1.00 a 3.00	50.00 a 54.00		
Mármore ²³ Trigaches	0.08	54.59	0.95	43.88

Na zona de Pombal encontram-se afloramentos de formações jurássicas. Os calcários têm uma elevada pureza, da ordem dos 55.00% em óxido de cálcio, CaO e teores em sílica inferiores a 1.00%.

No forno de Alcanede a rocha provém das Serras D' Aire e Candeeiros. Os calcários utilizados têm percentagens em óxido de cálcio, CaO, que variam entre 50.00% a 58.00%, registando-se uma média de 56.00%.

A zona de Vila Viçosa, Borba, Estremoz é uma das mais importantes do país na exploração de pedra mármore, pelo que, a grande produção que se verifica origina grandes desperdícios que são utilizados para a fabricação de cal. No forno visitado em Montes Claros as rochas, mármore azulado e branco, são sobras das fábricas da região. Também é retirada uma rocha de um morro em Montes Claros. Os calcários desta zona são da Idade Paleozóica, já atingidos por metamorfismo regional (cristalinos). São calcários muito ricos com baixo teor em sílica. As análises químicas indicam teores em óxido de cálcio, CaO, da ordem dos 54.00% e teores em sílica variando entre os valores de 1.00% a 2.00%.

¹⁹MANUPELLA, Giuseppe; et. al.- *Calcários Portugueses, sua utilização Industrial*, in « Congresso 81 », Ordem dos Engenheiros, 1981, p.5 .

²⁰Valores obtidos na fábrica de Manuel Piedade Baptista & Irmãos em Alcanede.

²¹*Idem- Calcários Portugueses sua utilização Industrial*, p.4.

²²*Ibidem.*

²³*Catálogo de rochas ornamentais portuguesas.*

Na zona de Viana do Alentejo e Alvito os calcários tem uma percentagem de óxido de cálcio, CaO, variável entre os 50.00% a 54.00% e uma percentagem em sílica variável entre os 1.00% a 3.00%. Nesta zona já não se encontram fornos em funcionamento.

Em Moura, num forno visitado, são utilizadas rochas provenientes da Mina da Ourada (Carrascal), Ladeirinha Branca, Pisões e Caliços, mas não se conhece nenhum estudo que as caracterize.

Nos fornos de Trigaches são utilizados os vários tipos de mármore que encontramos nesta região. Estas rochas apresentam tonalidades diferentes e a sua granulometria também é variável. O mármore de Trigaches ocorre numa faixa carbonatada provavelmente da idade Câmbria, localizada próximo da falha da Vidigueira. As análises químicas indicam teores em óxido de cálcio, CaO, da ordem dos 55.00% e baixos teores em sílica da ordem dos 1.00%.

O forno visitado em Santa Rita utiliza a rocha que provém das pedreiras existentes em Butoque e na Aroeira. Os calcários da faixa de Tavira são da Idade Mesóica, caracterizam-se por distintas unidades sedimentares a que corresponde tipologia diversa. Não se conhecem estudos químicos que os caracterizem.

Da análise do quadro III verifica-se que a composição química destas rochas não é muito variável, à excepção do calcário da zona de Viana do Alentejo- Alvito que apresenta teores de óxido de cálcio, CaO, mais baixos e uma maior percentagem de sílica. Nos fornos desta zona, que já não se encontram em laboração, obtinha-se a chamada cal de obra ou cal preta.

Para perceber se a cal preta obtida na cozedura dos fornos tradicionais era proveniente de rochas com propriedades químicas diferentes da cal branca que hoje se comercializa com maior frequência, foram determinadas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil as composições químicas de algumas das amostras recolhidas nos fornos tradicionais ainda em laboração e de uma amostra da pedra que se cozia nos fornos em Alvito, cujos resultados são apresentados nos quadros IV e V. Em Alvito já não existem fornos tradicionais. No entanto, a rocha foi escolhida por uma pessoa experiente que conhece o tipo de pedra que se utilizava para fazer a cal.

QUADRO IV

Composição química das amostras de calcário que após a cozedura dão a cal branca
(em % e normalizadas para 100 %)

Amostra	SiO ₂ silício	CaO cálcio	MgO magnésio	Al ₂ O ₃ alumínio	SO ₃ enxofre	Fe ₂ O ₃ ferro	K ₂ O potássio	MnO manganês	CuO cobre	P.R. perda ao rubro
Alcanede ²⁴	0.40	52.30	1.50	0.70	0.20	0.10	0.80	0.06	0.06	44.00
Montes Claros ²⁵ (pedra cinzenta)	0.90	54.80	1.80	0.90	0.20	0.10	1.00	-	-	40.30
Montes Claros ²⁶ (pedra branca)	0.70	51.90	1.70	0.90	0.20	0.10	0.90	-	-	43.60
Butoque ²⁷	0.80	52.80	2.00	0.90	0.20	0.10	0.90	-	-	42.30
Sta Rita ²⁸	0.50	53.70	1.60	0.80	0.20	0.10	0.90	-	-	42.10
Aroeira ²⁹	1.20	31.60	20.20	0.60	0.30	0.10	0.20	-	-	45.80

QUADRO V

Composição química das amostras de calcário que após a cozedura dão a cal preta
(em % e normalizadas para 100 %)

Amostra	SiO ₂ silício	CaO cálcio	MgO magnésio	Al ₂ O ₃ alumínio	SO ₃ enxofre	Fe ₂ O ₃ ferro	K ₂ O potássio	MnO manganês	CuO cobre	P.R. perda ao rubro
Montes Claros ³⁰	1.30	30.80	19.70	0.50	0.30	1.50	0.20	-	-	45.60
Santa Rita ³¹	0.80	38.10	11.00	0.80	0.20	0.80	0.70	0.40	0.20	47.10

Da análise do quadro IV e do quadro V verifica-se existirem dois tipos de calcário, aqueles que na sua composição química têm essencialmente óxido de cálcio e os outros que além do óxido de cálcio têm uma percentagem considerável de óxido de magnésio.

²⁴LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Nota Técnica Nº 47/96 de Outubro.

²⁵LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Ensaios realizados em Agosto de 97.

²⁶*Ibidem.*

²⁷LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Nota Técnica Nº 51/97 de Maio.

²⁸*Ibidem.*

²⁹*Ibidem.*

³⁰LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Ensaios realizados em Agosto de 97.

³¹LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Nota Técnica Nº 47/96 de Outubro.

As amostras recolhidas de calcário que após a cozedura dão a cal branca são essencialmente do primeiro tipo de calcário descrito, à excepção da rocha proveniente da Aroeira que se insere no segundo tipo de calcário mencionado.

As amostras recolhidas em Montes Claros e Sta Rita, calcários que após a cozedura dão a cal preta, incluem-se no segundo tipo de rocha descrito.

A percentagem de outros compostos como o silício, manganês e cobre que entram na composição química não difere muito nas amostras analisadas. A percentagem de silício é inferior na amostra recolhida no forno industrial de Alcanede e mais elevada na amostra de calcário que após a cozedura dá a cal preta, recolhida em Montes Claros.

A composição mineralógica dos calcários muito puros apresenta cerca de 99.00% de carbonato de cálcio, CaCO_3 . Encontram-se estes calcários na zona de Pombal e um dos fornos que se localiza perto de Alcobaça, em Pataias, que só há cerca de um ano deixou de funcionar, utilizava também este tipo de rocha .

Nas análises que se fizeram no Laboratório Nacional de Engenharia Civil às rochas recolhidas em fornos ainda a laborar, cujos resultados são apresentados no quadro VI e quadro VII, encontraram-se calcários muito puros em Alcanede, Montes Claros (pedra branca) e em Trigaches. Estas rochas dão cal branca e hoje é essencialmente utilizada para a caiação.

QUADRO VI

Composição mineralógica de amostras de calcários e de mármore que após a cozedura dão a cal branca

AMOSTRAS	CaCO ₃ (%) carbonato de cálcio	CaMg(CO ₃) ₂ (%) dolomite	Outros (%)
Alcanede ³²	95.32	*	*
Alcanede ³³	99.50	-	0.50 (quartzo)
Montes Claros ³⁴ (pedra de cor branca)	99.00	vestígios	≈ 1.00 (quartzo e mica)
Montes Claros ³⁵ (pedra de cor cinzenta escura)	91.47	-	≈ 8.50 (quartzo, feldspato e mica)
Moura ³⁶	97.65	-	≈ 2.30 (quartzo)
Trigaches ³⁷	99.70	-	≈ 0.30 (quartzo e mica)
Butoque ³⁸	90.00	9.00	1.00
Sta Rita ³⁹	96.00	-	4.00
Aroeira ⁴⁰	6.00	92.00	2.00

* Estes valores não foram indicados pelo fornecedor.

QUADRO VII

Composição mineralógica de amostras de calcários que após a cozedura dão a cal preta

AMOSTRAS	CaCO ₃ (%) carbonato de cálcio	CaMg(CO ₃) ₂ (%) dolomite	Outros (%)
Montes Claros ⁴¹ (pedra de cor castanha)	vestígios	94.62	≈ 5.00 (quartzo, feldspato e mica)
Santa Rita ⁴² (pedra de cor cinzenta)	vestígios	95.80	4.00 (caulinite e bassanite)

³²Valor indicado pelo fornecedor.

³³LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Nota técnica Nº 47/96 de Outubro.

³⁴LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Boletim nº 949/95 de Agosto.

³⁵*Ibidem.*

³⁶*Ibidem.*

³⁷LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Boletim nº 948/95 de Agosto.

³⁸LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Nota técnica Nº 51/97 de Maio.

³⁹*Ibidem.*

⁴⁰*Ibidem.*

⁴¹LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Boletim nº 948/95 de Agosto.

⁴²LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Nota técnica Nº 47/96 de Outubro.

Em Alcanede a fabricação da cal aérea ocorre tanto em fornos tradicionais como nos fornos industriais. A percentagem de CaCO_3 numa amostra analisada recentemente pelo fornecedor foi de 95.32%, tendo-se obtido numa amostra analisada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil o valor de 99.50%. Segundo o proprietário da empresa a percentagem mais comum de carbonato de cálcio nas rochas utilizadas para cal anda perto dos 90.00%. Os calcários de Montes Claros mostram valores mais elevados de carbonato de cálcio para a rocha de cor branca, 99.00% e a rocha de tonalidade azulada apresentou um valor inferior, 91.47%. Um dos calcários analisados de Moura apresentou o valor de 97.65% para o carbonato de cálcio. O mármore de Trigaches analisado revelou valores muito elevados de carbonato de cálcio, 99.70%. Os calcários do Algarve são rochas menos puras e verificou-se que a rocha da Aroeira é constituída, essencialmente, por dolomite.

Verificou-se, assim, pelas análises efectuadas, que as amostras recolhidas de calcários e de mármore que após a cozedura dão a cal branca, são rochas muito ricas em carbonato de cálcio, à excepção da rocha de cor cinzenta escura de Montes Claros (que além de ser menos pura também apresenta uma maior percentagem de impurezas, 8.5% de quartzo, feldspato e mica) e da rocha de Sta Rita.

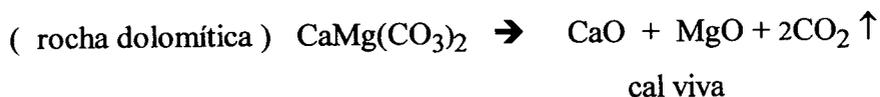
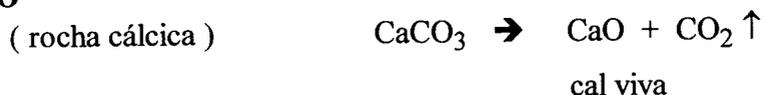
Ambas as amostras analisadas de calcário que após a cozedura dá a cal preta são constituídos por dolomite. O calcário de Montes Claros, bastante rico em dolomite, 94.62% não difere muito do calcário de Santa Rita que apresenta um valor de 95.80% deste composto. A amostra recolhida na Aroeira, embora seja um calcário que após a cozedura dá a cal branca, também na sua constituição contém essencialmente $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ com uma percentagem ligeiramente inferior às restantes rochas dolomíticas, 92.00%.

2.2 A constituição da cal

A cal provém da calcinação dos calcários ou dos mármore⁴³ a temperaturas elevadas. Estas rochas sedimentares podem ser ricas em carbonato de cálcio, CaCO_3 - rochas cálcicas ou além do carbonato de cálcio incluem a dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, na sua composição- rochas dolomíticas.

Na presença de temperaturas elevadas o carbonato de cálcio, decompõe-se em dióxido de carbono, CO_2 , que é libertado para o ar e em óxido de cálcio, CaO . A aparência da rocha e do produto que se obtém após a sua calcinação não são muito diferentes, embora as suas características se transformem por completo.

CALCINAÇÃO



A temperatura de decomposição pode variar entre valores aproximados de 800°C a 1000°C . Na primeira fase do processo a rocha liberta a água que contém e a partir de determinada temperatura é que se inicia a decomposição do carbonato de cálcio. Quando o material não é puro a temperatura a que se dá a decomposição do carbonato de cálcio pode ser mais baixa.

O processo de decomposição da rocha dolomítica é idêntico ao da rocha cálcica, mas a temperatura a que se verifica o processo é bastante inferior, podendo variar entre os valores de 400°C a 480°C .

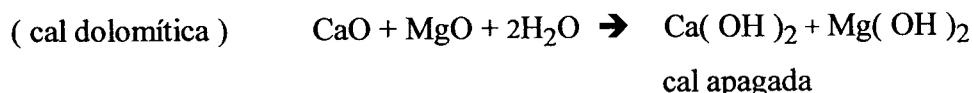
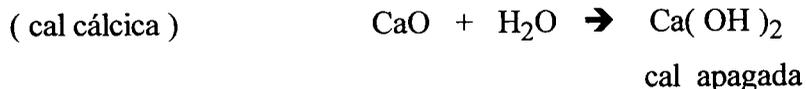
A presença de minerais associados e óxidos, os graus de cristalização e a própria granulometria do calcário determinam fenómenos de dissociação diferentes.⁴⁴

A cal viva é um produto muito instável, pelo que, precisa de ser hidratada. Em presença da água, H_2O , o óxido de cálcio, CaO e o óxido de magnésio, MgO , transformam-se em hidróxido de cálcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e hidróxido de magnésio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, respectivamente. Este contacto com a água faz aumentar o seu volume e processa-se uma desagregação com efervescência, desenvolvendo vapores caústicos.

⁴³« pedras, com maior ou menor percentagem de carbonato de cálcio, susceptíveis de adquirirem polimento e aspecto decorativo. », *Op. Cit- Materiais de Construção*, p. 257.

⁴⁴*Op. Cit- Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, p.181.

HIDRATAÇÃO



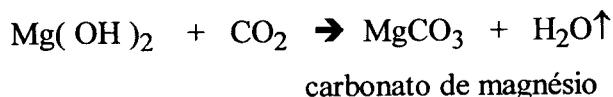
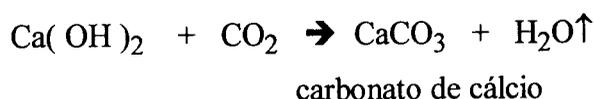
O produto resultante desta reacção, cal apagada ou hidratada, é um produto sólido de cor branca (cal branca) ou de cor mais escura (cal preta).

A cal preta hidrata numa forma mais lenta do que a cal branca, que se começa a desagregar quase imediatamente após se lhe adicionar água.

A cal hidratada, por recarbonatação, reconstitui a pedra de que é proveniente. As argamassas tradicionais são o resultado da mistura do hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 , nas cal cálcicas e do hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 e hidróxido de magnésio, Mg(OH)_2 , nas cal dolomíticas, com a areia. O endurecimento dá-se quando o hidróxido de cálcio e o hidróxido de magnésio absorvem o dióxido de carbono da atmosfera, reagindo e transformando-se em carbonato de cálcio e carbonato de magnésio.

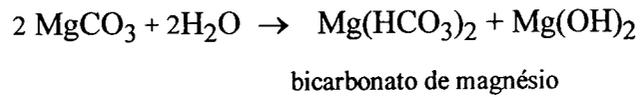
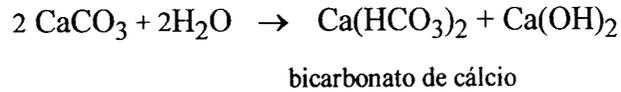
A reconstituição do carbonato de cálcio é uma reacção mais rápida do que a reconstituição do carbonato de magnésio.

CARBONATAÇÃO



A cal apagada endurece lentamente ao ar, constituindo um aglomerante. Este ligante aéreo endurece com a libertação da água, o que provoca um mau comportamento do material quando em contacto com ela.

O carbonato de cálcio e o carbonato de magnésio resultantes desta reacção têm uma génese diferente da rocha original e em presença da água transformam-se em bicarbonato de cálcio e bicarbonato de magnésio, respectivamente, que são solúveis na água.



Estas reacções acontecem se a presença da água for muito intensa e constante, caso de revestimentos que estejam praticamente imersos em água ou com ciclos de molhagem muito superiores aos de secagem.⁴⁵ Quando essas condições se alteram, novamente o hidróxido de cálcio e de magnésio absorvem o dióxido de carbono da atmosfera dando-se a recarbonatação.

⁴⁵Informação prestada pelo Eng^o Santos Silva do Núcleo de Química do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

CAPÍTULO III- UTILIZAÇÃO

3.1 Os revestimentos de paredes exteriores no nosso século

3.1.1 Aspectos gerais das consultas efectuadas

A evolução do tipo de argamassas utilizadas na construção varia muito com o país, região ou local onde são aplicadas. As proporções de uma argamassa dependem do tipo de paramento, dos materiais que se utilizam e até mesmo das condições atmosféricas na altura em que estão a ser colocadas. Paramentos mais porosos, caso das alvenarias de terra e pedra ou taipa, absorvem uma percentagem de água da argamassa logo que esta é aplicada, acelerando o processo de carbonatação da cal, o que origina o endurecimento mais rápido do revestimento.

A pesquisa efectuada para determinar as alterações nos traços das argamassas no nosso século centrou-se numa primeira fase na consulta de processos na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, na Câmara Municipal de Évora e na Câmara Municipal de Beja. Na pesquisa efectuada na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul apenas se encontraram referências ao tipo de argamassas de revestimento a partir dos anos 50, embora se tenham consultado processos desde os anos 30. Na Câmara Municipal de Beja apenas foram consultados processos a partir dos anos 30 dado que o incêndio ocorrido no edifício no ano de 1941 destruiu grande parte dos arquivos do Município.

Naturalmente que há uma grande disparidade entre o número de processos consultados e aqueles que puderam ser aproveitados, já que a maior parte dos projectos não define o tipo de argamassas de revestimento a aplicar em paredes exteriores. Encontra-se muitas vezes definida a argamassa de assentamento das alvenarias e apenas a referência geral ao facto de as paredes serem rebocadas, guarnecidas, sem a indicação dos traços a utilizar. Ainda mais raramente se encontraram caracterizados os materiais constituintes destas argamassas.

Além destas consultas fez-se um trabalho de campo que consistiu em inquirir junto de pedreiros que tenham trabalhado com argamassas tradicionais de cal e areia. Também aqui houve uma selecção das pessoas inquiridas porque muitos pedreiros têm conhecimento do uso desse tipo de argamassas mas não as utilizaram.

A pesquisa bibliográfica permitiu conhecer alguns aspectos das argamassas utilizadas em determinadas épocas.

3.1.2 Pesquisa em arquivos

Considerou-se útil alargar um pouco o âmbito do trabalho e pesquisar não só a composição dos revestimentos de paredes exteriores, como também o tipo de alvenarias e acabamentos empregues. Na decisão a tomar sobre o tipo de argamassa a ser empregue torna-se essencial garantir a compatibilidade dos materiais e o comportamento desta depende do tipo de suporte existente, podendo ser alterado conforme o acabamento utilizado.

A pesquisa em arquivos efectuada englobou não só a consulta de processos referentes a obras de reabilitação, como também, a obras de construções novas.

No Quadro VIII apresenta-se um resumo dos traços encontrados na pesquisa efectuada nos arquivos.

Por forma a ter-se uma leitura mais simplificada do quadro VIII são apresentados nas figuras 25 a 28 gráficos de barras que nos dão uma ideia da evolução do tipo de argamassas utilizadas no Alentejo, no nosso século.

QUADRO VIII

Resumo dos traços encontrados para o revestimento de paredes exteriores na pesquisa dos arquivos

	ant1900 até1910	de 1910 até1920	de 1920 até1930	de 1930 até1940	de 1940 até1950	de1950 até1960	de 1960 até1970	de 1970 até1980	de 1980 até1990	de 1990 até1997
DREMS						1ci:1ca:6a (1) 1ci:3a (2) 1ci:2a (1)	1ci:1ca:6a (8) 1ci:3a (1)	1ci:1ca:4a (6) 1ci:1ca:6a (6)	1ci:2ca:8a (1) 1ci:1ca:6a (2)	9ca:12a (1) 2ch:1ca:9a (1) 1ch:3a (1) 1.5ca:3a +1 pá ch + 1/3 pá ci (1)
Nº de ref.						4	9	12	3	4
CME	1ca:2a (1)	1ca:2a (1)			1ca:2a (1) 2ca:5a (1) 1ca:3a (3)	1ci:1ca:6a (2)	1ci:1ca:6a (5) 1ci:1ca:4a (1) 1ci:5a (2) 1ci:4a (2) 1ci:3a (1)	1ci:1ca:6a (2) 1ci:1ca:5a (1) 1ci:5a (2)	1ci:5ch: 15a (1) 1ci:4a (1)	
Nº de ref.	1	1			5	2	11	5	2	
CMB				1ca:2a (5) 1ca:3a (1) 1ci:3ca:5a (1)	1ca:2a (5) 1ci:1ca:6a (1)	1ca:2a (1) 1ca:3a (6) 1ci:1ca:4a (1) 1ci:1ca:6a (2) 1ci:3ca:6a (1) 1ci:4a (1)	1ca:3a (7) 2ca:5a (1) 1ci:3ca:8a (1) 1ci:1ca:7a (1) 1ci:1ca:6a (2) 1ci:1ca:6a (2) 1ci:5a (2) 1ci:3a (1)	1ca:3a (3) 1ci:1ca:4a (1) 1ci:7a (1) 1ci:6a (1) 1ci:4a (11)	1ci:5 a (3) 1ci:4a (3)	1ci:1ca:6a (2) 1ci:2ca:5a (1) 1ci:1ca:4a (1) 1ci:1ch:3a (1) 3ci:1ca:8a (1) ¾ci: 3/4ch:16a (1) 1ci:5a (1) 1ci:4a (5) 1ci:3a (1)
Nº de ref.				7	6	12	15	17	6	14
Nº total de ref.	1	1		7	11	18	32	36	13	18

ci- cimento, ca- cal aérea, ch- cal hidráulica, a- areia

() - Número de referências encontradas de cada traço

Número aproximado de processos consultados: DREMS- 10, CME-103, CMB-783

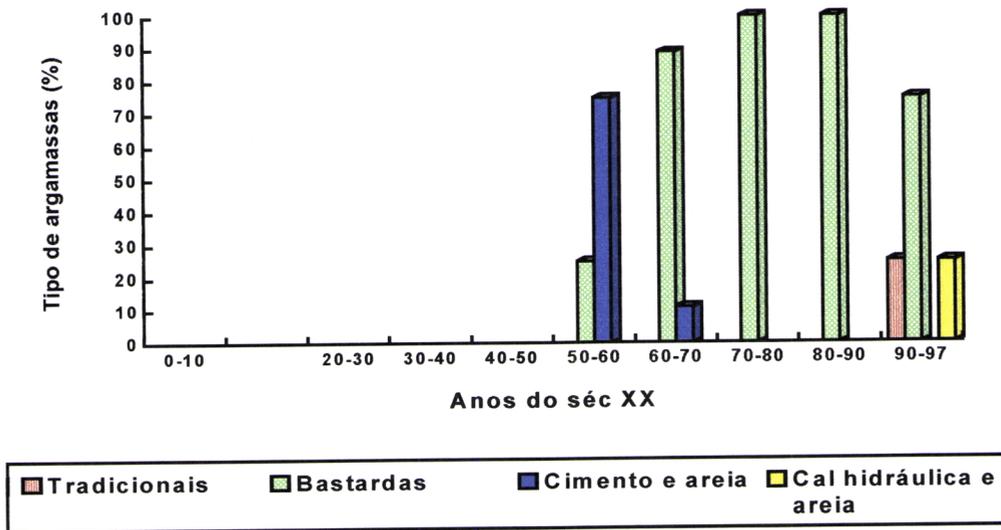


Fig. 25- Gráfico ilustrativo do uso das argamassas tradicionais no nosso século (consultas na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul).

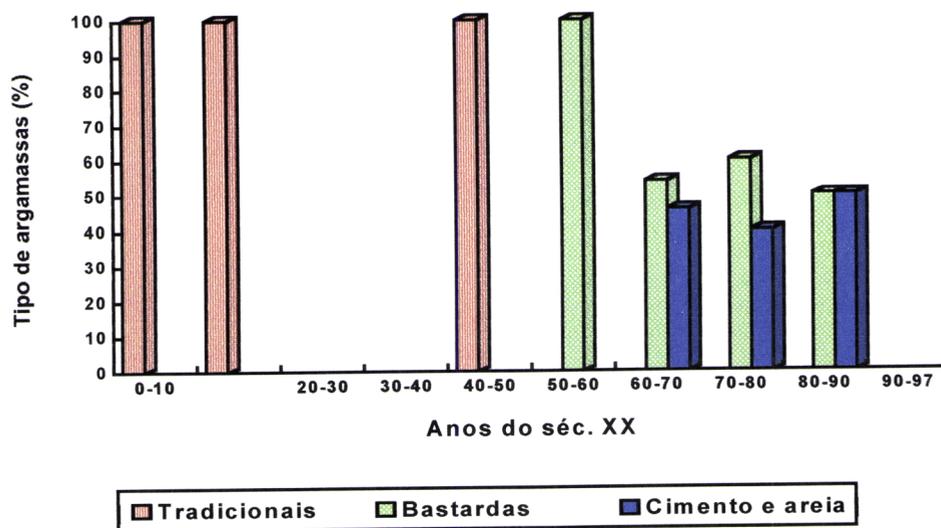


Fig. 26- Gráfico ilustrativo do uso das argamassas tradicionais no nosso século (consultas na Câmara Municipal de Évora).

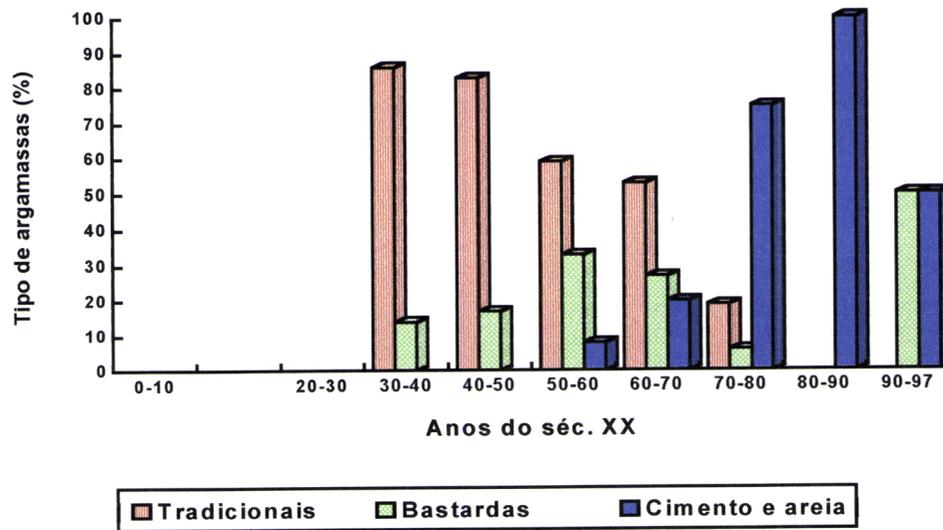


Fig. 27- Gráfico ilustrativo do uso das argamassas tradicionais no nosso século (consultas na Câmara Municipal de Beja).

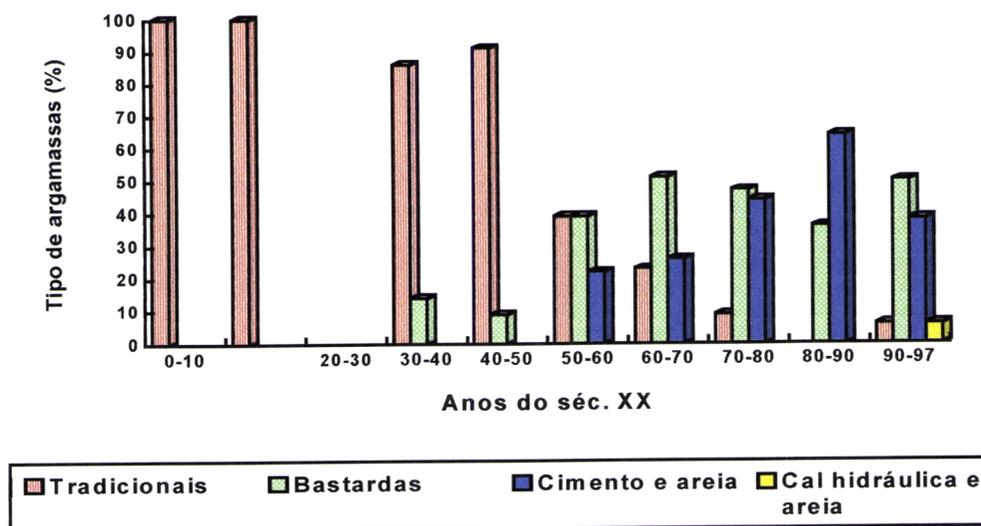


Fig. 28- Gráfico síntese sobre a pesquisa efectuada em arquivos relativamente ao uso das argamassas tradicionais no nosso século.

Nas consultas efectuadas na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul (veja-se anexo III) encontram-se essencialmente argamassas de revestimento para conservação de alvenarias de edifícios existentes e obras de consolidação e restauro de panos de muralha.

Os revestimentos para reparação dos paramentos exteriores nos anos 50 e 60 são constituídos na generalidade pelo emboço⁴⁶, reboco⁴⁷ e guarnecimento⁴⁸ a massa fina de areia ou caiação. Nos anos 50 as argamassas são maioritariamente de cimento e areia e nos anos 60 há uma diminuição no uso deste tipo de argamassas e passam a ser mais utilizadas as bastardas. A partir dos anos 50 as alvenarias de pedra, alvenaria hidráulica em elevação, de panos de muralha são assentes com argamassas de cimento e areia.

Nos anos 70 a 80 embora as argamassas de cimento e areia tenham larga utilização nos trabalhos de construção civil, verifica-se que para os revestimentos, no emboço e reboco, se mantém o uso das argamassas bastardas.

Nos anos 90 regista-se uma tendência, embora ligeira, para regressar ao uso de argamassas tradicionais. Tem-se utilizado também argamassas de cal hidráulica e areia. Nos anos 80 e 90 na alvenaria hidráulica em elevação em panos de muralha já se empregam argamassas bastardas e no refechamento de juntas já se encontram referenciadas além das bastardas as argamassas tradicionais de cal e areia.

Nas argamassas bastardas empregues há uma evolução no sentido da utilização de traços mais fracos em ligante tanto nas argamassas de ligação como nas de revestimento.

Na generalidade dos processos consultados o acabamento final do revestimento é a caiação ou o guarnecimento. No caderno de encargos consultado na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul datado de 1951 que se encontrou junto ao processo das obras do Convento dos Lóios, indica-se que « os guarnecimentos a branco serão feitos com duas camadas de cal, sendo a primeira de cal derregada, amassada com a areia branca fina, e a segunda de cal branca em pasta (cal alva), que só se aplica quando a primeira estiver muito bem sêca. Nos guarnecimentos a côr, esta será misturada intimamente com a cal da segunda camada, de modo a obter-se um tom uniforme ».

Nos anos 90 além da cal branca na caiação também se tem utilizado a cal preta, caso por exemplo da obra realizada no Palácio de Ficalho de Serpa onde se pretendia que os paramentos ficassem com uma cor ligeiramente mais escura.

⁴⁶O emboço é a primeira camada do revestimento. Nas alvenarias mais recentes em que os paramentos são muito lisos, normalmente, é precedido de um salpisco de argamassa mais forte para garantir a sua aderência. Com a camada do emboço procuram-se colmatar os defeitos dos paramentos tornando-os mais regulares.

⁴⁷O reboco poderá ser constituído apenas por uma camada mas em alvenarias antigas, com paredes de grandes espessuras, normalmente é formado no mínimo por duas camadas.

⁴⁸O guarnecimento é uma camada de acabamento formada por cal e areia fina. Poderá constituir a camada final do revestimento, no entanto, o edifício pode ainda ser pintado ou caiado.

As consultas efectuadas na Câmara Municipal de Évora estão expressas no anexo IV.

Até aos anos 50 encontram-se referências à construção de paramentos em alvenaria de tijolo maciço assente e revestida com argamassa de cal e areia. Os traços empregues são na proporção de 1 cal : 2 areia ou 1 cal : 3 areia. Nos revestimentos apenas se encontraram referências a argamassas de cal e areia, sendo os traços mais indicados de 1 cal : 2 areia ou 1 cal : 3 areia. Normalmente vem indicado que as paredes são caiadas ou guarnecidas. À cal adicionavam-se outros materiais com funções de fixadores como o sebo ou óleo de linhaça e com funções de impermeabilizadores das paredes, encontram-se referências ao uso de “Cerisit” ou “Diatomite”.

A partir dos anos 50, nas obras consultados, apenas estão indicadas as argamassas bastardas, ao traço de 1 cimento : 1 cal : 6 areia.

Nos anos 60 a maior parte da construção já é em alvenaria de tijolo furado assente com argamassas de cimento e areia ou bastardas. Nos rebocos mantem-se o uso das argamassas bastardas e passam a utilizar-se muito as argamassas de cimento e areia, os traços empregues são muito variáveis, mas nas bastardas encontra-se muito referenciado o traço de 1 cimento : 1 cal : 6 areia. Até aos anos 60 ainda se mantém o uso da cal, à qual se continuam a adicionar outros materiais com funções de fixadores ou de impermeabilizadores e do guarnecimento como revestimento final das paredes.

A partir dos anos 70, embora se mantenha o uso da cal na caiação, torna-se corrente a pintura a tinta de água.

Nos anos 70 a 80 mantêm-se o mesmo tipo de alvenaria e as argamassas empregues são de cimento e areia ou bastardas.

As consultas efectuadas na Câmara Municipal de Beja estão expostas duma forma sintética no anexo V.

Verificou-se na análise dos processos dos anos 30 e 40 que as paredes são preferencialmente construídas em alvenaria de tijolo (tijolo lambaz da região com dimensões variáveis, 0.32mx0.15mx0.08m ou 0.30mx0.16mx0.08m), com uma vez e meia de espessura (soma do comprimento com a largura de um tijolo), assente e rebocada com argamassa de cal e areia. Encontra-se também largamente referenciada a construção de alvenaria ordinária, com pedra e argamassa de cal e areia e também a alvenaria ordinária com pedra, tijolo burro e argamassa de cal e areia. As paredes são de grande espessura, 0.40m a 0.50m. As argamassas de revestimento utilizadas são preferencialmente de cal e areia ao traço 1:2.

Em zonas húmidas, tais como fossas sépticas, as argamassas de cimento já são utilizadas em quase todas as obras de que se consultaram os processos. O cimento ainda era pouco empregue e reservava-se o seu uso para zonas onde fosse essencial garantir a estanquidade da água.

Encontram-se neste período ainda construções novas a serem feitas em taipa. Estas paredes, que hoje praticamente não são recuperadas quando se procede a obras de ampliação ou modificação de habitações, neste período ainda eram preservadas em alguns casos.

Nos anos 50 a alvenaria de tijolo burro continua a ser empregue na construção de paredes, a argamassa de assentamento empregue tanto é a de cal e areia (1:3), como a de cimento e areia (1:5). Continua a manter-se a construção em alvenaria de pedra e argamassa que normalmente é de cal e areia (1:3), embora também se tenha encontrado referência à argamassa bastarda de cimento, cal e areia (1:1:8).

Nos anos 60 embora se continue a construir em alvenaria de pedra e tijolo é já largamente a construção de alvenarias em tijolo de fabrico industrial quem domina. Ainda se utiliza o tijolo maciço mas passa a ser comum o uso de tijolo furado sem caixa de ar, reduzindo-se a espessura das paredes para 0.30m. Ainda se encontrou na pesquisa a construção de um armazém em taipa cintada duas vezes a pedra a partir dos 2.00m de altura até perfazer os 3.84m de altura total do edifício. As argamassas de assentamento são quase exclusivamente de cimento e areia (1:5). Nos revestimentos o uso das argamassas tradicionais de cal e areia reduz-se aumentando conseqüentemente as argamassas de cimento e areia, mantendo-se o uso das argamassas bastardas. Os traços utilizados são muito variáveis, mas nas argamassas tradicionais há uma predominância no uso da dosagem de 1 cal : 3 areia.

Até aos anos 60 os guarnecimentos executados à base de argamassas de cal e areia são um acabamento muito comum. « Quando se quiere obter uma superficie lisa para caiar ou pintar, recorre-se ao guarnecimento a cal ...»,⁴⁹ os guarnecimentos podem ser aplicados em uma ou mais camadas e por vezes sugere-se a junção de certos aditivos tais como o sebo para melhorar as condições de impermeabilização.

Mas neste período, na maioria dos casos, o acabamento final das alvenarias é a caiação a branco ou com a junção de alguns pigmentos para dar cor. À cal, com a função de fixante e para aumentar a resistência às intempéries adicionavam-se alguns aditivos como o grude, o sebo, o óleo de linhaça ou ainda outros menos comuns como o alúmen ou o aloés (planta). Na maioria das consultas efectuadas a cal é aplicada com três demãos, tendo o cuidado de não se aplicar nenhuma sem que a precedente esteja bem seca.

Nos anos 70 torna-se comum a edificação de paredes em tijolo furado com caixa de ar, variando a espessura das paredes entre 0.25m e 0.30m. O tijolo é assente com argamassas de cimento e areia (1:5). Há uma redução considerável no uso das argamassas tradicionais e bastardas. Os rebocos passam a ser na maioria dos casos em cimento e areia com o traço (1:4), registando-se o uso de traços mais fracos 1 cimento : 7 areia ou 1

⁴⁹ SEGURADO, João Emílio dos Santos- *Acabamentos das Construções*, 3ª edição, Biblioteca de Instrução Profissional, Lisboa-Belo Horizonte, Livrarias Bertrand- Francisco Alves, s/d. p.145.
Não se procedeu a nenhuma alteração no texto transcrito.

cimento : 6 areia. Refere-se frequentemente a adição de produtos ao reboco para melhorar as características de impermeabilização.

O uso das tintas de água a partir desta época torna-se frequente. Curiosamente nas fachadas principais é utilizada a tinta plástica mas por vezes nas fachadas posterior ou laterais mantêm-se o uso da cal. Nas aldeias e montes a caição a branco ainda predomina.

Nos anos 80 mantem-se o tipo de construção em tijolo furado com caixa de ar, assente com argamassa de cimento e areia (1:4 ou 1:5). Nos revestimentos usam-se quase exclusivamente argamassas de cimento e areia, (1:4 ou 1:5). Os prédios nas zonas urbanas passam a ser quase todos pintados a tinta de água e alguns já com tinta de areia. Nas aldeias e montes mantem-se o uso da cal.

Nos finais dos anos 80 e anos 90, as alvenarias na caixa de ar passam a incluir materiais isolantes, tais como, o aglomerado negro de cortiça, o poliestireno expandido, etc e regista-se uma tendência para o recomeço da utilização de argamassas bastardas, executadas não só com cal aérea como também com cal hidráulica, mantendo-se no entanto o uso de revestimentos de cimento e areia.

Sobre a espessura dos rebocos, nas consultas efectuadas, poucas referências foram encontradas sabendo-se, naturalmente, que nos edificios antigos eram de dimensões superiores às empregues hoje. Muitas vezes as espessuras que os revestimentos dos edificios antigos apresentam estão relacionadas com o facto dos paramentos serem muito irregulares.

As tintas plásticas são as mais utilizadas nos acabamentos dos prédios da cidade não se tendo perdido o hábito de cair nas aldeias e montes.

O tipo de cal mais referida na pesquisa é proveniente de Vera Cruz e Trigaches.

3.1.3 Recolha oral

A recolha oral, que se revelou muito interessante e enriquecedora por vezes não deixa transparecer todo o saber das pessoas inquiridas porque não é fácil de o quantificar já que tem muito a ver com a sensibilidade de cada indivíduo.

Os traços medidos em volume que se registaram desta recolha, efectuada junto dos pedreiros e que se encontra expressa no anexo VI são variáveis entre:

2 (cal) : 3 (areia)

1 (cal) : 2 (areia)

1 (cal) : 3 (areia)

1 (cal) : 4 (areia)

1 (cal) : 5 (areia).

O traço mais indicado foi 1 (cal) : 4 (areia) . Mas julga-se que a informação que foi prestada já está influenciada pelo facto de hoje na construção se utilizar muito frequentemente este traço, mas com o cimento a substituir a cal.

É importante salientar que os próprios pedreiros indicam que o traço não era sempre o mesmo, sendo alterado conforme as areias e cais que eram utilizadas.

Nas argamassas de base a areia era mais grossa do que nas de acabamento, o traço podia ser o mesmo. No entanto há pedreiros que indicam um traço mais rico em ligante para a camada de base, por exemplo,

na camada de base 1 (cal) : 3 (areia grossa)

na camada de acabamento 1 (cal) : 4 (areia fina)

Quando o cimento se tornou mais frequente no mercado, anos 50-60, começou-se a juntar em pequenas quantidades às argamassas, mesmo áquelas que eram feitas com a cal viva em pedra dos fornos tradicionais, para ganharem presa mais rapidamente e terem maior resistência inicial. Obtêm-se, assim, as argamassas bastardas. Estas argamassas apresentam algumas vantagens comparativas e o cimento confere à argamassa alguma hidraulicidade e acelera o seu processo de endurecimento. As quantidades de cimento a adicionar são variáveis e, segundo os registos obtidos expressos no anexo VI, são aconselhados os seguintes traços medidos em volume:

2 (cal) : 3 (areia) com uma pá de cimento

1 (cal) : 3 (areia) com meio balde mal cheio de cimento

1 (cal) : 7 (areia) juntava-se em 5 carrinhos de massa 1 balde de cimento

½ balde de cimento : 1 balde de cal : 6 baldes de areia

½ balde de cimento : 1 balde de cal hidráulica : 6 baldes de areia .

No entanto, cedo o uso da cal foi preterido e passaram-se a aplicar quase exclusivamente argamassas de cimento. Embora se mantenha uma opinião generalizada que as argamassas tradicionais eram mais “macias”, “davam um melhor trabalho”, apresentavam um melhor aspecto, além de “racharem” menos ou não “abrirem” tanto.

As principais razões que os pedreiros inquiridos apontam para a cal em pedra proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada para os acabamentos dos paramentos estão relacionadas com o tempo que demora a preparação da argamassa, não só pelo facto de a cal ter que ser extinta em obra mas também porque as argamassas só de cal se pegam às paredes da betoneira exigindo maior atenção na sua execução. A amassadura manual já não é viável nos dias de hoje pelo tempo que demora a sua preparação. Diz Furlan Vinicio a propósito que « o pedreiro actualmente tem a tendência para considerar o uso das argamassas de cal como uma técnica antiquada, incompatível com os métodos de trabalho modernos ... »⁵⁰

Há quem refira que as cais hoje comercializadas já extintas em saco não conferem a resistência necessária para a utilização em argamassas e também é indicada a escassez da cal preta, que seria a mais apropriada para os revestimentos. A maior parte dos pedreiros inquiridos desconhece mesmo que ainda há quem fabrique a cal preta, em Montes Claros. Naturalmente que esta produção é muito reduzida e não poderia dar resposta a uma procura muito intensa.

No entanto, recentemente tem havido um ressurgimento na procura da cal aérea extinta e da cal hidráulica em pó que são comercializadas em sacos, mas apenas para a utilização em argamassas bastardas. O uso da cal como único ligante nas argamassas é muito pouco usual nos nossos dias.

⁵⁰VINICIO, Furlan- *Experiences pratiques avec des crepis à base de chaux*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981. p.10.

3.1.4 Alguns aspectos mais significativos da pesquisa bibliográfica

Foram os autores antigos e principalmente Vitrúvio que até ao séc. XIX nos deixaram o maior legado sobre o modo de execução das argamassas.⁵¹

As principais composições indicadas por Vitruvius são as seguintes:⁵²

1 volume de cal : 3 volumes de areia de areeiro

1 volume de cal : 2 volumes de areia de rio

1 volume de cal : 2 volumes de areia de rio : 1 volume de fragmentos de telha

1 volume de cal : 2 volumes de pozolana

(obras marítimas)

Experiências recentes efectuadas com argamassas tradicionais em Veneza,⁵³ após a recolha de vinte e uma amostras em edifícios históricos construídos entre o séc. XIV e o séc. XVIII revelaram características similares nas misturas e uma proporção de ligante e agregado que se aproximou da relação 1:3.

Diz-nos Marja Ivars que argamassas antigas têm vindo a ser testadas e se encontra na sua composição uma maior percentagem de ligante do que é habitual utilizar hoje,⁵⁴ com traços variáveis entre 1:1/2, 1:1 ou 1:2. No entanto, segundo a mesma autora, o traço mais comum antes da utilização do cimento era de 1 cal : 3 areia.

A descoberta do cimento alterou os processos de construção e os rebocos passaram a incluir este ligante na sua composição. Contudo, a sua utilização de forma corrente deu-se em épocas diferentes consoante os países.

Nos Estados Unidos o uso do cimento tornou-se corrente em finais do séc. XIX.⁵⁵ No entanto, devido a problemas de fissuras generalizadas e fendas encontradas nos revestimentos com argamassas de cimento em diversos edifícios, por volta dos anos 30, deu-se uma viragem no tipo de argamassas empregues que passaram a ter cal na sua composição (1 cimento: 1 cal: 6 areia ou 1 cimento: 2 cal: 9 areia) tornando-as mais plásticas. A indústria dos cimentos lançou posteriormente, produtos no mercado próprios para a alvenaria em que ao cimento se adiciona previamente alguma percentagem de cal.

⁵¹FRIZOT, Michel- *Le mortier romain. Mystère ou savoir faire?*, in « Dossiers de l' Archeologie », n° 25, (Nov.-Dec. 1977). p.60-63.

⁵²Op. Cit- *La Construction Romaine, Matériaux et Techniques*, p.78.

⁵³BAKOLAS, A. et. al.- *Thermo analytical research on traditional mortars in Venice*, in « 6th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry », Grado, 1994. p.826.

⁵⁴IVARS, Marja- *Lime, lime mortars and lime colours*, in « Building Conservation 88 Symposium », Helsinki, Finnish Nacional Comission for Unesco, 1988. p.204.

⁵⁵BOYTON, Robert S.- *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, 2ªedição, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, John Wiley & Sons, Inc., 1980. p.444.

Em França, após serem conhecidos os trabalhos de Vicat, o ligante mais utilizado em rebocos passou a ser a cal hidráulica,⁵⁶ proveniente de calcários impuros com maior ou menor percentagem de argila.

Em Portugal a descoberta do cimento não teve repercussões imediatas no revestimento de paredes, que continuaram, na maioria dos casos, a ser executadas conforme a tradição. No Alentejo, a partir dos anos 60 o uso de argamassas de cimento generalizou-se, tendo aumentado progressivamente até ao final dos anos 80. Nos anos 90 tem-se verificado uma tendência para o uso de argamassas bastardas, tanto em construções novas como em obras de recuperação.

⁵⁶LEDUC, E.; CHENU, G.- *Chaux, Ciments, Plâtres*, Paris-Liège, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1912. p.2.

3.2 A utilização da cal nos nossos dias

A cal de fabrico industrial faz uma grande concorrência à cal de fabrico artesanal pela maior facilidade na sua aplicação e custo. Acresce ainda a facilidade de transporte e armazenamento como tal pratica-se um preço muito competitivo, praticamente sem concorrência. No quadro IX são apresentados os preços que se praticam actualmente nos fornos visitados.

QUADRO IX
Custo aproximado de uma arroba de cal, preços do ano de 1997

Forno	Alcanede cal em pedra	Alcanede cal em pó	Montes Claros cal branca em pedra	Montes Claros cal preta em pedra	Moura cal em pedra	Trigaches forno 1 e forno 2 cal em pedra	Santa Rita cal em pedra
Tipo de produção	tradicional	industrial	tradicional	tradicional	tradicional	tradicional	tradicional
Custo (escudos)	265\$00	360\$00	750\$00	265\$00	1 000\$00	500\$00	900\$00

Também há uma grande concorrência por parte de outros países da Europa aos produtos de fabrico tradicional e começam a aparecer no mercado nacional argamassas já feitas às quais basta adicionar água para serem aplicadas. Toda esta simplicidade no uso dos produtos novos leva a que o processo artesanal seja progressivamente posto de lado.

Naturalmente que poderá haver vantagens na utilização de produtos pré-doseados, desde que estes tenham sido estudados previamente e se venha a verificar a sua adequação ao nosso tipo de construção. Tal como foi referido no Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios⁵⁷ por vezes as especificações técnicas que se propõem no projecto para a composição de uma argamassa são alteradas em obra pelos executores que não controlam com rigor o traço proposto nem as quantidades de água a adicionar. Este facto pôde-se constatar visitando algumas obras.

Neste aspecto temos que evoluir e não deixar que a constituição das argamassas fique ao critério de quem executa a obra, até porque há muitos pedreiros que desconhecem as tecnologias tradicionais.

Hoje, a cal mais comercializada é de fabrico industrial e apresenta-se sob a forma de pó (cal hidratada e cal viva micronizada) ou de pasta (cal hidratada - pó + água), que tem a propriedade de endurecer lentamente ao ar. O endurecimento ao ar é muito lento e é

⁵⁷Op.Cit- Argamassas de revestimento na reabilitação do património urbano. p.205.

devido à evaporação da água da pasta e a uma carbonatação por absorção do anidrido carbónico do ar formando-se o carbonato de cálcio. Por vezes, nestes revestimentos juntam-se aditivos como o gesso ou o cimento, para obter presa mais rápida.

A opinião dos responsáveis pela produção nos fornos de Alcanede, que fabricam cal do tipo artesanal e industrial, é que o processo artesanal de produção da cal tem tendência a desaparecer. Este processo não é economicamente tão compensatório porque exige maior quantidade de mão de obra, a produção demora mais tempo e é menor a quantidade produzida. Acontecem também muitos imprevistos e por vezes chega-se a perder uma fornada de cal devido a desmoronamentos. Os fornos artesanais que ainda laboram produzem essencialmente a cal branca. Uma das razões deve-se ao facto de este tipo de cal ainda ter bastante procura para as caiações e porque o preço de venda desta cal é superior ao da cal preta. Em Montes Claros o produtor afirma continuar ainda a fabricar a cal preta porque aproveita as zonas que apanham menos calor durante a cozedura (primeira camada junto às paredes do forno) para colocar a pedra que lhe dá origem. Uma fornada só de cal preta não seria rentável.

Se analisarmos o custo por m² de revestimento utilizando vários tipos de argamassas verificamos que do ponto de vista económico há vantagens em utilizar misturas de cal e areia ou de juntar cal às misturas de cimento e areia.

O tempo de demora na execução e aplicação de cada traço foi um dado retirado das observações em obra. Os preços de cada material foram obtidos num fornecedor.

Para cada tipo de argamassa é calculado seguidamente o custo por m³ e o custo da aplicação de 1m² de emboço e reboco com a espessura final de 0.03m.

custo de 1m³ de argamassa de cimento e areia ao traço 1:4

cimento- 259 Kg	20\$00 / Kg	5 180\$00
areia- 1.0 m ³	3 500\$00 / m ³	3 500\$00
água- 260 l	0\$17 / l	44\$00
servente- 4h	815\$00 / h	3 260\$00
2% quebras		174\$00
27% encargos sociais		880\$00
10 % administração		326\$00

		13 364\$00

custo de 1m² de emboço e reboco com a espessura final de 0.03m, com argamassa de cimento e areia ao traço 1:4

argamassa- 0.03 m ³	13 364\$00 / m ³	400\$00
água- 2.0 l	0\$17 / l	0\$34
pedreiro- 1h	925 \$ 00 / h	925\$00
servente- 1h	815 \$ 00 / h	815\$00
27% encargos sociais		470\$00
10 % administração		174\$00

		2 784\$00

custo de 1m³ de argamassa de cal em pó e areia ao traço 1:3

cal- 189 Kg	24\$00 / Kg	4 536\$00
areia- 1.0 m ³	3 500\$00 / m ³	3 500\$00
água- 200 l	0\$17 / l	34\$00
servente- 4,5 h	815\$00	3 667\$50
2% quebras		161\$00
27% encargos sociais		990\$00
10 % administração		366\$75

		13 255\$00

custo de 1m² de emboço e reboco com a espessura final de 0.03m, com argamassa de cal em pó e areia ao traço 1:3

argamassa- 0.03 m ³	13 255\$00 / m ³	398\$00
água- 1.0 l	0\$17 / l	0\$17
pedreiro- 0.75h	925\$00 / h	693\$75
servente- 0.75h	815\$00 / h	611\$25
27% encargos sociais		352\$35
10 % administração		130\$50

		2 186\$00

custo de 1m³ de argamassa bastarda ao traço 1cal:6areia

cimento- 173 Kg	20\$00 / Kg	3 460\$00
cal- 96 Kg	24\$00 / Kg	2 304\$00
areia- 0.980 m ³	3 500\$00 / m ³	3 500\$00
água- 200 l	0\$17 / l	34\$00
servente- 4.5 h	815\$00 / h	3 667\$50
2% quebras		186\$00
27% encargos sociais		990\$00
10 % administração		367\$00

		14 508 \$ 50

custo de 1m² de emboço e reboco com a espessura final de 0.03m, com argamassa bastarda ao traço 1cimento:1cal:6areia

argamassa- 0.03 m ³	14 508\$50 / m ³	435\$00
água- 1.5 l	0\$17 / l	0\$26
pedreiro- 0.75h	925\$00 / h	694\$00
servente- 0.75h	815\$00 / h	611\$00
27% encargos sociais		352\$00
10 % administração		131\$00

		2 223\$00

A cal aérea produzida industrialmente não é destinada exclusivamente à construção, há outro grande comprador da cal que é a indústria. Em Alcanede, por exemplo, na fábrica visitada cerca de 70 % da produção já se destina exclusivamente para a indústria, para o uso em estações de tratamento de águas residuais, refinarias, química, siderurgia, celulose, etc.

A cal tem ainda larga aplicação na agricultura como fertilizante de solos ácidos e argilosos.

O leite de cal, suspensão em água de cal gorda, é um produto relativamente barato, muito empregue na caiação de muros e paredes no Alentejo, tem no entanto a desvantagem de ser pouco durável comparativamente às tintas hoje existentes no mercado, exigindo que as caiações se façam pelo menos de dois em dois anos. O trabalho na construção civil não está vocacionado para o uso da cal como revestimento final, no entanto, no Alentejo as tintas ainda não conseguiram substituir totalmente o uso da cal e esta continua a ser comercializada essencialmente para esse fim. A preferência de quem faz as caiações vai quase sempre para o produto artesanal.

CAPÍTULO IV- CONSTITUIÇÃO DAS ARGAMASSAS

4.1 A matéria-prima e as suas características

4.1.1 A cal

Na construção a cal produzida por processos tradicionais teve grande importância, não só na caiação mas também como constituinte fundamental das argamassas. A cal aérea era o único ligante que se adicionava nas argamassas. Nem todas as cais apresentam as mesmas características, estas dependem das rochas utilizadas e do próprio processo de fabrico. No mesmo forno e com rochas da mesma zona também se podem obter cais melhores do que outras já que as características dos maciços rochosos variam com o local. O facto das rochas sedimentares se encontrarem dispostas em estratos de espessuras variáveis determinam caracteres geológicos que se alteram com a profundidade. Por exemplo na zona de Trigaches as pedras mármore apresentam melhores características nas primeiras camadas a serem exploradas, enquanto na zona de Vila- Viçosa quanto mais profunda é a exploração melhor é a rocha obtida.

A matéria prima para obter a cal natural raramente provém dum calcário puro. Assim, outras substâncias fazem parte desta rocha, tais como, a argila, o magnésio, o ferro, e matérias orgânicas, que não são eliminadas na calcinação e passam a fazer parte integrante da cal viva. Estas impurezas alteram o comportamento das argamassas, a irregularidade de composição química, porque menos puras (mais hidráulicas), pode justificar o bom comportamento dos rebocos. As argamassas executadas com cais provenientes de fornos tradicionais que contenham mais impurezas e uma percentagem significativa de argila podem originar pastas francamente hidráulicas já com alguma capacidade para criar presa em presença da água, o que poderá ser uma característica essencial em certos trabalhos de construção civil.

Quem “dita as regras do mercado” em relação ao produto final pretendido é a indústria e não a construção civil, pelo que, um dos objectivos principais é conseguir uma cal o mais pura possível. Assim, a escolha recai sobre rochas que contenham o mínimo de impurezas possível e uma elevada percentagem de carbonato de cálcio.

Segundo os registos obtidos, veja-se anexo VI, o ligante que se utilizava nas argamassas tanto era sob a forma de cal viva em pedra que se extinguiu conjuntamente com a areia, como previamente extinta em pó sendo posteriormente adicionada à areia. No entanto a cal em pasta também foi certamente utilizada porque vem mencionada na bibliografia consultada e encontrou-se indicada em alguns processos de obras. A cal preta foi largamente referenciada, nas entrevistas constantes no anexo VI, para o uso em

argamassas de revestimento, indicando alguns dos pedreiros inquiridos que a cal branca era mais utilizada em estuques e caiações.

A proveniência da cal utilizada era essencialmente da região do Alentejo: Trigaches, Viana do Alentejo, Alvito, Vera Cruz, Bencatel, Borba, são alguns dos locais referidos na recolha oral.

Nos processos de obras consultados, vejam-se os anexos III, IV e V, raramente se refere o tipo de cal utilizada, branca ou preta e a sua proveniência. No entanto, em algumas das consultas efectuadas essas características dos materiais utilizados vêm referidas, pelo que, se passam a descrever:

no processo de construção de 4 moradias no Largo da Barreira em Beja, datado de 1934, vem expresso que a cal utilizada na obra é a cal branca « excepto aquela a empregar nas alvenarias que poderá ser da conhecida na região, com a designação de cal preta;

no processo de construção de um prédio de habitação na rua projectada no Largo da Feira, em Beja, datado de 1956, vem expresso que as argamassas devem ser executadas com cal de Vera Cruz;

no processo de construção de um edifício de habitação na rua projectada à rua Diogo Gouveia lote 42 em Beja, datado de 1960, é indicado que as paredes serão emboçadas e rebocadas com cal de Vera Cruz;

no processo de construção de um edifício de habitação na rua do Estado da Índia N°7, em Beja, datado de 1961, é indicado que as paredes serão emboçadas e rebocadas com cal de Vera Cruz;

no processo de construção do edifício destinado a sede da Junta de Freguesia, Posto da Guarda Nacional Republicana e habitação do comandante, em Baleizão, datado de 1962, a proveniência dos materiais vem definida sendo indicado que deverá ser utilizada a cal de Trigaches;

no processo de construção de um prédio de habitação no Ferragial de Sta. Maria, em Beja, datado de 1962, vem definido que a argamassa deve ser executada com cal de Vera Cruz;

no processo de reconstrução de um armazém na rua do Arco da Gaviôa em Beja, datado de 1963, onde se indica que a proveniência da cal a utilizar que deverá ser de Vera Cruz;

no processo de ampliação de um prédio no bairro do Chafariz D' El Rei, em Évora, datado de 1965, define-se que as cais a utilizar na obra é a cal branca em pedra e a cal de obra em pó, não explicitando, no entanto, onde é utilizada uma e outra;

no processo de construção de um posto da G.N.R. na Vendinha, datado de 1968, é indicado que deverá ser utilizada a cal branca em pedra e cal de obra em pó, não vindo explícito quando deverá ser utilizada uma e outra;

no processo de adaptação de um prédio a sede da Junta de Freguesia da Vendinha, datado de 1968, é indicado que se deverá utilizar cal branca em pedra;

no processo de construção de um prédio de habitação na actual rua General Humberto Delgado, em Beja, datado de 1960, vem expresso que a cal a empregar nas argamassas é de Vera Cruz;

no processo de construção de um prédio de habitação no gaveto da rua S. Tomé e Príncipe e rua de Macau, em Beja, datado de 1971, é indicado que a cal a utilizar nas argamassas deve ser de Vera Cruz.

Da presente descrição, pode-se concluir que nas obras consultadas em Évora não se encontrou mencionada a proveniência da cal, sendo referido por vezes ser cal de obra ou cal branca; nas obras consultadas em Beja há algumas descrições que referem que a cal provém de Vera Cruz e mais raramente, de Trigaches e encontrou-se apenas uma referência à cal preta.

O combustível utilizado na cozedura do calcário pode alterar as características da cal. Em muitos dos processos e bibliografia consultados há uma preocupação expressa quanto à cozedura da cal, que esta tenha sido cozida com mato ou com lenha. No caderno de encargos consultado na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, datado de 1951, que faz parte das obras do Convento dos Lóios, apenas se admite a cal cozida a mato.

Com as primeiras amostras de cal viva analisadas do ponto de vista químico e mineralógico, cujos resultados estão apresentados no quadro X, pôde-se aferir pelos baixos valores de óxido de cálcio e elevada percentagem de hidróxido de cálcio que estas já estariam em fase avançada de hidratação, pelo que, foram repetidas as análises com outras amostras.

QUADRO X

Composição química e mineralógica de amostras de cais vivas (brancas), mal acondicionadas⁵⁸

		Montes Claros cal em pedra (cor branca)	Moura cal em pedra (cor branca)
Composição química (%)	P.R. perda ao rubro	21.61	18.12
	CaO óxido de cálcio	77.80	77.70
	SiO ₂ óxido de silício	0.63	1.18
	Al ₂ O ₃ óxido de alumínio	0.12	0.15
	Fe ₂ O ₃ óxido de ferro	0.16	0.24
	SO ₃ sulfatos ou enxofre	0.50	0.51
Composição mineralógica (%)	Ca(OH) ₂ hidróxido de cálcio	79.06	63.50
	CaCO ₃ carbonato de cálcio	4.32	4.43
	CaO óxido de cálcio	15.00	29.00
	Outros	2.00	3.00

As cais recolhidas para os ensaios nos diversos fornos tradicionais visitados foram inicialmente embrulhadas em papel e colocadas em sacos de plástico. Depois de se ter verificado que este procedimento não era correcto porque não era vedado o contacto da cal com o ar, passou-se a ter um maior cuidado no acondicionamento dos materiais recolhidos. Assim, estes passaram a ser colocados em dois sacos de plástico, vedados por um processo mecânico.

Este procedimento traduziu-se numa franca melhoria no acondicionamento das cais como se comprova pelo resultados expressos nos quadros XI, XII, XIII e XIV, embora se tenha verificado nalgumas amostras pequenas percentagens de hidróxido de cálcio ou de carbonato de cálcio.

No nosso país não há normas para o uso da cal na construção civil, por exemplo, na Suíça existe a norma SIA N° 215 que define, entre outras características obrigatórias,⁵⁹ que a cal viva deve conter no mínimo 85.00% de cal activa (CaO).

⁵⁸LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, boletim n° 949/95 de Agosto.

⁵⁹ALOU, F., FURLAN, V.- *Curso de materiais de construção*, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1989.

QUADRO XI

Composição química de amostras de cais vivas em pedra (cor branca)⁶⁰
(em % e normalizadas para 100 %)

	Alcanede 1ª amostra	Alcanede 2ª amostra	Montes Claros	Moura	Trigaches	Butoque	Sta Rita Aroeira ⁶¹
P.R. perda ao rubro	4.1	2.4	3.5	2.1	4.2	2.9	2.3
CaO cálcio	95.4	97.0	95.8	96.9	95.1	87.4	68.6
SiO ₂ silício	0.2	0.2	0.3	0.6	0.3	0.8	0.7
Al ₂ O ₃ alumínio	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.1	1.1
Fe ₂ O ₃ ferro	0.03	0.03	0.04	0.06	0.03	0.2	0.2
SO ₃ enxofre	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
MgO magnésio	-	-	-	-	-	7.3	26.8

Os calcários de Sta Rita e da Aroeira têm uma composição química distinta, já que o primeiro é constituído essencialmente por cálcio e o segundo tem na sua composição o cálcio e o magnésio, veja-se quadro IV. No entanto, depois de cozidas estas rochas é difícil distinguir a sua proveniência a não ser que se faça uma análise química. Assim, verificou-se que a amostra recolhida é uma cal dolomítica pelo que a sua proveniência é da Aroeira.

A composição química das amostras analisadas apresentam valores elevados de cálcio, à excepção da cal viva proveniente da zona da Aroeira que apresenta apenas o valor de 68.60 % de cálcio e na sua composição regista-se uma percentagem elevada de magnésio, 26.80 %.

A cal de Sta Rita cuja composição mineralógica da rocha que lhe dá origem (veja-se quadro VI) tinha revelado ser menos pura não foi analisada.

A cal viva de Butoque apresenta na sua composição química uma percentagem de magnésio, 7.30%, embora seja constituída essencialmente por cálcio, 87.40%.

⁶⁰LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA, Todos os resultados das amostras ensaiadas constam da Nota técnica Nº 47 / 96 de Outubro, à excepção da amostra de Trigaches cujo resultado se encontra na nota técnica Nº 51/97 de Maio.

⁶¹ Depois de cozidas as amostras é difícil distinguir a sua proveniência.

QUADRO XII

Composição química de amostras de cais vivas em pedra (cor preta) (em % e normalizadas para 100 %)

	Montes Claros ⁶²	Alvito ⁶³	Sta Rita ⁶⁴
P.R. perda ao rubro	1.40	34.40	7.50
CaO cálcio	66.40	58.00	48.00
SiO ₂ silício	1.20	2.00	3.70
Al ₂ O ₃ alumínio	1.00	1.00	2.90
Fe ₂ O ₃ ferro	2.30	0.50	0.80
SO ₃ enxofre	0.30	0.40	-
MgO magnésio	27.40	2.40	37.10
K ₂ O potássio	-	1.20	-

A elevada percentagem que se encontrou de perda ao rubro na amostra de Alvito pode dever-se ao facto do calcário não se ter decomposto na totalidade durante a cozedura ou a ter hidratado ou carbonatado após a sua cozedura.

Nas amostras analisadas verifica-se que a cal de Alcanede é a mais pura, os teores de silício, alumínio, ferro, enxofre e potássio são da ordem dos 0.60%. As cais de Montes Claros (cal branca), Moura e Trigaches embora provenientes de forno tradicional também são cais muito puras. A percentagem destas substâncias nas cais de Butoque e Sta Rita/Aroeira eleva-se a 2.00% e é nas chamadas cais pretas que se registaram valores mais elevados, 5.00%, 6.00% e 7.00% para as cais de Montes Claros, Alvito e Sta Rita, respectivamente.

As cais vivas de Montes Claros e de Sta Rita com que se obtém a chamada cal preta têm, tal como a cal viva da Aroeira, uma percentagem elevada de magnésio. A cal preta de Alvito é cálcica e tem uma pequena percentagem de magnésio.

Conforme indica Kai Uemoto « a cal é mais pura quanto menores forem os teores de residuo insolúvel e de óxidos de ferro e de alumínio. »⁶⁵

⁶²LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica Nº 47 / 96 de Outubro.

⁶³LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica Nº 51/97 de Maio.

⁶⁴*Ibidem.*

⁶⁵UEMOTO, Kai Loh- *Pintura a base de cal*, São Paulo, Associação Brasileira dos Produtores da cal, 1993. p.28.

A percentagem de óxidos de ferro e de alumínio também é inferior nas amostras de Alcanede, Montes Claros (cal branca), Moura e Trigaches não excedendo os 0.30%, nas cais de Butoque, Aroeira e Alvito esses valores são próximos de 1.50% e nas cais de Montes Claros (cal preta) e Sta Rita os valores são superiores mas não excedem os 4.00%,.

A hidraulicidade das cais confere-lhes óptimos comportamentos na presença da água e que é devida essencialmente à presença da silício e do alumínio. « O elemento hidraulicante, por excelência, é a sílica; a cal será tanto mais hidráulica quanto maior for a percentagem da sílica. »⁶⁶ Os bons comportamentos das argamassas que os pedreiros inquiridos recordam poderá dever-se a uma certa hidraulicidade que as cais de fabrico tradicional conferiam quando utilizadas como ligante.

A percentagem de silício é inferior na cal branca de Alcanede de fabrico industrial, mas a percentagem que se encontrou nas cais de Montes Claros e Trigaches é também muito baixa, sendo ligeiramente superior nas amostras de Moura, Butoque e Sta. Rita/Aroeira. Nas cais pretas a percentagem de silício tem valores superiores às restantes amostras analisadas sendo, no entanto, a cal de Montes Claros a que apresenta o valor mais baixo.

Com as amostras recolhidas podemos concluir que as cais brancas analisadas são mais puras que as cais pretas.

QUADRO XIII

Composição mineralógica de amostras de cais vivas em pedra (cor branca) (em %)⁶⁷

AMOSTRAS	CaCO ₃ carbonato de cálcio	Ca (OH) ₂ hidróxido de cálcio	CaO óxido de cálcio	Outros
Alcanede (1ª amostra)	0.80	15.00	83.00	1.00 (quartzo)
Alcanede (2ª amostra)	1.10	7.90	90.00	1.00 (compostos não identificados)
Monte Claros	2.80	9.00	87.00	1.00 (quartzo)
Moura	2.00	4.90	92.00	1.00 (hematite)
Trigaches	4.00	10.00	85.00	1.00
Butoque	3.90	4.80	81.00	10.00 (periclase e vtg de hematite)
Aroeira	2.40	4.80	64.00	29.00 (periclase e vtg de hematite)

Periclase (MgO); Hematite (Fe₂O₃)

⁶⁶Op. Cit- *Materiais de Construção*. p.163.

⁶⁷LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Todos os resultados das amostras ensaiadas constam da Nota técnica Nº 47/96 de Outubro, à excepção da cal de Trigaches cujo resultado se encontra na Nota técnica Nº 51/97 de Maio.

A cal de Montes Claros provem de dois tipos de calcário (pedras de cor branca e de cor cinzenta escura), Veja-se quadro VI. A amostra analisada revelou ser muito pura, pelo que, se pode concluir que o calcário que lhe deu origem é a pedra de cor branca. Não foi assim analisada a cal que provem do calcário de Montes Claros (pedra de cor cinzenta escura).

As pequenas percentagens que se encontraram de hidróxido de cálcio devem-se ao facto de o processo de hidratação já se ter iniciado. Os valores de carbonato de cálcio que as amostras ainda contém deve-se a um processo incompleto de calcinação da rocha ou à carbonatação de parte da amostra, tendo-se constatado que nas amostras de Alcanede, cal de fabrico industrial, a percentagem destes valores é mais baixa. É assim importante que após o processo de extinção e principalmente quando se utilizam cais de fabrico tradicional, a cal seja passada em crivos para eliminar estes elementos.

QUADRO XIV

Composição mineralógica de amostras de cais vivas em pedra (cor preta) (em %)

Amostras	CaCO ₃ carbonato de cálcio	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	Ca (OH) ₂ hidróxido de cálcio	CaO óxido de cálcio	MgO óxido de magnésio	Outros
Montes Claros ⁶⁸	2.30	-	1.40	64.00	*	32.00 (periclase e hematite)*
Alvito ⁶⁹	73.00	-	10.00	10.00		7.00 (hematite, biotite e vestígios de quartzo)
Sta Rita ⁷⁰	5.00	vestigios	21.00	29.00	37.00	<8.00 (vestigios de magnesite)

* A periclase (MgO) é em proporção elevada e a hematite (Fe₂O₃) existe em fraca proporção.

A elevada percentagem que a amostra de Alvito tem de carbonato de cálcio e já que os cuidados de acondicionamento desta cal foram semelhantes aos das restantes, levam a concluir que o processo de calcinação da rocha não foi completo, o que não é de estranhar porque a rocha foi cozida em Trigaches e o dono do forno não está habituado a trabalhar com esta matéria prima.

Das três amostras analisadas aquelas que apresentam menos pureza são as de Alvito e Sta. Rita. No entanto, todas as amostras estudadas, vejam-se quadros XIII e XIV, se inserem no grupo das cais gordas que se obtém de pedras calcárias ou dolomíticas muito puras contendo apenas até 5% de argila.

⁶⁸LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica Nº 47 / 96 de Outubro.

⁶⁹LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica Nº 51/97 de Maio.

⁷⁰*Ibidem.*

4.1.2 A areia e a água

O tipo de areias utilizadas e a sua composição granulométrica altera o comportamento da argamassa e por isso a sua escolha assume um papel importante na qualidade obtida.

São as areias que vão permitir que exista coesão na argamassa. A areia embora, ao que parece, não reaja quimicamente com a cal, contribui para o processo de endurecimento da argamassa, tornando mais fácil o processo de carbonatação da cal.

Disse Vitruvius « que a areia é de boa qualidade quando colocada num lenço branco se pode, sacudir este, eliminando-a sem que deixe vestígios.»⁷¹ Uma das principais características que a areia deve apresentar é estar liberta de todas as impurezas sejam materiais terrosos, orgânicos ou mesmo argilosos quando em grande quantidade, por isso se indica frequentemente nos processos consultados que a areia deve ser lavada ou peneirada sempre que seja necessário.

A dureza do agregado e a sua granulometria exerce uma influência determinante na resistência das argamassas.

As areias provêm da desagregação de rochas. Do ponto de vista químico podem-se distinguir dois grupos principais de areias: siliciosas (quartzosas e graníticas) e calcárias. Uma areia siliciosa é mais aconselhada para os trabalhos de construção. Quaisquer destas areias podem conter maior ou menor percentagem de argila. As areias argilosas conferem uma resistência mais elevada à argamassa porque se introduzem mais facilmente os finos da argila, no entanto, a utilização destas areias deve ser reservada porque se contiverem uma percentagem elevada de argila deixam de aderir à cal, além de que na preparação da argamassa é exigida a adição de uma maior quantidade de água o que pode originar fenómenos de retracção nos revestimentos.

Nos processos de obras consultados raramente vem indicado o tipo de areia a utilizar. Encontra-se, por exemplo, na obra de construção de um lavadouro e de um balneário em Azaruja, datada de 1967, que a areia deve ser quartzosa.

As areias diferem entre si também pela sua forma. Na pesquisa efectuada é frequente encontrar-se a indicação que a areia deve ter grão anguloso e áspero ao tacto. Normalmente uma areia de areeiro é mais áspera, apresentando grãos mais angulosos e garante uma melhor trabalhabilidade, mas por outro lado contém mais impurezas. Pelos inquéritos efectuados (veja-se anexo VI) antigamente as areias mais utilizadas nas argamassas eram as areias lavadas das ribeiras e dos barrancos. A areia do rio pode conferir uma resistência menor à argamassa sendo um dos factores que para isso contribui o facto de os grãos serem rolados, mas as areias tinham a vantagem de estarem isentas de impurezas porque além de

⁷¹BARBEROT, E.- *Tratado Prático de Edificación*, Barcelona, Gustavo Gili, 1927.p.639.

muito lavadas, os rios e os barrancos estavam livres de poluição. A “goma” era obtida depois da argamassa ser muito amassada.

Uma areia com uma boa composição granulométrica onde os vazios entre os grãos mais grossos são preenchidos por grãos finos confere à argamassa melhores características. Se houver predominância de grãos finos ou grossos a qualidade da argamassa diminui. No caderno de encargos consultado na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul datado de 1951, que se encontrou junto ao processo das obras do Convento dos Lóios aconselha-se para as argamassas de reboco a areia de grão fino, explicitando desta forma a granulometria da areia « considera-se de grão grosso a que, passando por um crivo com orifícios de 5mm é retida em crivos com orifícios de 2 mm; e areia fina a que passa no crivo com orifícios de 0.5 mm .»

Nos requisitos e regras a seguir na construção da obra das Instalações Comerciais no Largo da Feira em Beja, datado de 1951, indica-se que « No fabrico das argamassas deve preferir-se a areia de grão que passe pelo crivo com orifício de 2 mm e fique retida no de 0.5mm.»

Nos processos consultados constantes nos anexos III, IV e V, raramente se refere a proveniência da areia. Encontrou-se, no entanto, num dos processos mais antigos consultados, Cadeia Comarcã de Évora, explícito que deverá ser utilizada areia lavada.

A água hoje utilizada na confecção das argamassas provém na maioria dos casos das redes públicas. Antigamente eram feitas com as águas dos rios ou dos poços. As condições que a água deve possuir para a sua utilização em argamassas é referida nalguns dos processos consultados como devendo ser « doce, limpa e isenta de substâncias orgânicas, ácidas, sais deliquescentes, óleos ou quaisquer outras impurezas e ainda de cloretos ou sulfatos em percentagens prejudiciais. »⁷²

No geral a água a utilizar deve ser o mais pura possível.

⁷² Consultas efectuadas nos arquivos da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, Câmara Municipal de Évora e Câmara Municipal de Beja.

4.2 O modo de execução e de aplicação

4.2.1 Pesquisa em arquivos e recolha oral

O modo de execução da argamassa é fundamental para a qualidade da pasta final. Conforme afirmam Mónica Ballester e Teresa Limón « A principal característica das argamassas romanas estava no cuidado com que se escolhiam e misturavam os seus constituintes, na perfeita cozedura e extinção da cal, na homogeneidade da mistura e na forma cuidada de a aplicar em obra.»⁷³

Da recolha efectuada junto dos pedreiros, veja-se anexo VI, foram descritos dois processos de execução das argamassas. Num dos processos a cal é utilizada viva, em pedra, na argamassa e no outro apagada, em pó. Segundo o testemunho de alguns pedreiros a cal extinta com a areia em traço era mais utilizada para assentar alvenaria de pedra, tijolo maciço, mas era um processo, ao que parece, mais aplicado no norte do país. A cal extinta primeiramente e só depois de apagada junta em traço com a areia era de facto o processo mais comum, pelo menos, no Alentejo.

Num dos processos mencionados na recolha oral a cal viva em pedra era colocada nas proporções já necessárias para a execução da argamassa misturada com a areia e esta massa ficava húmida a repousar durante dois ou três dias ou eventualmente mais tempo. Esta argamassa depois de amassada era então aplicada. Há alguns inconvenientes a registar neste processo, por um lado a argamassa não fica misturada em proporções tão certas porque a cal em pedra é mais difícil de medir e existe um maior risco de a cal não ser extinta por completo.

No outro processo a cal viva era primeiramente extinta adicionando água (a água não podia ser empregue em grande quantidade, ia-se " borrifando " aos poucos) até ficar em pó. A extinção da cal demorava pelo menos um dia. A cal aumentava muito de volume e passado um dia ainda se apresentava muito quente, pelo que, se deixava arrefecer cerca de dois dias. A cal em pó já extinta era adicionada à areia e depois era " joeirada ", passada pelos crivos. Há testemunhos, no entanto, que registam que a cal era primeiramente peneirada e só depois adicionada à areia. Encontra-se como desvantagem neste último modo de proceder, o facto de a cal produzir muita poeira nociva aos olhos e ao nariz, enquanto é passada pelo peneiro. Depois da areia misturada com a cal nas proporções pretendidas regava-se e ia-se amassando, tendo o cuidado de não molhar de mais a mistura e podia deixar-se húmida de um dia para o outro. Se o tempo que medeia entre a execução da argamassa e a sua aplicação for grande esta endurece mas apenas a pasta que está em

⁷³BALLESTER, Mónica, LIMÓN, Teresa- *Restauracion de edificios monumentales. Estudio de materiales y técnicas instrumentales*, Madrid, Laboratório Central de Estructuras y Materiales, CEDEX, 1994. p.75.

contacto com o ar, mantendo-se a restante em boas condições. Antes de ser aplicada a argamassa era muito bem amassada com uma enxada para ficar bem misturada e ganhar “goma” para se tornar mais aderente e fácil de aplicar. Se a cal fosse extinta por um processo natural “extinção espontânea”, deixando-a transformar-se em pó pelo contacto com o ar, a argamassa obtida ainda apresentava melhores qualidades. « É vantajoso só para a cal gorda, que no fim de três meses de extinção espontânea fica em melhores condições de fornecer argamassas do que se fôsse apagada por qualquer dos outros processos. »⁷⁴

No processo consultado da construção do lavadouro público da Vendinha, datado de 1940, indica-se que a cal em pedra deve ser extinta adicionando a 425 Kg de cal em pedra 225 l de água. Na publicação sobre “Materiais de Construção”,⁷⁵ o seu autor aconselha que a uma parte de cal sejam adicionadas duas partes de água.

A cal branca extingue-se mais rapidamente do que a cal preta e é mais ávida de água. A quantidade de água a adicionar para a extinção da cal torna-se bastante importante. A rapidez com que a cal branca se desfaz pode levar à sua utilização antes de se encontrar convenientemente extinta. Por isso, em processos de obras mais completos, há uma preocupação expressa nos cadernos de encargos para que a cal não seja utilizada antes das 24 horas após a sua extinção.

A cal apagada pode ainda apresentar-se sob a forma de pasta e ser dessa forma adicionada aos outros materiais para formar a argamassa. Este é um processo usual de executar argamassas e vem descrito frequentemente na bibliografia sobre o assunto, no entanto, na recolha oral e pesquisa efectuada nos arquivos da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, Câmara Municipal de Évora e Câmara Municipal de Beja este processo é pouco referenciado.

Refere Robert Boynton que nos Estados Unidos antes de 1905 se utilizava cal aérea que após ter sido extinta se lhe adicionava água para formar pasta e era assim deixada durante vários dias ou semanas antes de ser utilizada.⁷⁶

Num estudo executado sobre argamassas em Inglaterra,⁷⁷ refere-se que a cal era tradicionalmente apagada com a areia, mas que hoje esse método caiu em desuso sendo a cal extinta previamente.

Num dos processos mais antigos consultados, Cadeia Comarcã de Évora, cuja construção data de 1894, encontra-se indicada a cal em pasta como um dos materiais a utilizar em obra. Também num dos Caderno de Encargos consultados na D.R.E.M.S. que datado de 1951, no capítulo sobre a natureza e qualidade dos materiais são definidos dois processos de extinção da cal:

⁷⁴Op. Cit- *Materiais de Construção*. p. 181.

⁷⁵Idem- *Materiais de Construção*. p. 179.

⁷⁶Op. Cit- *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*. p.448.

⁷⁷Op.Cit- *Limes and Lime Mortars*- Part one. p.7

« A cal será de boa qualidade; será extinta por imersão em tanques ou por aspersão [...] A cal extinta por aspersão será guardada em armazéns fechados, para não ficar sujeita à acção dos agentes atmosféricos; na falta de armazém, poderá ser permitida a sua conservação ao ar livre, desde que seja coberta depois de extinta, com uma camada delgada de argamassa de cal e areia, bem alisada.

No caso de se empregar cal extinta por imersão, será esta trabalhada sem nova adição de água.

A cal só poderá ser empregada, 24 horas depois de extinta.»

Esta descrição, pressupõe o uso da cal em pó e em pasta.

Na obra já referenciada em Baleizão datada de 1962, no artº 5º sobre o modo de execução dos trabalhos indica-se duma forma muito pormenorizada o modo de extinguir a cal para a reduzir em pasta:

« A cal em pedra será extinta no local da obra. Para reduzir a cal viva em pasta, deve deitar-se esta à pá em tanques impermeáveis por camadas com 0.20m a 0.25m de espessura, sobre as quais se deitará água de modo que possa circular e penetrar facilmente entre os fragmentos da cal viva.

À medida que se produza a efervescência, ir-se-á deitando no tanque alternadamente água e cal, evitando a trituração da pasta e a sua redução a leite. Se algumas pedras se reduzirem a pó, a seco, dirigir-se-á para elas a água por meio de canais abertos na pasta.

De vez em quando deve enterrar-se uma vara nos lugares em que se suponha haver falta de água; se a vara vier revestida com uma camada de cal em pasta, é sinal que a extinção está boa; porém se vier aderindo à vara uma espécie de pó fumegante, será isso, indício de haver nesse ponto falta de água, que se remediará abrindo buracos na pasta, para onde se dirigirá a água.

Os tanques, em que se fizer a redução da cal em pasta, devem estar abrigados da chuva e do sol.»

Há de facto uma preocupação para que a cal seja extinta convenientemente e também que depois de extinta seja convenientemente armazenada.

No livro “ O engenheiro português “ de Azevedo Fortes encontrou-se referenciado o processo de extinção da cal onde curiosamente se indica a junção de azeite:

« Depois de acabada a abobeda, e carregada nos terços, se mandará derregar a cal antes de ser traçada, deitando-se enquanto ferve alguns golpes de azeite, ou borras do mesmo ...»⁷⁸

Numa publicação recente sobre o modo de execução de argamassas cujo único ligante é a cal, o seu autor indica que a cal deve ser hidratada juntando um aditivo antes de se

⁷⁸FORTES, Azevedo- *O Engenheiro Português*, tómolos II, livro VI, Lisboa, Manoel Fernandes da Costa, 1728, p.295 .

adicionar a água.⁷⁹ Os aditivos expressos na publicação mencionada são o azeite e borras de azeite, o sebo e óleos de origem vegetal ou animal. Não existem ainda contudo estudos científicos que permitam afirmar haver vantagens neste procedimento.

Alguns cuidados são fundamentais no uso da cal em argamassas. É importante que a cal se mantenha activa, quer dizer não tenha sofrido a carbonatação depois do seu fabrico, o que pode acontecer quando o produto é armazenado durante muito tempo. A cal viva e cal apagada em pó devem ser armazenadas em locais frescos e secos, com protecção contra a humidade.

A preocupação do uso de uma cal activa, encontra-se referida nalguns dos processos consultados. Na obra da construção da nova fachada da Câmara Municipal de Évora que data de 1946, é indicado no artº 6º sobre a qualidade dos materiais que « a cal ordinária será cal gorda em pedra de 1ª qualidade do melhor fabrico da região.» Na obra de construção do edifício destinado a sede da Junta de Freguesia, Posto da Guarda Nacional Republicana e habitação do Comandante, na aldeia de Baleizão, executada em 1962 é referido sobre a natureza e qualidade dos materiais no artº 5º que « Toda a cal a empregar deverá entrar, na obra, em pedra .»

Quando se pretende utilizar uma cal em pasta não há o perigo de esta carbonatar e por isso, é frequente encontrar-se na bibliografia sobre o tema que a cal só era utilizada passados vários meses ou até anos da sua extinção e que desta forma, conferia às argamassas melhores qualidades.

Refere, por exemplo, Duquesnay a propósito que em Landsberg, perto de Meiningen na Alemanha, foi encontrado um fosso de cal com cerca de trezentos anos onde a cal se encontrava carbonatada apenas a uns centímetros de profundidade, mantendo-se a restante em boas condições apenas um pouco seca.⁸⁰

Para argamassas de reboco e estuque é totalmente indesejável a presença de grãos de óxido de cálcio ainda por extinguir ou eventualmente a presença de grãos de carbonato de cálcio que não tenham sido decompostos durante a cozedura e que podem dar origem a um revestimento defeituoso devido à expansão durante a hidratação, pelo que, “cirandar” ou peneirar a cal antes de a utilizar na argamassa poderá ser um processo fundamental para evitar estas situações. Por isso se encontram indicações nos processos consultados que a cal deve ser « bem cozida, isenta de cinzas, terra, fragmentos de calcário cru ou recozido ou de quaisquer outras substâncias prejudiciais.»⁸¹

A quantidade de água a adicionar às argamassas não foi muito precisa em nenhum dos registos orais. Era adicionada a água aos poucos, em pequenas quantidades, para garantir

⁷⁹FONSECA, Pedro Quirino da, et. al.- *Cal D. Fradique. Uma herança milenar*, Lisboa, Gabinete Comercial Gráfico, Lda, 1996. p.18.

⁸⁰*Op. Cit- Encyclopédie Chimique- Calcaires, Chaux, Ciments, Mortiers.* p.47.

⁸¹Consultas a processos de obras efectuadas na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos de Sul, Câmara Municipal de Évora e Câmara Municipal de Beja.

uma argamassa com boa consistência e fácil de aplicar. Diz Barberot que « para obter uma boa argamassa de cal aérea, é necessário pasta dura de cal e não deve adicionar-se água a não ser que a areia muito seca assim o exija. »⁸²

A quantidade de água a adicionar à argamassa depende do facto das areias estarem molhadas e até das próprias condições atmosféricas.

Nas consultas efectuadas em processos de obras, cuja síntese se encontra nos anexos III, IV e V encontrou-se, por vezes, expressa a quantidade de água a adicionar à argamassa. Temos, por exemplo, as seguintes indicações apresentadas com as designações encontradas nos diversos processos consultados:

Cadeia Comarcã de Évora.	1894	argamassa ordinária (1 cal : 2 areia) utilizada em rebocos e guarnecimentos 1 m ³ areia 0.5 m ³ cal hidratada <u>300 l água</u>
Lavadouro público na freguesia de S. Miguel de Machede.	1910	argamassa ordinária (1 cal : 2 areia) utilizada em reboco 1 m ³ areia 0.5 m ³ cal extinta <u>300 l água</u>
Lavadouro da Vendinha.	1940	argamassa ordinária (1 cal : 2 areia) utilizada em rebocos exteriores e interiores 1 m ³ areia 0.5 m ³ cal em pó
Posto da G.N.R. em S. Miguel de Machede e Manços.	1943 e 1946	<u>300 l água</u> argamassa (1 cal : 3 areia) 1 m ³ areia 0.33 m ³ cal <u>200 l água</u>
Construção do quartel do posto da G.N.R. em Azaruja.	1957	argamassa ordinária (1 cal : 3 areia) utilizada no emboço 1 m ³ areia 220 Kg cimento 0.33 m ³ cal em pó <u>200 l água</u> argamassa (1 cimento : 1 cal : 6 areia) utilizada no reboco 1 m ³ areia 0.17 m ³ cal <u>200 l água</u>

⁸²Op. Cit- *Tratado Prático de Edificación*. p.649.

<p>Construção do edifício destinado a sede da Junta de Freguesia, Posto da Guarda Nacional Republicana e habitação do Comandante, na aldeia de Baleizão.</p>	<p>1962</p>	<p>argamassa (1 cimento : 3 cal : 8 areia) utilizada em emboços, rebocos exteriores e interiores 1 m³ areia 0.375 m³ cal em pó 150 Kg cimento <u>360 l água</u></p>
		<p>argamassa (1 cal : 2 areia) utilizada em emboços e rebocos 1 m³ areia 0.5 m³ cal em pó <u>300 l água</u> argamassa (1 cimento : 4 areia) reboco hidráulico utilizado em zonas húmidas 1.03 m³ areia 350 Kg cimento <u>260 l água</u></p>
<p>Junta de Freguesia de N.Sr^a de Machede, Évora.</p>	<p>1965</p>	<p>argamassa semi-hidráulica (1cimento: 1cal: 6areia) 0.98 m³ areia 220 Kg cimento 0.165 m³ cal <u>170 l água</u></p>
<p>Lavadouro público, Évora.</p>	<p>1967</p>	<p>argamassa (1 cimento : 1 cal : 4 areia) utilizada em rebocos 1 m³ areia 0.25 m³ cal em pó 300 Kg cimento <u>280 l água</u></p>
<p>Posto da G.N.R. na Vendinha.</p>	<p>1968</p>	<p>argamassa (1 cimento : 5 areia) utilizada em emboços e rebocos 1.07 m³ areia 290 Kg cimento <u>255 l água</u></p>

Pelas descrições, verifica-se que a água a adicionar se mantém quando os traços são idênticos e incluem o mesmo ligante. Nas argamassas de cimento e areia preconiza-se a adição de maior quantidade de água. A trabalhabilidade das argamassas de cimento é ganha com a adição de maior quantidade de água à pasta. Apenas na argamassa 1cimento:1cal:4areia (1 ligante : 2 inerte) se encontra a adição de uma menor quantidade de água e na argamassa 1cimento:1cal:6areia (1 ligante : 3 inerte) se prevê adicionar a mesma quantidade de água, relativamente aos traços idênticos.

Assim, resumidamente, encontraram-se as seguintes quantidades de água a adicionar:

- 1 cal : 2 areia - 300 l água
- 1 cimento : 3 cal : 8 areia - 360 l água
- 1 cimento : 1 cal : 4 areia - 280 l água
- 1 cal : 3 areia - 200 l água
- 1 cimento : 1 cal : 6 areia - 200 l água
- 1 cimento : 4 areia - 260 l água
- 1 cimento : 5 areia - 255 l água.

No caderno de encargos das obras de construção da sede da Junta de Freguesia da Azaruja e do mercado do Chão das Covas, em Évora, contruídos em 1948 e 1949, respectivamente, indica-se que « as argamassas devem ficar com uma consistência tal que moldada uma bola de 7 a 8 cm de diâmetro, esta possa manter-se, sobre uma superfície plana sem apresentar deformação de mais de 5mm.» No caderno de encargos da obra de Baleizão realizada em 1962 é ainda referido sobre o modo de execução da argamassa ordinária que « Depois de preparada deve ficar bem laxa, sem se tornar afluyente », mostrando a preocupação de obter uma pasta não muito fluída.

A quantidade de água a adicionar à argamassa assume um papel importante na sua qualidade final e um excesso de água pode comprometer a sua resistência mecânica.

Nos inquéritos efectuados aos pedreiros, veja-se o anexo VI, verificou-se que em poucos casos foi mencionado o facto de se juntarem elementos adicionais às argamassas para melhorarem as suas características. Refere-se apenas a adição de fragmentos de tijolo. No entanto, a pesquisa bibliográfica revela que esse procedimento foi comum em determinadas épocas.

No processo de construção da Cadeia Comarcã de Évora, datado de 1894, a argamassa hidráulica é constituída por 0.5 cal hidratada, 0.5 pozolana e 0.5 areia. Esta foi a única referência escrita que se encontrou ao uso de pozolanas. Contudo não vem definido o tipo de pozolana empregue nem a sua origem. A cal misturada com água e outras componentes, as pozolanas, origina um silicato de cálcio hidratado. O efeito pozolânico confere a estes compostos um bom comportamento em presença da água, por vezes, essencial em certos trabalhos de construção civil.

Hoje em dia é muito dispendioso executar obras de construção civil misturando os materiais sem recurso aos meios mecânicos, pelo que, as betoneiras são essenciais na obra, embora as argamassas de cal possam apresentar algumas desvantagens quando executadas por este processo comparativamente ao processo artesanal, essencialmente, porque a pasta tem tendência a colar-se às paredes da betoneira.

Nos processos de obras consultados, vejam-se anexos III, IV e V, é por vezes indicado o modo de amassar as argamassas que nem sempre é através dos meios mecânicos. Assim, na construção da sede da Junta de Freguesia da Azaruja e no mercado do Chão das Covas, em Évora, cujas construções datam de 1948 e 1949, respectivamente, vem expresso no caderno de encargos que « as argamassas de cal comum e areia [...] devem ser amassadas sobre estrados de madeira, com o emprego de enxadas ou de rodos de ferro.» No entanto, em outros casos apenas se permite que a argamassa tenha um fabrico mecânico, que é o caso das argamassas bastardas aplicadas no lavadouro público em Évora construído em 1967 e na creche-jardim de infância no Bairro Garcia de Resende em Évora construído em 1982 e nas argamassas de cimento e areia empregues na construção das casas para funcionários municipais construídas em 1974, em Évora. Por vezes é apenas dada preferência ao processo de fabrico mecânico, caso das argamassas bastardas empregues no lavadouro e no balneário na Azaruja construções de 1967 e, onde se indica no caderno de encargos que «deverá sempre preferir-se o fabrico mecânico, devendo no fabrico manual o empreiteiro sujeitar-se, então às instruções especiais que lhe forem dadas.» Em outros casos, admite-se tanto o fabrico manual como o mecânico.

As argamassas actualmente são preparadas no dia em que vão ser aplicadas e quando se utilizam argamassas com cimento é fundamental que assim aconteça para evitar que a pasta ganhe presa. Por vezes encontra-se expresso nos cadernos de encargos consultados que « não é permitido o emprego de amassaduras cuja presa já se tenha iniciado .»

Nos inquéritos efectuados a pedreiros, veja-se o anexo VI, é indicado que as massas de cal se deixavam em traço, com pouca água, um dia ou mais antes de serem aplicadas (há referências que indicam que o traço ficava quinze dias, um mês ou mais antes de ser utilizado). Nas consultas efectuadas no caderno de encargos das obras da sede da Junta de Freguesia da Azaruja e do mercado do Chão das Covas, em Évora, construções de 1948 e 1949, respectivamente, encontrou-se expresso que as argamassas de cal e areia podem ser empregues até às 12 horas consequentes ao seu fabrico e após este tempo, poderão ser utilizadas desde que devidamente amassadas. No entanto, refere-se que as argamassas só poderão ser reamassadas uma vez. Nas argamassas bastardas encontra-se no caderno de encargos da obra de construção de um edifício destinado a Junta de Freguesia, Posto da G.N.R. e habitação do comandante, datado de 1962, que estas « devem ser fabricadas junto das obras na ocasião do seu emprego e na proporção do seu consumo, sendo inutilizada toda a que comece a fazer presa , o que deverá prever-se dentro de um período de tempo, depois do seu fabrico, a indicar pela fiscalização » e nas argamassas bastardas e de cimento e areia empregues para a construção de um lavadouro e de um balneário em Azaruja, datada de 1967, indica-se no caderno de encargos que « cada amassadura deverá ser feita somente em quantidade suficiente para a sua aplicação total e imediata.»

As argamassas eram aplicadas à colher como hoje ainda acontece em algumas obras, mas havia alguns cuidados adicionais. A camada de base, emboço, era aplicada para desempenar a parede. Se não fosse possível só numa primeira camada tornar a superfície plana, eram aplicadas outras camadas mas sempre de um dia para o outro para permitir a secagem. As camadas tinham pequenas espessuras que não ultrapassavam o 1,50 cm mas o revestimento final ficava bastante espesso. Dado que as argamassas cujo único ligante é a cal endurecem lentamente e como é fundamental que a camada precedente não esteja muito molhada antes de se aplicar nova camada verifica-se que o ritmo de execução das obras é lento.

O cuidado na execução e modo de aplicação da argamassa está bem patente num livro do séc. XVIII consultado sobre construções militares,⁸³ onde se descreve sobre o modo de execução do revestimento exterior de uma abóbada « ...e com esta cal feita, como para caiar, se fara o traço com os três quintos de area, e dous quintos de cal: (e ainda ficará muito boa com o traço ordinário) desta cal bem traçada se deitará por cima da abobeda, e por igual huma camada de cousa de tres polegadas de groço, e se deixará emxambrar, e meio inxuta se hirá batendo, e apertando com os filoens ao ardor do sol, e vendo que está bem apertada, e unida, see lhe deitará segunda camada da mesma, que será batida da mesma sorte ao ardor do sol, e ao sol posto se tornará a bater, e o mesmo se fará no dia seguinte duas vezes, e no terceiro dia se harrufará, e se hirá outra vez batendo ao ardor do sol, e ficará numa massa muito solida, e impenetravel das humidades.»

No Caderno de Encargos consultado na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul datado de 1951, encontrado no processo das obras do Convento dos Lóios, é assim definido o modo de execução dos rebocos e guarnecimentos:

« Antes de se proceder aos rebôcos, as paredes ou muros que devem revestir, serão limpos, tirando-lhes toda a argamassa que esteja desagregada ou pouco aderente, e serão lavados e bem desempenados, para o que se farão os encasques necessários. Sôbre os paramentos assim preparados, assentar-se-á à colher a argamassa de rebôco em uma ou mais camadas. Para a primeira camada, a argamassa, de consistência não muito branda, será projectada com fôrça com a colher, apertada com a talocha e disposta com regularidade. Antes que a primeira camada esteja completamente sêca, cobrir-se-á com as camadas seguintes que serão executadas de igual modo. Alisar-se-á a última camada à colher. Quando a argamassa tiver adquirido uma certa consistência, renovar-se-á o alisamento as vezes julgadas necessárias sem molhar a superfície do rebôco, até que a retracção proveniente da secagem deixe de originar fendas. Após estas operações o rebôco deverá formar uma camada de espessura uniforme, homogénea, de superfície regular sem fendas nem porções deslocadas.»

⁸³Op. Cit- *O Engenheiro Português*. p.295. Não se procedeu a qualquer alteração no texto transcrito.

Na obra de Baleizão datada de 1962 também se encontra descrito o modo de execução dos rebocos:

« Todas as superfícies destinadas a serem rebocadas deverão ser, previamente bem limpas e molhadas, tirando-se-lhes toda a argamassa que esteja desagregada ou pouco aderente, lavados e bem desempenados, para o que se farão os encasques necessários. Sobre os paramentos, assim preparados, assentar-se-á a colher a argamassa do reboco, que será regularizada com o rebordo da colher, de modo a formar uma camada com espessura uniforme. Todas as superfícies rebocadas deverão apresentar-se aderentes, bem desempenadas, regulares, homogéneas e isentas de fendilhações ou quaisquer defeitos que prejudiquem o seu bom acabamento. A espessura mínima do reboco será de 2 cm.»

No caderno de encargos da obra de construção de um lavadouro público, em Évora, que data de 1967, é assim descrito o modo de execução dos rebocos:

« Todas as superfícies a serem rebocadas deverão ser, previamente, bem limpas e molhadas. As argamassas serão bem afagadas e apertadas em camadas sucessivas até perfazerem as espessuras mínimas especificadas. Todas as superfícies rebocadas deverão apresentar-se aderentes, bem desempenadas, regulares, homogéneas e isentas de fendilhação ou quaisquer defeitos que prejudiquem o seu bom comportamento. Os rebocos exteriores serão executados com argamassa tal que garanta a sua perfeita compacidade e impermeabilização. A espessura mínima dos rebocos será de 0.02m salvo indicações especiais de projecto. »

Na mesma data se encontra a construção de um lavadouro e de um balneário na Azaruja, onde no caderno de encargos vem expresso o modo de execução de alguns trabalhos:

« Todas as superfícies destinadas a serem rebocadas deverão ser previamente limpas e molhadas, tirando-se-lhe toda a argamassa que não prove estar perfeitamente aderente, antes de serem completamente desempenados, executando-se os encasques necessários quando as espessuras forem superiores a 0.03m. Os rebocos serão executados sobre esta superfície que deverá garantir aderência perfeita às restantes. Para isso, as argamassas serão bem afagadas e apertadas em camadas sucessivas até perfazerem as espessuras mínimas. Todas as superfícies rebocadas deverão apresentar-se aderentes, bem desempenadas, regulares, homogéneas e isentas de fendilhações ou quaisquer defeitos que prejudiquem o seu bom acabamento.»

Também no caderno de encargos da construção de uma creche-jardim de infância no Bairro Garcia de Resende, em Évora, vem muito pormenorizado o modo de execução dos rebocos:

« As superfícies de aplicação das argamassas das diferentes camadas devem ser previamente bem limpas e molhadas, eliminando-se toda a argamassa não aderente, poeiras ou outras sujidades. O esboço impermeabilizante será aplicado numa camada de espessura

entre 3 e 5 mm, bem apertado e metido nas juntas das alvenarias. O emboço de desempenho terá no mínimo 15 mm mas sempre de modo a que as juntas da alvenaria não fiquem aparentes. O emboço será feito obrigatoriamente logo após o esboço ter adquirido presa suficiente e depois de se ter humidificado convenientemente a sua superfície. O reboco deve ser bem apertado e afagado por forma a se obter uma superfície bem desempenada, regular, homogénea e isenta de fissuras ou quaisquer defeitos.»

Pelas descrições podemos verificar que além dos cuidados na aplicação das argamassas e na verificação se estas apresentavam fendilhações ou defeitos, também havia um grande cuidado no tratamento do suporte.

4.2.2 Exemplos recentes de aplicações em obra

Na recuperação de edifícios e após se terem efectuado algumas visitas a obras e consultado alguns processos recentes, constatou-se a tendência para o uso das argamassas bastardas. Os traços são variáveis e por vezes são adicionados aditivos às argamassas, com a função de plastificantes ou de impermeabilizantes. O uso de argamassas tradicionais, de cal aérea e areia, mesmo em recuperações é muito raro. Encontram-se argamassas deste tipo referidas em alguns projectos, veja-se anexo III, mas muitas vezes são alterados os traços no decurso da obra, conforme foi comprovado em algumas obras visitadas.

As medições a “balde” ou à “pá” são facilmente criadoras de variações nos traços empregues mesmo quando estes vêm bem explícitos nos projectos, porque umas vezes mais cheios e outras mais vazios originam alterações nas argamassas. Mas em obra este facto é dificilmente controlável, somente os produtos pré-doseados são garantia das quantidades da matéria-prima empregue. Na nossa indústria os produtos pré-doseados não são correntes e segundo foi indicado numa comunicação apresentada no “Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios”,⁸⁴ muitos destes produtos não serão os mais indicados para a nossa construção tradicional.

A intervenção ao nível dos rebocos nos edifícios muda o seu aspecto estético, não só pelo facto de muitas vezes se efectuarem os trabalhos com outros materiais, mas porque os revestimentos ao longo dos tempos também ganham uma “patine” que desaparece. Estes trabalhos pelo impacto que causam por vezes são alvo de críticas, convém no entanto não confundir o aspecto degradado de um revestimento com a “patine” que ele pode adquirir com o passar dos tempos.

Nos exemplos descritos seguidamente mantiveram-se as designações expressas nos processos consultados para os constituintes das argamassas. Assim, deve entender-se por cal de obra a cal preta que é frequentemente referida no presente trabalho.

Exemplo 1

Algumas experiências efectuadas no ano de 1993 pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil com argamassas aplicadas durante a intervenção no Convento de S. Francisco em Beja para a sua transformação em Pousada revelaram resultados interessantes.⁸⁵ As argamassas ensaiadas foram executadas com cal viva dos fornos tradicionais de Trigaches extinta conjuntamente com a areia de rio de Sta. Margarida do Sado e com cal viva micronizada dos fornos industriais de Alcanede, por dois processos

⁸⁴VEIGA, M.do Rosário; CARVALHO, Fernanda R.- *Argamassas de revestimento na reabilitação do património urbano*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, Sector de Artes Gráficas do CDIT-LNEC, 1994.p.205.

⁸⁵CARVALHO, Fernanda; VEIGA, Maria do Rosário- *Caracterização de argamassas de reboco para a Pousada de S. Francisco em Beja*, Lisboa, LNEC, 1993. R.222/93- NPC. Relatório confidencial.

distintos, um com a cal apagada previamente e noutro com a cal extinta dentro da própria areia e já nas proporções indicadas para a argamassa, depois em ambas as misturas foi adicionado cimento portland composto da classe 32.5 (Cimpor).

O traço das argamassas bastardas estudadas foi de:

1 (cimento) : 2 (cal) : 16 (areia)

Destas experiências obtiveram-se valores de resistência à compressão e à tracção por flexão e de módulo de elasticidade dinâmico bastante mais baixos para a argamassa executada com a cal de Trigaches. As resistências da argamassa com cal micronizada de Alcanede extinta dentro da própria areia apresentaram valores superiores comparativamente às outras argamassas, o coeficiente de capilaridade foi o mais baixo e o módulo de elasticidade embora sendo o mais elevado das três argamassas estudadas apresentou um valor moderado, tendo sido o processo escolhido para a execução dos rebocos aplicados.

Estas argamassas revelaram no geral bons resultados e o seu comportamento desde a sua execução tem evidenciado boas qualidades. Alguns problemas pontuais que se têm detectado são consequência da chuva intensa a que algumas paredes de grande espessura estiveram sujeitas durante a obra quando se procedeu ao arranjo das coberturas e que não secaram totalmente antes da aplicação dos revestimentos.

Uma das conclusões do trabalho referido foi que aparentemente o processo de extinção da cal viva micronizada misturada com a areia parece dar melhores resultados do que a extinção prévia da cal e que a argamassa com cal extinta previamente apresentou maior tendência para fissurar com a retracção. Dos registos obtidos, vejam-se anexos III, IV, V e VI, verificamos que a extinção da cal viva misturada com a areia era menos utilizada em revestimentos. Um dos pedreiros inquiridos salientou que a argamassa efectuada por este processo ficava mais “forte”, mas a argamassa só podia ser gasta quinze dias ou um mês após a sua execução. Colocamos várias hipóteses de explicação para a pouca utilização destas argamassas. Os motivos podem estar relacionados com o facto de ser mais complexa e demorada a preparação, ser mais difícil de controlar o traço no caso de se utilizar a cal viva em pedra, haver maior probabilidade de ocorrerem grãos de cal mal extinta ou simplesmente pelo facto de não ser a tradição da região do Alentejo.

Exemplo 2

É interessante a análise do processo das obras empreendidas em 1995 no Palácio de Ficalho onde houve uma forte contestação dos proprietários aos trabalhos efectuados no que se refere aos revestimentos e em particular levantou-se a questão se os cunhais de pedra deveriam ou não ficar à vista. Nesta empreitada foram restaurados os rebocos, com uma argamassa de cal hidráulica, cal de obra e areia, com o seguinte traço:

1 ligante : 3 areia, sendo 1 de ligante constituído por 2 de cal hidráulica e 1 de cal de obra ; na primeira camada, de encasque, a areia escolhida foi de granulometria média e na camada de acabamento foi utilizada uma areia amarela mais fina.

Passados dois anos desde a data de conclusão da obra não se detectaram quaisquer danos na área intervencionada.

Exemplo 3

Na obra de restauro dos rebocos na Torre das Couraças em Estremoz, datada de 1995, no projecto estava previsto refazer os rebocos exteriores em duas camadas, a primeira ao traço de 2 cal de obra : 5 areia grossa e a segunda de acabamento ao traço de 1 cal de obra : 3 areia fina. Verificou-se, no entanto, pela consulta do processo, que em obra acabou por não ser utilizada a cal de obra por se ter considerado a zona de intervenção muito húmida optando-se pelo uso da seguinte argamassa:

1 (cal hidráulica) : 3 (areia amarela de dimensão média).

Exemplo 4

Nos trabalhos de conservação realizados em 1996 no Castelo de Moura os traços das argamassas preconizadas no projecto , 1 cal de obra : 3 areia ou 1 cal de obra : 4 areia, não foram utilizadas, tendo-se optado pelo uso dos seguintes traços:

argamassa de enchimento: 9 cal aérea da Lusical : 7 areia grossa : 5 areia fina amarela
argamassa de acabamento: 9 cal aérea da Lusical : 7 areia fina amarela : 5 areia grossa.

Segundo a responsável pela obra a cal utilizada conferiu à torre circular um exagerado tom claro e define desta forma o impacto estético da operação « Após os trabalhos de reboco e caição verificou-se, que a torre circular apresentava uma fisionomia que há muito tinha perdido, a torre era reconhecida pelo seu aspecto degradado e escuro devido à sujidade que continha e às ervas que proliferavam nas juntas. Após a caição o aspecto novo e lavado contrastou fortemente com a torre quadrangular degradada e principalmente com a memória visual da torre circular. Esta imagem algo romântica pelo seu aspecto de ruína, escondia no pormenor e detalhe a degradação da alvenaria e a destruição da estrutura. Acresce ainda que o conjunto é visível de uma das praças de maior afluência da cidade. A torre necessita agora de adquirir uma certa “patine”, que apenas as chuvas e o sol poderão fornecer-lhe. Após este período, a alvenaria perderá um pouco do amarelo (demasiado novo) e do aspecto lustroso que apresenta [...] .»⁸⁶

⁸⁶Processo da obra consultado na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul.

Esta obra executada com uma argamassa tradicional não revela, até ao momento, qualquer dano ao nível dos revestimentos.

Exemplo 5

No projecto da obra realizada em 1996 na igreja do Convento do Salvador em Évora, utilizou-se a cal preta de forno tradicional extinta na obra, o traço previsto para a execução dos revestimentos era de 1 cal de obra : 4 areia. No entanto, durante a aplicação a composição da argamassa foi alterada, adicionando-se cimento e cal hidráulica da forma seguinte:

1.5 cal preta de Montes Claros

1 pá de cal hidráulica, corresponde a 4/10 do balde

1/3 pá de cimento, corresponde a 1/10 do balde

3 areia rio Sorraia ou amarela de Vendas Novas, conforme se tratou da primeira camada ou camada de acabamento

unidade: 1 balde de 10 l.

Na inspecção visual que se efectuou a esta obra verificou-se alguma fissuração ligeira dos rebocos com destaque do acabamento final em cal.

Exemplo 6

Na obra de recuperação do edifício da Companhia de Seguros Fidelidade localizada na Praça da República em Beja, datada de 1997, no projecto não vem especificado o tipo de revestimento, apenas se indica que a fachada será picada e rebocada. Os rebocos foram recuperados exteriormente com uma argamassa bastarda ao traço 1 : 4 executada da seguinte forma:

1 ligante- ¼ cimento; ¾ cal hidráulica

4 inerte- 1 areia grossa do rio Guadiana; 3 areia fina amarela de Sta Margarida

“Hidroplas”- aditivo hidrófugo plastificante para argamassas de reboco, adicionar 0.75l a 1.00 l de produto por saco de cimento

unidade: balde.

Diz o encarregado da obra que prefere o uso de cal hidráulica à cal aérea para combater o “salitre” das paredes. Como a obra é recente ainda não se podem aferir os seus resultados.

CAPÍTULO V- CONSTITUIÇÃO DAS ARGAMASSAS A ENSAIAR

5.1 Os ligantes

Na selecção das cais, para iniciar o estudo das argamassas, pretendeu-se utilizar cais de fabrico tradicional, já que o conhecimento do comportamento destes materiais e a sua comparação com as cais de fabrico industrial são objectivos deste trabalho. De entre as cais de fabrico tradicional foram seleccionados dois tipos, a cal branca e a cal preta. Esta última porque os inquéritos, veja-se anexo VI, revelaram que esta cal foi muito utilizada em rebocos no Alentejo antes de o cimento se ter tornado corrente no mercado.

As cais de Montes Claros, de fabrico artesanal, foram seleccionadas por ter sido o único local que se conhece onde o fabrico de cal preta ainda se mantém.

A cal branca de Alcanede, de fabrico industrial, cal hidratada em pó, foi utilizada por se saber por experiência que é um material que está a ser introduzido nas obras com alguma frequência, pelo menos, no Alentejo.

A escolha da cal hidráulica, de fabrico industrial, não seguiu qualquer critério já que apenas se estudou um traço aplicado em obra, da responsabilidade da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul.

Assim, resumidamente as cais seleccionadas foram as seguintes:

- Cal hidráulica da marca Cimpor proveniente de forno industrial.
- Cal branca de Alcanede proveniente de forno industrial, extinta pelo fornecedor.
- Cal branca de Montes Claros proveniente de forno tradicional, extinta em obra.
- Cal preta de Montes Claros proveniente de forno tradicional, extinta pelo fornecedor e extinta em obra.

Todas as cais foram utilizadas sob a forma de pó. A cal preta é extinta pelo fornecedor ainda pelos processos tradicionais.

Dado que o estudo engloba argamassas bastardas foi utilizado também o cimento como ligante que se identifica da seguinte forma:

- Cimento Portland Composto, tipo II, classe 32.5 da Cimpor.

As cais utilizadas na composição das argamassas foram analisadas do ponto de vista químico e mineralógico e o resultado deste trabalho é apresentado nos quadros XV, XVI, XVII e XVIII.

QUADRO XV

Composição química de amostras de cais apagadas em pó (cor branca)
(em % e normalizadas para 100 %)

	P.R. perda ao rubro	CaO cálcio	SiO ₂ silício	Al ₂ O ₃ aluminio	Fe ₂ O ₃ ferro	SO ₃ enxofre	MgO magnésio	Residuo Insolúvel	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Cl ⁻
Cimpor ⁸⁷ cimento II, 32.5	6.22	60.40	20.14	4.70	3.03	2.80	1.26	2.38	1.12	0.74	0.22	0.0 11
Cimpor ⁸⁸ cal hidráulica	18.77	51.60	15.18	5.57	2.38	2.63	1.56	2.79	-	-	-	-
Alcanede ⁸⁹ cal hidratada em pó	27.6	71.9	0.2	0.1	0.03	0.2	-	-	-	-	-	-
Montes Claros ⁹⁰ (extinta em obra)	27.9	71.4	0.3	0.1	0.05	0.2	-	-	-	-	-	-

QUADRO XVI

Composição química de amostras de cais apagadas em pó (cor preta)⁹¹
(em % e normalizadas para 100 %)

Amostra	P.R. perda ao rubro	CaO cálcio	SiO ₂ silício	Al ₂ O ₃ aluminio	Fe ₂ O ₃ ferro	SO ₃ enxofre	MgO magnésio
Montes Claros (extinta pelo fornecedor)	25.9	45.9	1.2	0.01	1.6	0.01	25.5
Montes Claros (extinta em obra)	26.9	44.2	1.1	-	2.0	-	25.8

As cais utilizadas para o fabrico das argamassas ensaiadas possuem características diferenciadas. A cal da Cimpor é uma cal hidráulica que endurece na presença da água. A cal industrial de Alcanede e as cais tradicionais de Montes Claros são cais aéreas que constituem presa apenas na presença do ar.

⁸⁷Valores fornecidos pela fábrica de Cal Hidráulica de Cabo Mondego.

⁸⁸*Ibidem.*

⁸⁹LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica Nº 51/97 de Maio.

⁹⁰*Ibidem.*

⁹¹LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica Nº 47 / 96 de Outubro.

As cais brancas de Alcanede e de Monte Claros são cais cálcicas, em que incluem na sua composição em maior percentagem o óxido de cálcio. A cal preta de Montes Claros é uma cal dolomítica constituída essencialmente por óxido de cálcio e óxido de magnésio.

Verificou-se pelas análises químicas às amostras das cais brancas de Alcanede e Montes Claros que elas não diferem muito na sua composição. A percentagem dos teores de sílicio, alumínio, ferro e enxofre é muito idêntica para ambas as amostras. Na cal preta a percentagem destes compostos é ligeiramente superior.

QUADRO XVII

Composição mineralógica de amostras de cais apagadas em pó (cor branca) (em %)

AMOSTRAS	CaCO ₃ carbonato de cálcio	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	Ca (OH) ₂ hidróxido de cálcio	CaO óxido de cálcio	Outros
Alcanede (cal hidratada em pó)	23.00	-	74.00	-	3.00
Montes Claros (extinta em obra)	25.00	-	70.00	-	4.00 (vestígios de quartzo)

QUADRO XVIII

Composição mineralógica de amostras de cais apagadas em pó (cor preta) (em %)

AMOSTRAS	CaCO ₃ carbonato de cálcio	CaMg(CO ₃) ₂ dolomite	Ca (OH) ₂ hidróxido de cálcio	Mg (OH) ₂ brucite	CaO óxido de cálcio	MgO óxido de magnésio	Outros
Montes Claros ⁹² (extinta pelo fornecedor)	22.80	vtg	42.80	17.60	-	-	17.00 (periclase, magnesite e vtg hematite)
Montes Claros ⁹³ (extinta em obra)	9.00	-	51.00	37.00	1.00	1.00	1.00 (vestígios de quartzo)

Verifica-se pelas análises efectuadas que a cal preta de Montes Claros extinta em obra apresentava pequenas percentagens de cal viva cuja existência numa argamassa é totalmente

⁹²LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica N° 47 / 96 de Outubro.

⁹³LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL/ D.M.C.-NÚCLEO DE QUÍMICA. Nota técnica N° 51/97 de Maio.

indesejável porque na presença de água produz a expansão do produto danificando o reboco. Mas como a percentagem de cal viva é muito baixa quando misturada com a areia e a água, esta cal hidrata.

Das cais analisadas a que se apresenta em melhores condições é a cal preta de Montes Claros porque tem uma menor percentagem de carbonato de cálcio, 9%. Esta percentagem nas restantes amostras é ligeiramente superior aos 20%.

O carbonato de cálcio que se encontrou nas amostras pode dever-se ao facto de a rocha não ter sido totalmente cozida ou ter sofrido um processo de carbonatação. A presença de carbonato de cálcio na cal funciona quando adicionada na argamassa como material inerte. No entanto, na pesquisa efectuada em arquivos é frequentemente indicado que não devem ser utilizados fragmentos de calcário cru.

Conforme refere Michel Frizot « as fontes dizem que a cal em pasta era junta em monte e deixava-se assim durante longo tempo carbonatando a face exterior, ficando no interior o hidróxido de cálcio, depois quando misturavam os materiais para a execução das argamassas a cal carbonatada funcionava como material inerte. »⁹⁴

Para conhecer melhor as características dos ligantes utilizados foram efectuadas ainda as curvas granulométricas das cais aéreas e determinadas as massas volúmicas das cais e do cimento que se apresentam nas figuras 29 a 33 e quadro XIX.

⁹⁴FRIZOT, Michel- *L'analyse des mortiers antiques; problemes et resultats*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981. p.380.

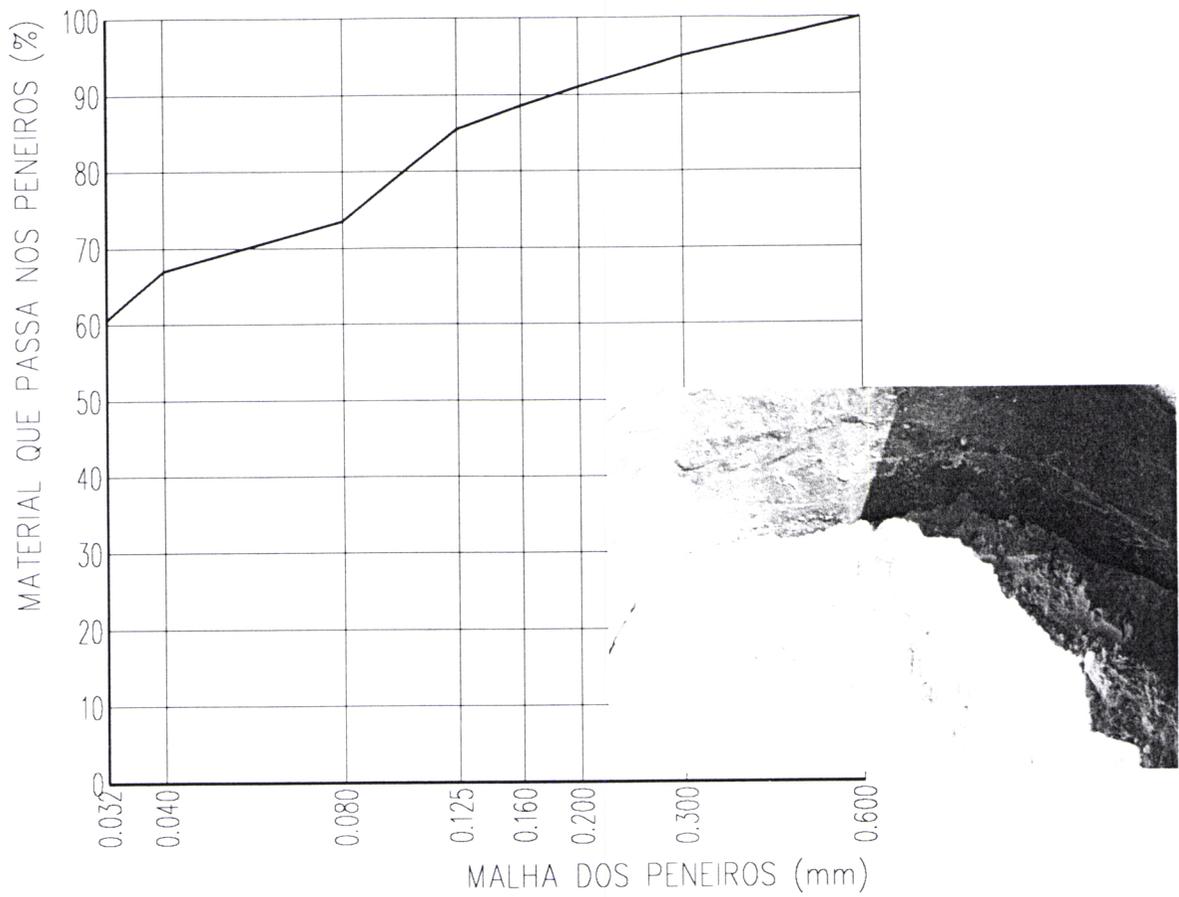


fig. 29- Curva granulométrica e fotografia da cal branca de Alcanede, hidratada em pó.

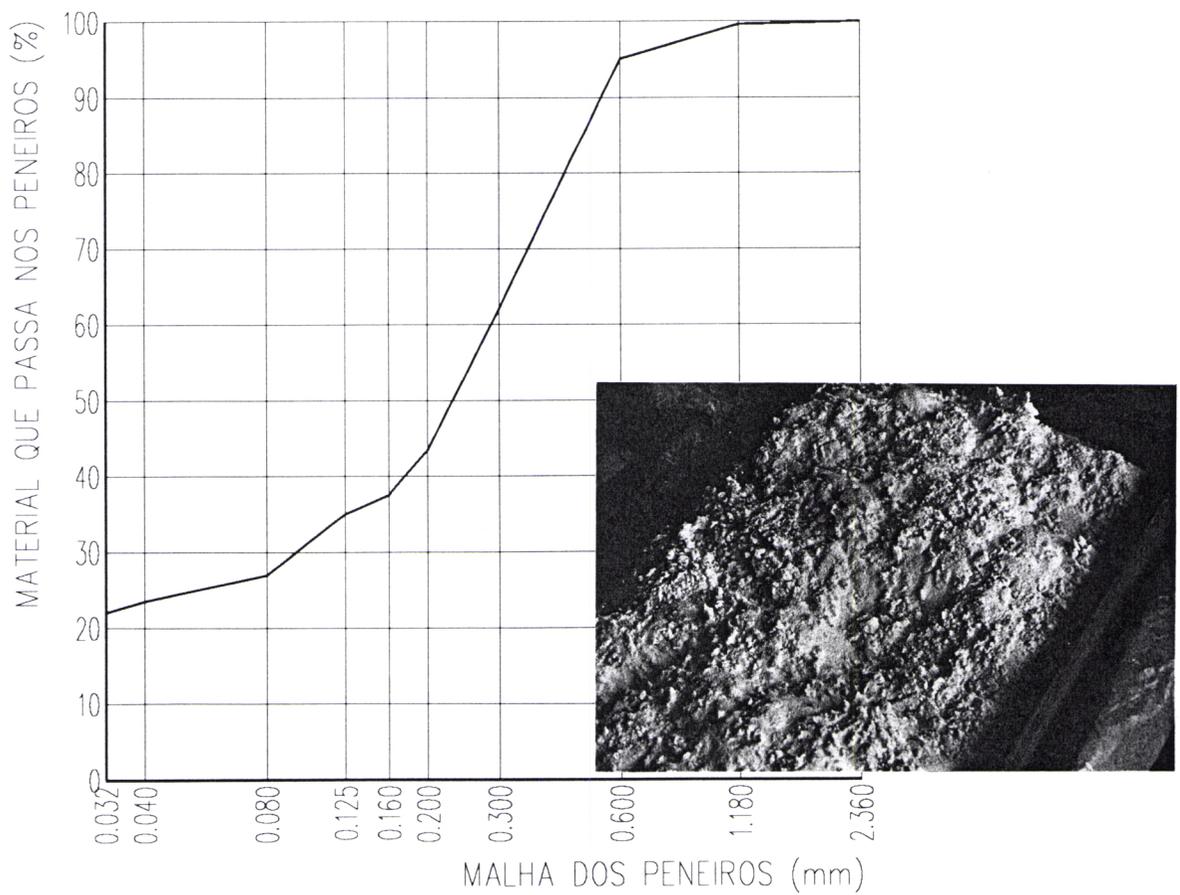


fig. 30- Curva granulométrica e fotografia da cal branca de Montes Claros, extinta em obra.

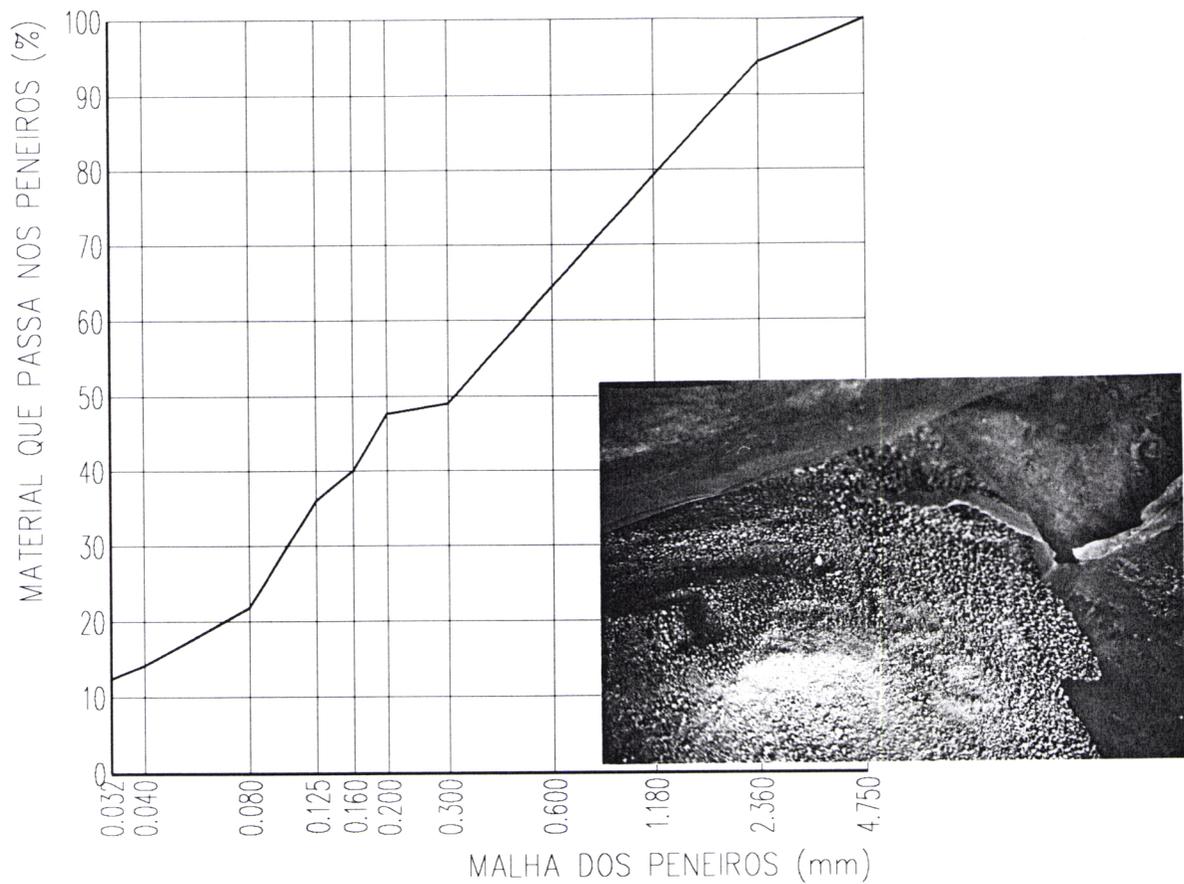


fig. 31- Curva granulométrica e fotografia da cal preta de Montes Claros, extinta pelo fornecedor.

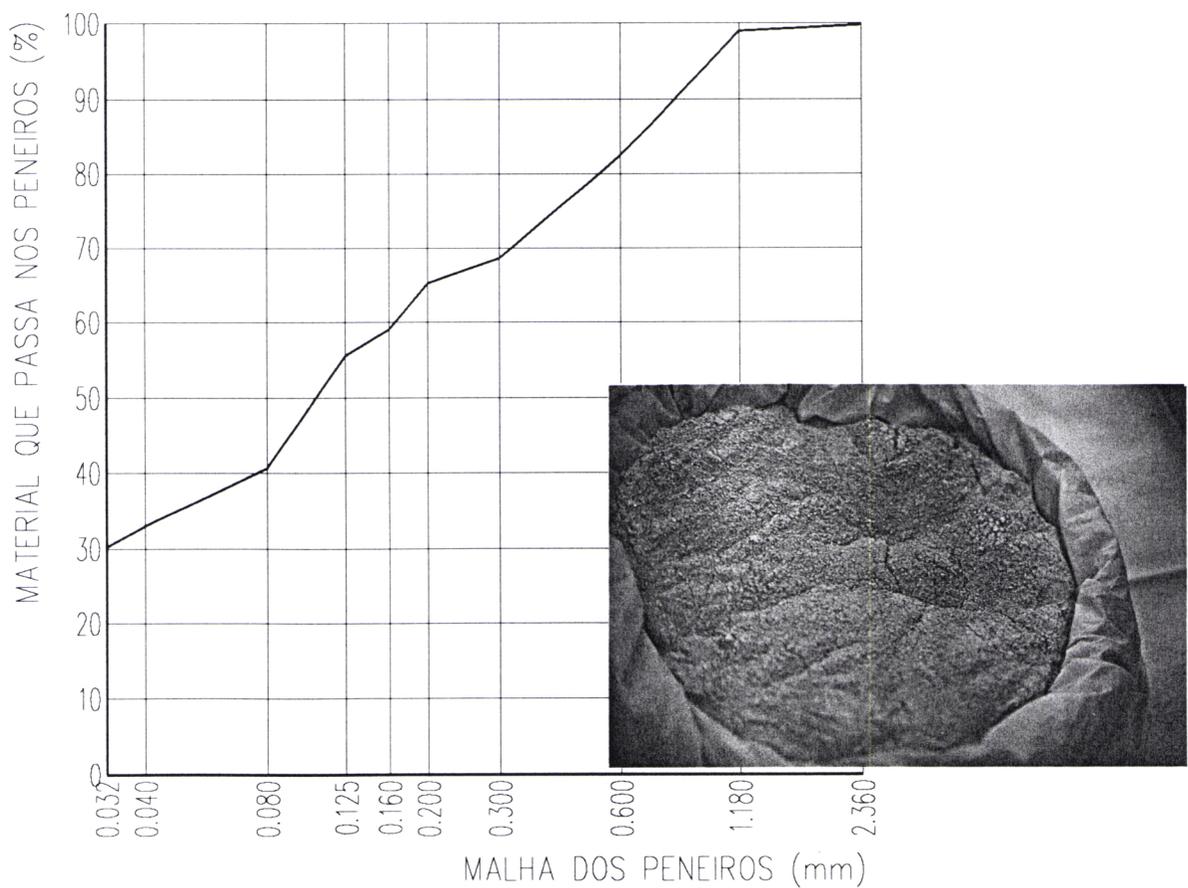


figura 32- Curva granulométrica e fotografia da cal preta de Montes Claros, extinta em obra.

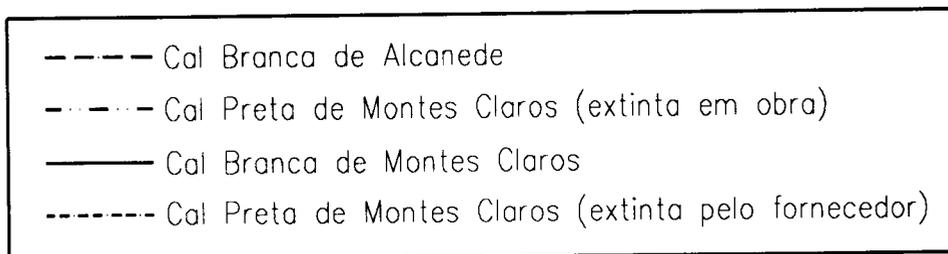
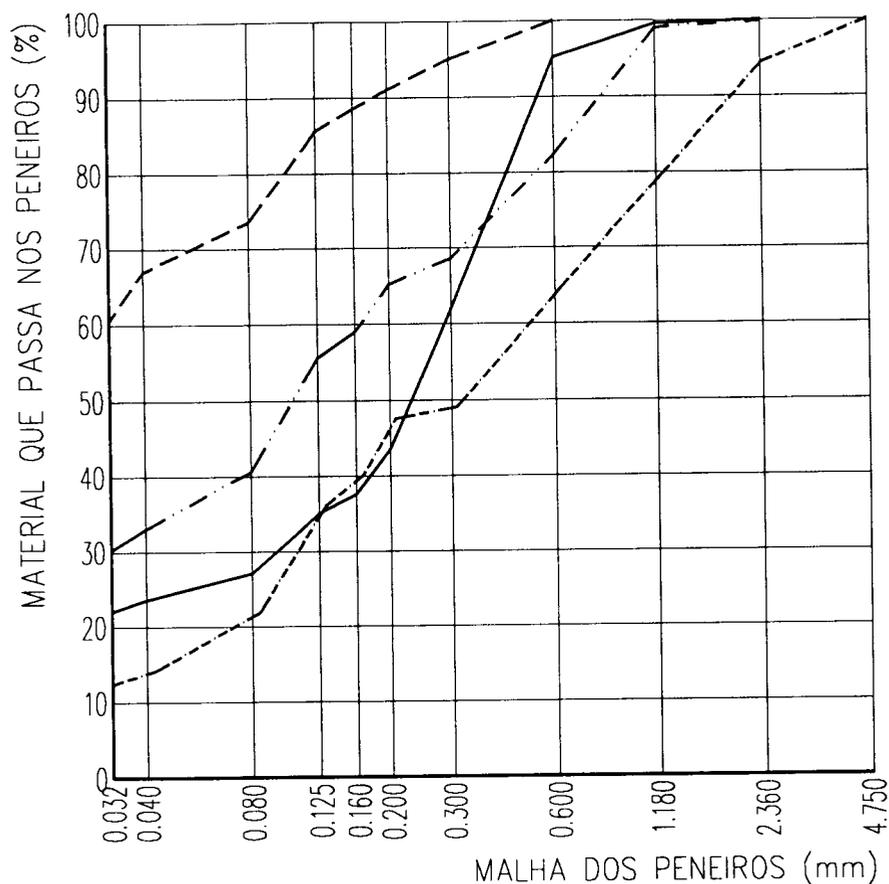


fig. 33- Gráfico comparativo das curvas granulométricas das cals utilizadas nas argamassas.

Da análise do gráfico da figura 33 verifica-se que a cal mais fina e de granulometria mais homogênea é a cal hidratada de Alcanede de fabrico industrial. Quando o processo de extinção é feito manualmente o resultado, naturalmente, pode diferir. É o caso da cal preta de Montes Claros que extinta pelo fornecedor se apresentou com uma granulometria mais variada e com alguns grãos de dimensão superior aos da cal preta de Montes Claros extinta em obra.

QUADRO XIX

Massa volúmica aparente dos ligantes constituintes das argamassas a ensaiar

Ligantes	Massa volúmica aparente (Kg / m ³)	
	Individual	Média
Cimento	1042.6; 1028.8; 1035.2	1036
Cal hidráulica ⁹⁵	-	800
Cal branca de Alcanede (hidratada em pó)	578.6; 574.0; 570.8	574
Cal branca de Montes Claros (extinta em obra)	664.2; 663.4; 662.2	663
Cal preta de Montes Claros (extinta pelo fornecedor)	590.4; 593.2; 589.2	591
Cal preta de Montes Claros (extinta em obra)	494.0; 503.2; 515.2	504

Para a identificação das características das cais foram adoptadas as seguintes técnicas:

- Curva granulométrica da cal- NP 1458, 1973.
- Massa volúmica da cal e do cimento- “ Cahier “ 1779 do CSTB, 1982.

No respeitante às massas volúmicas determinadas verifica-se serem superiores para a cal hidráulica e o cimento, nas cais aéreas a ordem de grandeza não varia grandemente.

⁹⁵Valor fornecido pela fábrica de cal hidráulica do Cabo Mondego.

5.2 Os inertes e a água

As areias utilizadas no estudo efectuado são de uso comum na região de Beja, com excepção das areias utilizadas nos rebocos da igreja do Convento do Salvador em Évora em que as areias provêm dessa região. Foi intencionalmente utilizada com maior frequência e em proporções superiores a areia do rio em relação à areia de areeiro já que pelos inquéritos que se fizeram esta era a areia empregue nas argamassas.

Assim, resumidamente, as areias utilizadas foram as seguintes:

Zona de Beja:

- Areia de areeiro de Sta Margarida
- Areia do rio Guadiana

Zona de Évora:

- Areia de areeiro de Vendas Novas
- Areia do rio Sorraia

Para um melhor conhecimento das areias utilizadas foram efectuadas análises granulométricas, calculada a massa volúmica e feita a análise química das mesmas. Os resultados apresentam-se nas figuras 34, 35, 36, 37 e 38 e quadros XX e XXI. No quadro XX como referência estão expressos os limites definidos para a granulometria das areias a aplicar em revestimentos exteriores, nas camadas de base e em algumas camadas de acabamento, constantes na norma inglesa BS 1199:1976. Foi ainda realizada a análise química da areia de areeiro de Sta Margarida e areia do rio Guadiana.

QUADRO XX

Análise granulométrica das areias (material passado acumulado em %)

Malha (mm)	Passados acumulados	Areia de areeiro Sta Margarida	Areia do rio Guadiana	Areia de areeiro Vendas Novas	Areia do rio Sorraia
9.500		100.0	100.0	100.0	100.0
4.750*	100	100.0	99.9	99.9	98.5
2.360	90-100	99.6	77.5	98.3	89.0
1.180	70-100	98.7	47.5	87.8	65.6
0.600	40-80	94.7	16.7	49.8	29.4
0.300	5-40	46.1	3.7	13.2	3.5
0.150	0-10	3.7	0.6	2.9	0.5
0.075		1.0	0.1	0.8	0.2

* Na norma inglesa BS 1199:1976 este peneiro é de 5.000 mm.

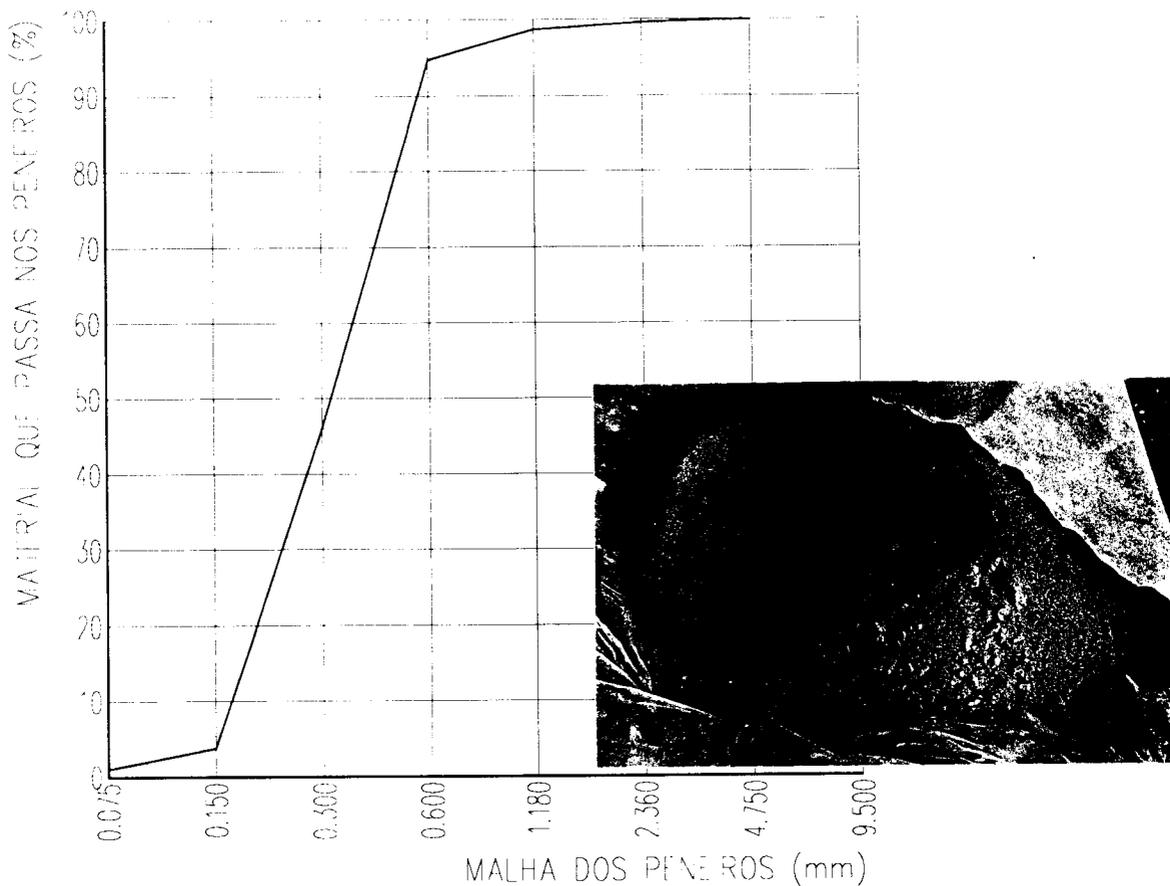


fig.34- Curva granulométrica e fotografia da areia de areeiro de Sta Margarida.

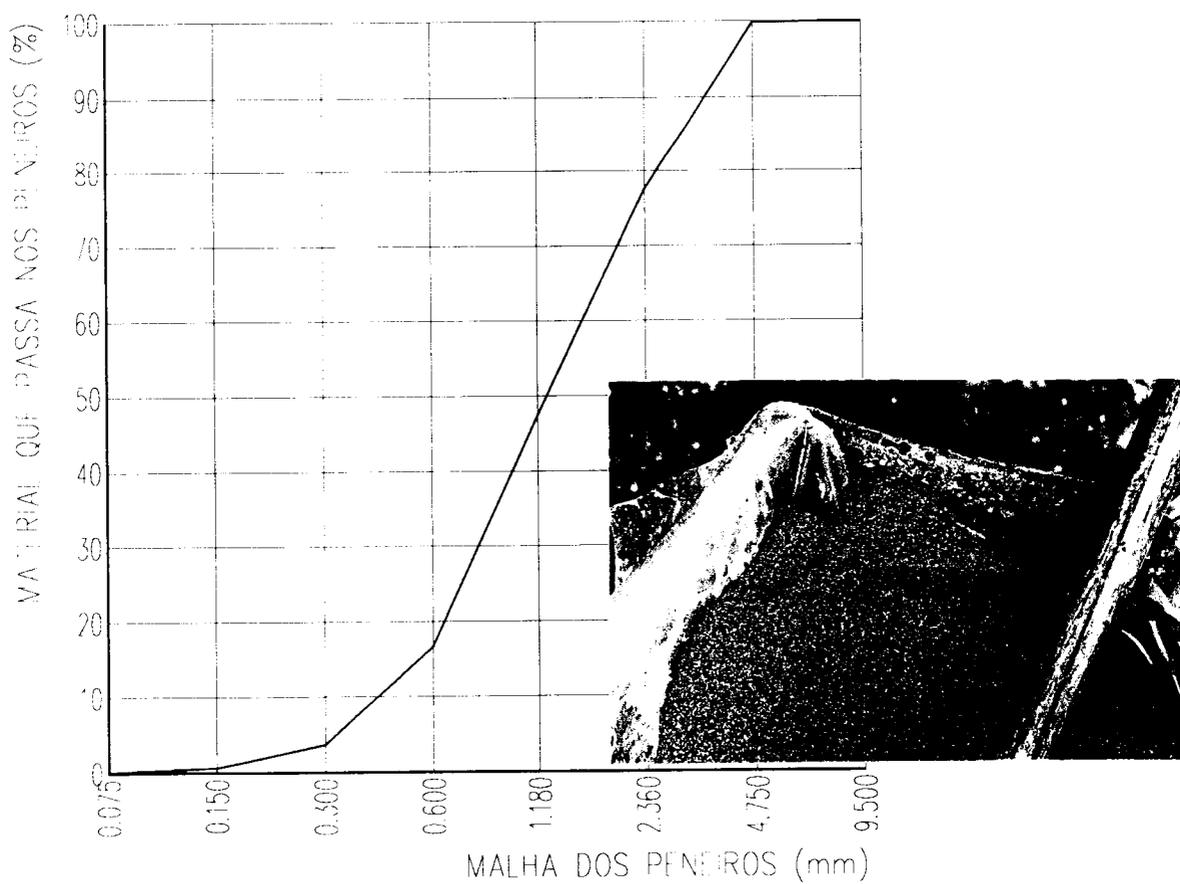


fig.35- Curva granulométrica e fotografia da areia do rio Guadiana.

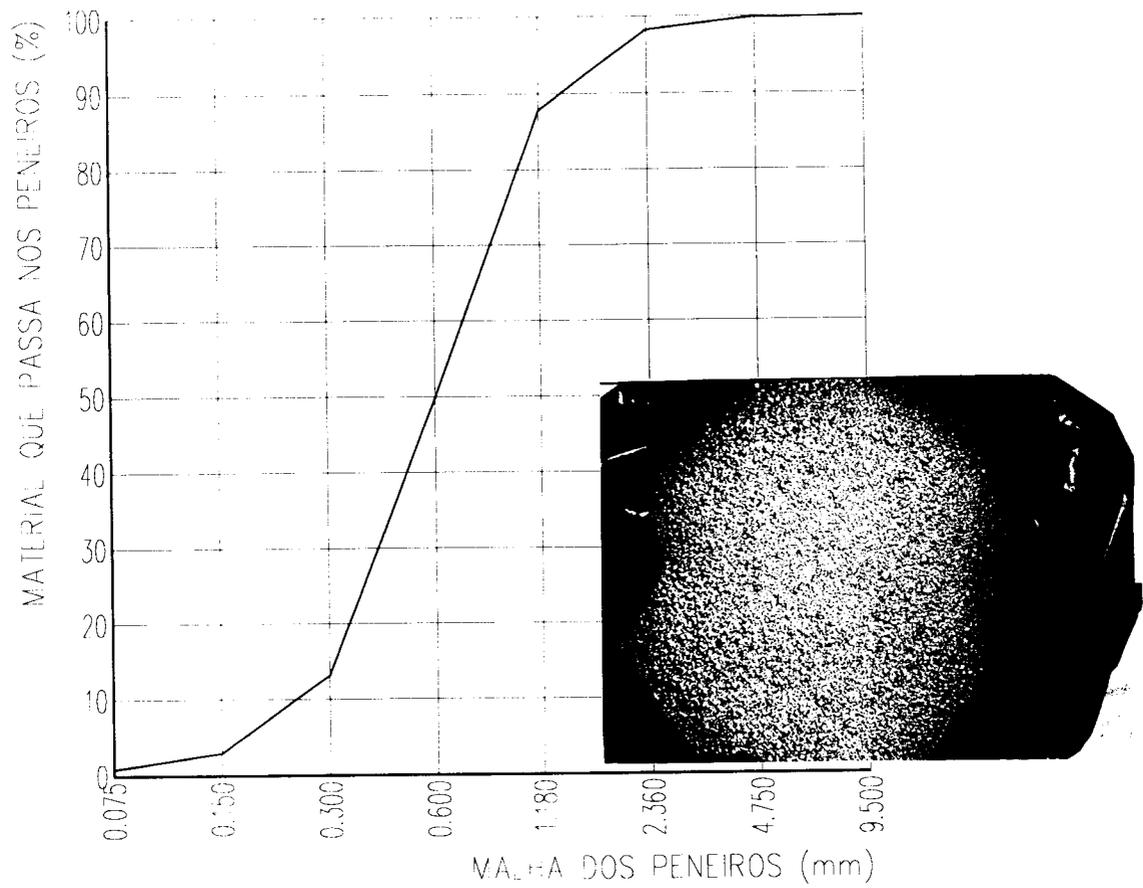


fig.36- Curva granulométrica e fotografia da areia de areeiro de Vendas Novas.

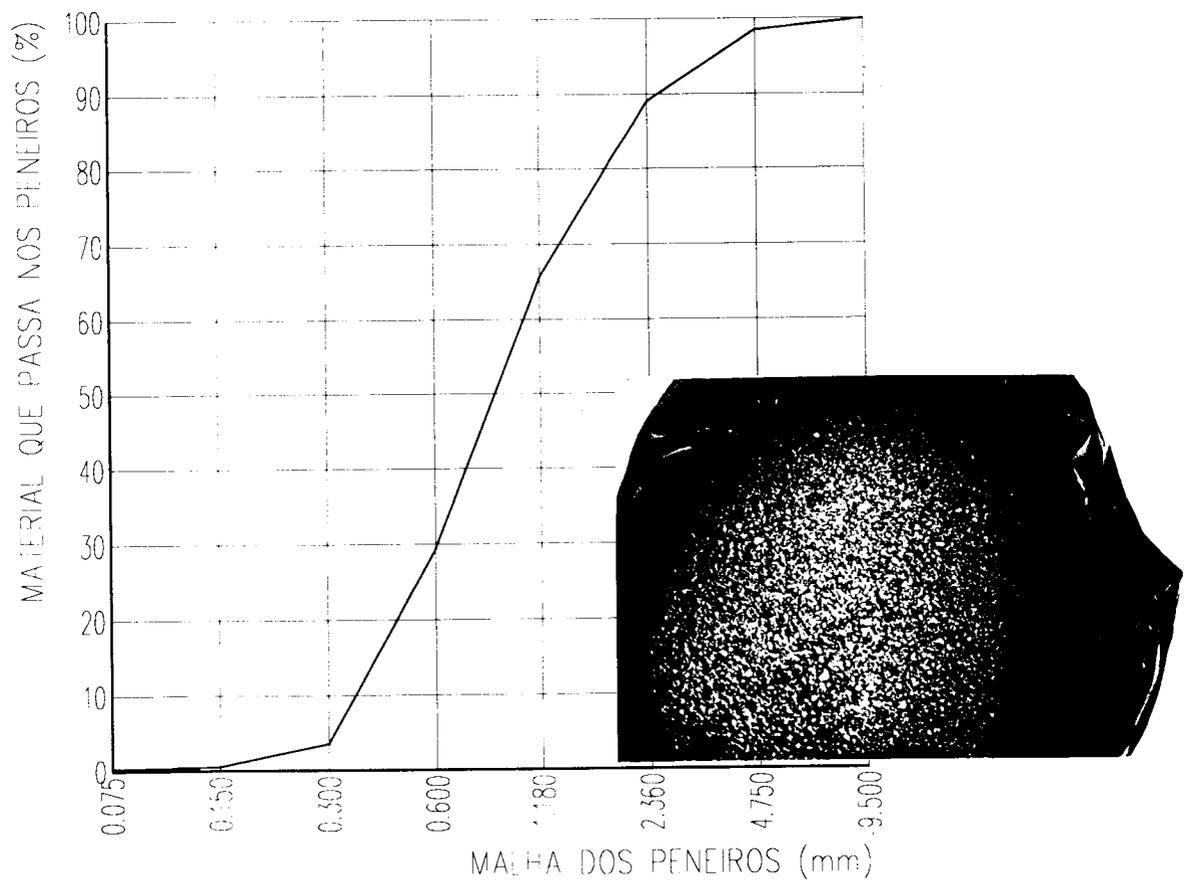


fig. 37- Curva granulométrica e fotografia da areia do rio Sorraia.

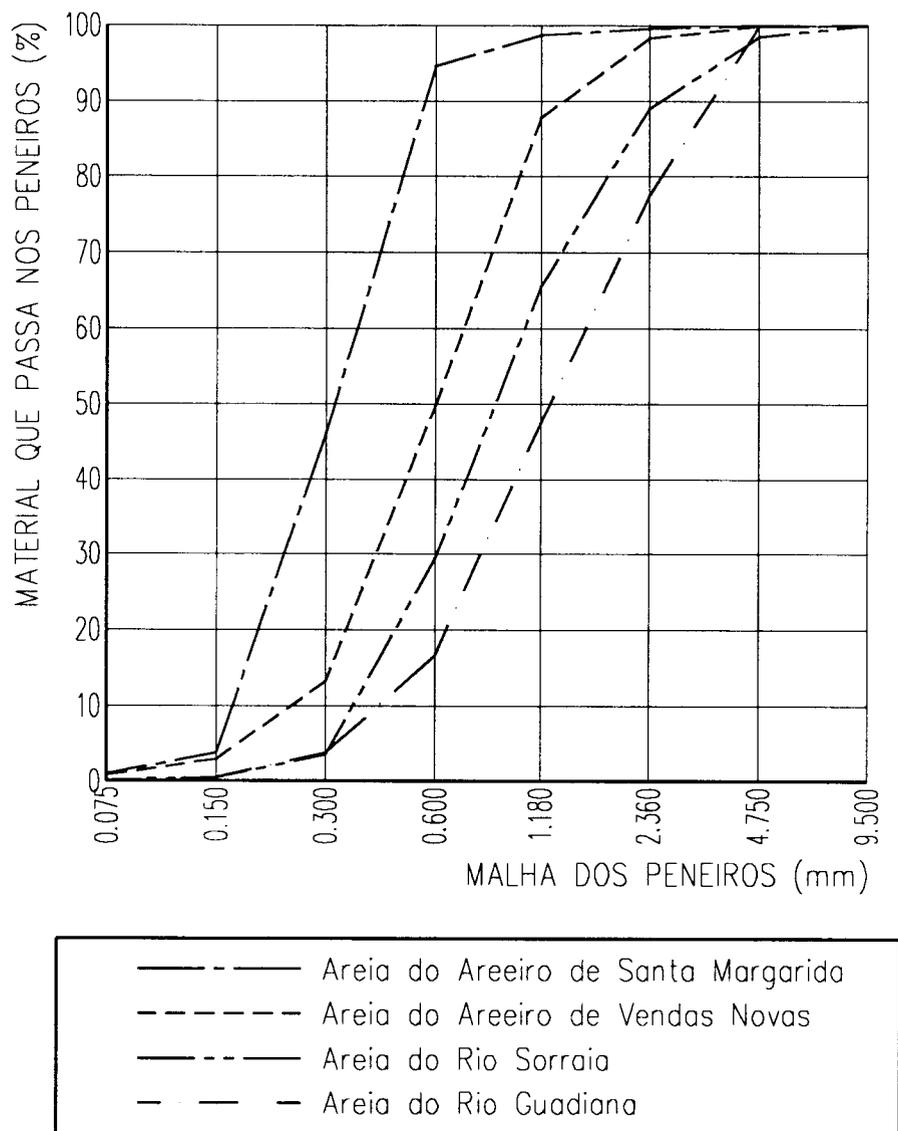


fig.38- Gráfico comparativo das curvas granulométricas das areias utilizadas nas argamassas.

Pela análise das curvas granulométricas conclui-se que as areias de areeiro utilizadas têm granulometria mais fina do que as areias de rio. A areia de Sta Margarida é a mais fina de todas elas. A areia do rio Guadiana empregue é mais fina que a areia do rio Sorraia.

A análise química⁹⁶ que se fez às amostras da areia de areeiro de Sta Margarida e do rio Guadiana revelou serem constituídas predominantemente por sílica (SiO_2) na forma de

⁹⁶Análises efectuadas no Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro da Universidade de Aveiro.

quartzo. O quartzo é um mineral estável que se altera pouco e é pouco reactivo. A areia de Sta Margarida é mais cristalina e contém pequenas quantidades de feldspato potássico e a areia do rio Guadiana é pouco cristalina e contém pequenas quantidades de feldspatos de sódio e mica.

As areias foram ainda vistas a uma lupa microscópica, essencialmente, com o objectivo de verificar qual o tipo de grão que as caracteriza.

Assim, a areia de areiro de Sta Margarida de cor amarela tem um grão angular e é muito homogénea no tipo e tamanho de minerais que apresenta. A areia do rio Guadiana tem uma cor castanha, o grão não é rolado como se esperava mas angular, o tamanho dos grãos é mais irregular e apresenta minerais de várias cores, com predominância de minerais de cor escura. A areia de areiro de Vendas Novas é muito similar à areia de Sta Margarida, apresenta uma cor amarela mas é mais heterogénea nos seus minerais, embora haja predominância das cores claras. A areia que se designou como proveniente do rio Sorraia é uma areia também similar à de Sta Margarida mas tem o grão mais grosso, não é tão homogénea nos minerais e tem minerais de cor mais escura.

QUADRO XXI

Massa volúmica aparente dos inertes constituintes das argamassas a ensaiar

Ligantes	Massa volúmica aparente (Kg / m ³)	
	Individual	Média
Areia de areiro de Sta. Margarida	1427;1437;1435	1433
Areia do rio Guadiana	1523;1536;1534	1531
Areia de areiro de Vendas Novas	1409;1402;1422	1411
Areia do rio Sorraia	1500;1504;1492	1499

A massa volúmica aparente das amostras de areias analisadas não difere muito na ordem de grandeza, verificando-se serem ligeiramente superiores os valores das areias de rio.

Para a identificação das características das areias foram adoptadas as seguintes técnicas:

- Curva granulométrica da areia- NP 1379, 1976
- Massa volúmica da areia- NP 955, 1977.

A água utilizada na preparação das diversas argamassas foi a disponível nas redes públicas.

CAPÍTULO VI - ENSAIOS DAS ARGAMASSAS

6.1. As argamassas de cal aérea e as argamassas bastardas

Este capítulo aborda o estudo de argamassas aplicadas em revestimentos exteriores. Para este efeito fizeram-se análises em laboratório e as mesmas argamassas foram aplicadas em diversas obras com paramentos de características distintas a fim de se averiguar o seu comportamento.

Em obra as argamassas foram aplicadas sobre o suporte donde previamente foi retirado o reboco que se considerou em mau estado de conservação. Naturalmente que nesta fase a decisão a tomar teve que ser convenientemente ponderada tendo em conta que os revestimentos, tal como os outros elementos de um edifício, fazem parte da sua história.

A composição das argamassas a ensaiar foi definida tendo em conta o resultado da pesquisa efectuada nas Câmaras Municipais de Évora e Beja e na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, bem como dos inquéritos efectuados e bibliografia consultada, à excepção das argamassas com cal hidráulica cujo traço se manteve aquele que foi utilizado em obra e cuja responsabilidade é da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul.

É importante ter sempre presente que os revestimentos a aplicar em paramentos antigos, além de terem que ser duráveis, devem ser compatíveis do ponto de vista químico, mecânico e físico com os suportes onde vão ser aplicados e estas são condições fundamentais para que as intervenções tenham um carácter reversível.

A campanha experimental engloba argamassas cujo único ligante é a cal aérea e as argamassas bastardas que além da cal também têm cimento na sua composição.

Resumidamente foram analisados os seguintes tipos de argamassas:

1. Argamassas de cal e cimento (A, B, C e D).
2. Argamassas só de cal aérea (E, F, G, H e I).
3. Argamassas de cal e uma quantidade muito moderada de cimento e cal hidráulica (J e L).

Vários foram os objectivos que se procuraram atingir com a campanha experimental proposta e que dum forma geral se passam a descrever:

- Determinar as características das argamassas, utilizando dois tipos de cal: de fabrico tradicional e de fabrico industrial.
- Comparar o comportamento das argamassas bastardas, hoje muito utilizadas em várias obras, com as argamassas tradicionais de cal e areia.

- Verificar se o uso da cal preta, tão referida na recolha oral, melhora o comportamento da argamassa em relação ao uso de outras cais.
- Procurar aferir qual será o traço mais indicado numa argamassa constituída por cal preta e areia do rio.

Para os objectivos estabelecidos considerou-se significativo analisar um conjunto de 9 traços de A a I com as características mencionadas no quadro XXII.

Os traços J e L não estavam englobados na fase inicial do trabalho mas considerou-se que seria útil analisar algumas das características destas argamassas que foram aplicadas na Igreja do Convento do Salvador, em Évora. Esta opção deveu-se, essencialmente, ao facto da constituição destas argamassas incluir a cal preta e porque de acordo com as prescrições do caderno de encargos da obra o único ligante ser a cal. Verificou-se posteriormente que na obra não tinha sido dispensado o “ cheirinho “ de cimento, mas mesmo assim, pareceu-nos interessante incluir os dois traços no plano do trabalho.

QUADRO XXII
Composição das argamassas a ensaiar

	OBRA	INFORMAÇÃO ADICIONAL	CONSTITUINTES ARGAMASSA	PROPORÇÃO VOLUME
A	Serviços Técnicos da C.M.Beja (1995)	cal proveniente de forno tradicional extinta na obra e utilizada em pó	cimento cal preta de Montes Claros 5.5 areia do rio Guadiana + 0.5 areia de areeiro de Sta Margarida	1 1 6
B	Serviços Técnicos da C.M.Beja (1995)	cal proveniente de forno tradicional extinta pelo fornecedor e utilizada em pó	cimento cal preta de Montes Claros 5.5 areia do rio Guadiana + 0.5 areia de areeiro de Sta Margarida	1 1 6
C	Serv. Téc. da CMB (1995) e Arcadas Praça da República em Beja (1996)	cal proveniente de forno industrial (cal hidratada em pó)	cimento cal branca de Alcanede 5.5 areia do rio Guadiana + 0.5 areia de areeiro de Sta Margarida	1 1 6
D	Serviços Técnicos da C.M.Beja (1995)	cal proveniente de forno industrial (cal hidratada em pó)	cimento cal branca de Alcanede 8 areia do rio Guadiana + 1 areia de areeiro de Sta Margarida	1 2 9
E	Sede da Associação de Defesa do Património Beja, (1997)	cal proveniente de forno tradicional extinta pelo fornecedor e utilizada em pó	cal preta de Montes Claros areia do rio Guadiana	1 2
F	Sede da Associação de Defesa do Património Beja, (1997)	cal proveniente de forno tradicional extinta pelo fornecedor e utilizada em pó	cal preta de Montes Claros areia do rio Guadiana	1 3
G	Sede da Associação de Defesa do Património Beja, (1997)	cal proveniente de forno tradicional extinta pelo fornecedor e utilizada em pó	cal preta de Montes Claros areia do rio Guadiana	1 4
H	Sede da Associação de Defesa do Património Beja, (1997)	cal proveniente de forno tradicional extinta em obra e utilizada em pó	cal branca de Montes Claros areia do rio Guadiana	1 3
I	Sede da Associação de Defesa do Património Beja, (1997)	cal proveniente de forno industrial (cal hidratada em pó)	cal branca de Alcanede areia do rio Guadiana	1 3
J	Igreja do Convento do Salvador, Évora (1996)	cal proveniente de forno tradicional extinta na obra e utilizada em pó	cal preta de Montes Claros cal hidráulica cimento areia do rio Sorraia	1,5 1 pá 1/3 pá 3
L	Igreja do Convento do Salvador, Évora (1996)	cal proveniente de forno tradicional extinta na obra e utilizada em pó	cal preta de Montes Claros cal hidráulica cimento areia amarela de Vendas Novas	1,5 1 pá 1/3 pá 3

Nas argamassas J e L a unidade é o balde de 10 l, uma pá de cal hidráulica corresponde a 4/10 do balde e 1/3 de pá de cimento corresponde a 1/10 do balde. O traço utilizado é de uma forma sintética constituído por 2 ligante : 3 areia .

Com o estudo das argamassas bastardas A a D pretendeu-se obter um conhecimento mais alargado sobre as seguintes questões:

- De que forma as características duma argamassa são alteradas quando a extinção da cal é feita em obra em vez de ser extinta pelo fornecedor?
- Quais as alterações que são introduzidas numa argamassa quando se utiliza a cal preta de fabrico tradicional em relação a uma cal branca de fabrico industrial?
- De que forma são modificadas as características duma argamassa quando aumentamos a dosagem de cal?

Nas argamassas E a G o único ligante é a cal preta. Nos ensaios pretendeu-se conhecer melhor os seguintes aspectos:

- Verificar se alguma característica da argamassa melhora francamente quando se utiliza a cal preta.
- De que forma a variação da quantidade de cal preta utilizada altera as características de uma argamassa?
- Qual o traço que apresenta melhores características?

Com as argamassas H e I pretendeu-se obter um melhor conhecimento sobre a seguinte questão:

- Utilizando o mesmo traço de que forma se altera o comportamento de uma argamassa quando se utiliza uma cal branca de forno industrial ou de forno tradicional?

Os provetes dos traços J e L foram cheios em obra e com o seu estudo pretendeu-se avaliar o comportamento destas argamassas que foram executadas e aplicadas numa obra de média dimensão. Estes traços permitiram também avaliar de que forma é que variando o tipo de areia utilizada, de rio ou de areeiro, se altera o comportamento da argamassa. Nestes rebocos foi utilizada também a cal hidráulica.

Para termo de comparação de todas as argamassas estudadas utilizou-se um traço de 1 (cimento) : 4 (areia) já estudado no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, que se sabe ser habitualmente empregue em obras e cujos resultados foram apresentados no “ 2º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. ”⁹⁷

As argamassas de referência têm as seguintes características:

A1- 1 cimento : 4 areia rio Tejo

A2- 1 cimento : 2 areia rio Tejo + 2 areia Corroios

A3- 1 cimento : 4 areia Corroios.

Os ensaios de laboratório efectuados foram os seguintes:

⁹⁷Op. Cit- *Argamassas de revestimento na reabilitação do património urbano*. p.195-206.

a) Caracterização experimental das argamassas em pasta:

- Consistência por espalhamento. A norma utilizada foi a BS 4551: Part1, 1970.
- Massa volúmica. A norma utilizada foi a do Cahier 1779 do CSTB, 1982.

b) Caracterização experimental das argamassas endurecidas:

- Massa volúmica aparente (7, 28 e 90 dias). As normas utilizadas foram a do Cahier 1779 do CSTB, 1982.

- Resistência à tracção por flexão e resistência à compressão (7, 28, 90 e 180 dias). A norma utilizada foi a NP EN 196-1, 1990 e a pr EN 1015-11, 1995.

- Variações dimensionais e ponderais na secagem (7, 28 e 90 dias). A norma utilizada foi a do Cahier 1779 do CSTB, 1982.

- Módulo de elasticidade dinâmico (90 dias e 180 dias). A norma utilizada foi a do Cahier 1779 do CSTB, 1982.

- Absorção de água por capilaridade (28 dias). A norma utilizada foi a NF B 10-502, 1980.

- Aderência a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento (28 dias). A norma utilizada foi a do Cahier 1779 do CSTB, 1982.

Alguns dos ensaios descritos não foram realizados para as argamassas J e L por não haver moldes disponíveis no Laboratório Nacional de Engenharia Civil para serem transportados para a obra em Évora.

Os ensaios de absorção de água por capilaridade foram repetidos passados cerca de 8 meses após a execução dos provetes, por forma a fazer-se a leitura da ascensão da água ao longo do tempo e após esta atingir o topo do provete fazer-se a leitura da água perdida ao longo do tempo.

Os ensaios efectuados da massa volúmica aparente, resistência à tracção por flexão, variações dimensionais e ponderais, módulo de elasticidade, absorção de água por capilaridade e água perdida por secagem foram realizados efectuando três medições em provetes diferentes, calculando-se depois a média dos valores obtidos. Nos ensaios da resistência à compressão foram efectuadas seis medições nos meios provetes resultantes dos ensaios à resistência à tracção por flexão. Nos ensaios de aderência a suporte cerâmico os tijolos foram carotados em cinco locais procurando-se obter, pelo menos, a leitura em três das carotes feitas.

Com os ensaios elaborados procurou-se determinar algumas das características físicas e mecânicas das argamassas que pareceram mais significativas para apurar o seu comportamento, essencialmente, quando aplicadas em edifícios antigos.

O comportamento duma argamassa depende de algumas características físicas que apresenta; destas foram determinadas as massas volúmicas da argamassa em pasta e endurecida o que nos permitiu avaliar a sua compactidade, factor este que influencia outras características da argamassa com interesse para o presente estudo, como por exemplo, as resistências ou o coeficiente de capilaridade.

Conhecer algumas das características mais significativas que permitem avaliar o comportamento mecânico da argamassa também pareceu de grande importância. Assim, determinaram-se:

a consistência, propriedade que permite avaliar se a argamassa contém maior ou menor homogeneidade, grandeza que assume um papel fundamental porque influencia a trabalhabilidade das argamassas,

as variações dimensionais e ponderais na secagem, que conjuntamente com os módulos de elasticidade ajudam a avaliar a capacidade que a argamassa tem de se adaptar ao suporte sem fendilhar ou fissurar. Estas características são fundamentais não só porque delas depende o aspecto estético da argamassa mas também porque quando ocorrem fendilhações, fissuras ou mesmo destaque de material abrem-se “caminhos” para a fácil passagem da água. Além disso argamassas com módulos de elasticidade dinâmicos elevados podem provocar danos nos paramentos de edifícios antigos,

as resistências à tracção por flexão e à compressão que nos indicam a capacidade que a argamassa tem de resistir a alguns agentes que actuam externamente, como os choques, as intempéries, mas por outro lado também permitem avaliar se as argamassas possuem valores que as tornam desaconselháveis para serem aplicadas em alvenarias de edifícios antigos,⁹⁸

a aderência a suporte cerâmico é uma grandeza com alguma importância porque nos mostra se as argamassas têm capacidade de aderir aos paramentos.

Os ensaios de absorção de água por capilaridade permitiram determinar a capacidade que a argamassa tem de resistir à entrada de água. Os coeficientes médios de capilaridade das diversas argamassas dão-nos uma ideia comparativa dos seus comportamentos. O facto de a argamassa absorver uma grande quantidade de água poderá não ser muito prejudicial desde que ela, quando as condições atmosféricas assim o permitirem, tenha também a capacidade de a expelir.

Assim, a medição de água perdida durante a secagem ao longo do tempo procurou esclarecer esta questão.

⁹⁸PERONI S. et al- *Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981. p.91.

Não foram efectuados os ensaios de resistência às acções de degradação devido ao uso (ensaios de choque de corpo duro cortante - quadriculagem, ensaios de choque de corpo duro não cortante - choque de esfera e ensaios de resistência ao punçoamento dinâmico), previstos no plano inicial do trabalho, que nos permitiriam avaliar algumas características com interesse das argamassas, nomeadamente o seu comportamento em obra. Estes ensaios não se efectuaram dada a dificuldade em deslocar os técnicos e o equipamento do Laboratório Nacional de Engenharia Civil para os locais das obras: Beja e Évora.

No entanto, em obra foi importante a análise visual que se fez do comportamento das argamassas, essencialmente, verificando se houve alguma fissuração ou destaque da argamassa, pintura ou caiação.

Para permitir a fácil leitura dos resultados dos ensaios fez-se acompanhar cada quadro e gráfico com a composição das argamassas utilizando a seguinte simbologia:

ci: cimento

cap-to: cal preta de forno tradicional extinta em obra

cap- tf: cal preta de forno tradicional extinta pelo fornecedor

cab- if: cal branca de forno industrial extinta pelo fornecedor

cab- to: cal branca de forno tradicional extinta em obra

ch: cal hidráulica

ara: areia do rio e areeiro em proporções variáveis

ar: areia do rio

aa: areia de areeiro

A- 1 ci : 1 cap-to : 6 ara (1:1:6)

B- 1 ci : 1 cap-tf : 6 ara (1:1:6)

C- 1ci : 1 cab-if : 6 ara (1:1:6)

D- 1 ci : 2 cab-if : 9 ara (1:2:9)

E- 1 cap-tf : 2 ar (1:2)

F- 1 cap-tf : 3 ar (1:3)

G- 1 cap-tf : 4 ar (1:4)

H- 1 cab-to : 3 ar (1:3)

I- 1 cab-if : 3 ar (1:3)

J- 1.5 cap-to : 1 pá ch : 1/3 pá ci : 3 ar; unidade: balde de 10 l

L- 1.5 cap-to : 1 pá ch : 1/3 pá ci : 3 aa; unidade: balde de 10 l.

6.2 Ensaio realizados

6.2.1 Preparação das argamassas para serem testadas em laboratório

As argamassas ensaiadas no laboratório foram as da camada de base, tendo sido testados os traços mencionados no quadro XXII que foram aplicados em obra sem as areias passadas. Excepção feita para a argamassa D que em obra foi aplicada somente como camada de acabamento, com a areia passada, mas que em laboratório foi testada sem a areia passada e a argamassa L que em obra foi executada com a areia passada e foi desta forma ensaiada em laboratório.

Naturalmente que as camadas de acabamento, embora não englobadas todas no presente estudo, também assumem um papel importante nos revestimentos, não só pelo aspecto estético, como também pelas funções de impermeabilidade e de protectoras mecânicas que assumem.

Em laboratório, essencialmente para evitar danos no equipamento, as areias foram passadas por um peneiro de 5mm.

A preparação das argamassas em laboratório foi efectuada por amassadura mecânica e seguiu a norma francesa NF P15-411. As argamassas foram executadas misturando a seco e nos traços mencionados os ligantes com a areia tendo sido cumprido o seguinte plano sequencial:

- mistura dos ligantes com a areia a seco e introdução no misturador.
- mistura dos materiais em primeira velocidade e junção de água de forma contínua durante 2 minutos
- raspagem das paredes da cuba e mistura dos materiais manualmente.

Nas argamassas cujo único ligante é a cal aérea o tempo necessário para a água ser absorvida foi superior ao das restantes, tendo sido aproximadamente de 3 minutos.

Todos os ensaios foram realizados em provetes prismáticos com as dimensões de 40 mm x 40 mm x 160 mm, à excepção dos ensaios de aderência a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento para os quais, foram aplicadas as argamassas em tijolos cerâmicos furados. Para os traços J+L além destes tijolos foram também utilizados tijolos maciços idênticos aos da alvenaria da obra em Évora onde foram aplicadas essas argamassas.

Os provetes prismáticos foram cheios logo após a amassadura. O tempo de desmoldagem dos provetes variou conforme o tipo de argamassas, já que o período de secagem das argamassas cujo único ligante é a cal aérea é mais prolongado. Assim, a desmoldagem dos traços A a E foi efectuada após 4 dias e a desmoldagem dos traços G a I só foi efectuada após 6 dias. Os provetes foram mantidos durante as várias fases dos ensaios em ambiente condicionado, a uma temperatura de $23 \pm 2^\circ \text{C}$ e à humidade relativa de $50 \pm$

5%. Os provetes das argamassas aplicadas na obra em Évora foram cheios na própria obra e transportados para serem desmoldados no laboratório 6 dias depois de terem sido cheios, tendo permanecido durante este período de tempo em ambiente não condicionado.

Nos ensaios de aderência a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento, as argamassas A e B foram aplicadas conforme a sua execução em obra do painel experimental do Parque de Materiais. Assim, foi efectuado primeiro um salpisco ao traço 1 (cimento) : 4 (areia), o uso de cimento neste ensaio revelou-se indispensável já que como a superfície é muito lisa não garantia por si a aderência da argamassa, sendo depois aplicada uma camada de cerca de 15 mm sem a areia passada e finalmente com o mesmo traço mas com a areia passada uma camada de cerca de 10 mm.

Estes ensaios para as argamassas C e D diferem dos anteriores porque foram as duas camadas C+D que formaram o sistema completo. Após o salpisco foi aplicado o traço C e na camada final foi aplicado o traço D com a areia passada. Este ensaio traduz o modo de realização dos revestimentos que se aplicou em quase toda a fachada principal dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja que sofreu obras de manutenção, com excepção do salpisco que se revelou dispensável nesta obra.

Os ensaios de aderência das argamassas E, F, G, H, I foram executados da mesma forma que os ensaios das argamassas A e B.

Nos ensaios das argamassas J e L executados conforme as argamassas C e D foram utilizados dois tipos de material, tijolo burro proveniente da obra e tijolo cerâmico furado. No tijolo maciço revelou-se dispensável a aplicação do salpisco. Pretendeu-se assim aferir com o mesmo traço qual o tipo de suporte que garante uma maior aderência da argamassa. Por indisponibilidade de sala com ambiente condicionado os tijolos foram guardados no Pavilhão de Ensaios de Componentes do Laboratório Nacional de Engenharia Civil tendo aí permanecido até à data dos ensaios.

As figuras 39 a 44 ilustram algumas das fases de preparação das argamassas para serem testadas em laboratório.

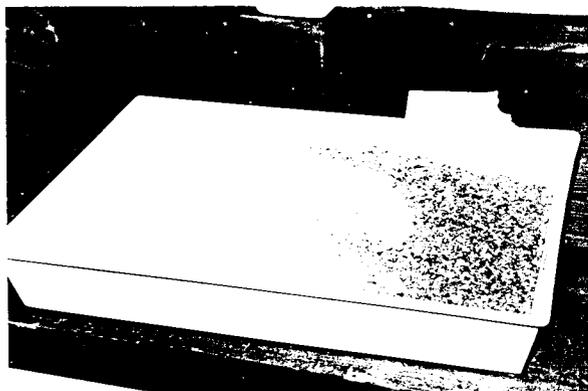


fig. 39- Materiais que constituem a argamassa C.

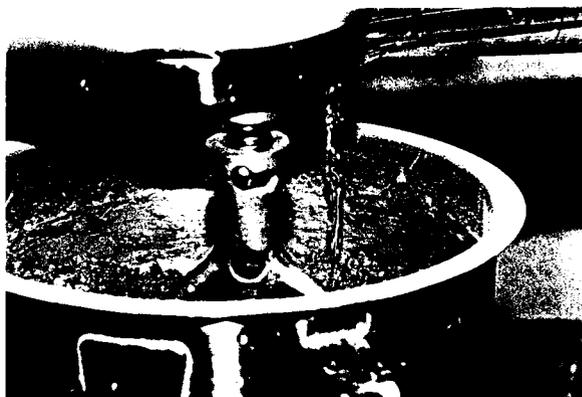


fig. 40- Mistura dos materiais e junção de água de forma contínua.

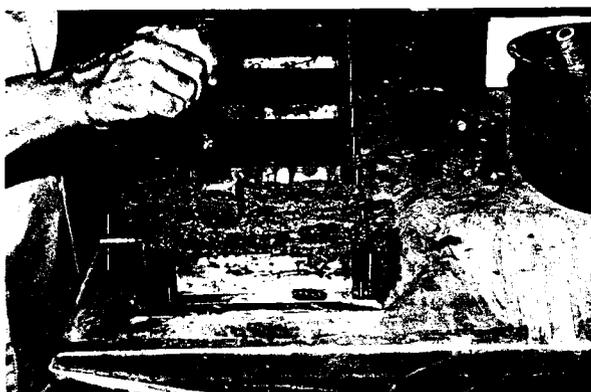


fig. 41- Compactação das argamassas nos provetes prismáticos.

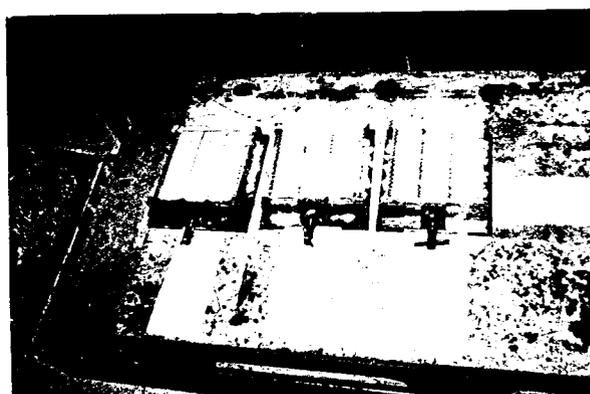


fig. 42- Provetes prismáticos cheios com as argamassas G, H e I, realçando a diferença de cor, mais escura, da argamassa G executada com cal preta em relação às restantes argamassas executadas com cal brancas.

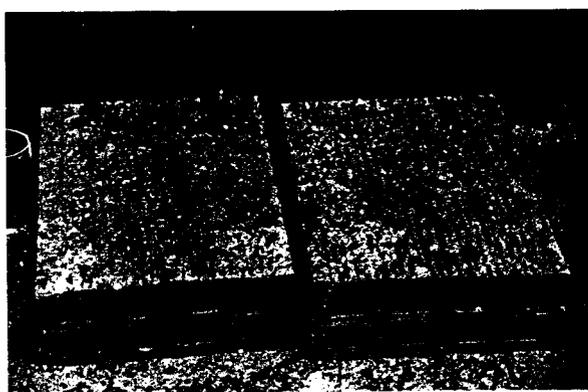


fig. 43- Preparação dos tijolos com o salpisco de cimento e areia.

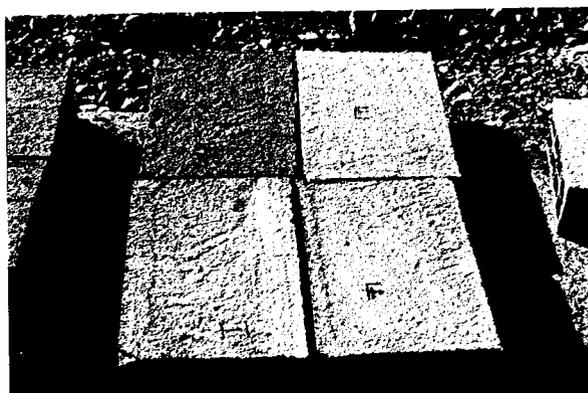


fig. 44- Aplicação da primeira camada das argamassas E, F, G e H nos provetes em tijolo furado para os ensaios de aderência.

6.2.2 Caracterização das argamassas em pasta

Na amassadura das argamassas procurou-se que estas apresentassem uma consistência que permitisse a sua fácil aplicação em obra, critério este que foi avaliado pela sensibilidade que se foi adquirindo na análise do produto obtido e procurando que os valores medidos ficassem compreendidos entre 70 % a 90 %, que correspondem a valores de argamassas já estudadas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Em obra a junção de água às argamassas é feita conforme a sensibilidade do pedreiro que lhe é dada pela sua forma pessoal de trabalhar, baseada muitas vezes na tradição da região.

Os valores da consistência não variam muito entre as argamassas bastardas e as argamassas tradicionais. Há uma ligeira tendência para os valores das argamassas bastardas serem superiores aos das tradicionais, o que mostra que existe menos homogeneidade nestas argamassas o que se traduz numa menor trabalhabilidade.

Independentemente dos valores da consistência, as argamassas com cal mostraram-se sempre mais fáceis de trabalhar. A boa trabalhabilidade das argamassas em pasta é importante já que permite obter um maior rendimento nos trabalhos e à partida espera-se que estas argamassas adiram numa forma mais fácil aos paramentos.

Os resultados dos ensaios das argamassas em pasta são apresentados no quadro XXIII e as figuras 45 a 47 ilustram algumas das fases deste trabalho.

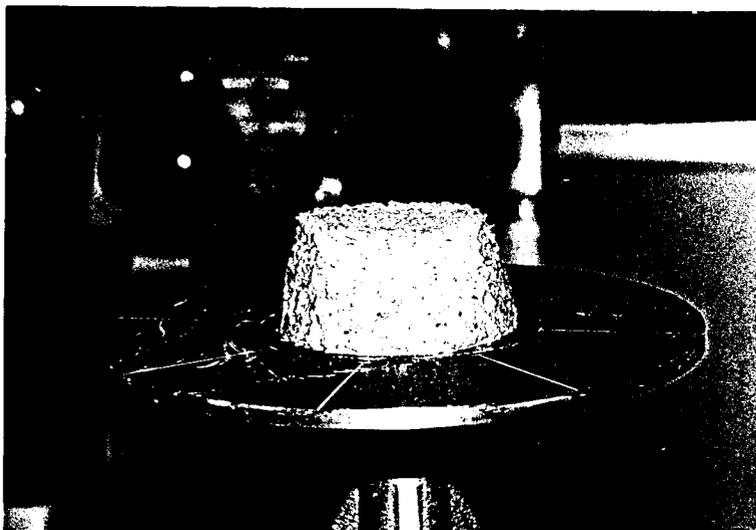


fig. 45- Aspecto da argamassa antes do ensaio da consistência por espalhamento.



fig. 46- Medição da consistência por espalhamento.

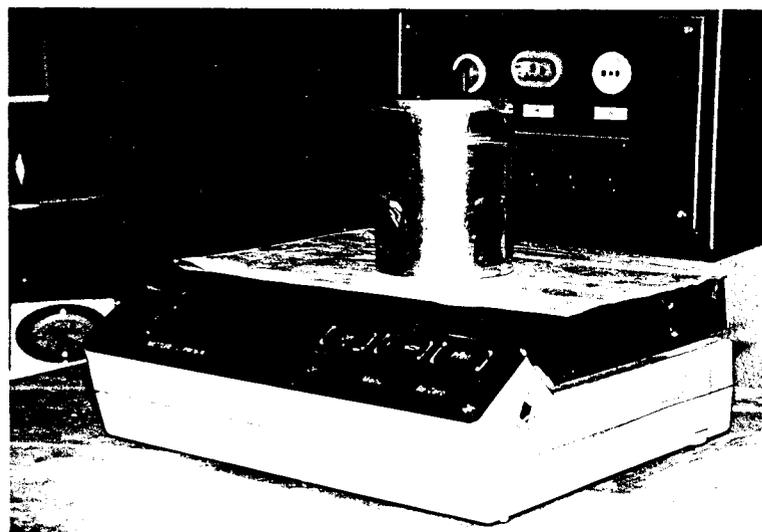


fig. 47- Determinação da massa volúmica.

QUADRO XXIII

Resultados dos ensaios das argamassas em pasta

	CONSISTÊNCIA POR ESPALHAMENTO (%)	MASSA VOLÚMICA (Kg/m ³)	RELAÇÃO ÁGUA/LIGANTE	
			ponderal	volumétrica
A	85	2137	0.94	0.72
B	83	2113	0.97	0.79
C	91	2161	0.92	0.74
D	84	2113	1.00	0.96
E	70	1985	1.17	0.69
F	82	2017	1.57	0.93
G	77	2046	1.89	1.12
H	81	1998	1.49	0.99
I	83	2092	1.56	0.90
J	*	*	*	*
L	*	*	*	*

* Nas argamassas J e L não foram determinados estes valores porque os provetes foram cheios em obra.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

As argamassas H e I, executadas com cal branca e areia do rio, misturaram-se melhor e apresentavam um aspecto mais homogêneo do que as argamassas E, F e G executadas com cal preta e areia do rio.

Para o mesmo traço, 1 cal : 3 areia e valores de consistência por espalhamento muito idênticos, a massa volúmica da argamassa I com cal de Alcanede aparece ligeiramente superior à G executada com cal preta e com cal branca de fornos tradicionais. Também nas argamassas A, B e C, com o mesmo traço, 1 cimento : 1 cal : 6 areia, a massa volúmica é superior para a argamassa C executada com cal de Alcanede. Analisando o gráfico comparativo das curvas granulométricas das cals verifica-se que a cal de Alcanede é a mais fina e de granulometria mais uniforme. Também a cal preta e a cal branca extintas em obra, embora de granulometria mais variável que a cal de Alcanede, se apresentam com uma granulometria mais fina do que a cal preta extinta pelo fornecedor. Parece assim poder afirmar-se que o processo de extinção da cal e o produto final obtido, mais ou menos homogêneo, é determinante na compacidade das argamassas.

No geral nas argamassas tradicionais foi adicionada mais água do que nas bastardas, mantendo-se os valores da consistência por espalhamento de ambas as argamassas na mesma ordem de grandeza.

As argamassas tradicionais têm maior retenção de água e maior plasticidade por serem mais finas.

A relação água/ligante das argamassas bastardas A, B e C, com o mesmo traço, tem valores muito semelhantes registrando-se um ligeiro aumento deste valor quando se diminui a percentagem de ligante, caso da argamassa bastarda D.

Também nas argamassas tradicionais F, H e I, com o mesmo traço, não há variações na relação água/ligante. Esta relação diminui na argamassa tradicional E com maior percentagem de ligante e regista-se um aumento na argamassa tradicional G com menor percentagem de ligante.

6.2.3 Caracterização das argamassas endurecidas

6.2.3.1 Massa volúmica aparente

A figura 48 é representativa do ensaio efectuado para a medição da massa volúmica aparente. Os resultados deste ensaio são apresentados no quadro XXIV.

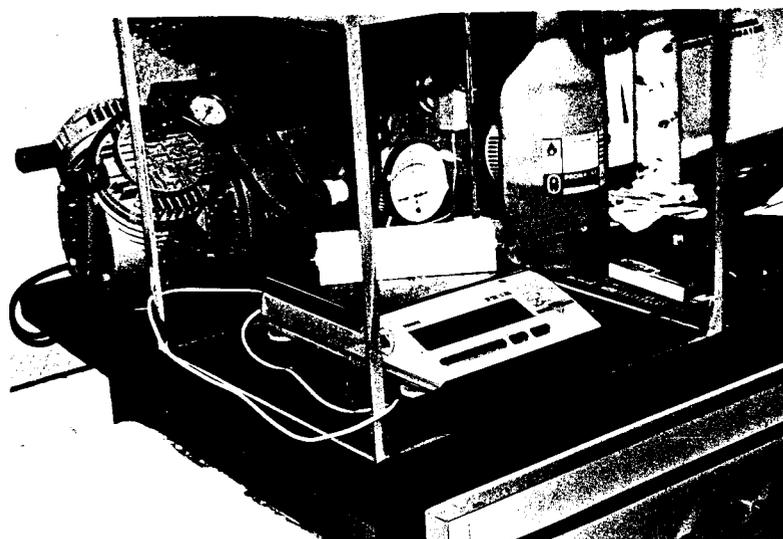


fig. 48- Medição da massa volúmica aparente.

QUADRO XXIV

Valores da massa volúmica aparente das argamassas

Idade	Val.	Massa volúmica aparente, após desmoldagem (Kg / m ³)										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
7dias	Ind.	2003	1963	2017	1973	1805	1813	1799	1819	1899	1793	1834
		1975	1970	2009	1969	1809	1844	1810	1817	1894	1771	1835
		1988	1968	2008	1969	1785	1858	1803	1806	1899	1779	1843
	Méd.	1988	1967	2011	1970	1800	1838	1804	1814	1897	1781	1837
28dias	Ind.	1967	1966	2029	1989	1819	1862	1822	1813	1894	1782	1844
		1969	1970	2019	1983	1831	1874	1819	1833	1892	1768	1870
		1981	1953	2019	1973	1826	1878	1815	1830	1892	1809	1818
	Méd.	1972	1963	2022	1982	1825	1871	1819	1825	1893	1786	1844
90dias	Ind.	1990	1966	2012	1989	1780	1820	1827	1794	1897	1737	1851
		1986	1970	2018	1983	1817	1817	1812	1808	1900	1735	1829
		1999	1953	2029	1973	1801	1836	1814	1806	1889	1762	1819
	Méd.	1992	1963	2020	1982	1799	1824	1818	1803	1895	1745	1833

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6) ; E-1cap-tf:2ar (1:2) ; H- 1cab-to:3ar (1:3) ; J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
 B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6) ; F- 1cap-tf:3ar (1:3) ; I- 1cab-if:3ar (1:3) ; L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
 C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6) ; G- 1cap-tf:4ar (1:4)
 D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

Para o mesmo traço A, B e C a massa volúmica é superior para a argamassa executada com cal branca de Alcanede, proveniente de forno industrial.

Nos traços F, H e I com a mesma proporção volumétrica também a argamassa executada com cal de Alcanede apresenta um valor superior de massa volúmica.

No geral as massas volúmicas das argamassas com cimento e com alguma areia amarela, argamassas A, B, C e D, são superiores aos valores das massas volúmicas das argamassas só de cal e areia de rio, argamassas E, F, G, H e I.

Mantendo todos os constituintes e alterando apenas o tipo de areia, areia amarela ou areia de rio caso das argamassas J e L, encontraram-se valores superiores de massa volúmica para a argamassa executada com areia amarela comparativamente aos da argamassa executada com areia de rio.

Os resultados obtidos permitem concluir que o uso de uma cal de granulometria mais fina, caso da cal de Alcanede e de areias também mais finas, caso das areias de areeiro, conferem às argamassas uma maior compacidade.

Naturalmente a secagem das argamassas provoca a diminuição dos valores da massa volúmica, no entanto, a carbonatação da cal pode originar um aumento de massa. Assim, a variabilidade nos valores obtidos de massa volúmica que se registaram pode ser devida à ocorrência destes dois fenómenos.

6.2.3.2 Resistência à tracção por flexão e à compressão

A força de rotura à tracção por flexão e à compressão nas argamassas bastardas A, B, C e D foi determinada numa máquina da marca SEIDNER do Núcleo de Aglomerantes e Betões do laboratório (vejam-se figuras 49 e 50). Nos ensaios à flexão os provetes foram submetidos a uma força concentrada a meio vão, a uma velocidade de 100 N/s até à rotura. Nos ensaios à compressão, os provetes foram sujeitos a uma força distribuída, a uma velocidade de 50 N/s até à rotura. Nas argamassas tradicionais E e F ensaiadas à flexão e à compressão na mesma máquina verificou-se aos 7 dias que a rotura se deu antes do ajustamento da máquina não tendo sido possível registar qualquer força. Assim, a determinação destes valores nas argamassas tradicionais G, H, I, J e L já foi efectuada numa máquina com características diferentes, da marca LLOYD LR 10 K (vejam-se figuras 51 e 52), sendo as velocidades para os ensaios da flexão e da compressão de 5.1 mm/min e 5.25 mm/min, respectivamente, que correspondem aproximadamente às forças utilizadas na máquina Seidner. Os ensaios posteriores de flexão e compressão foram realizados na última máquina referida. Os resultados dos ensaios efectuados são apresentados nos quadros XXV e XXVI e as figuras 53 a 56 representam graficamente estes resultados.

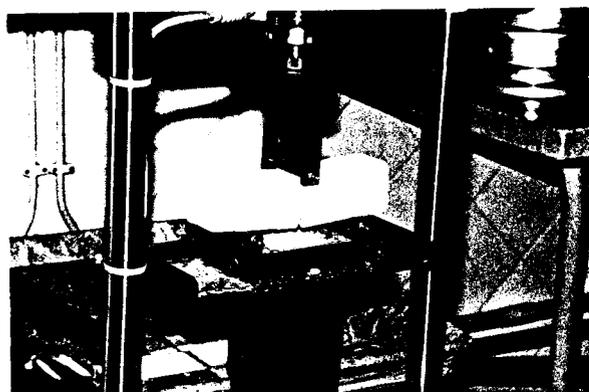


fig. 49- Determinação da resistência à tracção por flexão na máquina Seidner.

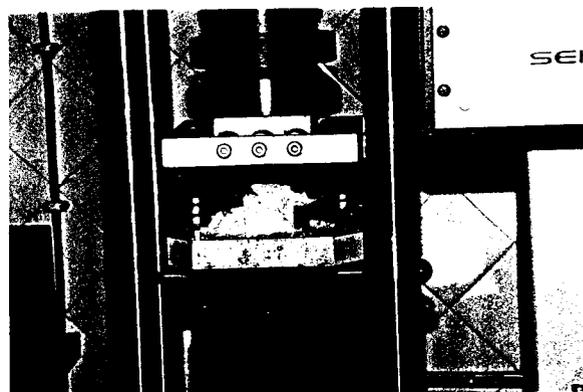


fig. 50- Determinação da resistência à compressão na máquina Seidner.



fig. 51- Determinação da resistência à flexão na máquina Lloyd LR 10 K.



fig. 52- Determinação da resistência à compressão na máquina Lloyd LR 10 K.

QUADRO XXV

Valores da resistência à tracção por flexão

Traço	Resistência à tracção por flexão (MPa)							
	7 dias		28 dias		90 dias		≅ 180 dias	
	Individ.	Média	Individ.	Média	Individ.	Média	Individ.	Média
A	1.44	1.34	1.40	1.46	1.76	1.78	2.16	2.14
	1.26		1.57		1.80		2.12	
	1.32		1.41		1.78		2.14	
B	1.08	1.06	1.16	1.13	1.39	1.32	1.25	1.30
	1.04		1.10		1.32		1.31	
	1.06		1.13		1.24		1.33	
C	1.36	1.34	1.72	1.60	1.82	1.79	2.22	2.10
	1.28		1.50		1.84		2.17	
	1.37		1.59		1.70		1.91	
D	0.61	0.64	0.67	0.69	0.71	0.75	0.78	0.77
	0.63		0.70		0.78		0.76	
	0.68		0.70		0.76		0.77	
E	*	*	0.37	0.40	0.44	0.43	0.51	0.50
			0.39		0.45		0.46	
			0.43		0.40		0.52	
F	*	*	0.33	0.32	0.40	0.39	0.41	0.46
			0.32		0.36		0.47	
			0.32		0.40		0.49	
G	0.12	0.13	0.31	0.32	0.32	0.32	0.32	0.33
	0.13		0.33		0.32		0.34	
	0.14		0.33		0.32		0.33	
H	0.11	0.11	0.29	0.32	0.32	0.33	0.38	0.39
	0.11		0.32		0.34		0.39	
	0.11		0.35		0.32		0.41	
I	0.20	0.20	0.35	0.34	0.44	0.43	0.50	0.47
	0.20		0.32		0.43		0.45	
	0.21		0.35		0.43		0.45	
J	0.19	0.19	0.34	0.32	0.29	0.28	0.39	0.34
	0.18		0.29		0.29		0.33	
	0.19		0.34		0.27		0.31	
L	0.18	0.19	0.35	0.34	0.40	0.42	**	**
	0.19		0.32		0.45			
	0.21		0.35		0.41			

* Na máquina utilizada para determinar estes valores não foi possível registar qualquer força, pois a rotura deu-se antes do seu conveniente ajustamento.

** Estes valores não foram determinados porque, acidentalmente, se quebrou um dos provetes.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I - 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

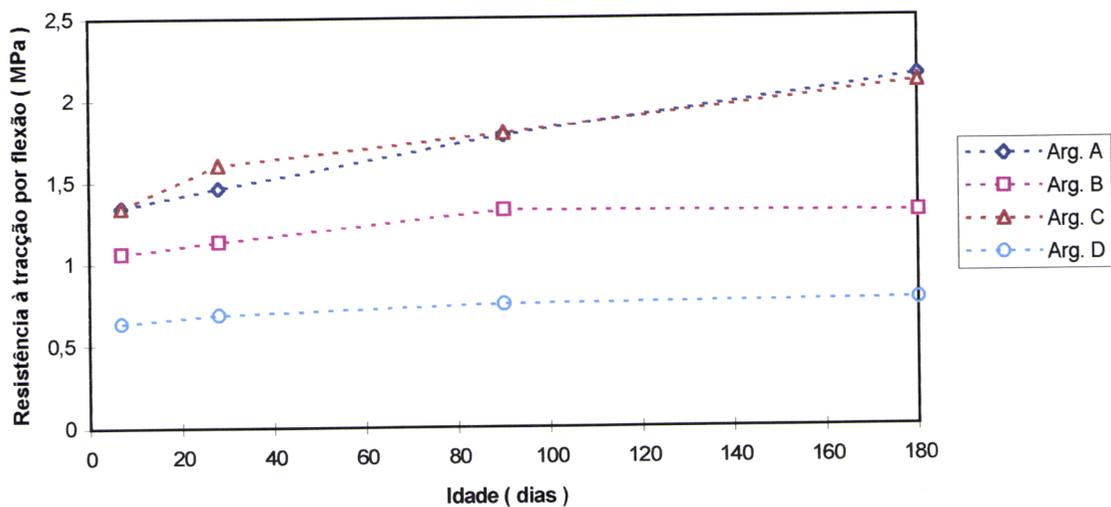


fig.53-Gráfico comparativo das resistências à tracção por flexão das argamassas bastardas.

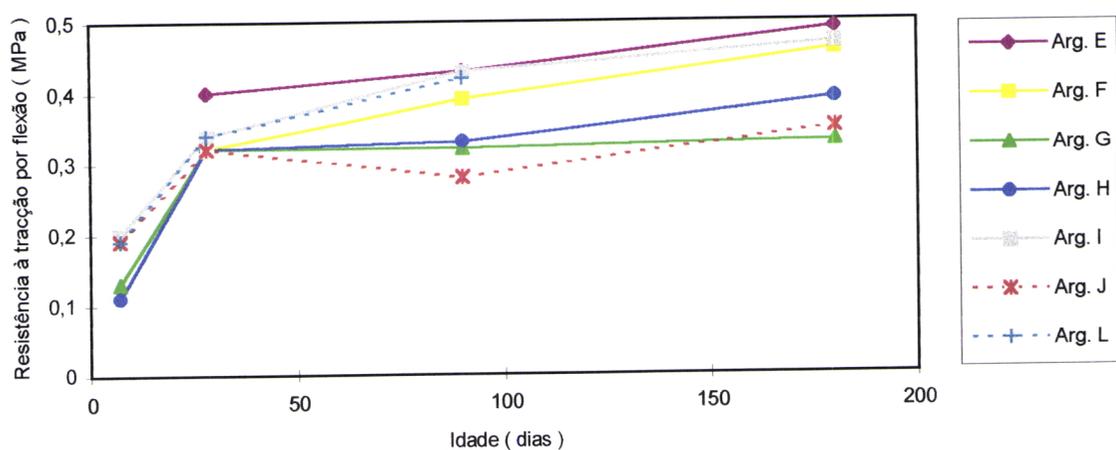


fig.54-Gráfico comparativo das resistências à tracção por flexão das argamassas tradicionais (E,F,G,H e I) e argamassas bastardas (J e L).

QUADRO XXVI

Valores da resistência à compressão

Traço	Resistência à compressão (MPa)							
	7 dias		28 dias		90 dias		180 dias	
	Individ.	Média	Individ.	Média	Individ.	Média	Individ.	Média
A	4.71, 4.44	4.61	5.56, 5.23	5.15	6.16, 6.07	5.98	7.12, 6.80	6.61
	4.61, 4.55		5.00, 5.26		6.03, 6.00		6.57, 6.22	
	4.52, 4.82		5.04, 4.81		5.94, 5.68		6.58, 6.36	
B	3.78, 3.89	3.91	3.74, 3.91	3.92	4.57, 4.66	4.59	4.26, 4.30	4.35
	3.98, 3.94		3.90, 3.91		4.79, 4.47		4.34, 4.53	
	3.87, 3.98		3.88, 4.16		4.41, 4.61		4.36, 4.29	
C	4.49, 4.55	4.57	5.08, 5.13	5.07	5.31, 5.37	5.49	6.70, 6.94	6.63
	4.61, 4.49		4.93, 4.93		5.51, 5.57		6.77, 6.13	
	4.74, 4.54		5.21, 5.14		5.52, 5.68		6.79, 6.42	
D	1.87, 1.84	1.81	1.97, 1.92	1.92	2.67, 2.64	2.66	2.63, 2.54	2.45
	1.69, 1.72		1.96, 1.96		2.66, 2.75		2.47, 2.33	
	1.81, 1.90		1.87, 1.83		2.58, 2.66		2.39, 2.36	
E	*	*	0.60, 0.61	0.60	1.27, 1.18	1.22	1.21, 1.25	1.26
			0.60, 0.59		1.23, 1.21		1.30, 1.28	
			0.61, 0.59		1.17, 1.27		1.25, 1.24	
F	*	*	0.71, 0.72	0.71	0.86, 0.89	0.85	1.02, 1.04	1.02
			0.70, 0.73		0.78, 0.85		1.05, 1.02	
			0.68, 0.72		0.89, 0.85		1.01, 1.00	
G	0.21, 0.22	0.21	0.57, 0.61	0.61	0.73, 0.73	0.74	0.78, 0.80	0.82
	0.21, 0.20		0.61, 0.62		0.76, 0.70		0.83, 0.82	
	0.21, 0.20		0.62, 0.62		0.76, 0.78		0.83, 0.84	
H	0.15, 0.15	0.15	0.40, 0.42	0.41	0.68, 0.66	0.63	1.12, 1.19	1.11
	0.14, 0.15		0.42, 0.39		0.62, 0.62		1.09, 1.13	
	0.14, 0.14		0.38, 0.42		0.65, 0.57		1.06, 1.04	
I	0.23, 0.27	0.27	0.53, 0.54	0.51	0.98, 0.98	0.99	0.85, 0.77	0.83
	0.24, 0.27		0.55, 0.44		0.97, 0.95		0.77, 0.88	
	0.29, 0.29		0.50, 0.52		1.02, 1.02		0.86, 0.84	
J	0.60, 0.64	0.60	0.93, 0.92	0.81	1.06, 1.08	1.03	1.04, 0.98	0.97
	0.59, 0.57		0.68, 0.69		0.97, 1.09		1.01, 0.92	
	0.57, 0.60		0.85, 0.81		0.94, 1.05		0.91, 0.93	
L	0.58, 0.66	0.61	0.91, 0.92	0.91	1.31, 1.26	1.29	**	**
	0.60, 0.65		0.89, 0.87		1.24, 1.35			
	0.56, 0.59		0.98, 0.89		1.27, 1.28			

* Na máquina utilizada para determinar estes valores não foi possível registar qualquer força, pois a rotura deu-se antes do seu conveniente ajustamento.

**Estes valores não foram determinados porque, acidentalmente, se partiu um dos provetes.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6) ; E-1cap-tf2ar (1:2) ; H- 1cab-to:3ar (1:3) ; J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6) ; F- 1cap-tf:3ar (1:3) ; I- 1cab-if:3ar (1:3) ; L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6) ; G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

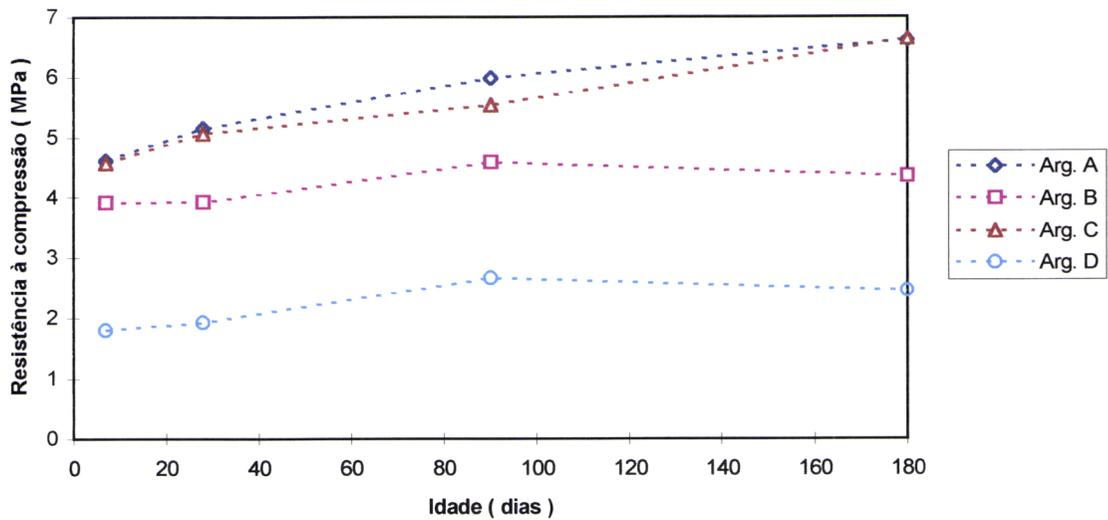


fig.55-Gráfico comparativo das resistências à compressão das argamassas bastardas.

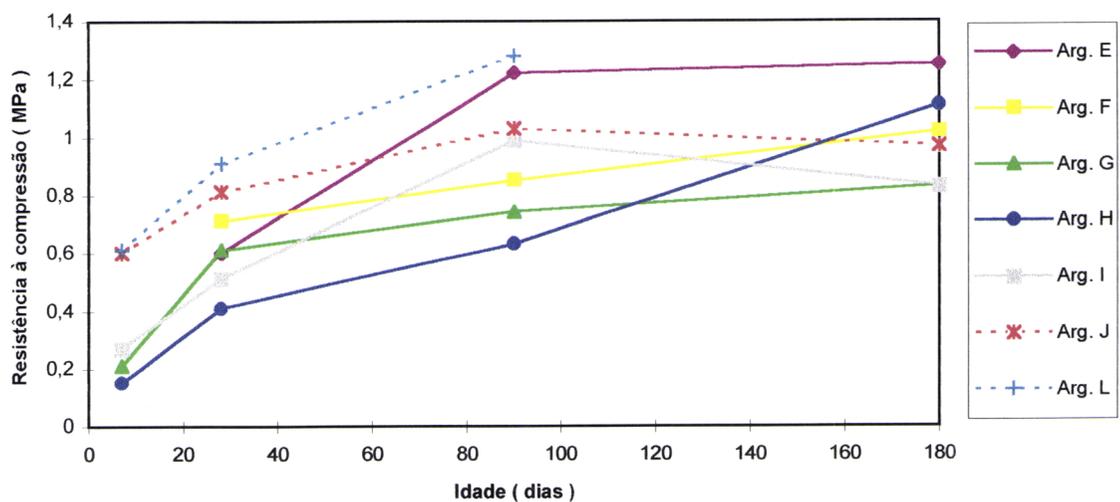


fig.56 -Gráfico comparativo das resistências à compressão das argamassas tradicionais (E,F,G,H e I) e argamassas bastardas (J e L).

As argamassas bastardas J e L foram incluídas nos gráficos das argamassas tradicionais dado que os seus valores de resistência à tracção por flexão e à compressão estão mais próximos destas argamassas.

Como referência indicam-se os valores das argamassas A1, A2, A3, já estudadas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil,⁹⁹ que apresentam aos 28 dias valores de resistência à tracção por flexão de 0.9 MPa; 1.2 MPa; 1.7 Mpa e valores de resistência à compressão de 3.1 MPa; 4.5 MPa; 6.9 MPa, respectivamente. Todos estes valores são superiores aos obtidos para as argamassas tradicionais mas numa ordem de grandeza não muito afastada dos valores que obtivemos para as argamassas bastardas.

Por vezes encontram-se ligeiras diminuições na resistência, com o aumento da idade dos provetes. Este facto pode ser provocado por uma microfissuração que se dá no interior das argamassas à medida que estas vão secando e que as torna mais susceptíveis.¹⁰⁰ É de salientar que numa das entrevistas efectuadas a pedreiros, veja-se anexo VI, foi referido que as argamassas obtinham uma rigidez inicial quando eram aplicadas, mas essa rigidez perdia-se e só ao fim de alguns dias é que começava a ser recuperada.

A evolução no ganho de resistência à tracção por flexão nas argamassas bastardas é semelhante e mantêm-se com um aumento uniforme ao longo do tempo; já nas argamassas tradicionais, que apresentam também o mesmo tipo de comportamento entre elas, verifica-se um ganho de resistência superior nos primeiros 28 dias e sendo menos significativo o aumento de resistência a partir dessa data até aos 180 dias, à excepção da argamassa J onde se registou uma diminuição da resistência dos 28 para os 90 dias.

As argamassas bastardas apresentam o mesmo tipo de evolução no ganho de resistência à compressão e estas com um aumento uniforme ao longo do tempo; as argamassas tradicionais apresentam um comportamento mais variável verificando-se o maior ganho de resistência ao longo dos primeiros 90 dias, mantendo-se depois uniforme este ganho de resistência até aos 180 dias, à excepção da argamassa H que regista um ganho de resistência efectivo entre os 90 e os 180 dias e a argamassa I que perdeu resistência dos 90 para os 180 dias.

Os valores encontrados para a resistência à tracção por flexão e à compressão são, no geral, valores baixos. Como era previsível nas argamassas bastardas encontraram-se valores superiores de resistência aos das argamassas tradicionais.

O facto de as argamassas tradicionais terem um ganho de resistência mais acentuado aos 28 e 90 dias, mantendo-se uniforme este ganho até aos 180 dias pode dever-se aos fenómenos de carbonatação iniciais que se verificam nas zonas mais expostas ao ar serem mais rápidos, sendo depois bastante mais lenta a carbonatação para o interior da argamassa.

⁹⁹*Op.Cit- Argamassas de revestimento na reabilitação do património urbano*.p.201

¹⁰⁰Indicação prestada pela Eng^a Maria do Rosário Veiga, tema devidamente tratado na sua tese de doutoramento ainda não publicada.

Nas argamassas cujo único ligante é a cal o processo de carbonatação é lento e as dimensões dos provetes, 40mmx40mmx160mm, são pouco favoráveis à aceleração do processo. Para este tipo de argamassas é importante que se façam medições de resistência com idades superiores aos 180 dias para registar a evolução do ganho de resistência. Nomeadamente, nos provetes executados com cal dolomítica (cal preta de Montes Claros) porque tal como se viu no ponto 2.2 do presente trabalho, a reconstituição do carbonato de magnésio é uma reacção mais lenta do que a reconstituição do carbonato de cálcio.

Verifica-se mais uma vez que a argamassa com cal de Alcanede apresenta dentro das argamassas tradicionais um dos maiores valores de resistência. Estes resultados parecem estar intimamente ligados ao facto da cal de Alcanede ser um produto muito homogéneo, sem nódulos, o que origina pastas mais compactas.

Nas argamassas bastardas para o mesmo traço, a argamassa A com cal preta extinta em obra e a argamassa C com cal de Alcanede apresentam valores muito próximos de resistência. A cal preta extinta em obra, conforme se pode verificar na sua curva granulométrica, apresenta uma maior percentagem de finos e uma granulometria mais uniforme do que a mesma cal extinta pelo fornecedor. Estas características parecem ser causas do aumento das resistências da argamassa executada com esta cal.

Também se pode concluir que a areia de areiro, comparem-se os valores das argamassas J e L, confere um melhor comportamento mecânico às argamassas.

De acordo com os princípios de Peroni, que empreendeu uma campanha de ensaios desde 1979 a 1981, em que estudou as características mecânicas e físico-químicas de argamassas tradicionais, bastardas e de cal com pozolanas,¹⁰¹ trabalho já referido pela Eng^a Maria do Rosário,¹⁰² consideram-se aconselháveis resistências à tracção por flexão da ordem dos 0.4 a 2.5 Mpa e resistências à compressão da ordem dos 0.5 a 3 Mpa.

Tendo por base estes critérios todas as argamassas bastardas apresentam valores aceitáveis de resistência à tracção por flexão, mas apenas a D tem um valor admissível de resistência à compressão já que as restantes apresentam valores superiores aos aconselháveis. Todas as argamassas tradicionais apresentam valores aceitáveis, tendo por base os princípios de Peroni, à excepção das argamassas G e H que apresentam valores baixos de resistência à tracção por flexão. Poder-se-á já concluir que nas argamassas tradicionais executadas com cal preta não é aconselhável uma dosagem de cal inferior a 1 cal : 3 areia, dado o valor pouco satisfatório obtido para a resistência à tracção por flexão. Note-se que na pesquisa efectuada em processos nas Câmaras quando o uso da cal era de utilização frequente, o traço mais utilizado era de 1 cal : 2 areia. No entanto, seria interessante analisar de que forma são alterados estes valores no caso de se utilizar em vez da cal preta extinta pelo fornecedor, uma cal preta extinta em obra com maior percentagem

¹⁰¹ *Op. Cit- Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes.* p.91.

¹⁰² VEIGA, Maria do Rosário - *Caracterização experimental de argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos*, Lisboa, LNEC, 1993.R. 282/93-NCCt. Relatório confidencial.p.44.

de finos e de granulometria mais uniforme já que parece, pelos ensaios efectuados com as argamassas bastardas, que os valores das resistências são aumentados. Também a argamassa H apresentou um valor de resistência à tracção por flexão ligeiramente inferior ao admissível mas a relação dos valores da resistência à tracção por flexão e à compressão é dos mais elevados. No entanto como esta argamassa foi executada com uma cal branca proveniente do forno tradicional extinta em obra considera-se que se deverão analisar outras argamassas com cais deste tipo provenientes de outros locais para tirar conclusões.

É de salientar que face aos “maus resultados” de resistência que se têm obtido em laboratório para as argamassas tradicionais ensaiadas no nosso país e em outros países, que não têm correspondência total com os resultados observados em obra, já existem projectos de norma para alterar o modo de execução destes ensaios, caso da norma europeia CEN/TC 125/WG4 N 113, elaborada em Fevereiro de 1993 e revista pela última vez em Fevereiro de 1995. Uma das novidades desta técnica é o uso de papéis de filtro nos provetes que contribuem para a libertação de água inicial em excesso existente neste tipo de argamassas, permitindo que o processo de carbonatação se inicie mais rapidamente. Pretende-se desta forma assemelhar mais o ensaio às condições reais, quando as argamassas são aplicadas em paramentos antigos muito absorventes.

Embora as resistências das argamassas tradicionais apresentem valores reduzidos, estes inserem-se na gama dos valores aceitáveis para a aplicação em obra, com excepção dos traços G e H.

O quadro XXVII apresenta os resultados da relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão aos 90 dias.

QUADRO XXVII

Relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão aos 90 dias

Traço	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3

A relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão permite concluir que as argamassas cujo único ligante é a cal aérea apresentam valores superiores às restantes argamassas, pelo que, essas argamassas terão melhor comportamento quando aplicadas nos suportes, pela maior capacidade que apresentam de se adaptarem às tensões de tracção que lhe são transmitidas, o que implica serem menos frágeis com uma menor tendência para a fissuração.

6.2.3.3 Variações dimensionais e ponderais

A figura 57 ilustra o ensaio realizado das variações dimensionais e ponderais. Os resultados deste ensaio estão expressos nos quadros XXVIII e XXIX. As figuras 58 a 60 representam graficamente os resultados dos ensaios.

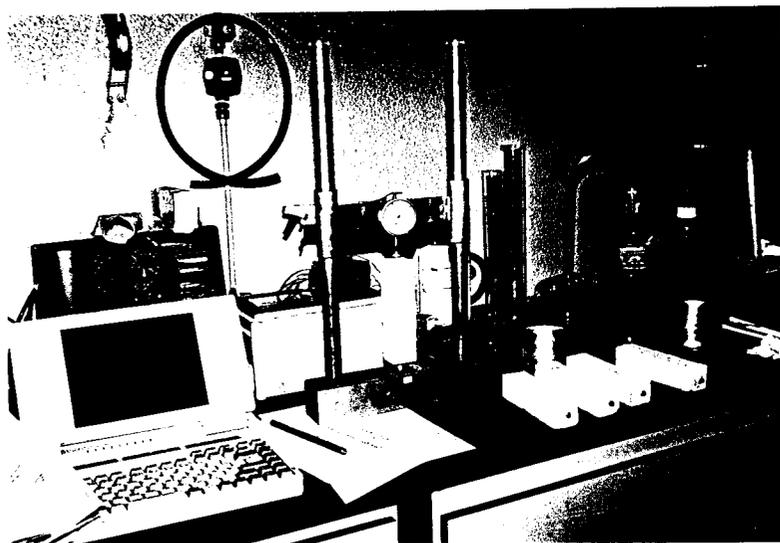


fig. 57- Determinação das variações dimensionais e ponderais.

QUADRO XXVIII

Valores das variações dimensionais das argamassas

Idade	Val.	Variações dimensionais (mm / m)										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
7dias	Ind.	0.33	0.53	0.21	0.31	0.10	0.08					
		0.26	0.55	0.20	0.32	0.08	0.14	**	**	**	-	-
		0.26	0.55	0.21	0.30	0.04	*					
	Méd.	0.28	0.54	0.21	0.31	0.07	0.11	**	**	**	-	-
28dias	Ind.	0.46	0.69	0.34	0.46	0.16	0.11	0.01	0.04	0.06		
		0.43	0.70	0.34	0.44	0.12	0.16	0.05	0.08	0.06	-	-
		0.45	0.69	0.34	0.41	0.09	*	0.07	*	*		
	Méd.	0.45	0.69	0.34	0.44	0.12	0.14	0.04	0.06	0.06	-	-
90dias	Ind.	0.54	0.78	0.41	0.58	0.21	0.14	0.06	0.08	0.06		
		0.53	0.79	0.41	0.53	0.12	0.19	0.07	0.01	0.07	-	-
		0.53	0.75	0.41	0.52	0.13	*	0.09	*	*		
	Méd.	0.53	0.77	0.41	0.54	0.15	0.17	0.07	0.05	0.07	-	-

* O provete quebrou-se ao ser desmoldado.

** Os provetes só foram desmoldados aos 7 dias dado que as argamassas tiveram um periodo de endurecimento muito longo. Verificou-se que os provetes tiveram uma grande retracção nos 7 dias que estiveram nos moldes.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6) ; E-1cap-tf:2ar (1:2) ; H- 1cab-to:3ar (1:3) ; J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6) ; F- 1cap-tf:3ar (1:3) ; I- 1cab-if:3ar (1:3) ; L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6) ; G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

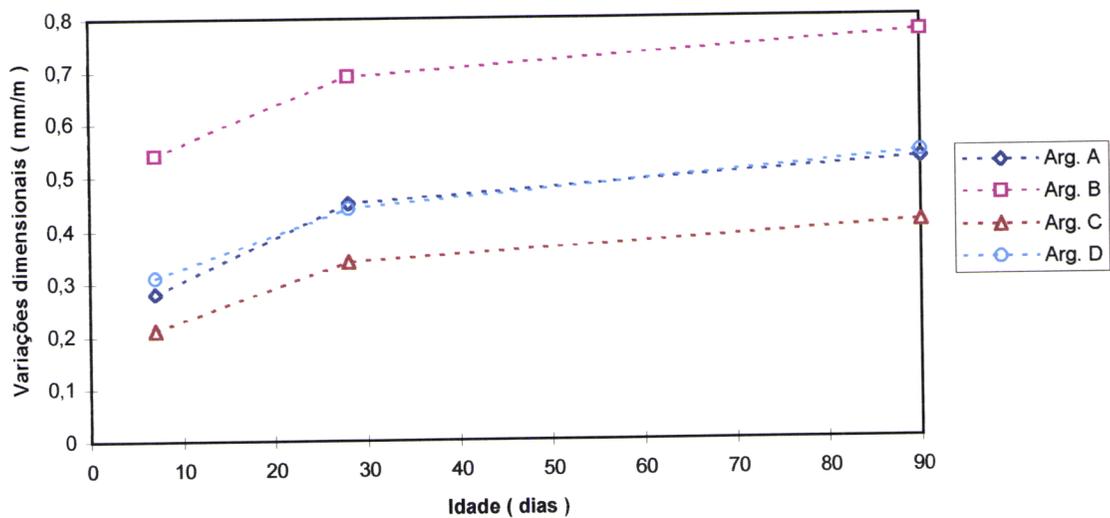


fig. 58- Gráfico comparativo das variações dimensionais das argamassas bastardas.

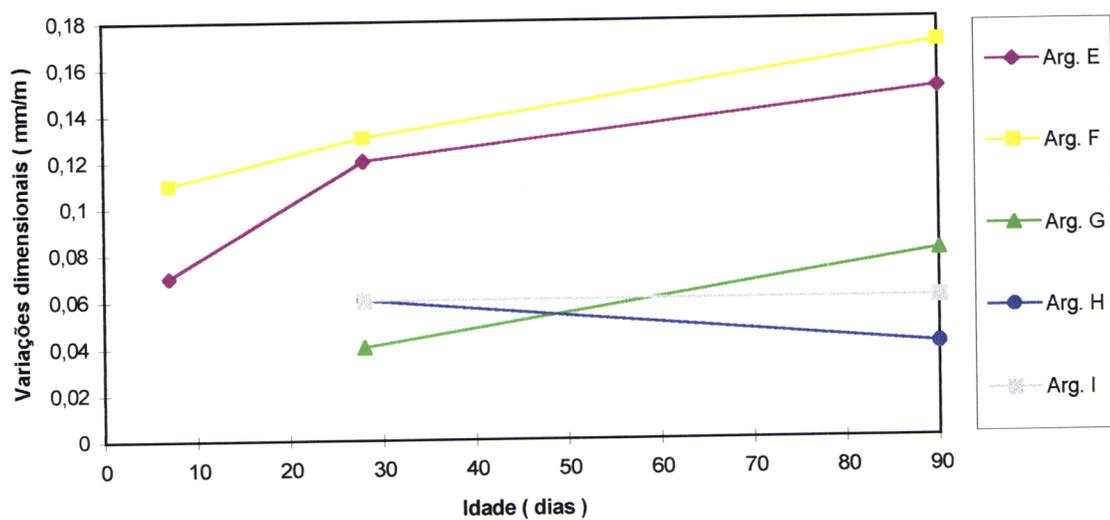


fig. 59- Gráfico comparativo das variações dimensionais das argamassas tradicionais.

XXIX

Valores das variações ponderais das argamassas

Idade	Val.	Variações ponderais (%)											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	
7dias	Ind.	1.6	1.5	1.3	2.0	2.3	1.6						
		1.6	1.6	1.3	2.0	2.5	1.6	**	**	**	-	-	
		1.4	1.5	1.3	1.9	2.1	*						
	Méd.	1.5	1.5	1.3	2.0	2.3	1.6	**	**	**	-	-	
28dias	Ind.	1.7	1.5	1.3	1.9	1.5	1.0	0.0	0.1	0.4			
		1.7	1.7	1.4	1.8	1.7	1.1	0.1	0.2	0.4	-	-	
		1.5	1.6	1.4	1.6	1.2	*	0.0	*	*			
	Méd.	1.6	1.6	1.4	1.8	1.5	1.1	0.03	0.2	0.4	-	-	
90dias	Ind.	1.0	1.0	0.7	1.2	1.0	0.9	0.1	1.0	0.9			
		1.1	1.1	0.8	1.1	1.1	0.9	0.1	1.0	0.9	-	-	
		0.9	1.0	0.8	0.9	0.7	*	0.1	*	*			
	Méd.	1.0	1.0	0.8	1.1	0.9	0.9	0.1	1.0	0.9	-	-	

* O provete quebrou-se ao ser desmoldado.

** Os provetes só foram desmoldados aos 7 dias dado que as argamassas tiveram um período de endurecimento muito longo. Verificou-se que os provetes tiveram uma grande retracção nos 7 dias que estiveram nos moldes.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

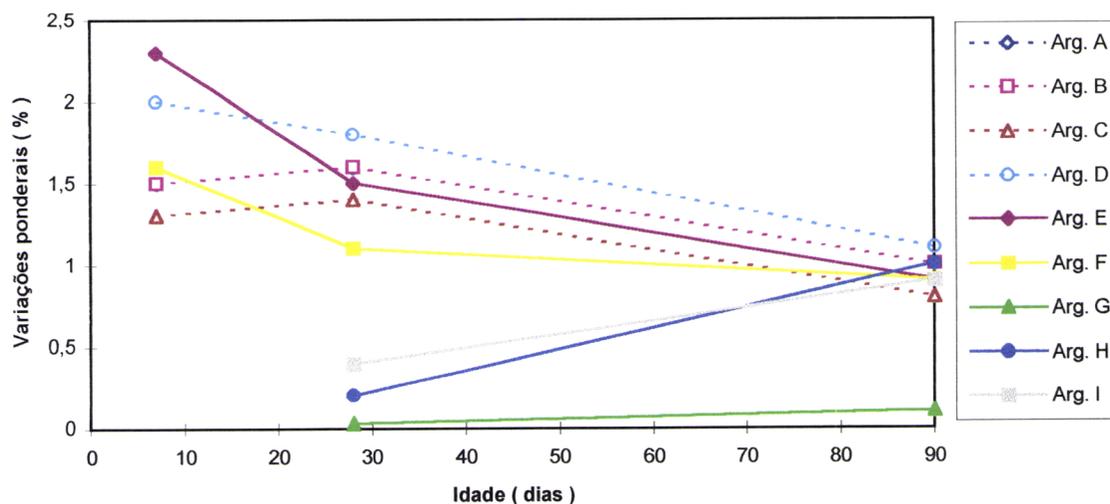


fig. 60- Gráfico comparativo das variações ponderais das argamassas.

Nas argamassas bastardas A, B e C com o mesmo traço verificou-se que a argamassa de cal preta extinta pelo fornecedor, argamassa B, tem um valor de retracção nitidamente

superior às outras argamassas. Numa argamassa com as mesmas características executadas ambas com cal preta, caso das argamassas A e B, o processo de extinção da cal viva preta que provém de forno tradicional pode ter grande influência na retracção ocorrida. Assim, a argamassa executada com cal extinta em obra apresentou valores menores de retracção. Este facto pode dever-se ao processo de extinção da cal e eliminação de grãos de granulometria superior ter sido mais cuidadoso quando executado na obra, relativamente ao mesmo processo executado também numa forma manual pelo fornecedor. De todas argamassas bastardas aquela que registou o menor valor de retracção foi a A em que o ligante é a cal preta extinta em obra.

As argamassas só com cal aérea E, F, G, H e I apresentam valores de retracção muito inferiores às argamassas bastardas embora os valores da retracção destas últimas sejam moderados. Deste ponto de vista as argamassas tradicionais terão à partida um bom comportamento quando aplicadas em paramentos antigos dado terem capacidade de se adaptarem às variações de volume que estes possam sofrer. Para os traços com as mesmas características F, H e I verifica-se maior retracção na argamassa F executada com cal preta extinta pelo fornecedor. No entanto, é preciso não esquecer que as argamassas H e I tiveram uma grande retracção nos 7 dias que estiveram nos moldes.

Em geral, não se registam em quaisquer das argamassas ensaiadas retracções muito elevadas que possam conduzir à fissuração do material.

Se compararmos os valores obtidos com os valores das variações dimensionais aos 28 dias das argamassas A1, A2 e A3, com as características já descritas no ponto 6.1, que são de 0.40mm/m, 0.51mm/m e 0.69mm/m, respectivamente, verifica-se que estas apresentam valores superiores às argamassas tradicionais mas de uma ordem de grandeza não muito afastada das argamassas bastardas ensaiadas.

Com os resultados obtidos para as variações ponderais não se consegue estabelecer relação entre os valores destas e os valores obtidos para as variações dimensionais.

Para as variações ponderais não se verifica grande diferença de valores entre as argamassas bastardas e as argamassas só de cal e areia.

Parece poder-se afirmar que os fenómenos de carbonatação da cal que por vezes provocam o aumento de massa poderão alterar os valores das variações ponderais.

As variações dimensionais e ponderais nas argamassas J e L não foram determinadas, pelo que, não se pode aferir de que forma é que no mesmo traço, variando apenas o tipo de areia, os resultados são alterados.

6.2.3.4 Módulo de elasticidade dinâmico

A figura 61 ilustra o ensaio para a determinação do módulo de elasticidade dinâmico. Os resultados deste ensaio estão expressos no quadro XXX e representados graficamente na figura 62.



fig. 61- Determinação do módulo de elasticidade dinâmico.

QUADRO XXX

Valores do módulo de elasticidade das argamassas

Idade	Val.	Módulo de elasticidade dinâmico (MPa)										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
90dias	Ind.	2763	2702	2824	5632	3703	3973	3756	3227	4418	3055	2320
		2523	2654	2752	5555	3717	4112	3711	3288	4383	3006	2112
		2792	2716	2745	5649	3703	4019	3849	3260	4366	2616	1990
	Méd.	2693	2691	2774	5612	3708	4035	3772	3258	4389	2892	2141
180dias	Ind.	3164	3633	3854	5650	3738	3969	3822	3309	4447	3006	-
		3209	3606	4140	5635	3757	4152	3726	3367	4385	3066	-
		3775	3631	4779	5531	3705	4090	3827	3280	4376	2601	-
	Méd.	3383	3623	4258	5605	3733	4070	3792	3319	4403	2891	-

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
 B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
 C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)
 D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

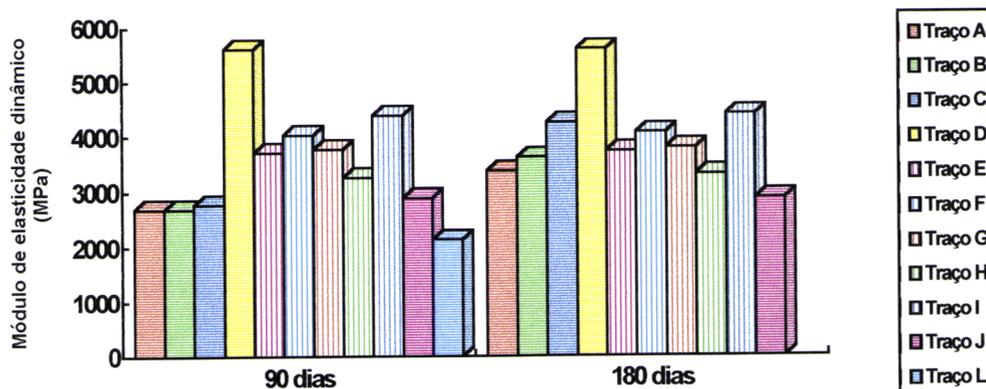


fig. 62- Gráfico comparativo do módulo de elasticidade dinâmico das argamassas

Os módulos de elasticidade são no geral baixos, pelo que, as argamassas terão boa capacidade de se adaptar às tensões que o suporte possa exercer sobre elas e de resistir às tensões provocadas pela retracção.

Quando se pretende estabelecer uma relação de valores entre as argamassas bastardas e tradicionais há dificuldade na interpretação dos resultados.

Esperava-se que os módulos de elasticidade das argamassas tradicionais tivessem valores inferiores às argamassas bastardas. No entanto, verificou-se que isso não acontece. Aos 180 dias os valores do módulo de elasticidade de ambas as argamassas aproximam-se.

O valor que causa maior estranheza é o da argamassa D, que em ambas as idades, 90 e 180 dias, se mantém relativamente elevado quando comparado com os valores das restantes argamassas.

Seria conveniente repetir os ensaios com novos provetes. Há factores na execução dos provetes que podem estar na origem dos resultados obtidos e que podem estar ligados ao modo de preparação das argamassas ou como foram compactadas.

Embora os resultados permitam tirar algumas conclusões quando se analisa cada tipo de argamassa. Parece mais correcto olhar os resultados com moderação e não formular muitos comentários em relação a eles.

6.2.3.5 Absorção de água por capilaridade

Os ensaios de absorção de água por capilaridade foram efectuados aos 28 dias. A figura 63 ilustra um momento do ensaio de absorção de água por capilaridade.

Os valores médios do coeficiente de capilaridade foram calculados utilizando os valores da absorção da água medidos aos 28 dias através da fórmula:

$C_m = (\Delta M / S) / (\sqrt{90} - \sqrt{10})$, em que ΔM representa a variação entre a massa de água absorvida aos 90 minutos e 10 minutos, medida em gramas; S a secção em dm^2 da face inferior do provete.

Os resultados dos ensaios efectuados constam nos quadros XXXI e XXXII. Nas figuras 64 e 65 foram representados graficamente os valores obtidos.

Como se considerou importante após a análise destes resultados conhecer não só a variação com o tempo da absorção de água por capilaridade mas também a ascensão da água ao longo do tempo e com que rapidez essa água vai sendo libertada dos diversos provetes. Os ensaios foram repetidos em provetes com a idade aproximada de 8 meses. Como referência utilizou-se uma argamassa ao traço 1 cimento : 4 areia já analisada pela Eng^a M^a do Rosário, embora os resultados não tenham sido ainda objecto de publicação.

Nos ensaios da secagem todos os provetes foram colocados numa sala com ambiente condicionado, temperatura a 20° C e humidade relativa a 50%.

Os resultados destes ensaios constam nos quadros XXXIII a XXXVI. As figuras 66 e 67 representam graficamente estes resultados.

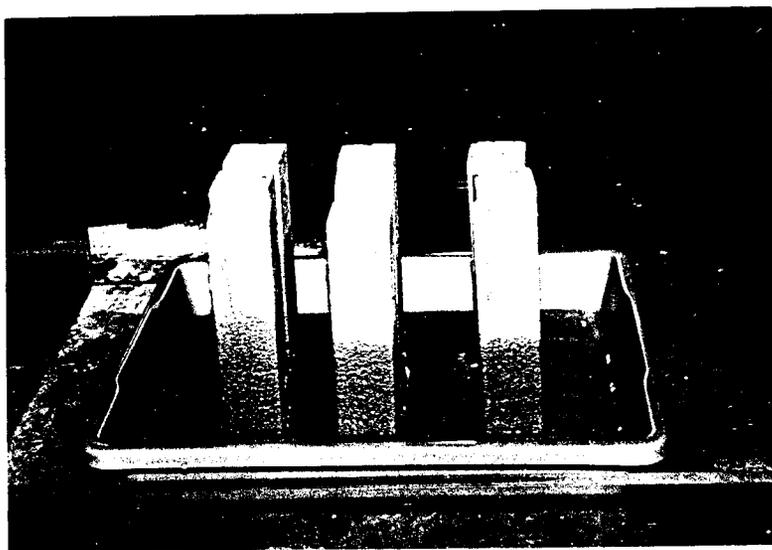


fig. 63- Ensaio de absorção de água por capilaridade.

QUADRO XXXI

Valores da absorção de água por capilaridade em g/dm²

Traço	Valores de absorção de água por capilaridade (g / dm ²)							
	10 min.	30 min.	60 min.	90 min.	3 horas	5 horas	8 horas	24 horas
A	36.2	61.6	85.8	100.9	137.7	165.5	192.0	236.7
	38.4	64.1	88.5	104.9	142.2	171.5	200.1	254.4
	39.1	64.8	91.7	106.4	143.6	173.6	202.9	254.9
Média A	37.9	63.5	88.7	104.1	141.2	170.2	198.3	248.7
B	41.4	67.4	94.6	111.3	147.2	177.5	206.6	260.4
	39.9	65.6	92.0	107.3	143.5	174.7	204.8	271.0
	42.0	68.0	95.8	111.3	150.2	181.1	212.0	276.9
Média B	41.1	67.0	94.1	110.0	147.0	177.8	207.8	269.4
C	40.7	65.4	88.2	102.4	135.1	163.5	190.6	247.4
	40.7	66.0	90.1	103.6	137.6	166.0	195.6	261.6
	40.4	65.3	90.1	102.6	136.7	164.7	194.5	259.8
Média C	40.6	65.6	89.5	102.9	136.5	164.7	193.6	256.3
D	55.8	92.0	122.7	145.4	189.6	233.1	274.2	305.5
	56.7	92.0	121.9	144.4	187.1	229.7	271.8	303.5
	57.9	94.3	123.8	146.0	189.8	231.7	272.3	304.4
Média D	56.8	92.8	122.8	145.3	188.8	231.5	272.8	304.5
E	55.7	79.2	99.4	115.9	147.6	178.0	209.6	285.6
	56.8	80.8	102.3	117.4	148.4	178.0	207.1	282.8
	55.6	78.1	98.1	112.4	142.4	172.4	201.8	279.8
Média E	56.1	79.4	99.9	115.2	146.1	176.1	206.2	282.8
F	54.8	74.1	90.9	104.0	128.9	152.6	174.4	232.9
	54.7	74.0	90.7	103.2	128.0	151.7	174.6	236.8
	55.1	74.4	90.5	104.1	130.1	155.5	177.2	237.3
Média F	54.9	74.2	90.7	103.8	129.0	153.3	175.4	235.7
G	91.1	113.7	131.0	141.1	161.3	178.6	195.8	222.0
	93.8	117.2	134.8	146.0	166.5	183.5	202.2	223.9
	89.0	112.3	127.2	135.6	157.1	175.6	194.7	218.6
Média G	91.3	114.4	131.0	140.9	161.6	179.2	197.6	221.5
H*	105.0	145.0	176.9	196.3	233.1	259.4	276.9	282.5
	112.1	154.7	189.8	210.7	250.8	279.7	288.4	293.3
	101.6	140.0	174.1	195.2	237.3	267.0	281.3	285.6
Média H	106.2	146.6	180.3	200.7	240.4	268.7	282.2	287.1
I*	51.5	75.7	101.1	119.9	164.0	202.2	244.6	261.5
	50.3	74.2	99.3	119.1	162.8	201.7	245.4	262.1
	50.8	74.9	99.7	118.4	161.9	199.4	241.7	261.0
Média I	50.9	74.9	100.0	119.1	162.9	201.1	243.9	261.6
J	-	-	-	-	-	-	-	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-

* Nesta argamassa às 8 horas a água já tinha atingido a face superior.

A- lci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- lci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- lci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- lci:2cab-if:9ara (1:2:9)

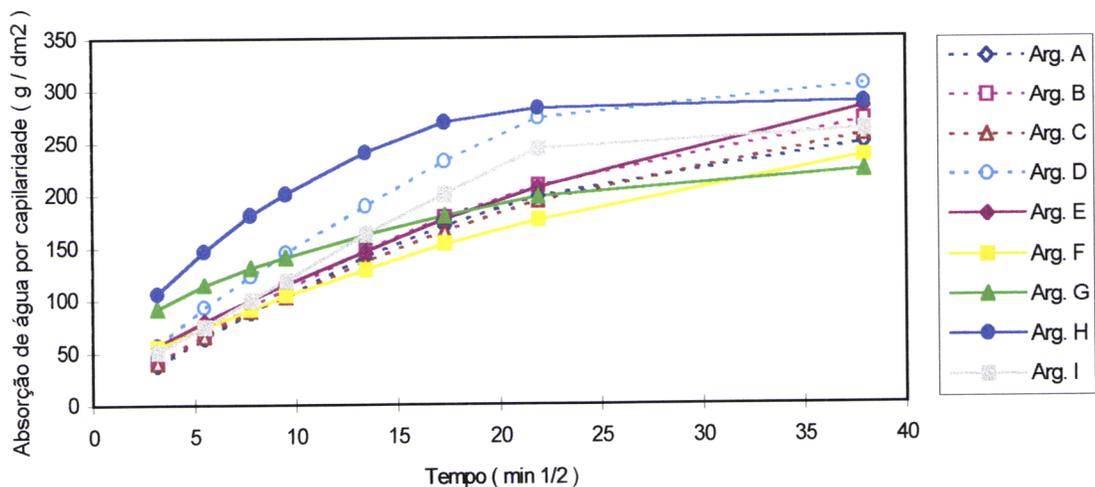


fig. 64-Variação com o tempo da absorção de água por capilaridade.

As argamassas que absorvem por capilaridade maior quantidade de água, inicialmente são a argamassa tradicional H, ao traço 1:3, executada com cal branca de forno tradicional e a argamassa bastarda D, ao traço 1:2:9 executada com cal de Alcanede e com maior percentagem de cal e areia em relação às restantes argamassas bastardas. A argamassa G, ao traço 1:4, consome uma maior quantidade de água inicialmente, mas depois estabiliza e no final é aquela que apresenta o menor valor de água absorvida. A argamassa I, ao traço 1:3, executada com cal de Alcanede tem uma fase intermédia de maior absorção de água mas no final encontra-se na média de todas as argamassas.

QUADRO XXXII

Valores médios do coeficiente de capilaridade

Traço	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
Coef. de capil. (g/dm ² .min 1/2)	10.40	10.90	9.80	14.00	9.40	7.70	7.80	14.90	10.80	-	-

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
 B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I - 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
 C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)
 D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

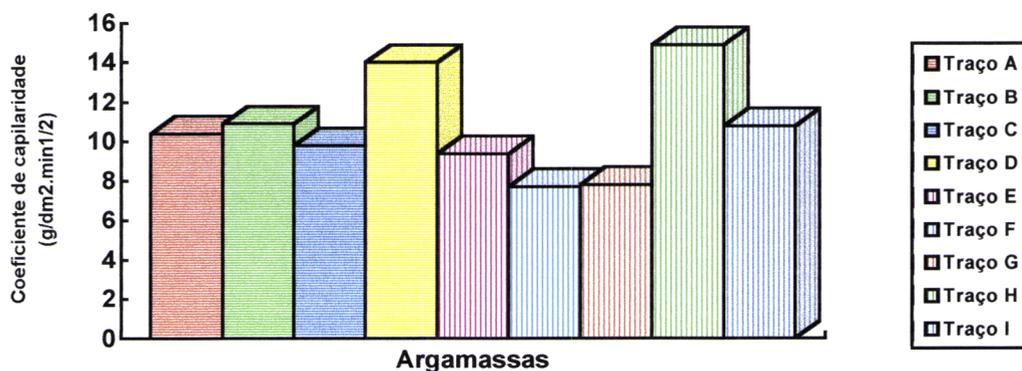


fig. 65- Gráfico comparativo dos coeficientes de capilaridade das diversas argamassas.

Tomando como referência as argamassas já mencionadas A1, A2, A3, de cal e cimento que apresentaram, respectivamente, os valores de 15.1 g/dm².min¹/², 9.7 g/dm².min¹/² e 5.4 g/dm².min¹/², não se consideram elevados os valores médios obtidos para o coeficiente de capilaridade das argamassas bastardas e tradicionais. O baixo valor obtido para a argamassa A3 deve-se ao facto de se ter utilizado apenas areia amarela, mas esta argamassa apresenta valores menos favoráveis em outros ensaios.

Os valores dos coeficientes de capilaridade das argamassas tradicionais encontram-se dentro da mesma ordem de grandeza dos valores dos coeficientes obtidos para as argamassas bastardas. Nas argamassas tradicionais obtiveram-se menores valores para as pastas executadas com cal preta extinta pelo fornecedor.

A ideia de que as argamassas tradicionais são mais porosas do que as argamassas bastardas ou de cimento e areia foi contrariada pelos valores obtidos, embora fazendo uma leitura do gráfico apresentado na figura 64 se possa concluir que, no geral, as argamassas tradicionais consomem inicialmente uma maior quantidade de água.

As argamassas que apresentaram maior coeficiente de capilaridade foram a D 1:2:9, argamassa bastarda, onde em relação a A, B e C a dosagem de cal e areia foi aumentada e a argamassa H 1:3, executada com cal branca recolhida em forno tradicional. Os valores da argamassa D podem-se explicar pelo facto de, sendo uma argamassa mais fraca, com menor percentagem de ligante, se tornar mais porosa. A argamassa H executada com cal branca que provém dum forno tradicional pode ter tido um processo de extinção pouco cuidado e ter ficado com grãos de várias dimensões o que confere à argamassa características que lhe permitem uma maior absorção de água. No entanto esta não pode ser a única razão para os valores apresentados já que a argamassa I, 1:3, executada com a cal de Alcanede que apresenta uma curva granulométrica mais homogénea, tem um coeficiente de capilaridade superior à argamassa F. Esta última possui o mesmo traço 1:3 mas foi executada com cal preta extinta pelo fornecedor cuja curva granulométrica se apresenta bastante mais variável.

Por forma a conhecer-se o comportamento das argamassas durante a secagem, os ensaios de absorção de água por capilaridade foram repetidos.

QUADRO XXXIII
Valores da absorção de água por capilaridade em g

Traço	Valores de absorção de água por capilaridade (g)							
	10 min.	30 min.	60 min.	90 min.	3 horas	5 horas	8 horas	24 horas
A	5.2	7.8	11.4	13.8	18.5	24.6	29.5	41.1
	7.2	8.2	11.5	13.8	18.3	24.2	29.0	41.1
	5.4	8.0	11.4	13.7	18.2	24.2	28.9	40.7
Média A	5.9	8.0	11.4	13.8	18.3	24.3	29.1	41.0
B	3.1	8.8	12.3	14.6	19.1	25.1	30.1	42.5
	6.2	9.0	12.5	14.9	19.4	25.3	30.4	43.2
	6.3	9.2	12.8	15.3	20.1	25.9	31.0	43.4
Média B	5.2	9.0	12.5	14.9	19.5	25.4	30.5	43.0
C	6.0	8.7	12.3	14.6	18.9	24.3	29.1	40.3
	6.2	9.1	12.5	14.6	18.9	24.1	28.7	40.0
	6.0	8.6	11.9	14.3	18.3	23.3	27.9	39.5
Média C	6.1	8.8	12.2	14.5	18.7	23.9	28.6	39.9
D	9.0	12.7	18.2	21.7	28.4	36.4	43.8	47.3
	8.9	12.5	17.6	20.8	26.9	34.5	41.8	47.0
	8.7	12.3	17.5	20.7	26.8	34.2	41.1	46.6
Média D	8.9	12.5	17.8	21.1	27.4	35.0	42.2	47.0
E	9.4	12.7	16.6	19.3	24.1	30.3	35.3	44.1
	8.9	12.5	16.4	19.1	23.6	29.1	33.8	43.3
	8.8	12.5	16.1	18.8	23.3	29.1	34.0	43.5
Média E	9.0	12.6	16.4	19.1	23.7	29.5	34.4	43.6
F	9.3	12.2	16	18.7	24.2	29.2	34.2	39.7
	8.9	11.7	15.4	18.1	22.6	28.7	33.6	39.4
	9.1	12.0	15.6	18.4	22.7	28.5	33.3	39.3
Média F	9.1	12.0	15.7	18.4	23.2	28.8	33.7	39.5
G	15.2	18.3	22.5	25.2	29.1	34.0	36.7	37.3
	15.7	18.8	23.0	25.8	29.8	34.5	37.2	37.7
	14.7	17.9	22.1	25.0	29.3	34.1	36.9	37.6
Média G	15.2	18.3	22.5	25.3	29.4	34.2	36.9	37.5
H	17.8	22.3	28.1	31.7	36.9	42.0	43.2	43.5
	19.5	24.6	31.2	35.1	40.6	44.9	45.4	45.5
	15.7	20.7	27.5	31.7	37.8	42.1	42.6	42.8
Média H	17.7	22.5	28.9	32.8	38.4	43.0	43.7	43.9
I	8.7	13.0	17.1	20.8	25.3	32.1	37.9	41.4
	9.7	14.0	17.9	22.0	26.6	33.4	39.6	43.2
	8.6	13.1	17.2	20.9	25.4	32.1	37.8	41.7
Média I	9.0	13.4	17.4	21.2	25.8	32.5	38.4	42.1
J	-	-	-	-	-	-	-	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-
Arg. ref.	7.4	13.2	18.8	23.0	33.0	38.4	40.6	41.5

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)
D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

QUADRO XXXIV

Valores da água perdida por secagem em g

Traço	Valores da água perdida por secagem (g)											
	10 m	30m	60m	90m	3h	5h	8h	24h	48h	5dias	6dias	7dias
A	0.58	1.31	2.27	3.53	5.56	9.56	14.51	31.17	35.97	39.23	39.53	39.65
	0.57	1.34	2.30	3.69	5.88	10.22	15.73	31.94	36.30	39.36	39.60	39.70
	0.60	1.51	2.59	4.20	6.97	12.12	18.34	32.18	36.10	38.09	39.29	39.36
MédiaA	0.6	1.4	2.4	3.8	6.1	10.6	16.2	31.8	36.1	39.2	39.5	39.6
B	0.38	1.18	2.00	3.20	5.04	8.75	13.85	33.25	38.07	41.20	41.38	41.47
	0.40	1.19	2.13	3.47	5.41	9.27	14.74	34.09	38.56	41.74	41.91	41.99
	0.44	1.40	2.54	4.20	6.74	11.84	18.53	35.28	39.12	41.91	42.03	42.09
MédiaB	0.4	1.3	2.2	3.6	5.7	10.0	15.7	34.2	38.6	41.6	41.8	41.9
C	0.36	1.17	2.03	3.23	5.11	8.97	13.87	32.06	35.95	38.99	39.16	39.27
	0.33	1.15	2.08	3.42	5.38	9.47	14.94	31.95	35.59	38.63	38.83	38.94
	0.48	1.46	2.51	4.21	6.69	11.98	18.68	32.02	35.30	38.08	38.28	38.37
MédiaC	0.4	1.3	2.2	3.6	5.7	10.1	15.8	32.0	35.6	38.6	38.8	38.9
D	0.36	1.28	2.25	3.60	5.82	10.57	16.14	39.20	43.94	46.56	46.60	46.61
	0.31	1.31	2.34	3.83	6.13	11.13	17.48	39.10	43.58	46.18	46.25	46.25
	0.44	1.49	2.60	4.28	6.86	12.24	19.11	39.32	43.50	45.83	45.89	45.90
MédiaD	0.4	1.4	2.4	3.9	6.3	11.3	17.6	39.2	43.7	46.2	46.2	46.3
E	0.51	1.31	2.27	3.74	6.01	10.54	16.28	35.53	41.68	43.66	43.66	43.67
	0.52	1.26	2.03	3.40	5.68	10.49	16.37	35.35	41.00	42.56	42.53	42.55
	0.64	1.55	2.10	3.82	6.14	10.95	17.03	36.22	41.39	42.78	42.78	42.79
MédiaE	0.6	1.4	2.1	3.7	5.9	10.7	16.6	35.7	41.4	43.0	43.0	43.0
F	0.66	1.35	2.19	3.59	5.73	10.03	15.51	34.17	38.94	39.69	39.70	39.76
	0.47	1.16	1.95	3.25	5.35	9.61	15.25	33.62	38.45	39.35	39.35	39.45
	0.60	1.40	2.29	3.63	5.76	10.50	16.17	33.77	38.34	39.16	39.16	39.20
MédiaF	0.6	1.3	2.1	3.5	5.6	10.0	15.6	33.9	38.6	39.4	39.4	39.5
G	0.63	1.41	2.37	3.81	6.20	10.58	16.28	33.11	37.38	38.14	38.37	38.42
	0.47	1.10	2.17	3.55	6.07	10.40	16.12	34.38	38.45	38.91	39.01	39.10
	0.63	1.53	2.35	3.87	6.00	10.70	16.61	34.05	38.00	38.37	38.35	38.40
MédiaG	0.6	1.3	2.3	3.7	6.1	10.6	16.3	33.8	37.9	38.5	38.6	38.6
H	0.63	1.40	2.45	3.88	6.20	10.99	17.27	38.28	42.73	43.37	43.32	43.34
	0.74	1.51	2.50	3.96	6.26	10.80	17.11	39.86	44.62	45.30	45.31	45.32
	0.78	1.70	2.72	4.22	6.69	11.91	18.18	40.03	44.25	44.80	44.82	44.81
MédiaH	0.7	1.5	2.6	4.0	6.4	11.2	17.5	39.4	43.9	44.5	44.5	44.5
I	0.64	1.35	1.78	3.19	6.85	13.90	20.08	37.13	39.90	39.86	39.84	-
	0.66	1.33	1.75	3.19	6.88	13.83	20.04	37.80	40.78	40.70	40.67	-
	0.66	1.37	1.81	3.34	7.05	14.09	20.30	37.19	40.03	40.03	39.80	-
MédiaI	0.7	1.4	1.8	3.2	6.9	13.9	20.1	37.4	40.2	40.2	40.1	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arg. ref.	-	-	1.20	-	3.7	-	9.5	-	-	37.6	37.6	-

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
 B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I - 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
 C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)
 D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

QUADRO XXXV

Valores da água perdida por secagem em %

Traço	Valores da água perdida por secagem (%)*											
	10 m	30m	60m	90m	3h	5h	8h	24h	48h	5dias	6dias	7dias
A	0.10	0.23	0.40	0.62	0.97	1.67	2.54	5.45	6.29	6.86	6.91	6.93
	0.10	0.24	0.41	0.65	1.04	1.81	2.78	5.64	6.41	6.96	7.00	7.02
	0.11	0.27	0.46	0.74	1.23	2.15	3.25	5.70	6.40	6.93	6.96	6.97
MédiaA	0.10	0.25	0.42	0.67	1.08	1.88	2.86	5.60	6.37	6.92	6.96	6.97
B	0.07	0.21	0.36	0.58	0.91	1.59	2.51	6.03	6.90	7.47	7.50	7.52
	0.07	0.22	0.39	0.63	0.98	1.68	2.67	6.17	6.97	7.55	7.58	7.59
	0.08	0.25	0.46	0.76	1.23	2.15	3.37	6.41	7.11	7.62	7.64	7.65
MédiaB	0.07	0.23	0.40	0.66	1.04	1.81	2.85	6.20	6.99	7.55	7.57	7.59
C	0.06	0.21	0.36	0.58	0.91	1.60	2.48	5.72	6.42	6.96	6.99	7.01
	0.06	0.21	0.37	0.61	0.96	1.70	2.68	5.73	6.38	6.93	6.96	6.98
	0.09	0.26	0.45	0.76	1.20	2.16	3.36	5.76	6.35	6.85	6.89	6.90
MédiaC	0.07	0.23	0.39	0.65	1.02	1.82	2.84	5.74	6.38	6.91	6.95	6.96
D	0.07	0.23	0.41	0.65	1.06	1.92	2.94	7.13	7.99	8.47	8.48	8.48
	0.06	0.24	0.43	0.70	1.12	2.03	3.19	7.13	7.95	8.42	8.44	8.44
	0.08	0.27	0.47	0.78	1.25	2.23	3.49	7.17	7.93	8.36	8.37	8.37
MédiaD	0.07	0.25	0.44	0.71	1.14	2.06	3.21	7.14	7.96	8.42	8.43	8.43
E	0.10	0.26	0.45	0.74	1.19	2.09	3.23	7.06	8.28	8.67	8.67	8.68
	0.11	0.25	0.41	0.69	1.15	2.12	3.31	7.14	8.29	8.60	8.60	8.60
	0.13	0.31		0.76	1.23	2.19	3.41	7.25	8.29	8.57	8.57	8.57
MédiaE	0.11	0.27	0.43	0.73	1.19	2.13	3.32	7.15	8.29	8.61	8.61	8.62
F	0.13	0.27	0.44	0.72	1.15	2.00	3.10	6.83	7.78	7.93	7.94	7.95
	0.09	0.23	0.39	0.65	1.06	1.91	3.03	6.68	7.64	7.82	7.82	7.84
	0.12	0.28	0.46	0.72	1.15	2.10	3.23	6.74	7.66	7.82	7.82	7.83
MédiaF	0.11	0.26	0.43	0.70	1.12	2.00	3.12	6.75	7.69	7.86	7.86	7.87
G	0.12	0.27	0.45	0.73	1.18	2.02	3.11	6.32	7.14	7.28	7.33	7.34
	0.09	0.21	0.41	0.68	1.16	1.98	3.07	6.54	7.32	7.40	7.42	7.44
	0.12	0.30	0.46	0.75	1.16	2.08	3.22	6.61	7.37	7.45	7.44	7.45
MédiaG	0.11	0.26	0.44	0.72	1.17	2.03	3.13	6.49	7.28	7.38	7.40	7.41
H	0.12	0.28	0.48	0.77	1.23	2.17	3.42	7.57	8.45	8.58	8.57	8.57
	0.14	0.30	0.49	0.77	1.23	2.11	3.35	7.80	8.73	8.86	8.87	8.87
	0.15	0.33	0.53	0.83	1.31	2.34	3.57	7.86	8.69	8.80	8.80	8.80
MédiaH	0.14	0.30	0.50	0.79	1.26	2.21	3.45	7.74	8.62	8.75	8.75	8.75
I	0.12	0.25	0.33	0.59	1.27	2.57	3.71	6.86	7.37	7.36	7.36	-
	0.12	0.24	0.32	0.58	1.25	2.51	3.64	6.87	7.41	7.39	7.39	-
	0.12	0.25	0.33	0.61	1.30	2.59	3.73	6.84	7.36	7.36	7.36	-
MédiaI	0.12	0.25	0.33	0.59	1.27	2.56	3.69	6.86	7.38	7.37	7.37	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arg. ref.	-	0.24	-	-	0.73	-	1.87	-	-	7.39	7.39	-

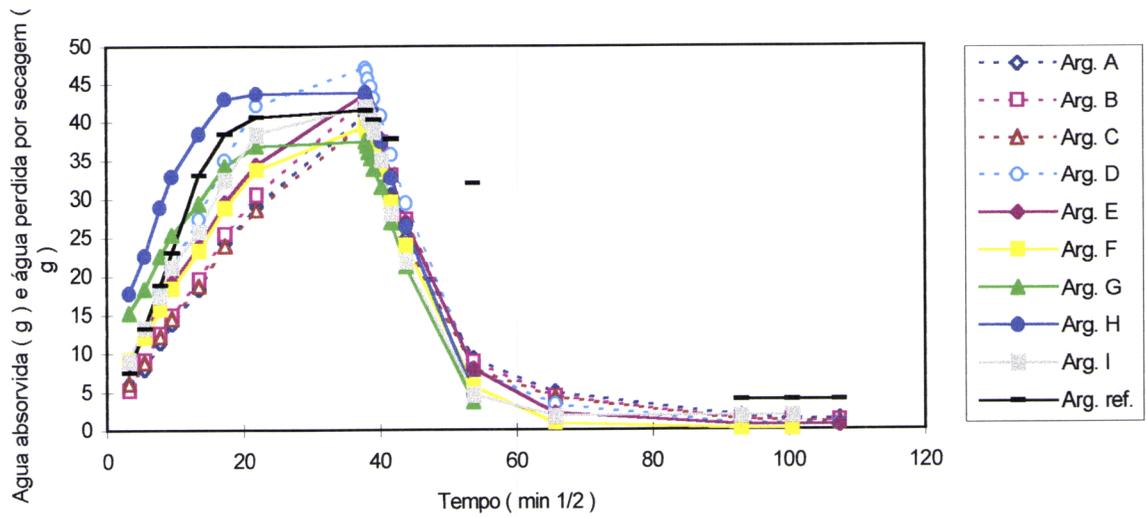
* Percentagem calculada de água perdida em cada momento em relação à massa inicial do provete após o ensaio de absorção de água por capilaridade.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)



Água perdida por secagem- Massa de água perdida em cada momento em relação à massa do provete após o ensaio de absorção de água por capilaridade.

fig. 66- Gráfico comparativo do comportamento das argamassas durante a absorção de água por capilaridade e perda de água por secagem.

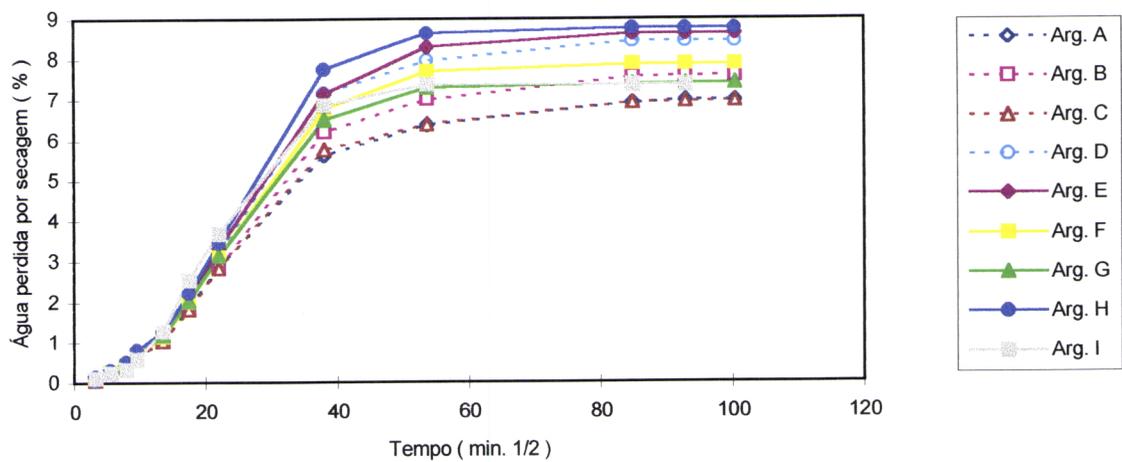


fig. 67- Gráfico comparativo da variação com o tempo da água perdida por secagem.

QUADRO XXXVI
Valores da ascensão da água

Traço	Valores da ascensão da água (mm)							
	10 min.	30 min.	60 min.	90 min.	3 horas	5 horas	8 horas	24 horas
A	22	32	50	61	80	108	131	topo
	20	34	51	61	80	106	130	
	26	37	51	60	80	105	126	
Média A	23	34	51	61	80	106	129	-
B	27	40	54	63	83	110	130	topo
	25	41	54	65	83	107	130	
	25	41	54	64	82	107	130	
Média B	26	41	54	64	83	108	130	-
C	26	40	56	68	87	112	135	topo
	28	42	57	70	88	111	133	
	26	39	54	64	81	106	127	
Média C	27	40	56	67	85	110	132	-
D	35	50	71	84	108	140	topo	topo
	33	50	67	80	102	132		
	33	50	67	80	102	130		
Média D	34	50	68	81	104	134	-	-
E	33	49	65	76	97	120	140	topo
	34	45	64	77	97	116	135	
	34	47	62	76	95	120	135	
Média E	34	47	64	76	96	119	137	-
F	42	52	70	82	105	130	150	topo
	40	51	66	80	100	125	150	
	39	49	67	80	100	125	147	
Média F	40	51	68	81	102	127	149	-
G	64	78	98	110	126	150	topo	topo
	66	81	100	112	134	155		
	63	78	95	100	132	158		
Média G	64	79	98	107	131	154	-	-
H	68	85	104	120	140	topo	topo	topo
	72	90	109	125	145			
	66	84	106	122	146			
Média H	69	86	106	122	144	-	-	-
I	31	50	70	89	108	124	topo	topo
	35	51	70	85	105	130		
	33	49	67	85	103	135		
Média I	33	50	69	86	105	130	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
L	-	-	-	-	-	-	-	-

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
 B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
 C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4)
 D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

Tal como já tinha sido referido são as argamassas tradicionais que consomem inicialmente uma maior quantidade de água mas verifica-se também que restituem esta água mais rapidamente que as argamassas bastardas, o que é uma condição favorável no seu comportamento.

Tomando como referência uma argamassa de cimento e areia o gráfico da figura 66 mostra-nos que a quantidade de água absorvida tem valores próximos das argamassas tradicionais e ligeiramente superior às argamassas bastardas, mas há no entanto uma maior dificuldade em eliminar essa água durante a secagem quando se compara quer com as argamassas bastardas ou com as tradicionais.

Se analisarmos o gráfico apresentado na figura 67 verificamos que as argamassas tradicionais conjuntamente com a argamassa bastarda D são aquelas que perdem uma maior quantidade de água por secagem.

Em relação à ascensão da água não se pode fazer uma distinção clara entre o comportamento das argamassas bastardas e das tradicionais.

Nas argamassas bastardas às 24 horas a água tinha atingido o topo dos provetes, à excepção da argamassa bastarda D que atingiu o topo às 8 horas, o que é explicável pelo facto de ser uma argamassa mais fraca. Nas argamassas tradicionais o comportamento foi mais variável. Tendo a água atingido mais rapidamente o topo na argamassa H, às 5 horas.

6.3.2.6 Aderência a seco e após humedecimento

As figuras 68 a 70 ilustram algumas das fases dos ensaios de aderência. Os resultados dos ensaios são apresentados nos quadros XXXVII e XXXVIII.

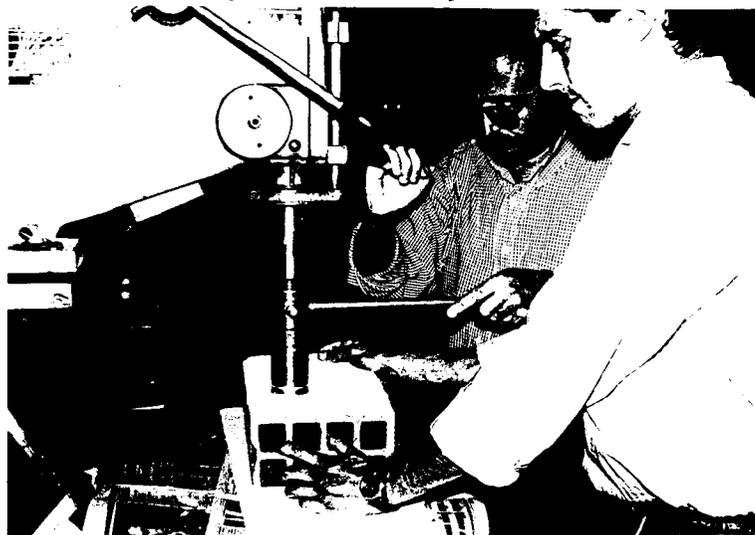


fig.68- Carotagem dos tijolos.



fig. 69- Preparação do ensaio da aderência.

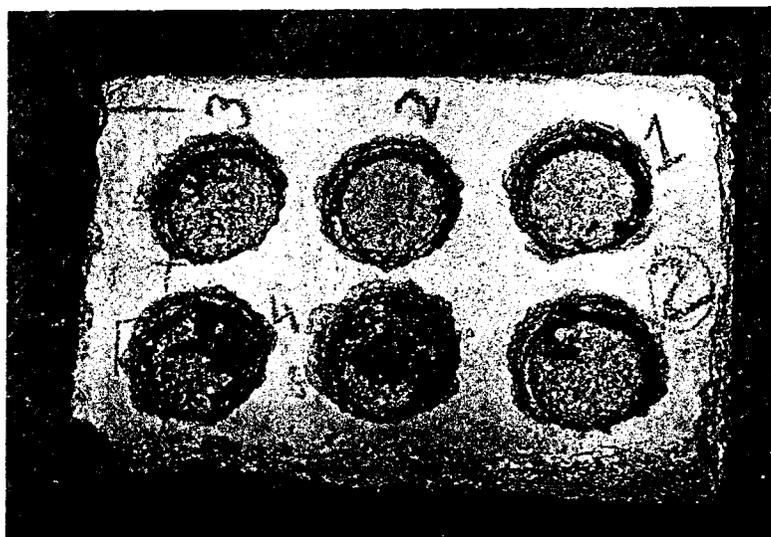


fig. 70- Tipologia da rotura no traço H, seio da argamassa e ligação ao salpisco.

QUADRO XXXVII

Valores da aderência das argamassas bastardas a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento

	ENSAIO A SECO					ENSAIO APÓS HUMEDECIMENTO				
	Tensão de arrancamento (MPa)					Tensão de arrancamento (MPa)				
	Indiv.		Média			Indiv.		Média		
	Prov.1 *	Prov.2 **	Prov.1 *	Prov.2 **	Prov. 1+2	Prov.1 *	Prov.2 **	Prov.1 *	Prov.2 **	Prov. 1+2
A tijolo furado	0.30 0.28	0.21 0.40 0.34	0.29	0.32	0.31	0.22 0.17 0.21	0.24 0.23 0.19	0.20	0.22	0.21
Tipologia da rotura	LSa LSu	Sa LSa LSu	Sa LSa LSu			LSa	LSa LSu	LSa LSu		
B tijolo furado	0.20 0.19 0.16	0.26 0.51 0.38	0.18	0.38	0.28	0.17 0.20 0.32	0.19 0.24 0.25	0.23	0.23	0.23
Tipologia da rotura	LSu	LSa LSu	LSa LSu			LSa LSu	Sa LSa	Sa LSa LSu		
C+D tijolo furado	0.29 0.24 0.21	0.22 0.15 0.41	0.25	0.26	0.26	0.24 0.21 0.24	0.22 0.22 0.26	0.23	0.23	0.23
Tipologia da rotura	Sa LSa LSu	Sa LSa	Sa LSa LSu			Sa LSa LSu	Sa LSa LSu	Sa LSa LSu		
J+L tijolo furado	0.12 0.09 0.09 0.12	0.15 0.11 0.12 0.09	0.11	0.12	0.12	0.02 0.06 0.05 0.05	0.06 0.20	0.05	0.13	0.09
Tipologia da rotura	Sa	Sa LSa	Sa LSa			Sa	Sa LSa	Sa LSa		
J+L tijolo maciço	0.10	0.10 0.11 0.09	0.10	0.10	0.10	0.05	0.07 0.08	0.05	0.08	0.07
Tipologia da rotura	Sa	Sa LSu	Sa LSu			Sa	Sa	Sa		

Sa- Seio da argamassa, LSa-Ligação ao salpisco, LSu- Ligação ao suporte.

* Tijolos totalmente humedecidos antes da aplicação das argamassas.

** Tijolos salpicados de água antes da aplicação das argamassas.

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar

B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa

C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6)

D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

QUADRO XXXVIII

Valores da aderência das argamassas tradicionais a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento

Traço	ENSAIO A SECO			ENSAIO APÓS HUMEDECIMENTO		
	Tensão de arrancamento (MPa)			Tensão de arrancamento (MPa)		
	Indiv.		Média	Indiv.		Média
	Prov.1	Prov.2	Prov. 1+2	Prov.1	Prov.2	Prov. 1+2
E	0.04 0.04 0.03 0.04	0.03 0.02 0.02	0.03	0.03		0.03
Tipologia da rotura	Sa	Sa	Sa	Sa		Sa
F	0.05 0.02	0.07 0.04 0.03 0.02	0.04	0.02		0.02
Tipologia da rotura	Sa	Sa	Sa	Sa		Sa
G	0.09 0.08 0.09 0.07	0.05 0.07 0.10 0.06	0.08	0.05	0.03	0.04
Tipologia da rotura	Sa LSu	Sa	Sa LSu	Sa	Sa	Sa
H	0.11 0.10 0.13 0.12 0.07	0.08 0.11 0.10 0.12 0.12	0.11	0.02 0.04 0.03 0.05	0.04 0.05 0.04 0.05 0.04	0.04
Tipologia da rotura	Sa LSa	Sa LSa LSu	Sa LSa LSu	Sa LSa	Sa	Sa LSa

Sa- Seio da argamassa, LSa-Ligação ao salpisco, LSu- Ligação ao suporte.

E- 1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3)

F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3)

G- 1cap-tf:4ar (1:4)

Os valores da aderência das argamassas foram determinados aos 28 dias.

Para a determinação dos valores de aderência nas argamassas bastardas, traços A, B, C, D, J e L, o suporte cerâmico teve dois tratamentos antes de se aplicarem as argamassas, um deles foi totalmente humedecido e o outro apenas salpiscado de água. Verificou-se que os valores se alteram ligeiramente dependendo do tratamento dado ao suporte, sendo inferiores as tensões de arrancamento dos tijolos totalmente humedecidos. Pode-se concluir, assim, que a água em excesso nos suportes não é favorável à aderência das argamassas.

Sabe-se por experiência e é um princípio já enunciado por Vicat que na aplicação de uma argamassa os materiais devem estar molhados e estas o mais secas possíveis. No

entanto, como se verificou pelos ensaios, os suportes devem ser molhados para garantir a aderência da argamassa mas não é favorável a circunstância de estarem totalmente encharcados. A presença da água em excesso nas argamassas com cal não favorece o endurecimento da mesma porque retarda o processo da reconstituição do carbonato de cálcio.

As argamassas J+L foram aplicadas em dois tipos de suporte diferentes, tijolo cerâmico furado e tijolo maciço. O tijolo cerâmico furado foi salpiscado previamente com uma argamassa de cimento, tratamento este que não foi necessário no tijolo maciço porque a sua rugosidade já garantia a aderência da argamassa. Contrariamente ao que se esperava a tensão de arrancamento no tijolo maciço deu um valor inferior à tensão de arrancamento do tijolo furado. Como apenas se testou um traço em suportes diferentes parece-nos não ser conveniente tirar conclusões.

Nos ensaios com o traço I não se conseguiram carotar os tijolos porque a massa se encontrava demasiado fraca. Como todos os ensaios para esta argamassa parecem satisfatórios esperava-se que a aderência também desse resultados favoráveis, pelo que, este ensaio deverá ser repetido, não parecendo conveniente tirar conclusões precipitadas.

A ordem de grandeza dos valores obtidos não difere muito, pelo que, dentro do mesmo tipo de argamassas bastardas ou tradicionais, não se conseguem estabelecer grandes diferenças.

Em geral, os valores encontrados para a tensão de arrancamento são baixos e ainda mais baixos para as argamassas tradicionais. Segundo indica a Eng^a M^a do Rosário Veiga¹⁰³, a tensão de arrancamento por tracção não deveria ser inferior a 0.3 Mpa e nenhum dos valores individuais devia ser inferior a 0.2 Mpa, valores estes que não foram cumpridos em nenhum dos traços testados.

A tipologia da rotura não é muito uniforme, nas argamassas bastardas deram-se no seio da argamassa, na sua ligação ao salpisco e também na ligação ao suporte. Nas argamassas tradicionais a tipologia de rotura predominante foi no seio da argamassa. No entanto, embora se tenham verificado várias tipologias de rotura foi predominantemente no seio da argamassa que se verificaram as roturas nas argamassas tradicionais e na ligação ao salpisco ou ligação ao suporte nas argamassas bastardas. Podemos assim concluir que as argamassas tradicionais revelam fraca coesão ligada à sua baixa resistência à tracção mas não deficiente aderência ao suporte.

¹⁰³Curso de especialização sobre revestimentos de paredes, 1º módulo, Lisboa, LNEC, 1990. p.65.

6.3 Aplicações em obra

No quadro XXXIX é apresentado um resumo dos principais dados que caracterizam os edifícios onde se testaram as argamassas em estudo.

QUADRO XXXIX
Caracterização dos edifícios antigos onde foi testado o comportamento das argamassas

Designação	Localização	Data de construção	Tipo de suporte	Orientação das fachadas intervencionadas
Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja	Praça da República, Beja	Edifício implantado num local onde provavelmente terá existido um templo romano. Sabe-se que no séc. XIX o edifício já apresentava as características arquitectónicas de hoje, apenas tendo sido alterado no último piso em 1937 mantendo no entanto a mesma volumetria	Paredes resistentes em alvenaria mista de pedra e tijolo travada por duas fiadas de tijolo maciço de 50 a 50 cm, aproximadamente, assente com argamassa de cal e areia	Noroeste
Arcadas da Praça da República em Beja	Praça da República, Beja	A "Praça Nova" foi mandada abrir por D. Manuel I no séc. XVI. As arcadas ainda subsistiam no séc. XIX. O edifício sofreu diversas intervenções ou sobreposições ao longo dos séculos perceptíveis através de algumas disparidades que foram detectadas no decurso da obra	Paredes resistentes executadas em alvenaria dupla de tijolo maciço, com caixa de ar, com juntas desencontradas assentes com argamassa de cal e areia	Sudoeste
Sede da Associação de Defesa do Património de Beja	Rua da Misericórdia, nº 10, Beja	Não há dados esclarecedores sobre a data de construção do edifício	Paredes resistentes executadas em alvenaria mista de pedra e tijolo maciço, assente com argamassa de cal e areia. A zona da platibanda é constituída apenas pelo tijolo maciço assente com argamassa de cal e areia.	Sudoeste
Igreja do Convento do Salvador em Évora	Évora	Edifício fundado na segunda metade do séc. XVI	Paredes resistentes executadas em alvenaria mista de pedra e tijolo e cunhais em silhares de granito, assentes com argamassa de cal e areia.	Principal- Sueste Lateral- Sudoeste

Em todas as obras realizadas o estudo incide sobre as partes dos paramentos donde foi removido o reboco existente por se encontrar em mau estado de conservação. Na obra empreendida nos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja o reboco apenas foi removido em parte da fachada principal (1º e 2º pisos), tendo-se revelado dispensável

proceder a este tipo de tratamento no r/chão da fachada principal. Na fachada do edifício da Sede da Associação de Defesa do Património de Beja foi removido todo o reboco existente. Também na igreja do Convento do Salvador em Évora foi retirado o revestimento de toda a fachada principal e de parte da fachada lateral.

As argamassas bastardas A, B, C e D foram aplicadas em Junho de 1995 em parte da fachada principal (1º e 2º pisos), dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja que se localizam na Praça da República, durante as obras de conservação a que se procedeu no edifício (vejam-se figuras 71 a 73). A argamassa C foi ainda aplicada no alçado principal duma habitação localizada na Praça da República no âmbito da obra realizada em Maio de 1996, com vista à reabertura de um troço da arcada ainda existente no séc. XIX (vejam-se figuras 74 e 75). As argamassas tradicionais E, F, G, H e I foram aplicadas na fachada do edifício da sede da Associação de Defesa do Património de Beja (vejam-se figuras 76 e 77). As argamassas bastardas J e L, cuja obra é da responsabilidade da Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul, foram aplicadas na Igreja do Convento do Salvador em Évora, em Setembro de 1996 (veja-se figura 78).

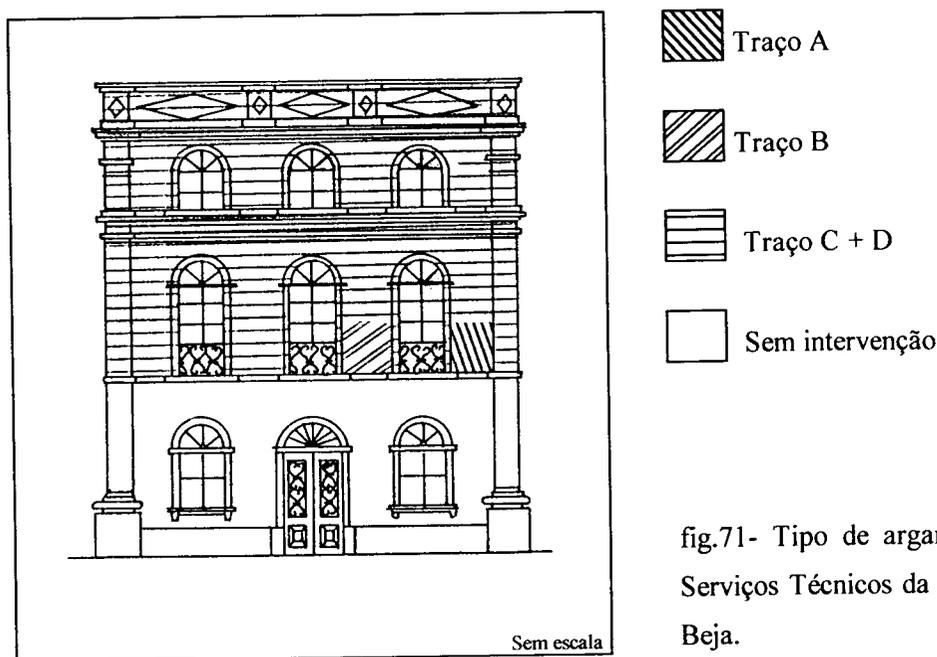


fig.71- Tipo de argamassas aplicadas nos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja.

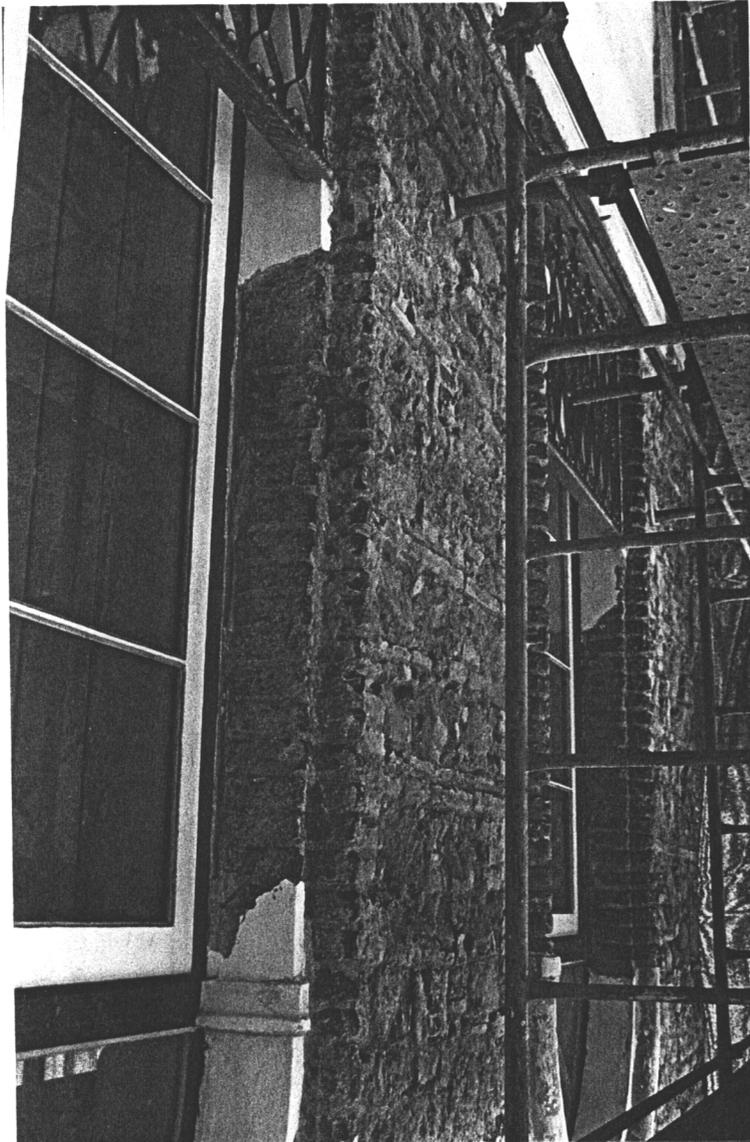


fig. 72- Alvenarias existentes no edifício dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja.

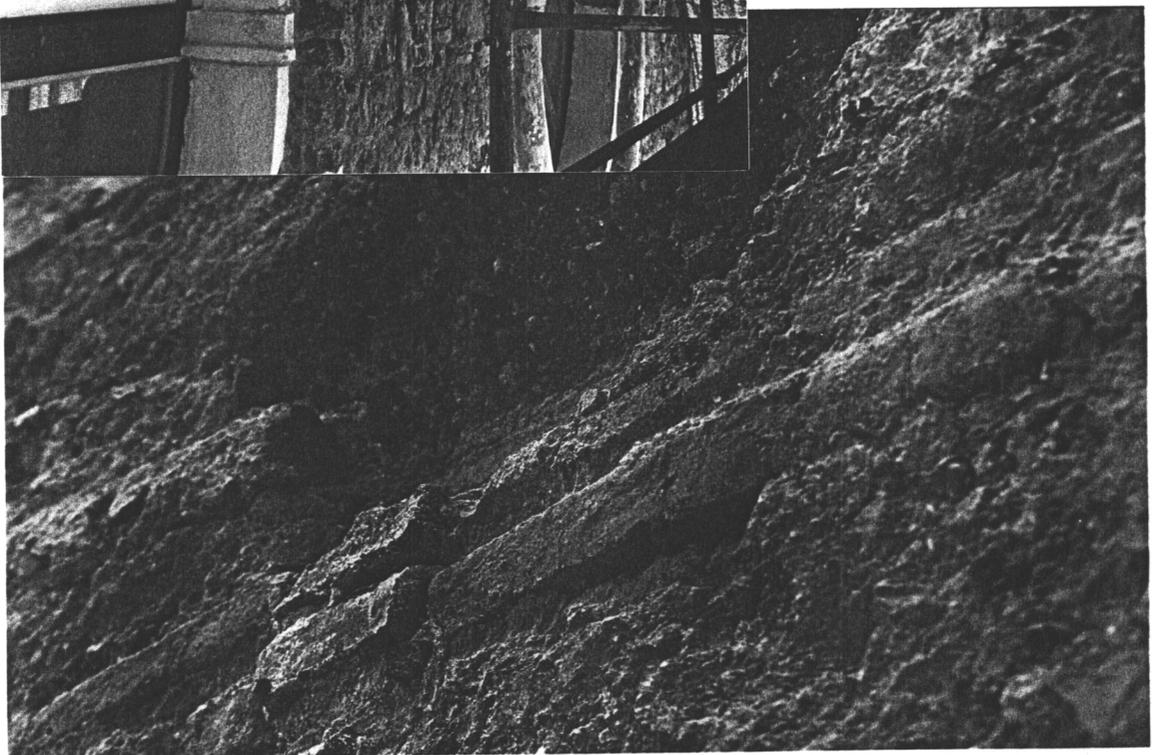
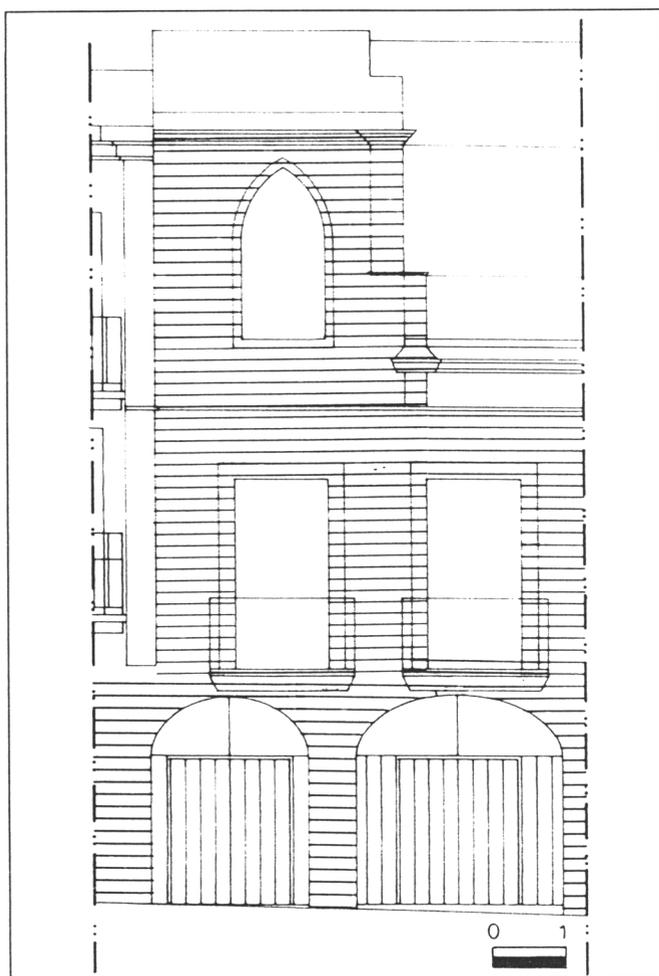


fig. 73- Pormenor das zonas de alvenaria “mais pobres” nos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja.



 Traço C
 Sem intervenção

fig. 74- Tipo de argamassa aplicada na antiga arcada da Praça da República.

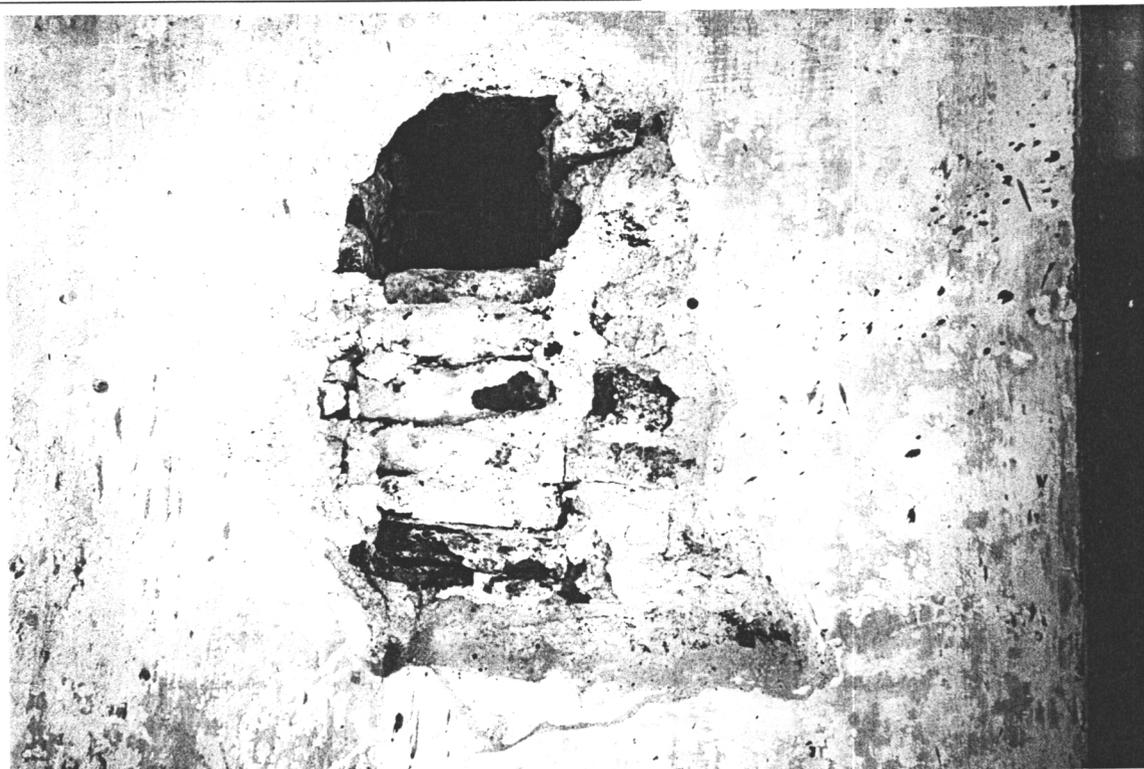
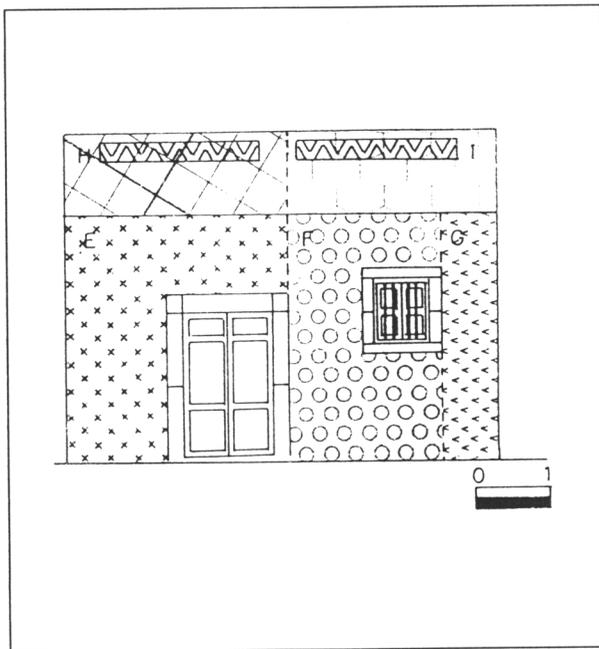


fig. 75- Alvenaria de tijolo maciço vista pelo interior do edifício onde se concluiu tratar-se duma parede com caixa de ar.



 Traço E

 Traço F

 Traço G

 Traço H

 Traço I

fig. 76- Tipo de argamassas aplicadas na sede da Associação de Defesa do Património de Beja.



fig. 77- Alvenarias existentes no edifício da sede da Associação de Defesa do Património de Beja.

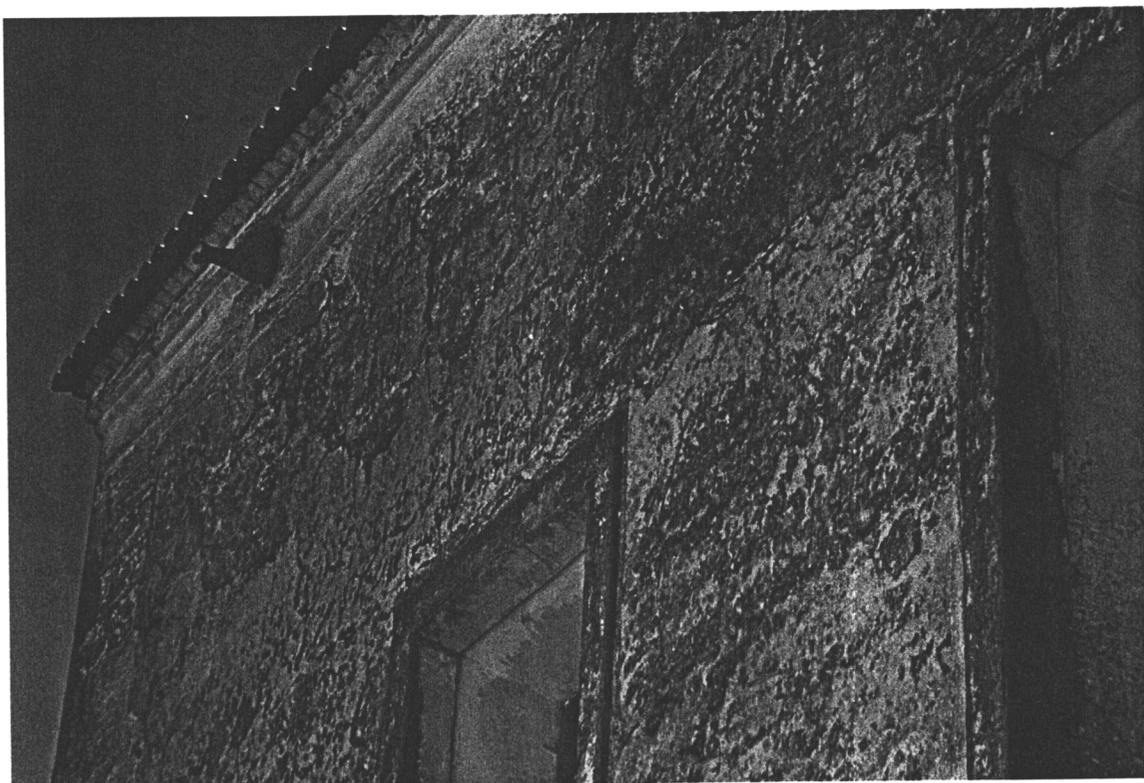
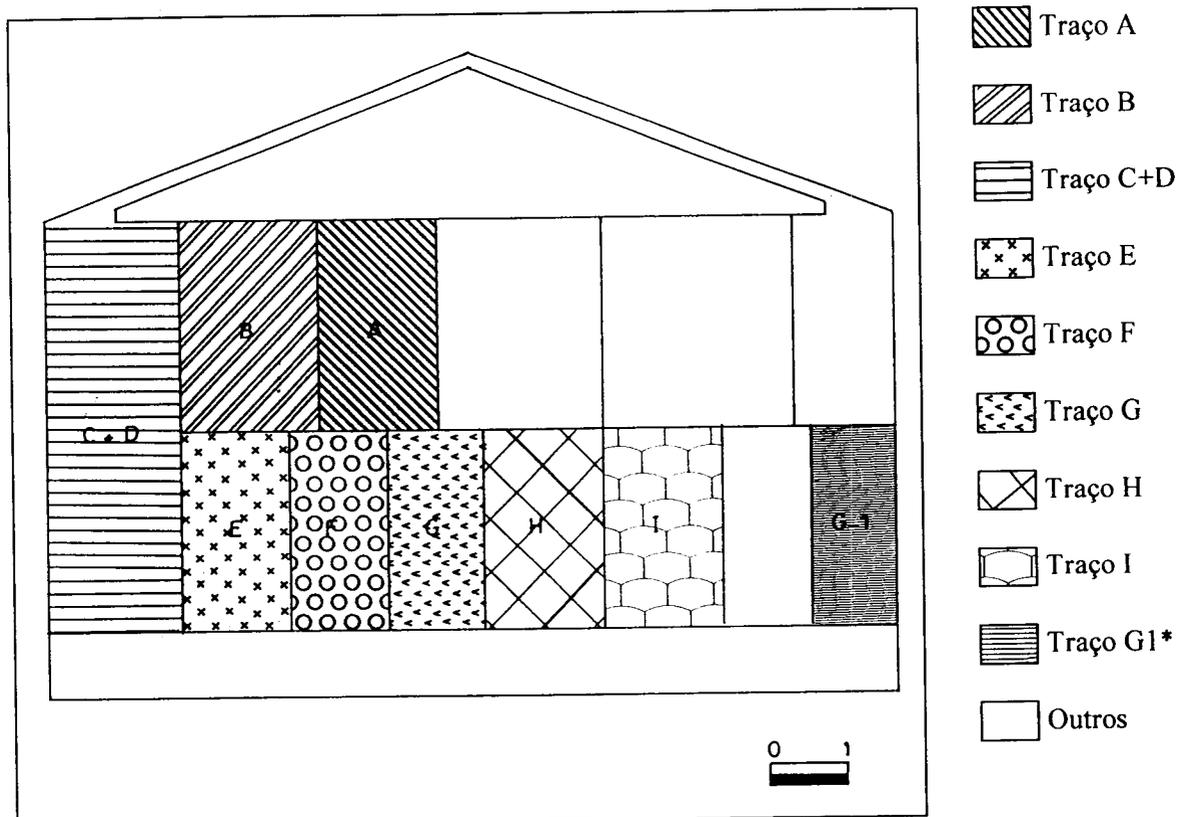


fig. 78- Degradação evidente dos revestimentos da igreja do Salvador em Évora deixando transparecer nalguns locais a alvenaria.

Todas as argamassas à exceção dos traços J e L, por não dispormos dos tipos de areias utilizadas na obra em Évora, foram ainda testadas num painel de tijolo furado (0.30mx0.22mx0.11m) assente com argamassa de cimento e areia existente num pavilhão do Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja (veja-se figura 79).

Parte do painel foi revestido com argamassas cujos traços não foram englobados no presente estudo, essencialmente porque o tijolo já estava salpiscado com uma argamassa muito espessa de cimento e areia que se pensou podia contrariar os resultados caso fosse aproveitada como suporte para as argamassas em estudo.



* O traço G1 tem a mesma constituição do traço G mas foi executado, não em duas camadas como os restantes traços, mas em três.

Fig. 79- Tipo de argamassas aplicadas no painel experimental em tijolo furado no Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja.

As argamassas aplicadas nas alturas mencionadas no quadro XXII tiveram a seu favor um clima ameno sem a ocorrência de pluviosidade significativa durante a sua aplicação, à excepção das argamassas tradicionais aplicadas no edifício da Associação de Defesa do Património de Beja em que se fez sentir grande pluviosidade no decurso da obra.

Nas argamassas a estudar apenas foi utilizada a cal aérea em pó. As cais provenientes dos fornos, em pedra, foram extintas na obra adicionando água em pequenas quantidades várias vezes durante o dia e misturando o produto obtido. A cal foi utilizada passadas, pelo menos, 24 horas desde o início do processo de extinção.

Nas obras em Beja as cais de fabrico tradicional foram passadas por um peneiro de 2 mm para evitar a passagem de grãos de cal mal extinta que poderia provocar a desagregação dos rebocos.

Em Évora o tipo de peneiros utilizados foi diferente. Assim, a cal preta foi passada por um peneiro ainda mais fino, de 0.5 mm.

À excepção das argamassas aplicadas no edifício da Sede da Associação de Defesa do Património que dada a sua pequena dimensão permitiu que a amassadura fosse apenas

manual, em todas as outras obras as argamassas foram amassadas recorrendo ao uso de betoneira tendo sido ainda amassadas com uma enxada antes da aplicação.

Pode-se, resumidamente, indicar a seguinte ordem de execução da argamassa por um processo mecânico:

- Junção da areia à cal aérea em pó (no caso das cais de fabrico tradicional fornecidas em pedra foram extintas previamente e passadas por um peneiro).
- Mistura dos materiais na betoneira adicionando a água necessária por forma a obter-se uma pasta consistente e de fácil aplicação em obra.
- Antes da aplicação mistura da pasta proveniente da betoneira num estrado com uma enxada para eliminar possíveis grãos de cal mal extinta.

Na amassadura manual foram seguidos os seguintes passos na execução das argamassas:

- Junção da areia à cal aérea em pó (no caso das cais de fabrico tradicional fornecidas em pedra foram extintas previamente e passadas por um peneiro).
- Mistura dos materiais a seco com uma pá ou uma enxada.
- Adição de água em pequenas quantidades deixando o traço húmido com um dia de antecedência antes da aplicação.
- Mistura dos materiais com uma enxada até obter uma pasta homogénea.

Na primeira camada, de espessura inferior a 15 mm a areia foi adicionada à cal sem ser passada, na 2ª camada, de espessura inferior a 10 mm a areia foi passada por um peneiro de 2 mm.

As figuras 80 a 85 ilustram alguns passos dados para a execução das argamassas e as figuras 86 e 87 mostram o aspecto final, muito compacto e homogéneo, de dois traços efectuados e aplicados.



fig. 80- Processo de extinção da cal viva branca do forno tradicional de Montes Claros.



fig. 81- Passagem da areia por um peneiro de 2 mm para a execução das camadas de acabamento.



fig. 82- Junção da cal à areia por camadas para a execução da argamassa.



fig. 83- Mistura dos materiais a seco com uma pá.



Fig. 84- Junção da água em pequenas quantidades para a mistura dos materiais.



Fig. 85- Mistura da argamassa com uma enxada até obter uma pasta homogênea.



fig. 86- Aspecto da argamassa aplicada na igreja do Convento do Salvador em Évora (camada de acabamento - traço L).



fig.87- Aspecto da argamassa H aplicada no painel experimental do Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja (camada de emboço).

Os paramentos donde foram retirados os revestimentos em mau estado de conservação tiveram o tratamento exposto nas figuras 88 e 89. Primeiramente foram escovados para eliminar as argamassas soltas, tendo seguidamente sido lavados com uma mangueira para eliminar sujidades. Havendo a possibilidade de utilizar um jacto de água a limpeza poderá ser mais eficiente.



fig. 88- Escovagem da alvenaria com uma escova de arame para eliminação de argamassas soltas.



fig.89- Lavagem das paredes com água para eliminação de sujidades.

O revestimento de todas as obras foi constituído por uma camada de emboço de espessura não superior a 15mm e uma segunda camada de acabamento com uma espessura não superior a 10 mm. Nas zonas da alvenaria mais irregular em que a camada de revestimento era superior aos 25 mm, foi efectuada mais do que uma camada de emboço.

A segunda camada só foi aplicada, no mínimo, após um dia da aplicação da primeira camada, de forma a favorecer o processo de carbonatação desta.

Na obra dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja as argamassas A e B foram aplicadas em duas camadas diferindo cada uma delas pelo facto de no emboço as areias não serem passadas e na camada de acabamento serem passadas por um peneiro de 2mm; as argamassas C e D foram aplicadas com as mesmas espessuras constituindo a C o emboço e a D o acabamento final. Na obra da arcada da Praça da República aplicou-se a argamassa C, sendo a camada do emboço realizada com a areia sem ser passada e a camada de acabamento passando a areia por um peneiro de 2mm.

Nas zonas do edifício dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja em que a alvenaria se encontrava mais pobre formando reentrâncias de espessura considerável foram utilizados fragmentos de tijolo para conjuntamente com a argamassa encher esses espaços. Também no edifício da sede da Associação de Defesa do Património de Beja por cima da janela encontravam-se umas falhas de alvenaria que foram preenchidas com argamassa e fragmentos de tijolo.

A aplicação das argamassas em todos os edifícios antigos descritos no quadro XXXIX não foi precedida por qualquer salpisco de cimento e areia, trabalho este apenas efectuado no painel experimental em alvenaria de tijolo furado para garantir a aderência do revestimento.

Nas alvenarias antigas foram colocados uns pontos para a execução de um revestimento regular, as alvenarias foram molhadas antes da aplicação das argamassas e a camada do emboço foi aplicada directamente sobre o paramento. O reboco foi acertado à regua tendo como guia os pontos previamente colocados. A aplicação das argamassas foi feita à colher e as diversas camadas foram sendo molhadas para evitar o aparecimento de fissuras por retracção devidas a uma secagem muito rápida. O modo de aplicação dos revestimentos está expresso nas figuras 90 a 94:



fig. 90- Pontos executados com argamassa e um fragmento de tijolo para servirem de guias na aplicação dos revestimentos.



fig. 91- Molhagem das paredes antes da aplicação das argamassas.



fig. 92- Aplicação à colher da camada do emboço directamente sobre a alvenaria.



fig. 93- Regularização da camada do emboço à régua. A fotografia mostra-nos a aplicação de uma camada de emboço sobre uma primeira camada que já tinha sido aplicada e se encontrava seca.



fig. 94- Aplicação da camada de acabamento à colher.

A fachada dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja após conclusão do revestimento foi pintada com uma tinta HEMPATEX 5681, cujas informações técnicas, do seu produtor, indicam ter um « acabamento similar ao obtido por caição com as vantagens inerentes a uma pintura com tintas resistentes à intempérie.» A fachada do edifício das Arcadas na Praça da República foi caiado após conclusão do revestimento.

O painel experimental do Parque de Materiais e a obra da Associação de Defesa do Património não receberam ainda qualquer tratamento após conclusão do revestimento.

CAPÍTULO VII - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

7.1 Síntese dos resultados dos ensaios no laboratório

Os ensaios de laboratório, válidos e úteis, têm no entanto um período de experimentação muito mais curto quando comparado com a idade dos revestimentos dos edifícios antigos que por vezes se mantêm ao longo dos séculos.

Nos ensaios efectuados foram adoptadas normas existentes para ensaios de argamassas de cimento e areia porque não há métodos adequados ou valores “standards” para avaliar os resultados obtidos para as argamassas tradicionais.

A análise experimental revela-se contudo de uma grande importância porque permite estabelecer comparações entre as várias argamassas ensaiadas.

QUADRO XL

Quadro síntese da avaliação dos resultados das argamassas endurecidas

Ensaio	Idade (dias)	Traço										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L
M.volumica aparente (Kg/m ³)	7	1989	1967	2011	1970	1800	1838	1804	1814	1897	1781	1837
	28	1972	1963	2022	1982	1825	1871	1819	1825	1893	1786	1844
	90	1992	1963	2020	1982	1799	1824	1818	1803	1895	1745	1833
Resistência à flexão (MPa)	7	1.34	1.06	1.34	0.64	-	-	0.13	0.11	0.20	0.19	0.19
	28	1.46	1.13	1.60	0.69	0.40	0.32	0.32	0.32	0.34	0.32	0.34
	90	1.78	1.32	1.79	0.75	0.43	0.39	0.32	0.33	0.43	0.28	0.42
	180	2.14	1.30	2.10	0.77	0.49	0.46	0.33	0.39	0.47	0.35	-
Resistência à compressão (MPa)	7	4.61	3.91	4.57	1.80	-	-	0.21	0.15	0.27	0.60	0.61
	28	5.15	3.92	5.07	1.92	0.60	0.71	0.61	0.41	0.51	0.81	0.91
	90	5.98	4.58	5.53	2.66	1.22	0.85	0.74	0.63	0.99	1.03	1.28
	180	6.61	4.35	6.63	2.45	1.25	1.02	0.83	1.11	0.83	0.97	-
Rel. flexão comp.	90	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3
Variações dimensionais (mm/m)	7	0.28	0.54	0.21	0.31	0.07	0.11	-	-	-	-	-
	28	0.45	0.69	0.34	0.44	0.12	0.13	0.04	0.06	0.06	-	-
	90	0.53	0.77	0.61	0.54	0.15	0.17	0.08	0.04	0.06	-	-
Variações ponderais (%)	7	1.5	1.5	1.3	2.0	2.3	1.6	-	-	-	-	-
	28	1.6	1.6	1.4	1.8	1.5	1.1	0.03	0.2	0.4	-	-
	90	1.0	1.0	0.8	1.1	0.9	0.9	0.1	1.0	0.9	-	-
Módulo elasticidade (MPa)	90	2693	2691	2774	5612	3708	4035	3772	3258	4389	2893	2141
	180	3383	3623	4258	5605	3733	4070	3792	3318	4403	2891	-
Coef.capilaridade (g/dm ² .min ^{1/2})	28	10.4	10.9	9.8	14.0	9.4	7.7	7.8	14.9	10.8	-	-
Ader. a seco (MPa)	28	0.30	0.29	0.25		0.03	0.04	0.08	0.10	-	0.11(tij.furado) 0.10(tij.maciço)	
Ader. após humed. (MPa)	28	0.21	0.23	0.23		-	-	-	0.04	-	0.07(tij.furado) 0.07(tij.maciço)	

A- 1ci:1cap-to:6ara (1:1:6); E-1cap-tf:2ar (1:2); H- 1cab-to:3ar (1:3); J- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3ar
 B- 1ci:1cap-tf:6ara (1:1:6); F- 1cap-tf:3ar (1:3); I- 1cab-if:3ar (1:3); L- 1.5cap-to:1pá ch:1/3pá ci:3aa
 C- 1ci:1cab-if:6ara (1:1:6); G- 1cap-tf:4ar (1:4); D- 1ci:2cab-if:9ara (1:2:9)

7.1.1 Influência do tipo, granulometria e dosagem da cal nas características das argamassas bastardas

As argamassas bastardas A, B e C com o traço 1 cimento : 1 cal : 6 areia, executadas com cal preta extinta na obra, cal preta extinta pelo fornecedor, ambas de fabrico tradicional e cal branca de fabrico industrial, respectivamente, apresentaram valores semelhantes para as resistências. A argamassa B é no entanto a que indica valores mais baixos de resistência. A relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão medida aos 90 dias é precisamente igual para os três traços. As variações dimensionais, de valores moderados, aparecem com valores ligeiramente superiores para a argamassa B, executada com cal preta extinta pelo fornecedor. Os coeficientes de capilaridade são muito próximos nas três argamassas. Os módulos de elasticidade são em geral baixos, tendo-se encontrado valores ligeiramente superiores na argamassa C, executada com cal proveniente de forno industrial.

O facto da mesma cal apresentar granulometrias distintas quando utilizada numa argamassa em que os outros componentes se mantêm constantes determina resultados diferentes na análise experimental. Assim, o uso de cais tradicionais em obra pode originar resultados muito distintos consoante as pastas obtidas. Mesmo quando se utiliza o mesmo processo de extinção as cais podem não apresentar curvas granulométricas semelhantes, caso da cal preta que foi extinta por aspersão tanto pelo fornecedor como em obra, facto este que se deve à dificuldade de controlar a granulometria quando a cal é apagada por processos manuais.

A comprová-lo estão as argamassas A e B, com o mesmo traço e ambas executadas com cal preta, a primeira extinta em obra e a segunda extinta pelo fornecedor. Na argamassa A, comparativamente à argamassa B, obtiveram-se valores superiores de resistência à tracção por flexão e à compressão, valores inferiores para as variações dimensionais, mantendo-se as restantes grandezas semelhantes.

Não se encontraram diferenças significativas entre o uso de uma cal branca de fabrico industrial e de uma cal preta de fabrico tradicional. As diferenças encontradas parecem dever-se à granulometria das cais e poder-se-á afirmar que uma cal bem extinta de granulometria fina melhora as características da argamassa.

A argamassa bastarda D, com o traço de 1 cimento : 2 cal : 9 areia, que em obra foi aplicada apenas na segunda camada do revestimento, tem uma menor percentagem de cimento e o seu comportamento altera-se relativamente às restantes argamassas bastardas. Os valores das resistências à flexão e à compressão são mais baixos que nas restantes argamassas mas encontram-se dentro dos valores admissíveis, as variações dimensionais têm valores moderados, mas apresenta alguns aspectos desfavoráveis como, por exemplo, maiores valores de coeficiente de capilaridade e de módulo de elasticidade. No entanto, em relação à absorção de água, os ensaios de secagem mostraram que a argamassa tem

facilidade em eliminar a água quando as condições atmosféricas assim o permitem e quanto ao resultado do módulo de elasticidade colocam-se algumas reservas sobre o seu real significado. Falta ainda averiguar outro aspecto com interesse, que é verificar se há uma diminuição de sais solúveis, prejudiciais aos paramentos antigos, pelo facto de se ter diminuído a quantidade de cimento adicionada.

7.1.2 Influência do tipo e dosagem da cal nas características das argamassas tradicionais

Nas argamassas tradicionais F, H e I com o traço de 1 cal : 3 areia, executadas com cal preta extinta pelo fornecedor, cal branca extinta em obra, ambas de fabrico tradicional e cal branca de fabrico industrial, respectivamente, mostram ligeiras diferenças nas suas características. Os valores de resistência à tracção por flexão são ligeiramente inferiores na argamassa H e os valores da resistência à compressão são ligeiramente inferiores na argamassa I. A relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão aos 90 dias têm igual valor para as argamassas F e H executadas com cal de fabrico tradicional e um valor inferior para a argamassa I executada com cal de fabrico industrial. As variações dimensionais não variam muito na ordem de grandeza, tendo-se obtido um valor ligeiramente superior para a argamassa executada com cal preta extinta pelo fornecedor. Os módulos de elasticidade são no geral baixos, tendo sido obtido um valor superior para a argamassa I executada com cal de fabrico industrial. O coeficiente de capilaridade da argamassa H é superior ao das restantes argamassas.

Comparando as três argamassas tradicionais, E (1:2), F (1:3) e G (1:4), todas executadas com cal preta de fabrico tradicional extinta pelo fornecedor e areia do rio Guadiana verificamos que há pequenas alterações de comportamento. Os valores da resistência à flexão da argamassa G são baixos, apresentando também esta argamassa menores valores de resistência à compressão. No entanto analisando outros factores, verificou-se uma melhoria de comportamento no respeitante aos valores das variações dimensionais e ponderais que são mais baixos do que os das argamassas E e F e um valor ligeiramente superior no ensaio da aderência a seco. Os valores do módulo de elasticidade são baixos e da mesma ordem de grandeza, registando-se um ligeiro aumento dos valores na argamassa F. O coeficiente de capilaridade tem um valor superior para a argamassa E, o que poderá estar associado ao facto de esta argamassa ser de entre as três a que apresenta o menor valor de massa volúmica aparente. Na secagem as argamassas têm um comportamento idêntico embora as argamassas F e G tenham mostrado maior facilidade em perder a água.

Tendo presentes os valores que Peroni¹⁰⁴ considera aceitáveis para as resistências à tracção por flexão e à compressão, as argamassas F, I e G apresentaram para estes ensaios, bem como para os restantes, valores que permitem concluir serem adequadas para aplicar em paramentos antigos.

Relativamente à argamassa H, os valores foram menos satisfatórios, nomeadamente, os baixos valores que se encontraram para a resistência à tracção por flexão e o elevado valor de coeficiente por capilaridade. Além disso verificou-se inicialmente a absorção de uma maior quantidade de água por capilaridade, embora durante a secagem, esta argamassa tenha mostrado facilidade em eliminar essa água. As diferenças nos valores encontrados na argamassa H poderão ser atribuídos à granulometria da cal branca do forno tradicional de Montes Claros que foi extinta em obra e que se apresentou menos fina (consulte-se gráfico da figura 30).

O baixo valor que a argamassa G apresentou para a resistência à flexão e tendo em conta que os valores da resistência à compressão não são muito elevados, tornam desaconselhável o uso deste traço.

No geral não houve nenhuma melhoria nas características avaliadas das argamassas tradicionais pelo facto de se utilizarem cais de fabrico tradicional.

7.1.3 Análise comparativa de algumas características de uma argamassa bastarda executada com areias distintas

As argamassas bastardas J e L, com o mesmo traço, diferindo entre elas pelo uso de areia de rio ou de areeiro, respectivamente, apresentaram valores idênticos aos das argamassas tradicionais. Verifica-se um ligeiro aumento de massa volúmica na argamassa L com areia de areeiro, as resistências à tracção por flexão e à compressão são baixas, mas ligeiramente superiores na argamassa L. O módulo de elasticidade da argamassa L é ligeiramente inferior ao da argamassa J. Os ensaios realizados permitem-nos concluir que o uso de uma areia de areeiro pode melhorar as características de uma argamassa, nomeadamente ao nível das resistências. No entanto, outras características podem ser alteradas negativamente, como por exemplo, as variações dimensionais e ponderais. Contudo estas grandezas não foram medidas para os traços J e L.

¹⁰⁴ *Op. Cit - Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes.* p. 91.

7.1.4 Comparação do comportamento das argamassas bastardas com o das argamassas tradicionais

Os ensaios permitem concluir que as argamassas tradicionais apresentaram em relação às argamassas bastardas melhores características para serem aplicadas em paramentos antigos.

Os baixos valores de resistência à tracção por flexão e de resistência à compressão, mas na gama de valores aceitáveis para o fim a que se destinam¹⁰⁵ e os baixos valores obtidos para as variações dimensionais indiciam que este tipo de argamassas são mais adequadas para este tipo de aplicações pelo facto de transmitirem menores tensões às alvenarias. A maior relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão indicam-nos que as argamassas são menos frágeis e apresentam uma menor tendência para a fissuração.

Os coeficientes de capilaridade da mesma ordem de grandeza em ambas as argamassas, bastardas e tradicionais, sendo até nalguns casos mais baixos nas argamassas tradicionais deixam prever um comportamento aceitável em presença da água. Na secagem as argamassas tradicionais e a bastarda que contém menor percentagem de ligante, argamassa D, libertam mais facilmente a água.

Os módulos de elasticidade não diferem grandemente em ambas as argamassas e embora se estranhem alguns resultados têm valores moderados.

Na aderência ao suporte, não obstante as argamassas tradicionais apresentarem menores valores, a rotura foi quase sempre coesiva, pelo que, não se prevê deficiente aderência ao suporte.

O teor de sais solúveis prejudiciais às alvenarias antigas seria um factor com interesse analisar para comparar estes dois tipos de argamassas.

Encontram-se algumas vantagens nas argamassas bastardas, como por exemplo, o seu rápido endurecimento que as torna menos sujeitas a danos após à aplicação, permitindo que sejam utilizadas durante o Inverno, em fachadas muito expostas e sujeitas a solicitações mecânicas.

¹⁰⁵ *Op. Cit - Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes. p. 91.*

7.1.5 Considerações gerais

Da análise dos resultados verificamos que o uso de cais provenientes de fabrico tradicional não conduz a melhorias significativas nas qualidades de uma argamassa relativamente ao uso de uma cal de fabrico industrial. Naturalmente é preciso não esquecer que as cais brancas utilizadas, cal hidratada em pó e cal extinta em obra de Montes Claros, têm, conforme se pode verificar nos quadros XV e XVII, composições químicas e mineralógicas muito semelhantes, por isso eram previsíveis comportamentos idênticos quando utilizadas nas argamassas.

A cal preta de Montes Claros difere das cais brancas utilizadas nos ensaios por se tratar de uma cal dolomítica e incluir na composição química, conforme se pode ver nos quadros XI e XII, maior percentagem de outros compostos como o silício, alumínio, ferro e enxofre.

No entanto, as diferenças encontradas não tiveram consequências directas nos ensaios que se efectuaram cujos resultados não se alteraram muito, obtendo-se apenas valores de módulo de elasticidade ligeiramente superiores para as argamassas executadas com cal de fabrico industrial, tanto nas argamassas bastardas (veja-se C em relação a A e B), como nas tradicionais (veja-se I em relação a G e H) e valores de coeficiente de capilaridade superiores nas argamassas com cal de fabrico tradicional.

A afirmação “as cais de hoje não são tão boas como as cais de outrora” parece não ter obtido confirmação e não foram encontradas razões para pôr de lado as cais aéreas hoje ao dispor no mercado, pelo menos, aquela que foi utilizada nas experiências. Os ensaios efectuados mostraram no geral um bom comportamento das argamassas executadas com a cal industrial de Alcanede, embora com alguns parâmetros menos favoráveis, para serem aplicadas em paramentos antigos.

Uma das grandes expectativas do trabalho realizado era avaliar o comportamento das argamassas executadas com cal preta proveniente de forno tradicional. Pelos resultados obtidos verificou-se que o uso dum cal de fabrico tradicional pode conferir resultados muito diferentes consoante o cuidado que se tem na sua extinção. Assim, com o uso da cal preta extinta em obra obtiveram-se nas argamassas bastardas, no geral, valores mais favoráveis do que com a mesma cal extinta pelo fornecedor. Nas argamassas tradicionais estudadas não se utilizou cal preta extinta em obra que poderia, nomeadamente, melhorar as características mecânicas destas argamassas. Os resultados obtidos com a cal branca de Alcanede de fabrico industrial foram melhores comparativamente ao uso da cal preta extinta pelo fornecedor.

7.2 Síntese dos resultados das aplicações em obra

A complementar os ensaios de laboratório foram efectuadas diversas aplicações em obra. Embora não se tenha procedido a ensaios “in situ” foi muito útil a inspecção visual que se fez.

As argamassas bastardas apresentam um aspecto muito compacto quando comparadas com as tradicionais, que têm um grão mais grosso e apresentam um aspecto mais poroso. Este facto deve-se à utilização do cimento e também à adição de uma pequena percentagem de areia de areiro que alteraram a sua compacidade e aspecto. A coloração das argamassas com cal preta é ligeiramente mais acastanhada do que as executadas com cal branca. As argamassas bastardas apresentam uma tonalidade mais acinzentada e escura do que qualquer das tradicionais, o que se explica pelo uso do cimento.

Na inspecção visual que se efectuou à fachada principal dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja não se verificou a ocorrência de qualquer destacamento da tinta aplicada. No entanto, encontram-se algumas fissuras ligeiras nos paramentos intervencionados (atente-se nas figuras 95 e 96).

A inspecção que se fez às Arcadas da Praça da República em Beja não revelou qualquer dano ao nível do acabamento em cal e registou-se alguma fissuração junto às duas janelas do 1º piso, facto este que pode estar ligado à circunstância da alvenaria ser mais frágil nessas zonas. Também em outros locais se registou fissuração ligeira (observem-se figuras 97 e 98).

Nas argamassas tradicionais aplicadas no edifício da sede da Associação de Defesa do Património em Beja, ainda não caído desde o início dos trabalhos de beneficiação, não se registou qualquer fissuração. Os traços testados mostraram um bom comportamento, com excepção da argamassa G, ao traço de 1 cal preta : 4 areia, que revelou falta de ligante em algumas zonas do revestimento provocando a sua desagregação (veja-se as figuras 99 e 100).

Pela análise dos ensaios no laboratório tinha-se concluído, o que veio a ser confirmado em obra, não ser aconselhável o uso da composição do traço G.

Nos revestimentos aplicados na igreja do Convento do Salvador em Évora encontrou-se fissuração generalizada nos paramentos, com destacamento da pintura em cal em alguns locais (observem-se as figuras 101 e 102). As argamassas aplicadas, pelos ensaios realizados, mostraram ter valores baixos de resistência e de módulo de elasticidade, pelo que, à partida se esperava que tivessem boa capacidade de adaptação aos movimentos da alvenaria sem fendilhar. Não foram efectuados os ensaios das variações dimensionais que nos poderiam explicar melhor o comportamento dos rebocos. Contudo as fendas que se encontraram na própria alvenaria quando foi retirado o reboco existente podem ser uma das causas do ocorrido.



fig. 95- Fachada principal dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja.



fig. 97- Fachada principal das arcadas da Praça da República, em Beja.



fig. 96- Pormenor das fissuras na parte do paramento onde foram aplicados os traços C+D.

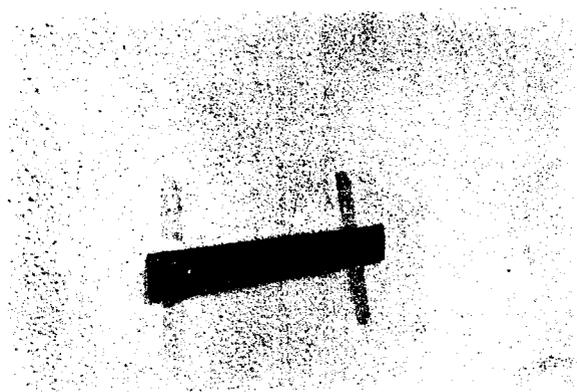


fig. 98- Pormenor das fissuras junto às janelas.



fig. 99- Fachada principal da sede da Associação de Defesa do Património, em Beja.

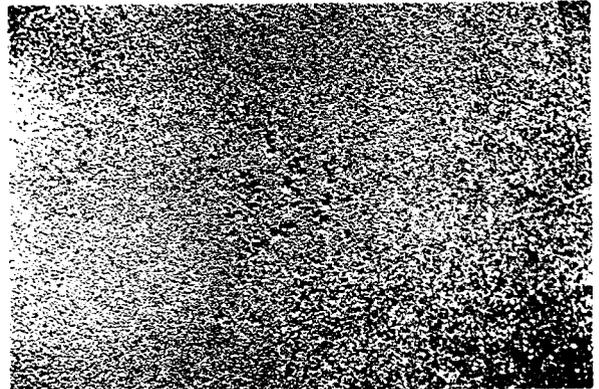


fig. 100- Danos verificados na argamassa G.



fig. 101- Fachada principal da igreja do Convento do Salvador, em Évora.



fig. 102- Pormenor da fissuração dos revestimentos.

No painel executado no Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja, ainda não caído desde a sua conclusão, registou-se uma ligeiríssima fissuração na argamassa C+D, mas esta não é generalizada a toda a faixa em que se aplicou o revestimento, concentrando-se numa pequena área de 1.50m² de altura (atente-se nas figuras 103 e 104). Assim sendo, esta ocorrência parece dever-se a um facto pontual ligado, por exemplo, ao modo de execução ou aplicação da argamassa nesse local. Nas restantes argamassas bastardas e tradicionais não se encontrou qualquer dano nos revestimentos.

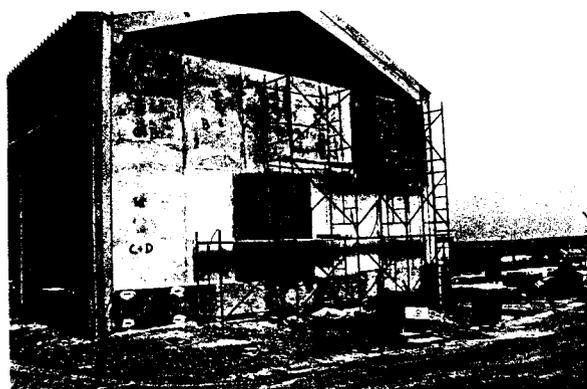


fig. 103- Painel experimental do Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja.

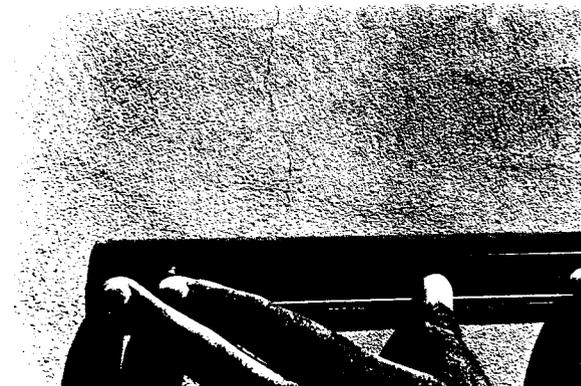


fig. 104- Pormenor das fissuras encontradas no traço C+D.

Embora pela análise experimental se tenham encontrado baixos valores nos ensaios de aderência a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento, principalmente nas argamassas tradicionais, nas aplicações em obra não se verificaram problemas de falta de aderência das argamassas aos paramentos antigos, nem aos paramentos de alvenaria corrente.

Pela inspecção visual nas aplicações realizadas pode-se concluir que na utilização de argamassas com cimento, em alvenarias antigas parece ser muito difícil não ocorrer alguma fissuração nos revestimentos, mesmo que não seja generalizada. Nas alvenarias correntes de tijolo furado as argamassas bastardas têm um comportamento muito favorável sendo de aconselhar a sua utilização.

As argamassas tradicionais revelaram, de um modo geral, características favoráveis tornando aconselhável o seu uso em alvenarias antigas.

Naturalmente que o modo de execução da argamassa, quantidade de água adicionada e modo de aplicação, também influí grandemente no comportamento dos revestimentos e são factores muitas vezes difíceis de controlar.

Convém no entanto sublinhar que com a excepção das argamassas aplicadas no Convento do Salvador em Évora, as fissuras detectadas são muito finas, superficiais e não generalizadas.

CAPÍTULO VIII - CONCLUSÕES

Ao longo da exposição houve a preocupação de apresentar algumas conclusões, nomeadamente, na síntese dos resultados dos ensaios do laboratório e das aplicações em obra. No entanto, considerou-se serem de destacar alguns aspectos no que diz respeito às tecnologias tradicionais do fabrico da cal, ao modo como ela é utilizada nas argamassas e às vantagens do seu uso.

Os fornos tradicionais de cozedura de cal ainda a funcionar são já escassos e representam, nos nossos dias, a sobrevivência de uma indústria artesanal já em extinção e que merece ser bem conservada, pelo menos, a sua memória, no momento em que ainda é um património vivo. Não podemos contar só com as novas tecnologias; as técnicas mais ancestrais e o saber dos antigos não devem ser subestimados.

A cal proveniente dos fornos tradicionais é um bom material utilizado para os roscones, estuques e caiações. No entanto o seu uso em argamassas é pouco frequente porque existe uma opinião generalizada, segundo a qual as argamassas de cimento produzem melhores revestimentos.

A utilização da cal que chega em pedra à obra parece à partida ser a melhor forma desta manter todas as suas características, exige no entanto uma preparação mais complexa e demorada. A cal artesanal precisa de alguns dias para que a hidratação seja completa, o processo de "abertura" da cal, extinção até ficar em pó para ser utilizada, dura pelo menos um ou dois dias. Uma cal mal hidratada com grãos de óxido de cálcio provoca a expansão da argamassa originando a sua desagregação, podendo até ocorrer danos no suporte onde é aplicada. Contudo no uso de uma cal em pó extinta com vários dias de antecedência pode-se correr o risco de utilizar uma cal já carbonatada que na mistura para obter a argamassa já não funciona como ligante, mas sim como material inerte. Pelos ensaios efectuados às cais apagadas em pó, verificou-se na composição mineralógica, ser frequente a existência de carbonato de cálcio nas amostras, o que leva a concluir que esta carbonata com muita facilidade.

A análise dos ensaios realizados indica-nos que para uma conveniente utilização das cais de fabrico tradicional estas devem ser extintas de forma a apresentarem uma granulometria o mais uniforme possível e de pequena dimensão.

Hoje a cal viva, em bloco, é mais utilizada na construção dos roscones e dos estuques e cada vez mais o uso da cal é preterido nos rebocos, havendo alguma tendência, dependendo dos construtores, para substituir parte do cimento pela cal aérea mas já comercializada em pó. No uso da cal extinta em obra há que tomar precauções porque esta apresenta riscos de queimadura para quem a utiliza e mesmo depois de extinta, se não convenientemente, há o perigo de queimar as mãos de quem manuseia a argamassa.

Pela pesquisa bibliográfica efectuada pôde-se aferir que nos tempos mais remotos o uso da cal em argamassas era essencialmente sob a forma de pasta. Os romanos quando utilizavam a cal em qualquer obra não a aplicavam antes de decorridos seis meses e chegavam a deixá-la hidratar um ano ou mais e só depois a misturavam com a areia. A cal em pasta pode ser guardada indefinidamente porque não perde qualidades e até há um ganho de plasticidade tornando-as mais fáceis de trabalhar.¹⁰⁶ Estes prazos são pouco compatíveis com o ritmo da nossa construção. Pela pesquisa em arquivos e oral conclui-se que neste século no Alentejo a forma mais comum de utilizar a cal nas argamassas era em pó.

Segundo o testemunho de alguns pedreiros, antes de se tornar corrente o uso do cimento, as argamassas eram executadas com a chamada cal preta que conferia melhor comportamento aos revestimentos. O único forno que se visitou e que ainda produz a cal preta foi em Montes Claros, a composição mineralógica da rocha que lhe dá origem indicou-nos tratar-se duma amostra muita rica em dolomite. Esta variação de composição pensou-se ser uma das justificações para os seus bons resultados, referidos na recolha oral quando a cal era utilizada em argamassas. No entanto, na análise experimental não se registaram grandes diferenças de comportamento quando se utiliza na argamassa a cal preta ou uma cal branca. Pelas análises químicas e mineralógicas efectuadas às diversas amostras verificou-se existirem cais brancas de origem dolomítica (Aroeira) e cais pretas de origem cálcica (Alvito). Pelo que, a coloração da cal não é dada pelo facto de esta ser dolomítica ou cálcica. Parece certo que a cal preta utilizada poderá conferir melhores resultados desde que convenientemente extinta e passada por um peneiro de pequena dimensão, conforme revelaram os ensaios efectuados.

Embora designadas pelo mesmo nome, cal branca, cal preta, areia de rio, areia amarela; as matérias primas diferem muito entre si e quando se utiliza um determinado traço deverá ter-se sempre em atenção os materiais que estão presentes.

O modo de execução e de aplicação tem uma grande influência no comportamento do revestimento. Deve ter-se o cuidado de obter pastas homogéneas, trabalháveis e optar por aplicar camadas de pequena espessura e no caso da aplicação de argamassas tradicionais, esperar um ou dois dias entre as aplicações das camadas por forma a favorecer o processo de carbonatação da cal.

As argamassas executadas com cal aérea são o material de revestimento mais utilizado em grande parte do nosso património construído. No entanto, a aplicação das técnicas tradicionais foi-se tornando cada vez mais rara; quase desapareceram. Hoje há uma lacuna nos conhecimentos a elas respeitantes e que são fundamentais quando se pretende recuperar edifícios construídos seguindo essas mesmas técnicas.

¹⁰⁶ ASHURST, John- *Mortars, Plasters and Renders*, in *Conservation Ecclesiastical Architects' and Surveyors' Association*, 1981. p.10.

Na decisão a tomar sobre o tipo de revestimento a aplicar em paramentos antigos é necessário ter sempre presente que o material a utilizar não deve causar deterioração no suporte ou nas argamassas existentes e só assim pode ser garantida a reversibilidade da intervenção. Por vezes acontece que ao reparar-se um edifício se introduzem novos factores que provocam o seu decaimento mais acelerado. É por isso essencial que o material utilizado seja menos resistente que o suporte e é preferível a deterioração do novo reboco e evitar sempre a do paramento. Assim, quando se pretende colocar um revestimento de argamassa sobre uma determinada superfície é fundamental saber as propriedades dessa superfície e quais as acções a que irá estar sujeita. Nas recuperações é importante executar rebocos que sejam compatíveis com os antigos, de baixa retracção, de fraca resistência mecânica, de boa trabalhabilidade e que se adequem aos paramentos onde vão ser aplicados. Todos estes factores são muito difíceis de conjugar porque se encontram interligados e a melhoria de uma grandeza pode ser à custa da alteração negativa de outra.

O ideal seria escolher materiais similares aos existentes no edifício utilizando também as mesmas técnicas de aplicação. Para cumprir este objectivo no caso de não existir documentação escrita que nos esclareça, é necessário que se proceda a análises para conhecer os materiais constituintes e nada nos garante que as argamassas não tenham elementos na sua composição provenientes, por exemplo, dos próprios paramentos que naturalmente não faziam parte da mistura da argamassa quando foi aplicada. Quanto ao modo de misturar os materiais e método de aplicação esses ainda serão mais difíceis de determinar. Naturalmente que nestes estudos se podem averiguar características importantes, mas são morosos e muito dispendiosos, pelo que, se reservam para edifícios de grande valor histórico ou arquitectónico. Nas intervenções correntes a opção terá que passar pelo uso de materiais tanto quanto possível similares aos existentes, procurando aquando da sua aplicação que não se verifiquem danos no suporte.

As argamassas devem manter características análogas aos materiais antigos existentes no edifício e há uma veracidade histórica que se deverá salvaguardar mesmo quando a intervenção se limita à recuperação dos revestimentos. Sendo certo que a maior parte do nosso património histórico foi edificado utilizando argamassas de cal e areia, sempre que haja condições favoráveis, mão de obra qualificada, boas condições atmosféricas, deve optar-se pelo uso de argamassas tradicionais.

Conforme podemos ler num artigo sobre argamassas de cal em edifícios antigos « a aplicação das argamassas tradicionais justifica-se por razões históricas e estéticas, mas também por razões tecnológicas. »¹⁰⁷

¹⁰⁷ FURLAN, V.; SIMON, R.- *Crépis à base de chaux pour bâtiments anciens*, in «Chantiers», N°10, Lausanne, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1981.

O cimento tem substituído, quase por completo, o uso dos outros ligantes em todo país, inclusivamente no Alentejo. No entanto a cal aérea utilizada como ligante nas argamassas oferece algumas vantagens comparativas.

A plasticidade das argamassas com cal é muito superior àquelas que são efectuadas com cimento, do que resulta uma maior facilidade na aplicação. A massa adere facilmente aos paramentos sem descolar, o que aumenta o rendimento dos trabalhos. Esta facilidade de aderência às superfícies confere também às argamassas de cal aérea qualidades excepcionais para serem aplicadas entre elementos de construção.

A resistência mecânica das argamassas de cal aérea e areia é muito baixa e é adquirida só a longo prazo à medida que se verifica a carbonatação da cal na presença do dióxido de carbono da atmosfera. O edifício fica muito sensível a qualquer acção de choque e às chuvas. As partes dos paramentos em contacto com o ar endurecem rapidamente, mas este processo no interior é muito lento. Nas obras realizadas, verificou-se um bom comportamento da maioria das argamassas tradicionais aplicadas, nomeadamente, do ponto de vista mecânico. No entanto, conjugando os resultados dos ensaios em laboratório com a verificação das aplicações em obra, não parece ser aconselhável o uso de argamassas tradicionais com percentagem de ligante inferior ao existente no traço 1:3, pelo menos, quando se utiliza cal preta. É frequente encontrarmos ainda hoje rebocos exteriores muito antigos e em óptimo estado de conservação. Estes rebocos nas demolições oferecem uma resistência tão forte que por vezes chegam a ser confundidos com rebocos de cimento.

O facto de se adicionar cal nos rebocos permite a estes terem uma maior capacidade interna de se adaptar às forças que lhe estão a ser aplicadas sem partir as suas ligações, pelo que, as argamassas com cal aérea revelam uma boa resistência à fendilhação. A mistura da cal com a areia separa as partículas de cal, o que facilita a sua combinação com o anidrido carbónico do ar, distribui as contracções por toda a massa, evitando fendas. A acção da areia é puramente física, no entanto, com o decorrer de muito tempo podem-se verificar reacções químicas entre o óxido de cálcio e a sílica da areia, o que contribui para a dureza e a resistência da argamassa.

O módulo de elasticidade das argamassas tradicionais é muito baixo, acompanham facilmente as variações de volume do material de suporte não fissurando, o que contrasta com as argamassas só com cimento, pouco flexíveis, não aconselháveis na reabilitação de edifícios antigos. A trabalhabilidade das argamassas cujo único ligante é o cimento ganha-se com uma percentagem elevada deste material o que as torna muito rígidas, não se adaptando convenientemente às alvenarias e originando fissuras por retracção, evidentes. A substituição em volume de parte do cimento, por cal aérea, melhora o comportamento dos rebocos. Estas argamassas bastardas, quando aplicadas, não apresentam grandes variações de volume, o que evita fendilhações, no entanto, pelas aplicações efectuadas em alvenarias

consideração que as aplicações em obra constantes no presente trabalho foram efectuadas no Alentejo onde o clima é propício a uma mais rápida secagem das argamassas, o que permite que os fenómenos de carbonatação da cal se iniciem mais rapidamente, mas também não deixa de ser verdade que os dois últimos Invernos foram excepcionalmente chuvosos e não afectaram negativamente os rebocos. Nas obras que se escolheram para ensaiar as argamassas não existem zonas de acumulação de água que podiam ser desfavoráveis ao processo de carbonatação da cal. Também é certo que os técnicos que empreenderam as obras são conhecedores da tecnologia de execução e aplicação das argamassas de cal aérea porque já a utilizaram em tempos, o que constitui uma vantagem significativa.

Podemos assim afirmar que os revestimentos à base de cal podem ser realizados desde que algumas condições estejam reunidas.

A preservação dos valores da arquitectura tradicional, tais como, os materiais, as texturas, os acabamentos e outros, não é um tarefa fácil quando as matérias-primas para a sua execução desaparecem ou alteram as suas características. O conhecimento das técnicas de execução tradicionais poderá assim ser um contributo para a conservação do património construído. Estudar o passado é sempre um contributo para perceber melhor o presente.

CAPÍTULO XIX- PROPOSTAS PARA O PROSSEGUIMENTO DO TRABALHO

No estudo efectuado foram apenas investigadas algumas características das argamassas. Outros factores são essenciais para avaliar a qualidade duma argamassa dos quais destacamos a escolha da areia. Esta não foi objecto de estudo neste trabalho, mais vocacionado para a avaliação dos vários tipos de cal.

A introdução das argamassas J e L no estudo permitiu tirar algumas escassas conclusões sobre as alterações provocadas numa argamassa quando se utiliza uma areia de rio ou uma areia de areeiro. Mas estes traços não foram submetidos a alguns ensaios indispensáveis para tirar conclusões merecendo um estudo mais cuidado.

Para um melhor conhecimento da influência que a areia pode conferir às argamassas parece-me ser útil estudar um conjunto de seis traços com a seguinte composição:

- 1 cal preta de forno tradicional : 3 areia ($\frac{1}{2}$ areia amarela + $\frac{1}{2}$ areia rio),
- 1 cal preta de forno tradicional : 3 areia (areia amarela),
- 1 cal branca de forno tradicional : 3 areia ($\frac{1}{2}$ areia amarela + $\frac{1}{2}$ areia rio),
- 1 cal branca de forno tradicional : 3 areia (areia amarela),
- 1 cal branca de forno industrial : 3 areia ($\frac{1}{2}$ areia amarela + $\frac{1}{2}$ areia rio),
- 1 cal branca de forno industrial : 3 areia ($\frac{1}{2}$ areia amarela).

O resultado destes ensaios, analisados em conjunto com os já obtidos para o mesmo traço 1:3, executado com as mesmas cal e areia de rio seria muito interessante conhecer.

Na campanha de ensaios empreendida verificou-se que o processo de extinção da cal e o produto final obtido são factores que podem alterar o comportamento da argamassa. Assim, seria de avaliar se utilizando uma cal preta extinta pelo fornecedor e uma cal preta extinta em obra nas argamassas tradicionais, também haveria resultados diferenciados tal como aconteceu com as argamassas bastardas. Poder-se-ia ainda fazer uma análise dos peneiros utilizados para passar a cal, utilizando por exemplo um peneiro de 2mm e um peneiro mais largo de 4mm e verificar de que forma são alteradas as características da argamassa. Para este efeito, o ensaio de duas argamassas seria esclarecedor:

- 1 (cal preta extinta em obra e passada por um peneiro de 2 mm) : 3 areia de rio,
- 1 (cal preta extinta em obra e passada por um peneiro de 4 mm) : 3 areia de rio.

Na pesquisa oral efectuada a cal preta foi diversas vezes mencionada. Dos fornos ainda em laboração que se conhecem apenas se encontrou a cal preta em Montes Claros.

No forno de Sta Rita que ainda labora, em tempos, quando a procura o justificava, também se produzia cal preta. Assim, dada a possibilidade de ainda hoje se poder obter esse produto, julga-se que seria interessante conhecer o comportamento de outra cal preta quando utilizada nas argamassas. Para este objectivo bastaria a análise do seguinte traço:

1 (cal preta de Sta Rita de forno tradicional) : 3 areia de rio.

Considera-se também que as cais brancas de fabrico tradicional poderiam ser mais bem estudadas, utilizando cais de proveniência de outros fornos e utilizando traços de maior e menor dosagem de ligante, 1cal : 2 areia e 1cal : 4 areia, respectivamente.

Para um melhor conhecimento destes aspectos considera-se que poderiam ser estudados os seguintes traços:

1 (cal branca de Montes Claros de fabrico tradicional) : 2 areia de rio,

1 (cal branca de Montes Claros de fabrico tradicional) : 4 areia de rio,

1 (cal branca de Alcanede de fabrico industrial) : 2 areia de rio,

1 (cal branca de Alcanede de fabrico industrial) : 4 areia de rio,

1 (cal branca de Sta Rita de fabrico tradicional) : 3 areia de rio,

1 (cal branca de Trigaches de fabrico tradicional) : 3 areia de rio.

Outra das questões que merecia ser melhor analisada é a quantidade de água a adicionar à argamassa.

A forma de misturar os materiais, a homogeneidade da mistura e o tempo de preparação da argamassa são factores que também poderão ter um estudo mais aprofundado.

Verificou-se que as argamassas cujo único ligante é a cal aérea têm um período de endurecimento muito longo, pelo que, a avaliação das suas características deveria ter sido prolongada por um espaço de tempo mais alargado.

O facto das argamassas tradicionais terem sido aplicadas sem grande ocorrência de chuvas poderá ser uma explicação para o seu bom comportamento em obra. No entanto, parece útil que se estude numa forma mais pormenorizada a influência que a chuva ou grande quantidade de humidade poderão ter sobre um revestimento executado à base de argamassas de cal e areia.

Nos estudos efectuados a cal foi adicionada em pó à areia. Como é sabido há outros processos de execução de argamassas: juntando a cal viva em pedra à areia ou adicionando a cal em pasta. Estes processos, pelos dados recolhidos, menos utilizados em revestimentos no Alentejo, seria interessante analisá-los a fim de averiguar as alterações que conferem à argamassa.

BIBLIOGRAFIA

FONTES PRIMÁRIAS

Arquivo da Direcção Regional dos Edifícios e Monumentos do Sul, Évora.

Arquivo da Câmara Municipal de Évora.

Arquivo da Câmara Municipal de Beja.

FONTES SECUNDÁRIAS

ADAM, Jean Pierre- *La construction Romaine, Matériaux et Techniques*, 2ª edição, Paris, A. et J. Picard, 1989.

AGUIAR, José; CABRITA, António Reis; APPLETON, João-Guião de Apoio à *Reabilitação de Edifícios Habitacionais*, Reimpressão, II volume, Lisboa, LNEC, 1993.N.A.

ALARCÃO, Jorge de- *Argamassas na Antiguidade*, in « História », Nº 2, Lisboa, Projornal, 1978. p.20-24.

ALOU, F.; FURLAN, V.- *Curso de materiais de construção*, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1989.

APPLETON, João Augusto da Silva- *Edifícios Antigos- Contribuição para o estudo do seu Comportamento e das Acções de Reabilitação a Empreender*, Lisboa, LNEC, 1991.

ASHURST, John- *Mortars, Plasters and Renders in Conservation*, Ecclesiastical Architects' and Surveyors' Association, 1981.

BALLESTER, Mónica; LIMÓN, Teresa- *Restauración de edificios monumentales. Estudio de materiales y técnicas instrumentales*, Madrid, Laboratorio Central de Estructuras y Materiales, Cedex, 1994.

BAKOLAS, A. et. al.- *Thermoanalytical Research on tradicional mortars in Venice*, in « 6th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry », Grado, 1994. p.817-828.

BARBEROT, E.- *Tratado Prático de Edificación*, Barcelona, Gustavo Gili, 1927.

BEIRANTE, Maria Ângela Rocha- *Évora na Idade Média*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, 1995. p. 404-439.

BIBLIOTECA DE INSTRUÇÃO PROFISSIONAL- *Alvenaria, Cantaria e Betão*, Lisboa- Rio de Janeiro-São Paulo-Belo Horizonte, Bertrand-Paulo de Azevedo,LDª, s/d.

BIED, J.- *Chaux, Ciments et Mortiers*, Paris, Dunod, 1926.

BOERO, J.- *Fabrication et emploi des chaux hydrauliques et des ciments*, Paris, Librairie Polytechnique, Ch Béranger, 1901.

BOYNTON, Robert S.- *Chemistry and tecnology of lime and limestone*, 2ª edição, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, John Wiley & Sons, Inc., 1980.

BRANCO, J. Paz- *Manual do Pedreiro*, Lisboa, LNEC, 1981.

CABRITA, A.M.Reis, AGUIAR, José- *Monografia Portuguesa Sobre Inovação e Reabilitação de Edifícios*, Lisboa, LNEC, 1988.

CANDLOT- *Chaux, Ciments et Mortiers*, Paris, Gauthier-Villars et Masson et Cie, s/d.

CARRINGTON, David; SWALLOW, Peter- *Limes and lime mortars-* Part one, in « *Jornal of Architectural Conservation* », nº 3, 1955, p.7-25.

CARRINGTON, David; SWALLOW, Peter- *Limes and lime mortars-* Part two, in « *Jornal of Architectural Conservation* », nº 3, 1955, p.7-22.

CARVALHO, Fernanda; VEIGA, Maria do Rosário- *Caracterização de argamassas de reboco para a Pousada de S. Francisco em Beja*, Lisboa, LNEC, 1993. R.222 / 93- NPC Relatório Confidencial.

- CARVALHO, Fernanda; VEIGA, Maria do Rosário- *Aplicação de argamassas de revestimento em paramentos exteriores de paredes de edifícios antigos. Especificações de Caderno de Encargos*, Lisboa, LNEC, 1994. R. 341 / 94- NCCT. Relatório confidencial.
- CATÁLOGO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PORTUGUESAS- Direção Geral de Geologia e Minas.
- Curso de especificação sobre revestimento de paredes*, 1º módulo, Lisboa, LNEC, 1990.
- DAVEY, Norman- *A history of building materials*, Londres, 1965.
- D' AFONSÊCA, Silvia Pimenta- *Constituição de antigas argamassas de cal*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, LNEC, 1994.p.207-214.
- DEBÈS, George- *Maçonneries, Béton, Béton Armé*, Paris, Léon Eyrolles, 1946.
- DUQUESNAY, M.- *Encyclopédie Chimique- Calcaires, Chaux, Ciments, Mortiers*, Paris, Dunod 1883.
- ESSELBORN, Carlos- *Tratado General de Construction*, Barcelona, Gustavo Gili, 1928.
- FERREIRA, Carlos Augusto Pinto- *Engenheiro de Algibeira*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1869.
- FERRER, Ricardo- *Cales, Cementos y Hormigones*, Barcelona, Araluce, s/d.
- FOERSTER, M.- *Materiales de Construcción*, Barcelona-Madrid-Buenos Aires- Rio de Janeiro, Labor, 1942.
- FONSECA, Pedro Quirino da, et. al- *Cal D. Fradique. Uma herança milenar*, Lisboa, Gabinete Comercial Gráfico, Lda, 1996.
- FORBES, R.J.- *Studies in ancient technology*, I volume, 2ª edição, Leiden, E.J.Brill, 1964.
- FORTES, Azevedo- *O Engenheiro Português*, tómolos II, livro VI, Lisboa, Manoel Fernandes da Costa, 1728. p.292-298.
- FRICK, Otto- *Construcción en piedra e ladrillo*, Buenos Aires- Montevideo, Labor S.A. Argentina, 1947.
- FRIZOT, Michel- *Le mortier romain. Mystère ou savoir faire?*, in « Dossiers de l' Archeologie », nº 25, (Nov.-Dec. 1977). p.60-63.
- FRIZOT, Michel- *L' analyse des mortiers antiques; problemes et resultats*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981. p.331-339.
- FURLAN, Vinicio; BISSEGGER, Paul- *Les mortiers anciens. Histoire et essais d'analyse scientifique*, in « d' Art et d' Archéologie », Suíça, 1975. p.2-14.
- FURLAN, Vinicio- *Experiences pratiques avec des crepis à base de chaux*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981. p.9-18.
- FURLAN, V.; SIMOND, R.- *Crépis à base de chaux pour bâtiments anciens*, « Chantiers », Nº 10, Lausanne, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1981.
- FURLAN, Vinicio- *Crépis à la chaux*, in « Nos monuments d' art et d' histoire ». Nº1, Suíça, Societé d' Histoire de l' Art em Suisse, 1987. p.70-72.
- GOMES, Abdias Magalhães; APPLETON, Júlio A. da Silva; NERO, José M.- *A adequação dos métodos não destrutivos na caracterização de rebocos em argamassas tradicionais*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, L.N.E.C., 1994.
- GONÇALVES, Teresa- *Guarnecimentos tradicionais para paredes exteriores de edifícios antigos*, Lisboa, LNEC, 1996. R.11 /96-NCCT.
- HENRIQUES, Fernando; VILHENA, António- *Caracterização de argamassas de reboco para edifícios antigos*, Lisboa, LNEC, 1995. R.254/95-NCCT.
- IVARS, Marja- *Lime, lime mortars and lime colours*, in « Building Conservation 88 Symposium », Helsinki, Finnish National Commission for Unesco, 1988.

- JANSON, H.W.- *História da Arte*, 3ª edição, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1977, p. 93-191.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL- *Recomendações para execução de revestimentos exteriores de argamassas*, Relatório, Lisboa, MOP- LNEC, 1968.
- LEDUC, E.- *Chaux et Ciments*, Paris, J.B. Baillièere et Fils, 1902.
- LEDUC, E.; CHENU, G.- *Chaux, Ciments, Platres*, Paris-Liége, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1912.
- LEITÃO, Luiz Augusto- *Curso Elementar de Construções*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1896.
- LOBATO, Carlos Pires- *Calcários de Tapeus- Soure Elementos Técnicos para Diagnóstico da Cozedura em Forno de Cal*.
- MACHÉ, Augustin- *Ciments et mortiers*, Librairie Armand Colin, 1935.
- MANUPELLA, Giuseppe; MOREIRA, José Carlos Balacó; ROMÃO, Maria Luísa- *Calcários Portugueses, sua Utilização Industrial*, in « Congresso 81 », Ordem dos Engenheiros, 1981.
- MARCOTTE, Edmond- *Les liants, chaux, ciments, platres, goudrons et bitumes*, Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1929.
- MAZZOCHI, L.- *Cales y cementos*, Barcelona, Gustavo Gili, 1933.
- MORA, Laura Sbordon- *Les matériaux des enduits traditionnels*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981. p.375-383.
- MOROPOULOU, A. et.al.- *Characterization of ancient, byzantine and later historic mortars by thermal and X-Ray diffraction techniques*, in « 6th European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry », Grado, 1994. p.780-795.
- NERO, José M. Gaspar; APPLETON, Júlio A. da Silva; GOMES, Abdias Magalhães- *As argamassas tradicionais no parque edificado de Lisboa: colaboração para o seu conhecimento*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, LNEC, 1994.p.221-232.
- OLIVEIRA, Jorge de- *Os fornos e as caleiras da Escusa*, in « O Municípe », Boletim Informativo da Câmara Municipal de Marvão, Nº6, 1º semestre, 1995. p. 13-15.
- ÓRUS ASSO, Félix; *Materiales de Construction, Aglomerantes*, Madrid, Editorial Dossat/ Tipografia artística, 1944.
- OSLET, G.- *Cours de Construction- Traité des Fondations, Mortiers, Maçonneries*, Georges Fanchon, Paris, s/d.
- PERONI S. et. al.- *Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes*, in « Symposium, Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings », Rome, ICCROM, 1981.p.63-93.
- PIANCA, João Baptista- *Manual do Construtor*, 15ª edição, vol.1, Porto, Editora Globo, 1978.
- PINHO, Fernando Farinha da Silva- *Sistematização do Estudo sobre Paredes de Edifícios Antigos- Análise de Casos*, Dissertação para obtenção do grau de mestre em Construção, Lisboa, Instituto Superior Técnico, 1995.
- RAMÉE, Daniel- *L'Architecture et la Constructions- Pratiques*, 2ª edição, Paris, Librairie de Firmin Didot Frères, Fils & C^{TE}, 1871.
- REIS, M. Olinda; SILVA, António Santos- *Caracterização química e microestrutural de argamassas antigas*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, Sector de Artes Gráficas do CDIT- LNEC, 1994.p.319-330.

- SANTIAGO, Cybéle C.; Oliveira, Mário Mendonça de- *O açúcar como aditivo orgânico nas argamassas de restauro*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, Sector de Artes Gráficas do CDIT-LNEC, 1944.p.181-187.
- SEGURADO, João Emílio dos Santos- *Materiais de Construção*, 4ª edição, Biblioteca de Instrução Profissional, Livrarias Aillaud- Bertrand- Francisco Alves, Paris- Lisboa- Rio de Janeiro- São Paulo- Belo Horizonte, s/d.
- SEGURADO, João Emílio dos Santos- *Acabamentos das Construções*, 3ª edição, Biblioteca de Instrução Profissional, Livrarias Bertrand- Francisco Alves, Lisboa- Belo Horizonte, s/d.
- SILVA, J. Gomes da- *Acidentes Patológicos em Paredes de Edifícios: Origem, formas de manifestação, medidas preventivas, reparações, exemplos de acidente*, in « Paredes de edifícios », Lisboa, LNEC,1988.
- STONE, Ralph W,- *The production of lime in 1912*, Washington, Printing Office, 1913.
- TAVARES, Amílcar M. D.- *Utilização da cal hidratada (cal aérea) na construção civil*, in « 1º Simpósio Nacional, Materiais e Tecnologias na Construção de Edifícios », 1985.
- THOMASSON F.- *Les enduits monocouches à base de liants hydrauliques*. Paris. Uctecna France, Septembre, 1982.
- TUBEUF, Georges- *Traité d' Architecture*, vol.I, Paris, George Fauchon, s/d.
- UEMOTO, Kai Loh- *Pintura a base de cal*, São Paulo, Associação Brasileira dos Produtores de Cal, 1993.
- UNDERWOOD, G.- *Standard Construction Methods*, New York- London, McGrew- Hill Book Company, 1931.
- VEIGA, Maria do Rosário- *Caracterização experimental de argamassas de revestimento de paredes de edifícios antigos*, Lisboa, LNEC, 1993. R 282/93- NCCT. Relatório Confidencial.
- VEIGA, Maria do Rosário; CARVALHO, Fernanda- *Argamassas de revestimento na reabilitação do património urbano*, in « 2º Encore, Encontro Sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios », I volume, Lisboa, Sector de Artes Gráficas do CDIT-LNEC, 1994.p.195-206.
- VITRUVÉ- *Quatro livros de arquitectura*, Paris, C.L.F. Panckoucke, 1847.
- VOELLMY, A.- *Les Liants*, Lausanne, Librairie F. Rouge & Cie, 1945.

Normas e especificações consultadas:

- NF P15-411.
- BS 4551: Part 1, 1970.
- BSI- *Specification for building limes*. London, BSI BS 890-1972.
- NP 1458, 1973.
- NI BS 1199:1976.
- NP 1379, 1976.
- NP 955, 1977.
- NF B 10-502, 1980.
- Cahier 1799 CSTB, 1982.
- RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires D'Essais et des Recherches sur les Matériaux et les Constructions)- *Méthodes d'essai des mortiers et et enduits*, Gauthier-Villars, Décembre 1982.
- NP EN 196-1, 1990.
- pr EN 1015-11, 1995.
- pr EN 1015-13, 1995.

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO I	Quantidade aproximada de cal produzida por ano nos fornos tradicionais visitados	15
QUADRO II	Identificação das rochas recolhidas em fornos tradicionais e respectivas cais	17
QUADRO III	Análises químicas das formações calcárias e dos mármore.....	19
QUADRO IV	Composição química das amostras de calcário e de mármore que após a cozedura dão a cal branca.....	21
QUADRO V	Composição química das amostras de calcário que após a cozedura dão a cal preta.....	21
QUADRO VI	Composição mineralógica de amostra de calcários e de mármore que após a cozedura dão a cal branca.....	23
QUADRO VII	Composição mineralógica de amostra de calcários e de mármore que após a cozedura dão a cal preta.....	23
QUADRO VIII	Resumo dos traços encontrados para o revestimento de paredes exteriores na pesquisa dos arquivos.....	30
QUADRO IX	Custo aproximado de uma arroba de cal, preços do ano de 1997	41
QUADRO X	Composição química e mineralógica de amostras de cais vivas (brancas) mal acondicionadas.....	48
QUADRO XI	Composição química de amostras de cais vivas em pedra (cor branca)	49
QUADRO XII	Composição química de amostras de cais vivas em pedra (cor preta)	50
QUADRO XIII	Composição mineralógica de amostras de cais vivas em pedra (cor branca)	51
QUADRO XIV	Composição mineralógica de amostras de cais vivas em pedra (cor preta)	52
QUADRO XV	Composição química de amostras de cais apagadas em pó (cor branca)	71
QUADRO XVI	Composição química de amostras de cais apagadas em pó (cor preta)	71
QUADRO XVII	Composição mineralógica de amostras de cais apagadas em pó (cor branca).....	72
QUADRO XVIII	Composição mineralógica de amostras de cais apagadas em pó (cor preta).....	72
QUADRO XIX	Massa volúmica aparente dos ligantes constituintes das argamassas a ensaiar	77
QUADRO XX	Análise granulométrica das areias (material passado acululado em %)	78
QUADRO XXI	Massa volúmica aparente dos inertes constituintes das argamassas a ensaiar	82
QUADRO XXII	Composição das argamassas a ensaiar.....	85
QUADRO XXIII	Resultado dos ensaios das argamassas em pasta.....	95
QUADRO XXIV	Valores da massa volúmica aparente das argamassas.....	97
QUADRO XXV	Valores da resistência à tracção por flexão.....	100
QUADRO XXVI	Valores da resistência à compressão.....	102
QUADRO XXVII	Relação entre os valores da resistência à tracção por flexão e da resistência à compressão aos 90 dias.....	106
QUADRO XXVIII	Valores das variações dimensionais das argamassas.....	107

QUADRO XXIX	Valores das variações ponderais das argamassas.....	109
QUADRO XXX	Valores do módulo de elasticidade das argamassas.....	111
QUADRO XXXI	Valores da absorção de água por capilaridade em g/dm ²	114
QUADRO XXXII	Valores médios do coeficiente de capilaridade.....	115
QUADRO XXXIII	Valores da absorção de água por capilaridade em g	117
QUADRO XXXIV	Valores da água perdida por secagem em g	118
QUADRO XXXV	Valores da água perdida por secagem em %	119
QUADRO XXXVI	Valores da ascensão da água	121
QUADRO XXXVII	Valores da aderência das argamassas bastardas a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento.....	124
QUADRO XXXVIII	Valores da determinação da aderência das argamassas tradicionais a suporte cerâmico, a seco e após humedecimento.....	125
QUADRO XXXIX	Caracterização dos edificios antigos onde foi testado o comportamento das argamassas.....	127
QUADRO XL	Quadro síntese da avaliação dos resultados das argamassas endurecidas.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Localização dos fornos visitados	8
Figura 2	Forno vazio de Trigaches- planta, alçado e corte	10
Figura 3	Forno cheio de Trigaches- alçado e corte	12
Figura 4	Colocação da lenha no fundo do forno de Trigaches para o início do processo de combustão	13
Figura 5	Abertura do forno preenchida pelo mármore de Trigaches deixando um pequeno espaço para a introdução da lenha durante o processo de combustão	13
Figura 6	Armação em pedra do forno completa e preparação do barro, ainda por um processo tradicional sendo visível a amassadura com os pés, para tapar a abóbada	13
Figura 7	Início do processo de combustão, com o barro que cobre a abóboda ainda fresco	14
Figura 8	O final da combustão é detectado quando o fogo começa a sair pelos “olhais”, a fotografia mostra o fogo a ser expelido apenas por uma abertura	14
Figura 9	Fase final do processo de combustão, detectada pela presença de fogo em todas as aberturas	14
Figura 10	Cal incandescente dentro do forno após a conclusão da combustão	14
Figura 11	Final da combustão	14
Figura 12	Cal viva em pedra dentro do forno após a combustão	14
Figura 13	Calcário e cal branca de Alcanede	17
Figura 14	Mármore (cinzento e branco) e cal branca de Montes Claros	17
Figura 15	Calcário e cal branca de Moura	17
Figura 16	Mármore e cal branca de Trigaches	17
Figura 17	Calcário e cal branca de Sta Rita	18
Figura 18	Calcário e cal branca da Aroeira	18
Figura 19	Calcário de Butoque	18
Figura 20	Calcário e cal preta de Montes Claros	18
Figura 21	Calcário de Alvito	18
Figura 22	Cal preta de Alvito	18
Figura 23	Calcário de Sta Rita	18
Figura 24	Cal preta de Sta Rita	18
Figura 25	Gráfico ilustrativo do uso das argamassas tradicionais no nosso século (consultas na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul).....	31
Figura 26	Gráfico ilustrativo do uso das argamassas tradicionais no nosso século (consultas na Câmara Municipal de Évora)	31
Figura 27	Gráfico ilustrativo do uso das argamassas tradicionais no nosso século (consultas na Câmara Municipal de Beja)	32
Figura 28	Gráfico síntese sobre a pesquisa efectuada em arquivos relativamente ao uso das argamassas tradicionais no nosso século	32
Figura 29	Curva granulométrica e fotografia da cal branca de Alcanede, hidratada em pó	74
Figura 30	Curva granulométrica e fotografia da cal branca de Montes Claros, extinta em obra	74
Figura 31	Curva granulométrica e fotografia da cal preta de Montes Claros, extinta pelo fornecedor.....	75
Figura 32	Curva granulométrica e fotografia da cal preta de Montes Claros, extinta em obra	75

Figura 33	Gráfico comparativo das curvas granulométricas das cais utilizadas nas argamassas	76
Figura 34	Curva granulométrica e fotografia da areia de areeiro de Sta Margarida	79
Figura 35	Curva granulométrica e fotografia da areia do rio Guadiana.....	79
Figura 36	Curva granulométrica e fotografia da areia de areeiro de Vendas Novas	80
Figura 37	Curva granulométrica e fotografia da areia do rio Sorraia.....	80
Figura 38	Gráfico comparativo das curvas granulométricas das areias utilizadas nas argamassas.....	81
Figura 39	Materiais que constituem a argamassa C	92
Figura 40	Mistura dos materiais e junção de água de forma contínua	92
Figura 41	Compactação das argamassas nos provetes prismáticos	92
Figura 42	Provetes prismáticos cheios com as argamassas G, H e I, realçando a diferença de cor, mais escura, da argamassa G executada com cal preta em relação às restantes argamassas executadas com cais brancas	92
Figura 43	Preparação dos tijolos com o salpisco de cimento e areia	92
Figura 44	Aplicação da primeira camada das argamassas E, F, G e H nos provetes em tijolo furado para os ensaios de aderência	92
Figura 45	Argamassa antes do início do ensaio da consistência por espalhamento	94
Figura 46	Medição da consistência por espalhamento	94
Figura 47	Determinação da massa volúmica	94
Figura 48	Medição da massa volúmica aparente	97
Figura 49	Determinação da resistência à tracção por flexão na máquina Seidner	99
Figura 50	Determinação da resistência à compressão da argamassa E na máquina Seidner onde se verificou o esmagamento completo do provete sem o registo de qualquer valor	99
Figura 51	Determinação da resistência à flexão na máquina Lloyd LR 10 K	99
Figura 52	Determinação da resistência à compressão na máquina Lloyd LR 10 K	99
Figura 53	Gráfico comparativo das resistências à tracção por flexão das argamassas bastardas.....	101
Figura 54	Gráfico comparativo das resistências à tracção por flexão das argamassas tradicionais (E,F,G,H e I) e argamassas bastardas (J e L).....	101
Figura 55	Gráfico comparativo das resistências à compressão das argamassas bastardas.....	103
Figura 56	Gráfico comparativo das resistências à compressão das argamassas tradicionais (E, F, G, H e I) e argamassas bastardas (J e L).....	103
Figura 57	Determinação das variações dimensionais e ponderais	107
Figura 58	Gráfico comparativo das variações dimensionais das argamassas bastardas..	108
Figura 59	Gráfico comparativo das variações dimensionais das argamassas tradicionais.....	108
Figura 60	Gráfico comparativo das variações ponderais das argamassas.....	109
Figura 61	Determinação do módulo de elasticidade dinâmico	111
Figura 62	Gráfico comparativo do módulo de elasticidade dinâmico das argamassas ...	112
Figura 63	Ensaio de absorção de água por capilaridade	113
Figura 64	Varição com o tempo da absorção de água por capilaridade	115
Figura 65	Gráfico comparativo dos coeficientes de capilaridade das diversas argamassas.....	116
Figura 66	Gráfico comparativo do comportamento das argamassas durante a absorção de água por capilaridade e perda de água por secagem	120
Figura 67	Gráfico comparativo da variação com o tempo da água perdida por secagem	120

Figura 68	Carotagem dos tijolos para a determinação da aderência	123
Figura 69	Preparação do ensaio de aderência	123
Figura 70	Tipologia da rotura no traço H, seio da argamassa e ligação ao salpisco.....	123
Figura 71	Tipo de argamassas aplicadas nos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja	128
Figura 72	Alvenarias existentes no edifício dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja	129
Figura 73	Pormenor das zonas de alvenaria “ mais pobres “ nos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja	129
Figura 74	Tipo de argamassa aplicada na antiga arcada da Praça da República	130
Figura 75	Alvenaria de tijolo maciço vista pelo interior do edifício onde se concluiu tratar-se duma parede com caixa de ar	130
Figura 76	Tipo de argamassas aplicadas na sede da Associação de Defesa do Património de Beja	131
Figura 77	Alvenarias existentes no edifício da sede da Associação de Defesa do Património de Beja	131
Figura 78	Degradação evidente dos revestimentos da Igreja do Salvador em Évora deixando transparecer nalguns locais a alvenaria	132
Figura 79	Tipo de argamassas aplicadas no painel experimental em tijolo furado no Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja	133
Figura 80	Processo de extinção da cal viva branca do forno tradicional de Montes Claros	135
Figura 81	Passagem da areia por um peneiro de 2 mm para a execução das camadas de acabamento	135
Figura 82	Junção da cal à areia por camadas para a execução da argamassa	135
Figura 83	Mistura dos materiais a seco com uma pá	135
Figura 84	Junção da água em pequenas quantidades para a mistura dos materiais	135
Figura 85	Mistura da argamassa com uma enxada até obter uma pasta homogénea	135
Figura 86	Aspecto da argamassa aplicada na igreja do Convento do Salvador em Évora (camada de acabamento - traço L)	136
Figura 87	Aspecto da argamassa H aplicada no painel experimental do Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja (camada de emboço)	136
Figura 88	Escovagem da alvenaria com uma escova de arame para eliminação de argamassas soltas	136
Figura 89	Lavagem das paredes com água para eliminação de sujidades	136
Figura 90	Pontos executados com argamassa e um fragmento de tijolo para servirem de guias na aplicação dos revestimentos	137
Figura 91	Molhagem das paredes antes da aplicação das argamassas	137
Figura 92	Aplicação à colher da camada do emboço directamente sobre a alvenaria	138
Figura 93	Regularização da camada do emboço à régua. A fotografia mostra-nos a aplicação de uma camada de emboço sobre uma primeira camada que já tinha sido aplicada e se encontrava seca	138
Figura 94	Aplicação da camada de acabamento à colher	138
Figura 95	Fachada principal dos Serviços Técnicos da Câmara Municipal de Beja	146
Figura 96	Pormenor das fissuras na parte do paramento onde foram aplicados os traços C+D	146
Figura 97	Fachada principal das arcadas da Praça da República, em Beja	146
Figura 98	Pormenor das fissuras junto às janelas	146

Figura 99	Fachada principal da sede da Associação de Defesa do Património, em Beja	147
Figura 100	Danos verificados na argamassa G	147
Figura 101	Fachada principal da igreja do Convento do Salvador, em Évora	147
Figura 102	Pormenor da fissuração dos revestimentos	147
Figura 103	Painel experimental do Parque de Materiais da Câmara Municipal de Beja ..	148
Figura 104	Pormenor das fissuras encontradas no traço C+D	148

ANEXO I

Questões colocadas aos produtores de cal de fabrico artesanal

Local do forno: Alcanede

Dono do forno: Manuel Piedade Baptista & Irmão

1. Qual o tipo de cal que produz, branca ou preta? ... Branca.
2. Onde provém a pedra utilizada para montar o forno? Serra D'Aire e Candeeiros.
3. Tem algum cuidado na selecção da pedra? Nem toda a pedra serve para cal. Utiliza-se o calcário comum. Quem faz a selecção, normalmente, são pessoas experientes que conhecem qual é a pedra boa para cal mas, também se recorre a análises químicas.
4. A pedra é comprada ou provém de desperdícios? Explora-se uma pedreira.
5. A pedra é sujeita a algum tratamento prévio antes de ser colocada no forno? Nos fornos tradicionais não, nos industriais já tem que ser tratada.
6. Quanto tempo demoram a trabalhar a pedra? 2 semanas.
7. Quantas pessoas executam esse trabalho? 3 pessoas.
8. Qual o combustível utilizado para cozer a pedra no forno? Madeira de eucalipto, também pós de cortiça e serradura. Evita-se o carvão porque se mistura com a cal ficando esta com impurezas.
9. Quanto tempo demora a cozedura? 5 dias.
10. Quantas pessoas acompanham a cozedura da pedra? 3 pessoas que se vão revezando.
11. Quantos dias se demora a desmontar o forno? 5 dias.
12. Quantas pessoas estão envolvidas na desmontagem do forno? 3 pessoas.
13. Quantas arrobas de cal são retiradas do forno? Forno grande: 40 toneladas
Forno pequeno: 30 toneladas.
14. Quantas fornadas faz por ano? Aproximadamente 36 fornadas nos dois fornos.
15. Qual o custo de uma arroba de cal? 265 \$ 00.
Quem é que, habitualmente, compra a cal? Armazenistas e estocadores.
16. Qual a aplicação da cal vendida? Essencialmente para caiação e estuques.
17. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada?
18. Dá mais trabalho a aplicar e é um produto menos homogéneo do que a cal que se obtém nos fornos industriais.

Local do forno: Trigaches

Dono do forno: José Paulino Taniça

1. Qual o tipo de cal que produz, branca ou preta? ... Branca.
2. Onde provém a pedra utilizada para montar o forno? S. Brissos e de Trigaches (faz a cal mais forte).
3. Tem algum cuidado na selecção da pedra? Não se pode utilizar pedra com veios cor de rosa ou veios preto. O mármore verde de Viana também não faz cal.
4. A pedra é comprada ou provém de desperdícios?... Provém de desperdícios e alguma tem que ser comprada.
5. A pedra é sujeita a algum tratamento prévio antes de ser colocada no forno? É partida.
6. Quanto tempo demoram a trabalhar a pedra? 2 meses.
7. Quantas pessoas executam esse trabalho? 1 pessoa.
8. Qual o combustível utilizado para cozer a pedra no forno? Madeira de sobro. A lenha não pode ser muito rija porque sendo muito forte, exemplo do azinho, queima muito depressa e deixa a cal negra cozida de mais. Com a madeira as impurezas são mínimas e não se misturam com a cal; o carvão não é um combustível apropriado porque suja a cal.
9. Quanto tempo demora a cozedura? 7 a 8 dias.
10. Quantas pessoas acompanham a cozedura da pedra? 2 pessoas.
11. Quantos dias se demora a desmontar o forno? 5 dias.
12. Quantas pessoas estão envolvidas na desmontagem do forno? 3 pessoas.
13. Quantas arrobas de cal são retiradas do forno? 2 000 arrobas.
14. Quantas fornadas faz por ano? 2.
15. Qual o custo de uma arroba de cal? 500\$00
16. Quem é que, habitualmente, compra a cal? As Câmaras e particulares.
17. Qual a aplicação da cal vendida? Em obras (pouco) e nas caiações.
18. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada? Por ser mais difícil de aplicação e à concorrência que a cal de Alcanede faz.

Local do forno: Trigaches **Dono do forno:** António Silva

1. Qual o tipo de cal que produz, branca ou preta? ... Branca.
2. Onde provém a pedra utilizada para montar o forno? Trigaches.
3. Tem algum cuidado na selecção da pedra? Não se pode utilizar com veios cor de rosa ou veios pretos.
4. A pedra é comprada ou provém de desperdícios?... É comprada e também provém de desperdícios.
5. A pedra é sujeita a algum tratamento prévio antes de ser colocada no forno? É partida para armar o forno, com pedras mais grossas em baixo e mais pequenas no topo do forno.
6. Quanto tempo demoram a trabalhar a pedra? 1 mês.
7. Quantas pessoas executam esse trabalho? 1 pessoa.
8. Qual o combustível utilizado para cozer a pedra no forno? Madeira de sobre.
9. Quanto tempo demora a cozedura? 6 a 7 dias.
10. Quantas pessoas acompanham a cozedura da pedra? 2 pessoas.
11. Quantos dias se demora a desmontar o forno? 2 dias.
12. Quantas pessoas estão envolvidas na desmontagem do forno? 3 pessoas.
13. Quantas arrobas de cal são retiradas do forno? 1 800 arrobas.
14. Quantas fornadas faz por ano? 1 ou 2 no máximo.
15. Qual o custo de uma arroba de cal? 500\$00.
Quem é que, habitualmente, compra a cal? Particulares.
16. Qual a aplicação da cal vendida? Para caiações e estuques.
17. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada? Porque o seu uso exige maior mão de obra do que a que vem em pó ensacada.
- 18.

ANEXO II

Breve análise dos custos de produção artesanal

Custos, aproximados, inerentes à execução de 2 000 arrobas de cal.

Local do forno: Alcanede

MATÉRIA PRIMA PESSOAL	QUANTIDADES	CUSTOS	TOTAIS PARCIAIS
Lenha (incluindo transporte)	20 ton.	4 000 \$ 00 / ton.	80 000 \$ 00
Transformação da pedra e armação do forno (2 semanas - 3 pessoas)	252 h	765 \$ 00 / h	193 000 \$ 00
Acompanhamento permanente da cozedura da pedra (5 dias- 3 pessoas que se revezam)	120 h	674 \$ 00 / h	81 000 \$ 00
Desmontagem do forno, transporte e armazenamento da cal (5 dias- 3 pessoas)	126 h	765 \$ 00 / h	96 000 \$ 00
Imprevistos (10 % dos custos)			45 000 \$ 00
TOTAL DE CUSTOS			495 000 \$ 00
PREÇO DE VENDA	2 000 arrobas	265 \$ 00 / arroba	530 000 \$ 00
LUCRO			35 000 \$ 00

Custos, aproximados, inerentes à execução de 2 000 arrobas de cal.

Local do forno: Montes Claros

MATÉRIA PRIMA PESSOAL	QUANTIDADES	CUSTOS	TOTAIS PARCIAIS
Lenha (incluindo transporte)	20 ton.	4 000 \$ 00 / ton.	80 000 \$ 00
Transformação da pedra e armação do forno (12 dias- 3 pessoas)	288 h	765 \$ 00 / h	220 000 \$ 00
Acompanhamento permanente da cozedura da pedra (3 dias, 1 pessoa substituída de 6 em 6 horas)	72 h	674 \$ 00 / h	49 000 \$ 00
Desmontagem do forno, transporte e armazenamento da cal (3 dias- 3 pessoas)	72 h	765 \$ 00 / h	55 000 \$ 00
Imprevistos (10 % dos custos)			40 000 \$ 00
TOTAL DE CUSTOS			445 000 \$ 00
PREÇO DE VENDA	800 arrobas	750 \$ 00 / arroba	600 000 \$ 00
LUCRO			155 000 \$ 00

Custos, aproximados, inerentes à execução de 50 arrobas de cal.
Local do forno: Moura

MATÉRIA PRIMA PESSOAL	QUANTIDADES	CUSTOS	TOTAIS PARCIAIS
Lenha (incluindo transporte)	0.5 ton.	4 000 \$ 00 / ton.	2 000 \$ 00
Transformação da pedra e armação do forno (1 dia- 1 pessoa)	8 h	765 \$ 00 / h	6 000 \$ 00
Acompanhamento permanente da cozedura da pedra	10 h	674 \$ 00 / h	7 000 \$ 00
Desmontagem do forno, transporte e armazenamento da cal	4 h	765 \$ 00 / h	3 000 \$ 00
Imprevistos (10 % dos custos)			2 000 \$ 00
TOTAL DE CUSTOS			20 000 \$ 00
PREÇO DE VENDA	50 arrobas	1 000 \$ 00 / arroba	50 000 \$ 00
LUCRO			30 000 \$ 00

Custos, aproximados, inerentes à execução de 2 000 arrobas de cal.
Local do forno: Trigaches

MATÉRIA PRIMA PESSOAL	QUANTIDADES	CUSTOS	TOTAIS PARCIAIS
Lenha (incluindo transporte)	48 ton.	4 000 \$ 00 / ton.	192 000 \$ 00
Transformação da pedra e armação do forno (60 dias- 1 pessoa)	336 h	765 \$ 00 / h	257 000 \$ 00
Acompanhamento permanente da cozedura da pedra (8 dias- 2 pessoas que se revezam)	192 h	674 \$ 00 / h	129 000 \$ 00
Desmontagem do forno, transporte e armazenamento da cal (5 dias- 3 pessoas)	126 h	765 \$ 00 / h	96 000 \$ 00
Imprevistos (10 % dos custos)			67 000 \$ 00
TOTAL DE CUSTOS			741 000 \$ 00
PREÇO DE VENDA	2 000 arrobas	500 \$ 00 / arroba	1 000 000 \$ 00
LUCRO			259 000 \$ 00

Custos, aproximados, inerentes à execução de 360 arrobas.

Local do forno: Santa Rita

MATÉRIA PRIMA PESSOAL	QUANTIDADES	CUSTOS	TOTAIS PARCIAIS
Lenha (incluindo transporte)	16 ton.	4 000 \$ 00 / ton.	64 000 \$ 00
Transformação da pedra e armação do forno (8dias- 1 pessoa)	67 h	765 \$ 00 / h	51 000 \$ 00
Acompanhamento permanente da cozedura da pedra (2dias- 2 pessoas)	48 h	674 \$ 00 / h	32 000 \$ 00
Desmontagem do forno, transporte e armazenamento da cal (1dia- 3 pessoas)	27 h	765 \$ 00 / h	21 000 \$ 00
Imprevistos (10 % dos custos)			17 000 \$ 00
TOTAL DE CUSTOS			185 000 \$ 00
PREÇO DE VENDA	360 arrobas	900 \$ 00 / arroba	324 000 \$ 00
LUCRO			139 000 \$ 00

ANEXO III

**Consultas efectuadas na Direcção Regional de Edifícios e Monumentos
Nacionais de Évora**

SÉ DE ÉVORA

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1952	Emboço, reboco e guarnecimento hidráulico		
1952	Diversas obras de acabamento parcial . emboçar, rebocar e guarnecer		Argamassa sem traços definidos
1953	Diversas obras de conservação . emboçar, rebocar e guarnecer		
1965	Obras de conservação. pavimentos das capelas	1 (cimento) : 3 (areia)	
	paredes interiores- picar, emboçar, rebocar e guarnecer	com massa fina de areia	
1977	Obras de conservação em coberturas e no museu. cantarias dos degraus	1 (cimento) : 3 (areia)	Argamassa de cimento e areia
	refechamento de juntas no zimbório	1 (cimento) : 3 (areia)	
	paramentos de cantaria	1 (cimento) : 3 (areia)	
	paredes- emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
1979	Beneficiação do museu de arte religiosa. paredes interiores- emboçar, rebocar e guarnecer.....	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
1989	Obras diversas - sala dos prelados- emboço e reboco	1 (cimento) : 1 (cal) : 8 (areia)	Argamassa de cimento, cal e areia
			Argamassa de cimento, cal e areia com um traço mais fraco

CASTELO E MURALHAS DE MONSARAZ

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1938	Reparação geral de rebocos interiores com argamassas hidráulicas..... Tomada de juntas com argamassas de cal hidráulica e areia.....		
1955	Obras de reconstrução e reparação . reparação geral de rebocos interiores com argamassas hidráulicas		Argamassa sem traços definidos
1955	Consolidação e restauro. tomadas de juntas com argamassa hidráulica		
1956	Obras de reparação . reconstrução de panos de muralha em alvenaria hidráulica		
1956	Obras de consolidação e restauro . reconstrução de panos de muralha em alvenaria hidráulica		
1960	Obras de conservação. construção de alvenaria de tijolo em elevação	1 (cimento) : 4 (areia)	
1961	Obras de conservação. alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	
1962	Obras de conservação e restauro . alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	
1963	Obras de conservação . alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	
1964	Obras de conservação. alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	
1965	Obras de conservação. alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	
1966	Obras de conservação. alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	
1967	Obras de conservação. alvenaria hidráulica em elevação (pedra e argamassa)	1 (cimento) : 3 (areia)	Alvenaria de pedra e argamassa de cimento e areia
1968	Continuação da consolidação e restauro. pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1969	Consolidação . pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1970	Prosseguimento do plano de valorização das muralhas casa junto à igreja Matriz- emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	Revestimento de paredes com argamassa de cimento, cal e areia
1971	Obras de consolidação e restauro . construção de alvenaria hidráulica em panos de muralha, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1973	Obras recuperação. construção de alvenaria hidráulica em panos de muralha, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1976	Consolidação de muralhas e reparação de portas. execução de alvenaria hidráulica em elevação com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	Reparação de panos de muralha com argamassa de cimento, cal e areia
	paredes interiores e abóbadas- Emboçar, rebocar e guarnecer em massa fina de areia	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
1977	Consolidação da torre de menagem. alvenaria hidráulica	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reparação de panos de muralha	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	

CASTELO E MURALHAS DE MONSARAZ

(continuação)

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1979	Reparação de muralhas. alvenaria hidráulica	1 (cimento) : 4 (areia)	Alvenaria de pedra e argamassa de cimento e areia
1980	Consolidação de troços de muralha e reparação do telhado da Igreja Matriz. alvenaria hidráulica	1 (cimento) : 4 (areia)	
1981	Recuperação de edifícios. alvenaria hidráulica em elevação em panos de muralha, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	Revestimento de paredes e reparação de panos de muralha em argamassa de cimento, cal e areia
	reparação de panos de muralha, compreendendo consolidação e refecimento de juntas	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1982	Obras de conservação. alvenaria hidráulica em elevação em panos de muralha, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	Alvenaria de pedra e argamassa de cimento, cal e areia
	reparação de panos de muralha, compreendendo consolidações, picagem de rebocos e refecimento de juntas das pedras	1 (cal) : 3 (areia)	
1984	Obras de conservação. construção de alvenaria hidráulica em elevação para tapamento de rombos e recuperação de panos de muralha, com um paramento visto, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	Refechamento de juntas com argamassa de cal e areia
	refecimento das juntas das pedras	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	
1985	Obras de recuperação. construção de alvenaria hidráulica em elevação para tapamento de rombos e recuperação de panos de muralha, com um paramento visto, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	Refechamento de juntas com argamassa de cal e areia
	refecimento das juntas das pedras	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	
	paredes exteriores - Picar, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia.....	1 (cimento) : 2 (cal) : 8 (areia)	
1989	Reparação de um troço de muralha. construção de alvenaria hidráulica em elevação, pedra de xisto da região e argamassa	1 (cal martigança) : 4 (areia)	Alvenaria de pedra e argamassa de cimento e areia
	refecimento de juntas igual ao existente		
1990	Reconstrução de trechos de muralha que ruíram. devido ao mau tempo de 1989. enchimento de rombos com pedra miúda e mais irregular utilizando argamassa	1 (cimento) : 2 (cal) : 8 (areia)	Refechamento de juntas com argamassa de cimento, cal e areia
	depois das partes mais profundas dos rombos estarem preenchidas, deverá ser executada a camada de acabamento, que terá a sua superfície exterior aparelhada, ou pelo menos idêntica à existente no restante baluarte. deverá ser usada pedra de maior dimensão utilizando nas juntas argamassa	1 (cal) : 2 (areia)	
			Revestimentos de paredes com argamassa de cimento, cal e areia
			Alvenaria de pedra e argamassa de cal e areia
			Juntas sem traço definido
			Nas partes mais profundas dos rombos utilização de argamassas de cimento, cal e areia.

CONVENTO E IGREJA DA GRAÇA

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1955	Adaptação a messe dos oficiais e restauro da igreja.		
	Restauro e adaptação a messe de oficiais.		
1956	extradorso da abóbada da nave	reboco hidráulico	
		1 (cimento) : 3 (areia)	
	paramentos interiores	Picar, rebocar, emboçar, guarnecer e caiar	
		1 (cimento) 1 (cal) : 6 (areia)	
1961	Restauro da igreja.		
	alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	Revestimento de paredes com argamassa de cimento, cal e areia.
1964	Instalação da messe dos oficiais no Convento da Graça. Obras de consolidação.		
	construção de parede em tijolo furado	1 (cimento) : 4 (areia)	
	alvenaria de pedra em fundações	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
	alvenaria de pedra em paredes em elevação	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
	reconstrução de abóbadias em tijolo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	refechamento de juntas em abóbadas	1 (cimento) : 3 (areia)	
	paredes do claustro- rebocar, emboçar e guarnecer	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1965	Restauro da igreja.		Outros trabalhos com argamassa de cimento e areia.
	alvenaria de tijolo em paredes	1 (cimento) : 4 (areia)	
	alvenaria hidráulica de pedra em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
1965	Messe dos oficiais. Trabalhos diversos		
	alvenaria de tijolo	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentamento de lajedo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia		
	paredes interiores, exteriores, tectos e abóbadas	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
	assentamento de tijoleira	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentamento de mosaico hidráulico	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de lambris de azulejo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de lajedo de cantaria	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de azulejo artístico	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de degraus de mármore	1 (cimento) : 3 (areia)	
1965	Projecto de adaptação a messe de oficiais.		
	recalçamento de paredes e fundações empregando		
	pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
1973	Obras de adaptação a messe de oficiais		
1974	Adaptação a messe de oficiais.		
	assentamento de lajedo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria de tijolo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação (tijolo)	1 (cimento) : 3 (areia)	
	rebocos em paredes exteriores e interiores	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
	reconstrução da cobertura	1 (cimento) : 4 (areia)	
1974	Adaptação a messe de oficiais. Trabalhos urgentes de valorização das fachadas e rectificações no interior.		
	assentamento de degraus de cantaria de granito	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de lajedo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	paredes de alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de pavimento de mosaico hidráulico	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de azulejo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	picar, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
1974	Adaptação a messe de oficiais. Conclusão das obras de construção civil.		
	alvenaria hidráulica em elevação com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentamento de azulejos artísticos	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
	picar, emboçar, rebocar e esboçar com massa de areia fina	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
	assentar azulejos brancos	1 (cimento) : 3 (areia)	

CONVENTO E IGREJA DA GRAÇA

(continuação)

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1974	Arranjo da cerca.		
	assentamento de cantaria de granito	1 (cimento) : 3 (areia)	Revestimento de paredes com argamassa de cimento, cal e areia.
	alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentamento de lajedo de granito	1 (cimento) : 3 (areia)	
1975	Convento da Graça. Beneficiação exterior. Conclusão		
	assentamento de cantaria de granito	1 (cimento) : 3 (areia)	Revestimento de paredes com argamassa de cimento, cal e areia.
	assentamento de azulejos artísticos	1 (cimento) : 4 (areia)	
	picar, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia, paredes exteriores e interiores	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas em cantaria	1 (cimento) : 4 (areia)	
1976	Igreja da Graça. Reparação de portas, caixilhos, rebocos e assentamento de azulejos brancos	1 (cimento) : 3 (areia)	Outros trabalhos com argamassa de cimento e areia.
1977	Convento da Graça		
	emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	
1978	Igreja da Graça.		
	alvenaria hidráulica em fundações	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica de paredes em elevação	1 (cimento) : 4 (areia)	
	emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1982	Igreja da Graça. Obras de conservação.		
	refechamento de juntas em paramentos de cantaria	1 (cimento) : 3 (areia)	
1983	Igreja e Convento da Graça. Obras de conservação.		
	refechamento de juntas em paramentos de cantaria	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentar silhares de cantaria de granito	1 (cimento) : 4 (areia)	
1984	Igreja da Graça. Obras de conservação.		
	refechamento das juntas das cantarias	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	Refechamento das juntas das cantarias com argamassa de cimento, cal e areia.

CASTELO DE BEJA

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1953	Obras de conclusão e restauro	Sem traços	Argamassas de cimento e areia
1954	Arranjo exterior / muralha. alvenaria hidráulica em fundações	240 Kg cimento / m3 de areia	
	alvenaria hidráulica em construção de merlões e cortina na barbacã	240 Kg cimento / m3 de areia	
1957	Arranjo à volta do Castelo	Sem traços	
1957	Arranjo de conservação e restauro das Portas de Évora. alvenaria hidráulica em fundações, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reconstrução de panos de muralha em alvenaria hidráulica	240 Kg de cimento / m3 de areia	
1958	Arranjo à volta do Castelo		
	construção de panos de muralhas e ameias	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentar lajedo de cantaria	200 Kg de cimento / m3	
1958	Obras de conservação	Sem traços	
1958	Arranjo à volta do Castelo. alvenaria hidráulica em fundações, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
	paredes de alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
	construção de panos de muralha e ameias, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de lajedo	200 Kg de cimento / m3	
1959	Restauro e reconstrução das muralhas- 1ª fase. construção de alvenaria em elevação, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reconstrução de panos de muralha em alvenaria hidráulica	240 Kg de cimento / m3	
	reparação e consolidação de juntas na muralha com argamassa de cimento	Sem traços	
	reconstrução de silhares em cunhais, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
1960	Obras de conservação e restauro. alvenaria hidráulica em elevação, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	Revestimento de paredes com argamassas de cimento, cal e areia
	reconstrução de silhares em cunhais, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reconstrução de panos de muralha, alvenaria hidráulica	240 Kg de cimento / m3 de areia	
	reparação da cobertura da Casa do Castelo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reparação das paredes da Casa do Castelo, emboço, reboco e guarnecimento com massa fina ..	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	Outros trabalhos com argamassas de cimento e areia
1961	Muralhas- Obras de restauro. alvenaria hidráulica em fundações, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de lajedo de cantaria	200 Kg de cimento / m3 de areia	
	panos de muralha com alvenaria hidráulica	240 Kg de cimento / m3 de areia	
1962	Muralhas- Obras de restauro. alvenaria de tijolo em paredes assentes com argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	paredes exteriores e interiores com emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia ...	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em fundações e em elevação com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	

CASTELO DE BEJA

(continuação)

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1962	Zona entre o Castelo e o Arco de Aviz.		
	assentamento de lajedo	200 Kg cimento / m3 areia	Revestimento de paredes com argamassas de cimento, cal e areia.
	assentamento de cantaria de granito	250 Kg cimento / m3 areia	
	murete em pedra rija	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reconstrução de panos de muralha com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em merlões, pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
1963	Obras de restauro.		
	arranjo do telhado do museu do Castelo, com telha romana assente com argamassa	1 (cal) : 2 (areia)	Assentamento de telha romana com argamassa de cal e areia.
	assentamento de cantaria de granito	1 (cimento) : 1 (areia)	
	reconstrução de muralha com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	refechamento de juntas com argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação e reconstrução de muralhas com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
1964	Obras de conservação e restauro.		
	alvenaria hidráulica em elevação e reconstrução da muralha com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	Outros trabalhos com argamassas de cimento e areia
	picar, emboçar, rebocar e guarnecer a massa fina as paredes interiores e tectos do Museu Militar	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1965	Reparação da Torre de Menagem	Sem traços	
1966	Obras de conservação do Museu Militar.		
	assentamento de tijoleira prensada	1 (cimento) : 4 (areia)	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)
	rebocos em paredes interiores e exteriores		
1966	Obras de conservação.		
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	fundações com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria de tijolo em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
1969	Consolidação e Restauro.		
	alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1970	Consolidação de panos de muralha em ruína entre o Castelo e o Arco de Aviz.		
	alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1971	Libertação, consolidação e valorização.		
	alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	alvenaria em enchimento de torres com pedra e argamassa	1 (cimento) : 4 (cal) : 6 (areia)	
1972	Valorização e recuperação.		
	alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1973	Continuação dos trabalhos de valorização		
	alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1974	Trabalhos de valorização.		
	alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentamento de tijoleira prensada na casa do guarda	1 (cimento) : 4 (areia)	
1975	Conservação, execução e reparação de portas no Castelo e consolidação de muralhas.		
	juntas em panos de muralha	1 (cimento) : 4 (areia)	
	alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
1976	Trabalhos de conservação.		
	juntas em panos de muralha	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentamento de tijoleira prensada	1 (cimento) : 3 (areia)	
	picar, emboçar e rebocar paramentos exteriores ...	1 (cimento) : 1 (cal) : 4 (areia)	

CASTELO DE BEJA

(continuação)

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1977	Consolidação de muralhas. alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 4 (areia)	
1978	Recuperação da zona entre o Castelo e o Arco de Aviz alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 4 (areia)	
1979	Recuperação de muralhas. alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 4 (areia)	
1980	Recuperação entre o Castelo e o Arco de Aviz. alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 4 (areia)	
1981	Obras de recuperação. alvenaria hidráulica em pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentar silhares de cantaria	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 4 (areia)	
1981	Recuperação da Torre de Menagem. Assentamento de mísulas de cantaria, muretes, merlões, pedra de cornija	1 (cimento) : 3 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 4 (areia)	
1982	Obras de beneficiação. alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	
	assentamento de silhares de cantaria	1 (cimento) : 6 (areia)	
1983	Obras de conservação. alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento das juntas	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	
1984	Obras de conservação. alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	
	fixação de merlões de cantaria de granito	1 (cimento) : 4 (areia)	
1985	Obras de conservação. alvenaria hidráulica com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	refechamento de juntas	1 (cimento) : 2 (cal) : 8 (areia)	
1991	Refechamento de juntas entre pedras, a cal e areia de forma que a saliência média das pedras da muralha em relação à argamassa seja de cerca de 1 cm	Sem traços	

CONVENTO DOS LÓIOS

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1944	Obras de beneficiação e restauro. reboco e guarnecimento em paredes e abóbadas	sem traços	Argamassas sem traços definidos
1957	Remodelação para pousada.		
1961	alvenaria hidráulica em fundações com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria de tijolo	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentar lajedo de cantaria	200 Kg de cimento / m3 de areia	Revestimento de paredes e assentamento de azulejos e lajedo de faiança com argamassas de cimento, cal e areia
	assentar tijoleira cerâmica	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentar mosaico hidráulico	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentar azulejos em lambris	1 (cimento) : 1 (cal) : 3 (areia)	
	assentar lajedo de faiança	1 (cimento) : 1 (cal) : 3 (areia)	
	reconstrução de abóbadas em alvenaria de tijolo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reconstrução de abóbadihas em tijolo	1 (cimento) : 3 (areia)	
	emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia (abóbadas, tectos, paredes interiores e exteriores)	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1963	Adaptação a estalagem		Outros trabalhos com argamassas de cimento e areia
	alvenaria hidráulica em fundações com pedra rija e argamassa	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria hidráulica em elevação	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria de tijolo	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentamento de cantaria de granito	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria de tijolo em arcos e abóbadas	1 (cimento) : 2 (cal) : 4 (areia)	
	construção de abóbadihas regionais	240 Kg de cimento / m3 de areia	
1964	Adaptação a estalagem.		
	assentar tijoleira prensada	1 (cimento) : 4 (areia)	
	assentar tijoleira tipo regional	1 (cimento) : 3 (areia)	
	assentar cantaria de granito	1 (cimento) : 3 (areia)	
	alvenaria de tijolo	1 (cimento) : 4 (areia)	
	emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1968	Diversas obras de conservação.		
	Picar rebocos salitrosos, emboço e reboco em paredes e abóbadas com adição de produto impermeabilizante, compreendendo o esboço com massa fina de areia e caiação com três demãos de cal	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1968	Ampliação da garrafeira.		
	Construção de alvenaria hidráulica em elevação com um paramento visto, empregando pedra rija da região e argamassa	1 (cimento) : 4 (areia)	
	emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia e caiação com três demãos de cal	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1970	Conservação diversa.		
	reconstrução de rebocos, compreendendo picar rebocos salitrosos até à alvenaria, lavagem da alvenaria, execução do emboço, reboco, esboço com massa fina de areia e adição de produto de impermeabilização em paredes exteriores	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1971	Ampliação da sala de estar.		
	construção de paredes de alvenaria hidráulica em elevação em tijolo a vez e meia, empregando pedra rija e argamassa de cimento e areia	1 (cimento) : 3 (areia)	
	emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia, incluindo caiação com três demãos em paredes exteriores	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	

CADERNO DE ENCARGOS (1951)
CONDIÇÕES TÉCNICAS GERAIS

Rebocos-

Antes de se proceder aos rebocos, as paredes ou muros que se devem revestir, serão limpos, tirando-lhes toda a argamassa que esteja desagregada ou pouco aderente, e serão lavados e desempenados, para o que se farão os encasques necessários. Sobre os paramentos assim preparados, assentar-se-á à colher a argamassa de reboco em uma ou mais camadas.

Para a primeira camada, a argamassa, de consistência não muito branda, será projectada com força à colher, apertada com a talocha e disposta com regularidade.

Antes que a primeira camada esteja completamente seca, cobrir-se-á com as camadas seguintes que serão executadas de igual modo. Alisar-se-á a última camada à colher.

Quando a argamassa tiver adquirido uma certa consistência, renovar-se-á o alisamento as vezes julgadas necessárias sem molhar a superfície do reboco, até que a retracção proveniente da secagem deixe de originar fendas. Após estas operações o reboco deverá formar uma camada de espessura uniforme, homogénea, de superfície regular, sem fendas nem porções deslocadas.

NATUREZA E QUALIDADE DOS MATERIAIS

Cal ordinária

A cal será de boa qualidade; será extinta por imersão em tanques ou por aspersão e deve satisfazer às seguintes condições:

-Ser bem cosida, sem cinzas, matérias torrosas, fragmentos de calcário crú ou recosido e isenta de quaisquer outras impurezas;

-Ser cosida a mato;

-Após extinção, ser isenta de fragmentos resultantes de deficiências ou excessos de cozedura de calcáreo.

A cal extinta por aspersão será guardada em armazéns fechados, para não ficar sujeita à acção dos agentes atmosféricos; na falta de armazém, poderá ser permitida a sua conservação ao ar livre, desde que seja coberta depois de extinta, com uma camada delgada de argamassa de cal e areia, bem alisada.

No caso de se empregar cal extinta por imersão, será esta trabalhada sem nova adição de água.

A cal só poderá ser empregada, 24 horas depois de extinta.

Água

A água a empregar na confecção das argamassas deverá ser doce, limpa e isenta de substâncias orgânicas, ácidas, sais deliquescentes, óleos ou quaisquer outras impurezas.

Areia

A areia a empregar na confecção das argamassas para alvenarias [...] deve satisfazer às seguintes condições:

-Ser limpa ou lavada e isenta de terras, substâncias orgânicas ou quaisquer outras impurezas;

-Ter grão anguloso e áspero ao tacto;

-Ser rija de preferência siliciosa ou quartzosa;

-Ter a composição granulométrica mais conveniente para cada tipo de argamassa.

A areia deverá ser lavada e peneirada quando seja julgado necessário.

No fabrico das argamassas destinadas às alvenarias de pedra irregular deve preferir-se a areia de grão medianamente grosso; para as argamassas a empregar no assentamento de tijolos, na alvenaria de tijolos e em rebocos e guarnecimentos, deve utilizar-se a areia de grão fino, [...].

Considera-se areia de grão grosso a que passando por um crivo com orifícios de 5 m/m é retida em crivos com orifícios de 2 m/m e areia fina a que passa no crivo com orifícios de 0.5 m/m.

IGREJA MATRIZ DE ALVITO

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1959	Obras de conservação. reparação de paredes salitrosas, compreendendo picagem de rebocos até à pedra, emboço	1 (cimento) : 3 (areia)	
	reboco com 0.015m com a adição de produto impermeabilizante tipo "colemanoid"	1 (cimento) : 2 (areia)	
	picar, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia, caiação à esponja com três demãos de cal, sendo o reboco com massa fina	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1967	Obras de conservação. Construção de rebocos compreendendo picagem até à alvenaria, emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia e caiação com três demãos de cal	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1977	Obras de conservação. Picar rebocos salitrosos, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia com caiação à esponja com três demãos de cal	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1981	Reparação das coberturas. Picar, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia e caiação com três demãos de cal	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	
1984	Obras diversas. Arranque de ervas e respectivas raízes em juntas de cantarias, compreendendo refechamento de juntas, com argamassa de cimento, cal e areia	1 (cimento) : 2 (cal) : 12 (areia)	
1988	Obras de conservação. Picar rebocos salitrosos, emboçar, rebocar e guarnecer com massa fina de areia os paramentos das fachadas exteriores	1 (cimento) : 1 (cal) : 6 (areia)	

PALÁCIO DE FICALHO DE SERPA

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1995	<p><u>Memória descritiva de 23.06.95</u></p> <p>« Diagnóstico[...]</p> <p>-degradação generalizada de rebocos e caiações pertentes ao Palácio e muralhas anexas [...] As causas das patologias exteriores, residem na acção erosiva dos agentes atmosféricos e na falta de manutenção dos materiais que constituem os revestimentos exteriores ...</p> <p>Condições técnicas especiais</p> <p>4.As fachadas sul e nascente do palácio serão devidamente raspadas e escovadas e os seus rebocos (nas zonas em que se encontram desligados e salitrosos), pontualmente restaurados com argamassa de cal e areia. Após remoção das cais desagregadas as superfícies serão totalmente caiadas em duas demãos de leite de cal branca com fixadores (de preferência óleo vegetal, azeite ou outro idêntico)</p> <p>6.Apenas os paramentos que se encontram actualmente rebocados serão objecto de obra. Os rebocos deverão ser picados (nas zonas em que se encontrem desligados ou salitrosos) e a restante superfície totalmente escovada e limpa. Após esta operação proceder-se-á ao reboco de toda a superfície em argamassa de cal de obra e areia ao traço 1:3 (refecho de lacunas) e 1:4 em camada de acabamento. A aplicação será à talocha e recomenda-se a utilização de uma areia de rio de diâmetro médio-fino. Antes de se iniciar o reboco deverá o empreiteiro experimentar em termos de ensaios de argamassas propostas, a afinação do traço e da areia será decidido após verificação pela fiscalização destes testes no paramento da muralha.</p> <p>7. Toda a superfície será caiada em cal de obra (parda), em cor a afinar após teste sobre o reboco, em duas demãos cruzadas com fixador (se necessário) do tipo óleo vegetal.»</p>	<p>1 (cal) : 3 (areia)</p> <p>1(cal obra):3(areia) refecho de lacunas</p> <p>1(cal obra):4(areia) camada de acabamento</p>	

PALÁCIO DE FICALHO DE SERPA

(continuação)

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1995	<p>Empreitada Nº 4/95 <u>Memória descritiva de 13.10.95</u> « No decorrer das obras [...] verificou-se ser absolutamente necessário executar rebocos e caiações na totalidade das alvenarias em pedra que se encontram à vista. Este revestimento em argamassa de cal e areia, cobria a totalidade das fachadas. Os sucessivos restauros nos panos da muralha levaram à sua remoção até à altura em que se iniciam as paredes do palácio, motivo pelo qual hoje se encontra parte destes alçados rebocados. Estes trabalhos eram prática corrente até cerca de 30 anos atrás, data a partir da qual os efeitos negativos começaram a ser visíveis nessas zonas. Nos últimos anos optou-se por revestir de novo essas alvenarias no sentido das preservar e conservar. Esta operação permite ainda, a manutenção das alvenarias com caiações sucessivas. »</p> <p>Com o objectivo de preservar as alvenarias que se encontram em degradação progressiva propõe-se: rebocar (após limpeza e refecho de juntas), com argamassa os panos de muralha que se encontram sobre a fachada do palácio cair em cal de obra (como revestimento final) toda a superfície rebocada.</p>	<p style="text-align: center;">1 (cal) : 3 (areia)</p>	<p>Nesta empreitada é curiosa uma informação Nº 96/EMS/95 em que a técnica projectista justifica a metodologia empregue no “restauro dos rebocos” devido a uma queixa que ocorreu da parte da proprietária do imóvel e onde se explica duma forma muito precisa como foram executados os revestimentos:</p> <p>« O trabalho consiste na picagem pontual de rebocos desligados, escovagem das restantes zonas e preenchimento de “lacunas”, em material, forma e desenho exactamente iguais ao existente lateralmente e conforme os vestígios encontrados. Após os trabalhos de limpeza [...] procedeu-se à reconstrução pontual de rebocos em duas camadas. A primeira camada de encasque consistiu na aplicação de uma argamassa de cal hidráulica, cal de obra e areia média (escura em tonalidade e muito argilosa), traço sensivelmente 1 : 3 (2 de cal hidráulica para 1 de cal de obra). A segunda camada de acabamento, consistiu no mesmo tipo de argamassa mas com uma areia mais fina, amarela com menor percentagem de argila... O acabamento final deste revestimento será a caiação.[...]A família acha este acabamento inadequado para o palácio [...] e pretendiam que o reboco fosse executado à face e com os cunhais à vista. [...]Em face dos trabalhos em curso esta opção acarretaria problemas graves de execução a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> -os rebocos teriam que ser totalmente picados para remoção dos vestígios ainda existentes. -o acabamento seria muito irregular porque o reboco teria de morrer à face nos cunhais e teriam de cobrir os “cunhais” existentes no meio da fachada, o resultado seria uma superfície ondulada de difícil “disfarce”. -este novo reboco também dificilmente conseguiria cobrir a totalidade da alvenaria subjacente, ou seja, em diversas zonas seriam visíveis as pedras que constituem a construção. -finalmente em termos éticos, este trabalho de remoção histórica, seria uma perda patrimonial irreversível para o imóvel (contrariando os princípios estipulados na carta de Veneza). <p>A obra em curso está correctamente executada e enquadra-se nos princípios e orientações internacionais referentes à conservação do património arquitectónico. As autenticidades históricas e materiais estão a ser respeitadas e consideradas em obra como forma de trabalho de execução. Dificilmente uma inversão deste sentido seria defensável histórica e tecnicamente [...].»</p>

TORRE DAS COURAÇAS EM ESTREMOZ

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1995	<p>Obras de conservação. Empreitada Nº 6/95 <u>Condições técnicas especiais em 18.05.95</u> «Cap.II Alvenarias, rebocos e caiações</p> <p>1.As pedras a fornecer para preenchimento das “lacunas” existentes na alvenaria deverão ser do tipo das existente na mesma fiada (em características e dimensões). A argamassa para aplicação e refeito de juntas (em toda a superfície) será em cal de obra e areia.</p> <p>2.A picagem de rebocos far-se-á apenas nas zonas em que estes se encontram desligados e salitrosos. As zonas que se encontram saturadas de humidade e bolores serão igulmente raspadas e limpas se por ventura os respectivos rebocos não se encontrarem desligados.</p> <p>3.O refazer deste revestimento deverá ser em argamassa cal de obra e areia. O reboco deverá ser afagado à costa da colher e posteriormente caiado em duas demãos de leite de cal branca</p> <p>4.Os rebocos exteriores serão executados em argamassa de cal de obra e areia em duas camadas As camadas deverão ser testadas numa zona do paramento e só posteriormente (após verificação da aderência) executada em toda a superfície. A aplicação deverá ser à talocha e a sua espessura dependerá do nível a que se encontram os cunhais. A argamassa deverá assim preencher o vazio existente entre os cunhais e a alvenaria, sem ser saliente. Não se pretende um acabamento muito regular nem muito liso.</p> <p>5.A caiação final dos paramentos será executada em duas demãos cruzadas de cal branca com pigmento ôcre (em dosagem muito baixa). A tonalidade deverá ser afinada após aplicação (amostra) sobre o paramento. <u>Diagnóstico em 13.09.95</u> « [...] A falta de manutenção e reparação foram causas do estado de conservação em que se encontram as torres. -degradação generalizada da argamassa que constitui as juntas de alvenaria, pontualmente com “lacunas” por queda de pedras que a constituem; [...] -remoção integral do reboco de revestimento, sendo visível nalgumas zonas mais protegidas restos de argamassa que constituia essa protecção.»</p>	<p>1 (cal obra):3 (areia)</p> <p>1(cal de obra):3(areia)</p> <p>A primeira ao traço 2(cal de obra):5(areia) com areia mais grossa e a segunda de acabamento e com uma areia mais fina, ao traço 1(cal de obra):3(areia).</p>	<p>A cal para execução da obra, cal de obra, acabou por não ser utilizada porque se considerou tratar-se duma zona muito húmida. Assim, lê-se no relatório de obra Nº 2/95 de 13.09.95: «Verificou-se o reboco executado na fachada SO (em cal hidráulica e areia amarela de dimensão média ao traço1:3).»</p>

CASTELO DE MOURA

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1996	<p>Obras de conservação. Empreitada Nº 6/96 <u>Memória descritiva em 09.04.96</u> [...]Na torre do relógio são visíveis anomalias ao nível dos revestimentos, nomeadamente degradação generalizada de rebocos, presença pontual de ervas e nalgumas decaimento das alvenarias. Na torre em taipa verificam-se fissuras verticais com abertura ao longo da alvenaria, ruína quase total dos rebocos de revestimento com a presença de vestígios apenas nas fachadas nascente e sul, degradação do material que constitui os blocos e juntas e “lacunas” nos pontos de fixação das “agulhas” dos taipais, aproveitados para abrigo e destruídos pelos pombos que proliferam na torre. No troço de muralha existente entre as duas torres são visíveis vestígios de ameias e degradação generalizada do material que constitui os blocos da taipa e juntas. Estas anomalias detectadas sobretudo nas alvenarias de construção em taipa militar, verificam-se devido à acção erosiva dos agentes atmosféricos e consequentemente à ruína total dos materiais do revestimento. [...]</p> <p><u>Condições técnicas especiais em 09.04.96.</u> Cap.I Torre e muralha em alvenaria de taipa</p> <p>3.O capeamento deverá ser construído em argamassa de cal e areia de dimensão média</p> <p>4.As reparações de fissuras verticais e pontualmente de “lacunas”, serão executadas em argamassa, em mistura idêntica à taipa existente</p> <p>5.As juntas dos blocos deverão ser “avivadas” e reconstruídas, em argamassa, idênticas às existentes</p> <p>As zonas onde permanecem vestígios de rebocos antigos, não serão objecto de trabalho, excepto o de caiação final.</p> <p>6.A cal de obra ou parda a utilizar, deverá ser de fabrico artesanal e local. O empreiteiro deverá procurar na zona de Moura, cal aérea de produção em forno artesanal. Devido ao mau estado de conservação dos paramentos deverão ser evitadas escovagens ou raspagem das superfícies para posterior aplicação da caiação.</p> <p>Cap.II Torre do Relógio</p> <p>2.As superfícies deverão ser rebocadas em argamassa, após escovagem e limpeza dos paramentos. Deverá ser executado previamente um ensaio no paramento para posterior decisão do acabamento e traço com a fiscalização.</p>	<p>1 (cal) : 2(areia)</p> <p>cal : areia : terra</p> <p>cal : areia</p> <p>1 (cal obra):3 (areia) ou 1 (cal obra):4 (areia)</p>	<p>Os relatórios da fiscalização durante o decurso da obra mostram-nos com mais clareza o tipo de revestimentos aplicados: Relatório de 01.08.96 « O empreiteiro apresentou ensaio do reboco. No meu ponto de vista, a argamassa utilizada foi de alvenaria fina (em inertes nomeadamente para aplicação em zonas com necessidade de reboco mais espesso, o que irá originar concertiza inúmeras fissuras. No ensaio apresentado foram utilizados misturados dois inertes qualquer um deles de granulometria muito baixa, uma areia de rio da zona e areia fina amarela. O empreiteiro ficou de tentar arranjar uma areia de rio de granulometria superior de forma a poder-se melhorar a resistência do reboco.» Relatório de 13.08.96 « O empreiteiro conseguiu arranjar uma areia de rio de maior granulometria ... Estão sendo utilizados dois tipos de argamassas: uma de enchimento nas zonas de degradação mais profunda com uma maior percentagem de inerte mais grosso e outra mais fina de acabamento, sobre a última e em zonas que exijam pequenas espessuras. TRAÇOS UTILIZADOS (unidade : 1 balde) Argamassa de enchimento: 7 areia grossa 5 areia fina (amarela) 9 ligante (cal hidratada da branca em sacos) Argamassa fina: 7 areia fina (amarela) 5 areia grossa 9 ligante (cal hidratada da branca em sacos)</p> <p>O empreiteiro apresentou o ensaio da caiação, uma amostragem para a caiação da torre circular- cal hidratada diluída em ocre (1 balde de cal branca para 100g de pigmento ocre). O empreiteiro irá apresentar novo ensaio utilizando cais hidráulicas (Cimpor e Martingança). Ficou assente com o empreiteiro que as reparações na alvenaria de taipa, serão executadas em argamassa de cal hidráulica, areia (média) e terra (peneirada) e gravilha de granulometria aproximadamente igual à existente. Esta argamassa será previamente testada em ensaio e só posteriormente aplicada.»</p>

CASTELO DE MOURA

(continuação)

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
<u>Informação Nº65/EMS/96 de 26.09.96</u>	<u>« [...] Os trabalhos em curso na torre circular e os motivos da sua execução</u>	O acabamento executado na torre circular do castelo baseou-se nos vestígios encontrados do reboco que anteriormente a cobria e que se encontrava muito degradado. [...] tratava-se de um reboco em cal branca e areia fina, afagado, com pouca espessura e com demarcação circular nas zonas das pedras. Este reboco foi posteriormente caído (sendo este o seu acabamento final), no qual se reconhecem duas colorações, uma inferior em ôcre e outra posterior em cinzento claro.	continuação da descrição dos relatórios da fiscalização:
			<u>Relatório da fiscalização de 21.08.96</u>
			« Observados os ensaios para a caiação da Torre de Taipa foi aprovada a caiação com leite de cal hidráulica (Martigança).
			Para o traço de muralha entre a Torre do Relógio e a Torre de Taipa foi viabilizada a proposta do empreiteiro de rebocar segundo os métodos sempre utilizados por esta empresa para este tipo de rebocos. Na inviabilidade de actualmente arranjar cal parda foi o empreiteiro autorizado pela Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Sul a utilizar cal hidráulica (Martigança) [...]
			<u>Relatório da fiscalização de 03.09.96</u>
			« Completamente rebocado (à excepção da zona superior em taipa) e caiado com leite de cal hidráulica (Martigança) e um “leve cheiro “ de ocre[...]
			Este capeamento (refere-se o texto à torre quadrangular) será executado com argamassa igual à utilizada na feitura da taipa aplicada nos rombos (... e com espessuras não inferiores a 10 cm).
			TRAÇO UTILIZADO NA TAIPA
			(1 unidade : 1 balde)
			3 cal hidráulica (Martigança)
			3 saibro
			3 areia fina amarela
			10 cascalho (mistura de pedra e areia grossa tirada do rio).
			<ul style="list-style-type: none">• cal utilizada no reboco da torre circular que originou o exagerado tom claro: cal aérea Lusical da Companhia Lusitânia da Cal-Valverde).• cal utilizada na caiação da referida torre: cal viva (óxido de cálcio).»

IGREJA DO CONVENTO DO SALVADOR, ÉVORA

Data	Trabalhos realizados	Características da argamassa	Comentários
1996	<p>Obras de conservação. Empreitada Nº 7/96 Medições do projecto em 12.04.96 « 2. Reparação pontual de rebocos nas zonas mais degradadas. 3. Caiação a três demãos de cal com fixador na última demão de paredes exteriores...» Condições técnicas especiais em 12.04.96 « 1. A picagem de rebocos nas zonas em que se encontram desligados ou fendilhados far-se-á de modo a não afectar o paramento subjacente. 2. As fendas deverão ser avivadas e posteriormente refechadas, devendo o acabamento ser igual ao do reboco. 3. O reboco a executar terá o mesmo acabamento do restante reboco existente, cal aérea e areia Os trabalhos de caiação deverão ser antecedidos de raspagem e limpeza das superfícies. Deverão ser removidos na totalidade todas as formações vegetais. A caiação será executada com cal branca em três demãos cruzadas, com fixador...» Relatório em 18.10.96 «Durante a execução dos trabalhos da empreitada [...] De igual modo se verificou, após a montagem do andaime o estado real dos rebocos na zona superior da igreja, que é uma área desprotegida devido essencialmente à sua grande altura, estando sujeita à acção dos ventos que degradam todas as superfícies, torna-se necessário proceder a picagem e execução de novos rebocos nas empenas sobre a sacristia da igreja.»</p>	<p>1 (cal de obra):4(areia) executado em duas fases: - salpico com argamassa de areia grossa - reboco e emboço com argamassa de areia grossa</p>	<p>No decurso da obra verificou-se que houve alterações nas características das argamassas aplicadas. Assim, foram utilizados os seguintes traços, tomando como unidade o balde:</p> <p>1ª camada 1.5 cal preta de Montes Claros 1 pá de cal hidráulica 1/3 pá de cimento 3 areia do rio Sorraia</p> <p>2ª camada 1.5 cal preta de Montes Claros,k 1 pá de cal hidráulica 1/3 pá de cimento 3 areia amarela de Vendas Novas</p>

ANEXO IV

Consultas efectuadas na Câmara Municipal de Évora

OBRAS PARTICULARES¹

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
28,30, 35 e 37- Prédio no bairro do Poço entre as Vinhas.	1935	Paredes de tijolo rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.
40- Construção de casa na Avª Drº Barahona nºs 2 e 4.	1935	Paredes de alvenaria chapadas, rebocadas e guarnecidas.	Não vêm definidos traços.
51- Prédio no bairro de Nº Srª da Glória.	1935	Alvenaria de tijolo caiado.	
55- Construção de um prédio no bairro do Poço entre as Vinhas.	1935	Paredes em elevação com tijolo assente com argamassa de cal. Paredes rebocadas e caiadas.	Traço usual
57- Construção de um prédio no bairro do Poço entre as Vinhas.	1935	Pavimento impermeabilizado com argamassa de cimento. Paredes rebocadas e caiadas.	Não vem definido o traço
65- Construção de um forno para cozer pão, uma arrecadação e uma instalação sanitária na Avª dos Combatentes da Grande Guerra.	1937	Paredes interiores rebocadas com argamassa .	1 (cimento) : 3 (areia)

¹ Os edifícios em que não vem descrita a localização estão implantados na cidade de Évora.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
Projecto das obras de adaptação e de remodelação, para a instalação dos serviços da agência do Banco Lisboa & Açores, a levar a efeito no prédio na rua João de Deus, 112 a 116.	1961	Alvenaria de tijolo furado a ½ vez executada com argamassa .	1 (cimento) : 5 (areia)
Beneficiação do edificio no gaveto da rua Cardeal-Rei e travessa da Campina.	1961	Reparar o reboco do cimento branco da cozinha.	1 (cimento):1 (cal):6 (areia) Não vêm definidos traços.
	1963	Reparar rebocos do r/chão para supressão das partes salitrosas. Paredes em alvenaria de tijolo assente com argamassa. Paramentos interiores picados, rebocados e caiados com cal branca.	
8- Rua dos Ramos 2 e rua de Aviz 61 B e 61 C.	1963	Paredes em alvenaria de tijolo assente com argamassa de cal, cimento e areia. Paredes interiores picadas, rebocadas e caiadas.	1cal : 1cimento : 6areia
Obra de beneficiação no estabelecimento de fabrico e venda de pão, na rua de Aviz Nºs 61, 61-B, 61-C.	1963	Paredes em alvenaria de tijolo assente com argamassa. Paramentos interiores picados, rebocados e caiados com cal branca. As paredes e tectos serão picados e rebocados com cal branca.	1 (cimento):1 (cal):6 (areia) Não vêm definidos traços.
	1965	As paredes e tectos serão picados e rebocados com argamassa de cimento.	
Nº 72- Ampliação de um prédio no bairro do Chafariz D'El Rei.	1965	Emboço e reboco com argamassa mista, com 5% de Diatomite , em paredes exteriores. Guarnecimento a massa de fio de areia, em paredes e tectos.	1(cimento):1(cal):6 (areia) MATERIAIS NA OBRA Água, Areia, Cal branca em pedra, Cal de obra em pó, Cimento, Diatomite Fixador de cal "Sital", Gêsso, Grude

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
Nº6- Travessa da Campina Nº21.	1991	Paredes picadas, rebocadas e caiadas ou pintadas.	Não vêm definidos traços.
Proc. Nº1- Rua do Serpe Nº 5.	1993	Picagem de reboco existente. Execução de reboco afagado com utilização de argamassa mista.	Não vêm definidos traços.

OBRAS DA CÂMARA

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
16-Cadeia Comarcã (adaptação provisória do antigo celeiro comum para a cadeia da comarcã de Évora).	1894	<p>rebocos e guarnecimentos</p> <p>reboco de cimento hidráulico nas paredes laterais do reservatório</p>	<p>Materiais da obra: areia lavada cal em pedra e pasta cimento Portland grude</p> <p>argamassa ordinária- 1m³ areia, 0.5 m³ cal hidratada, 300 l água</p> <p>argamassa hidráulica- 0.5 m³ areia, 0.5 m³ pozzolana, 0.5 cal hidratada, 600 l água</p>
44-Posto de desinfecção e inspecção sanitária em Évora.	1907	Rebocos exteriores, encasque e caiação a branco.	1 (cal) : 2 (areia)
50-Lavadouros públicos nas freguesias rurais: S. Miguel de Machede.	1910	Alvenaria de tijolo lambaz com reboco ordinário.	<p>composição de 1 m³ de argamassa ordinária 0,50 m³ de cal extinta 1 m³ de areia 300 l de água</p>

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
15- Matadouro Municipal: Barracão, Ampliação.	1940 1946	Reboco ordinário em paredes. Emboço, reboco, guarnecimento e caiação.	
50 - Lavadouros públicos nas freguesias rurais: Vendinha.	1940	Paredes e divisórias em alvenaria de tijolo assentes e rebocadas com argamassa ordinária. Todos os paramentos vistos, exteriores e interiores, serão rebocados a argamassa ordinária e caiados a três demãos. Tanques e câmara de visita rebocados com argamassas de cimento.	<p>1 cal em pó: 2 areia (1m³ areia, 0,5 m³ cal em pó e 300 l água)</p> <p>extinção da cal em pedra (425 kg cal em pedra, 225 l água)</p> <p>350 Kg de cimento para 1 m³ de areia (0,9 m³ areia; 250 Kg cimento e 303 l água)</p> <p>1000 Kg de cimento para 1 m³ de areia (0,7 m³ areia; 700 Kg cimento e 367 l água)</p>
69-Posto da G.N.R. em S. Miguel de Machede.	1943	Paredes em alvenaria de tijolo lambaz (0.33mx0.16mx0.08m) assente com argamassa ordinária. Emboço e reboco com argamassa ordinária. Caiação a branco com três demãos de cal, adicionando sebo.	<p>1 (cal) : 3 (areia) argamassa ordinária: 1 m3 areia 0.330 m3 cal 200 l água</p>
69-Posto da G.N.R. em S. Manços.	1946	Todas as paredes a construir serão de tijolo regional (0.33mx0.16mx0.08m) assente com argamassa ordinária. Paredes emboçadas, rebocadas com argamassa ordinária e guarnecidas.	<p>1 (cal) : 3 (areia) argamassa ordinária: 1 m3 areia 0.330 m3 cal 200 l água</p> <p>cal em pasta: 0.500 m3 cal em pedra 1000 l água</p> <p>guarnecimentos: 0.600 m3 areia fina 0.800 m3 cal em pasta</p>

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
<p>Construção da nova fachada da Câmara Municipal de Évora.</p> <p>Nota: Não foi consultado o projecto por não existir cópia no arquivo. Foram consultados apenas dois processos administrativos</p>	1946	<p>Ministério das Obras Públicas. Direcção Geral dos Serviços de Urbanização. Ofício Nº 342/Mu/47 Nº 164- 11 de Setembro de 1947</p> <p>« Para os devidos efeitos comunico a V.Exª que o Caderno de Encargos enviado a estes Serviços, para a obra acima designada, mereceu aprovação com as seguintes rectificações:</p> <p>Cap. II Qualidade dos Materiais</p> <p>Artº 6º <u>Cal Ordinária</u>- A cal gorda em pedra deverá ser de 1ª qualidade e do melhor fabrico da região.</p> <p>Artº 10º <u>Impermeabilizadores</u>- Na impermeabilização das paredes será utilizado o “ Cerisit “ ou “ Diatomite “ aos traços normais e indicados nos projectos.</p> <p>Emboço e reboco de tectos abóbados e paredes interiores com argamassa de cal hidráulica e areia. Paredes de grossura em alvenaria com silhares e juntouro (?) assente em elevação com argamassa de cal hidráulica e areia.</p>	Não vêm definidos traços.
<p>3.1- Mercado do Chão das Covas.</p>	1949	<p>Alvenaria de tijolo lambaz a uma vez assente com argamassa ordinária.</p> <p>Emboço, reboco, guarnecimento e caiação em paredes exteriores.</p>	<p>2 (cal) : 5 (areia)</p> <p>cal em pasta: 0.500 m3 cal em pedra 1000 l água</p> <p>guarnecimentos: 0.600 m3 areia fina 0.800 m3 cal em pasta</p>

CADERNO DE ENCARGOS- EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

1º Argamassas e formigões

As dosagens de argamassa e formigões, hão-de ser sempre as precisamente prescritas em cada caso de aplicação. As argamassas e formigões devem ser sempre fabricadas ao abrigo do sol e da chuva. Não será consentido que o fabrico das argamassas e formigões seja feito por tarefa.

2º Extinção da cal aérea

A cal aérea ou a cal comum, antes de ser empregada, será extinta e reduzida a pó. A extinção da cal aérea é feita dispondo as pedras em estrados de madeira ou eirados planos e não absorventes, em camadas não mais de 0.20m de espessura, regando-se em seguida com regadores ou agulhetas com ralos. A rega será feita gradualmente e de maneira que as pedras interiores recebam também água, quando haja pedras cobertas por outras. Quando as pedras de cal começarem a aquecer e a desagregarem-se retiram-se os pedaços que se conservem inertes entre a massa efervescente, por não estarem bem cozidos. Logo que a cal se reduza, deve ser disposta em montes ou de preferência em tulhas ou barricadas, para que o calor se concentre mas sempre ao abrigo do vento e da chuva. Quando a cal tiver esfriado, deve ser passada por peneiros pelo menos de 225 malhas/cm2, em seguida será empregada ou guardada em barricadas ao abrigo do tempo.

continuação

3° Argamassa de cal comum e areia

Para o fabrico de argamassa de cal comum será empregada exclusivamente, cal no estado de pó e peneirada. As argamassas de cal comum e areia conhecidas, também neste caderno de encargos, por argamassas ordinárias, devem ser amassadas sobre estrados de madeira, com o emprego de enxadas ou de rodos de ferro. Na medição de cal para as dosagens de volume, ela deve ser bem comprimida para eliminar os vazios. Devem ser intimamente e perfeitamente misturadas a seco, a cal e a areia e depois de que se fabricará a argamassa, adicionando a quantidade de água necessária para ela ficar com a consistência conveniente. Para isso ir-se-á deitando água em caldeiras, porções preparadas na massa, revolvendo bem em seguida. Não serão aceites os lotes de argamassa em que hajam grumos de cal ou areia secos ou partes não atingidas pela água, em quantidades suficientes para lhe dar a consistência devida. As argamassas devem ficar com a consistência tal que moldada uma bola de argamassa com 7 ou 8 cm de diâmetro, esta possa manter-se, sobre uma superfície plana sem apresentar deformação de mais de 5mm. A moldagem de tais bolas deve ser feita apertando a massa o menos possível, para não expulsar a água da amassadura. A demolição de alvenarias que tenham sido feitas com o emprego de consistência inferior à correspondente a esta especificação, pode ser exigida pela fiscalização das obras. Toda a argamassa que se apresentar na ocasião do emprego com consistência inferior aquela será rejeitada. A argamassa destinada à construção de alvenarias que não for empregada nas 12 horas consecutivas ao seu fabrico, será amassada de novo, mas só poderá ser reamassada uma vez. Quando as argamassas se molharem com a chuva, sobre as alvenarias ou no seu transporte do amassadouro para o local de aplicação serão amassadas de novo com cal em pó, na quantidade suficiente para que retome a consistência devida [...].

8° Rebocos e refechamentos

Os rebocos serão executados com argamassa de cal ordinária ao traço 2 cal : 5 areia e devem ficar com as superfícies bem desempenadas. Os interiores devem ficar bem lisos e os exteriores com pequena rugosidade. Todos os cantos devem ser arredondados. Antes da aplicação dos rebocos deve ser tirada das paredes toda a argamassa pouco aderente e lavadas para permitir a boa aderência.

QUALIDADE DOS MATERIAIS

Areia- Será limpa, isenta de terras ou qualquer impurezas, de grão anguloso ou áspero ao tacto, devendo ser lavada ou peneirada sempre que seja necessário.

Água- A água a empregar deve ser limpa, isenta de substâncias orgânicas, óleos ou quaisquer outras impurezas.

Cal gorda- Tanto em pedra como em pó, deverá ser da melhor qualidade, bem cozida, isenta de cinzas, materiais terrosos ou quaisquer outras substâncias e não alterada pela humidade.

MATERIAIS

Cal ordinária, areia, água.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
31-Construção da sede da Junta de Freguesia da Azaruja.	1948	As paredes mestras em elevação serão construídas em tijolo lambaz da região com (0.33mx0.16mx0.08m) e argamassa ordinária de cal e areia. Todos os paramentos vistos, exteriores e interiores, serão rebocados a argamassa ordinária e depois caiados a 3 demãos, a branco ou cores claras.	1 (cal) : 3 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

Areia- A areia será pura de grão seco e anguloso, áspera ao tacto, isenta de terra, argila e poeiras, ou quaisquer outras matérias, devendo ser lavada ou joeirada quando seja necessário para a purificar. Lançada em água, a areia pronta a ser usada não deve turvar esta, deve ainda ranger entre os dedos não conservando as impressões destes. A areia para confeccionar as argamassas, deve ser empregada seca. A areia para estuques, rebocos e guarnecimentos deve ser fina peneirada. A areia deve ser passada à ciranda para se obter lotes de grão uniforme que se empregarão conforme cada caso.

Aglomerantes- A cal aérea será recebida em pedra, em bom estado de conservação e não pode ter sofrido a acção da água durante o transporte ou o armazenamento. A cal deve ser de boa qualidade, bem cozida, isenta de cinzas, matérias terrosas, fragmentos crus ou quaisquer outras matérias. A cal a empregar em rebocos, estuques e guarnecimentos, só poderá ser cozida a mato ou a lenha. Uma pequena porção dela com água dentro de um copo não deve mostrar precipitado negro de pó de carvão. A cal será conservada em locais secos e cobertos, extinguindo-se à medida que for necessário utilizá-la.

Argamassa de cal comum- A cal comum antes de ser empregada será extinguida e reduzida a pó. A extinção da cal será feita sobre estrado de madeira sendo regada com água gradualmente para que a água chegue até às pedras colocadas na parte inferior. Quando a cal esfriar deve ser passada por peneiro de 225 malhas por cm²; em seguida será empregada ou guardada ao abrigo do tempo. A argamassa será fabricada exclusivamente no estado de pó peneirada. As argamassas de cal comum, devem ser amassadas sobre estrados de madeira com o emprego de enxadas ou rôdos de ferro. Na medição da cal para as dosagens por volume, ela deve ser bem comprimida nas medidas para eliminar os vazios. A cal e a areia deve ser misturada perfeitamente a seco, depois do que se fabricará a argamassa adicionando a quantidade de água necessária para que fique com a consistência devida. As argamassas devem ficar com consistência tal que, uma bola de argamassa com 7 a 8 cm de diâmetro, possa manter-se sobre uma superfície plana sem depressão de mais de 5m/m; a moldagem destas bolas deve ser feita apertando o menos possível para não expulsar a água de amassadura. [...] A argamassa destinada à construção de alvenarias que não for empregada dentro de 12 horas consecutivas ao fabrico será amassada de novo e só pode ser reamassada uma vez.

Argamassa hidráulica- As argamassas de cimento e areia devem ser preparadas sobre estrados de madeira ou outras superfícies planas, pouco absorventes. O cimento e a areia préviamente doseados e bem comprimidos para eliminar os vazios, quando tenham sido medidos para dosagens pelos volumes, serão perfeitamente misturados a seco e só depois desta mistura completa se amassarão com a água necessária para obter a devida consistência. A amassadura deve ser feita tão rapidamente quanto possível mas ficando bem homogénea. As argamassas de areia e cimento serão empregadas logo depois de feitas e antes de experimentarem qualquer começo de presa; devem ser fabricadas no local do trabalho e na proporção do seu consumo. Toda a argamassa de cimento e areia que tenha começado a sua presa por qualquer motivo antes de ser empregada ou enquanto estiver a ser feita a sua aplicação, deve ser rejeitada e removida para fora do local da obra.

Rebocos- Os rebocos serão feitos com argamassa ordinária de cal e areia, não deve ter menos de 1 cm de espessura e serão deixados com superfícies bem lisas, ficando os cantos arredondados.

MATERIAIS DA OBRA

Cal em pó, cal em pedra, areia, cimento, água, grude, óleo de linhaça.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
15-Matadouro Municipal de Évora: Instal. sanitárias.	1952	Emboço, reboco, guarnecimento e caiação.	
Reparação de muros.	1957	Alvenaria de pedra e argamassa. Alvenaria de tijolo a meia vez assente com argamassa de cal.	1 cal: 1 cimento : 6 areia
70-Construção do Quartel do Posto da G.N.R. em Azaruja.	1957	Paredes exteriores em alvenaria de tijolo lambaz a vez e meia, emboçadas e rebocadas com argamassa , guarnecidas e caiadas a branco com três demãos, juntando óleo de linhaça à cal.	<p>argamassa ordinária emboço 1 (cal) : 3 (areia) 1.00 m3 areia 0.33 m3 cal em pó 200 l água</p> <p>argamassa reboco 1(cimento):1(cal):6(areia) 1.00 m3 areia 200 Kg cimento 0.17 m3 cal 350 l água</p> <p>argamassa guarnecimento 1 (cal) : 1 (areia) 0.75 m3 cal em pó 450 l água</p> <p>MATERIAIS Areia, cal em pó, cimento, grude, óleo de linhaça</p>
66-Bairro de casas para pobres- Sta Casa da Misericórdia.	1957	Paredes em elevação em alvenaria de tijolo, rebocadas e caiadas a branco com três demãos.	1(cal):1(cimento):6(areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
Nº 39- Construção da Junta de Freguesia de N.Srª de Machede.	1965	Alvenaria de tijolo lambaz assente com argamassa de cimento, cal e areia, em paredes exteriores. Emboço e reboco com argamassa mista em paredes exteriores e muros. Guarnecimento a massa de fio de areia, em paredes e tectos.	<p>1(cimento): 1(cal): 6(areia) 1(cimento):1(cal):6(areia) As medições esclarecem-nos sobre as quantidades de materiais utilizadas: 1 m3 argamassa semi-hidráulica (1:1:6) 220 Kg cimento 0.165 m3 cal 0.980 m3 areia 170 l água <u>1 m3 argamassa hidráulica (1:5)</u> 290Kg cimento 1.07 m3 areia 2.55 l água <u>1m2 guarnecimento a massa fina de areia</u> 0.004 m3 areia branca e fina 1.1 Kg cal branca 10 l água MATERIAIS Água; cimento; areia; cal em pó; cal branca; diatomite; grude; gêsso de presa</p>
83-Palácio da Torre dos Coelhoiros.	1965	Alvenaria de tijolo em paredes em elevação assente com argamassa. Paramentos exteriores emboçados, rebocados e guarnecidos .Fundações em alvenaria hidráulica de pedra rija e argamassa .	<p>1(cimento):1 (cal): 6 (areia) Não vêm definidos traços 1 (cimento) : 5 (areia)</p>
54-Casas para famílias modestas.	1965	Pano de tijolo lambaz a uma vez, assente com argamassa ordinária. Paredes emboçadas, rebocadas, guarnecidas e caiadas a branco com três demãos.	<p>1 : 3 1(cimento):1(cal):6(areia)</p>
36- Projectos de casas para magistrados. Zona de urbanização Nº1.	1965	Construção de alvenaria de tijolo em paredes exteriores, a vez e meia, empregando argamassa de cimento e areia. Emboço, reboco com argamassa hidráulica, guarnecimento e caições em paredes exteriores.	<p>1 (cimento) : 4 (areia)</p>
32- Adaptação a Junta de Freguesia Boa Fé.	1966	Paredes exteriores em alvenaria de tijolo lambaz a uma vez assente com argamassa ordinária, emboçadas, rebocadas e caiadas a branco com quatro demãos.	<p>1 : 3 1 (cimento) : 5 (areia)</p>

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
Proc. Nº 47 - Lavadouro e balneário em S. Sebastião da Giesteira.	1966	Alvenaria de pedra com massa de areia e cimento em fundações. Alvenaria de tijolo maciço ao cutelo em paredes de celulas, assente com argamassa . Reboco de cal hidráulica e areia em paredes. Reboco de cimento e areia alisado à colher em paredes de células e depósito.	1 cimento : 5 areia 1 cal hidráulica: 4 areia 1 cimento : 2 areia
Proc. Nº10- Lavadouro público.	1967	Paredes rebocadas com argamassa, guarnecidas a massa de areia e caiadas. No cálculo dos preços compostos encontramos as seguintes dosagens para as argamassas:	Cimento, cal comum em pó e areia ao traço 1:1:4 em volume (1m³ areia : 0,25 m³ cal em pó : 300 Kg cimento : 0,280 m³ água) ARGAMASSA HIDRÁULICA DE 300 Kg DE CIMENTO 1m ³ de areia, 300 Kg de cimento, 0,255 m ³ de água ARGAMASSA DE CAL COMUM EM PASTA E AREIA 0,6 m ³ de areia branca e fina; 0,8 m ³ de cal em pasta CAL COMUM MEDIANAMENTE GORDA, EM PASTA 553 Kg de cal em pedra, 1m ³ de água ARGAMASSA DE CIMENTO E AREIA AO TRAÇO DE 500 kg DE CIMENTO 1 m ³ de areia, 500 Kg de cimento, 0,328 de água

CADERNO DE ENCARGOS

NATUREZA E QUALIDADE DOS MATERIAIS

Água- Deve ser pura, límpida e isenta de matéria orgânica ou sais deliquescentes ou quaisquer substâncias que possam prejudicar a presa das argamassas.

Areia- A areia será de grão seco e anguloso, áspera ao tacto e isenta de argila ou quaisquer outras substâncias.

Cal ordinária- A cal será de boa qualidade e extinta por aspensão ou imersão em tanques devendo satisfazer as seguintes condições:

a) Ser bem cosida, sem cinza, matérias terrosas, fragmentos de calcário cru ou recosido e isenta de quaisquer outras impurezas.

b) Ser cosida a mato.

c) Após a extensão, ser isenta de fragmentos resultantes de deficiências ou excesso de cozedura. A cal extinta por aspensão será guardada em armazéns fechados para não ficar à acção de agentes atmosféricos na falta de armazém, poderá ser permitida a sua conservação ao ar livre desde que seja coberta, depois de extinta, com uma camada de argamassa de cal e areia bem alisada. A cal só poderá ser usada 24 horas depois de extinta.

Argamassas

Deverá sempre preferir-se o fabrico mecânico

Rebocos

Todas as superfícies destinadas a serem rebocadas deverão ser, previamente, bem limpas e molhadas.

As argamassas serão bem afagadas e apertadas em camadas sucessivas até perfazerem as espessuras mínimas especificadas. Todas as superfícies rebocadas deverão apresentar-se aderentes, bem desempenadas, regulares, homogéneas e isentas de fendilhação ou quaisquer defeitos que prejudiquem o seu bom comportamento. Os rebocos exteriores serão executados com argamassa tal que garanta a sua perfeita compacidade e impermeabilização. A espessura mínima dos rebocos será de 0,02 m salvo indicações especiais de projecto.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
71-Construção de um lavadouro e de um balneário em Azaruja.	1967	Construção de alvenaria de tijolo maciço, a uma vez, em paredes exteriores, assente com argamassa. Emboço, reboco e guarnecimento com massa fina de areia. Caição à esponja com cal, sebo e alumen, a três demãos, em paredes e tectos.	1 (cimento) : 3 (areia) 1(cimento):1(cal):6(areia) guarnecimentos executados à base de argamassa de cal e areia de composição adequada para resultarem perfeitamente aderentes aos paramentos sobre os quais vão ser aplicados.

CADERNO DE ENCARGOS

Cap. I- NATUREZA E QUALIDADE DOS MATERIAIS

Água- Deve ser pura, límpida e isenta de matéria orgânica ou sais deliquescentes ou quaisquer substâncias que possam prejudicar a presa das argamassas.

Areia- A areia será de grão seco e anguloso, áspera ao tacto e isenta de argila ou quaisquer outros materiais. A areia deve ser quartzosa e empregada seca.

Cal ordinária- A cal será de boa qualidade e extinta por aspensão ou imersão em tanques devendo satisfazer as seguintes condições:

- Ser bem cozida, sem cinza, materiais terrosos, fragmentos de calcário cru ou recozido e isenta de quaisquer impurezas.
- Ser cozida a mato.
- Após a extensão, ser isenta de fragmentos resultantes de deficiências de excesso de cozedura. A cal extinta por aspensão será guardada em armazéns fechados para não ficar à acção dos agentes atmosféricos, na falta de armazém, poderá ser permitida a sua conservação ao ar livre, desde que seja coberta, depois de extinta, com uma argamassa de cal e areia bem alisada.
- A cal só poderá ser utilizada 24 horas depois de extinta.

Cap.II- EXECUÇÃO DOS TRABALHOS

Argamassas

Deverá preferir-se sempre o fabrico mecânico, devendo no fabrico manual o empreiteiro sujeitar-se, então às instruções especiais que lhe forem dadas. A quantidade de água necessária para as amassaduras será fixada de acordo com as aplicações e sujeita às indicações da fiscalização. Cada amassadura deverá ser feita sómente em quantidade suficiente para a sua aplicação total ou imediata. A granulometria das areias a empregar será fixada de acordo com a fiscalização e consoante a natureza dos trabalhos a executar.

Guarnecimentos- Serão executados à base de argamassa de cal e areia de composição adequada para resultarem perfeitamente aderentes aos paramentos sobre os quais vão ser aplicados. Deverão ser executados por duas camadas, sendo a primeira bem apertada e rugosa. A segunda será aplicada quando a primeira estiver convenientemente seca. Deverão apresentar tonalidade uniforme e serem perfeitamente desempenados, isentos de fendilhações ou quaisquer defeitos. O seu acabamento será liso ou áspero conforme as especificações. Todas as arestas ficarão bem desempenadas, alinhadas e definida. Todas as concordâncias convexas e côncovas serão arredondadas, a menos que se especifique o contrário nas condições especiais. O acabamento das superfícies será executado de acordo com as instruções do projecto e submetido, em amostra, à aprovação da fiscalização. Nos guarnecimentos exteriores a fiscalização poderá exigir se o julgar conveniente, a adição de sebo para efeitos de melhoramento das condições de impermeabilização.

Rebocos- Os rebocos exteriores serão executados com argamassa de composição tal que garanta a sua perfeita compacidade e impermeabilização. A espessura mínima dos rebocos será de 0.02m salvo indicações especiais do projecto. Os rebocos hidrófugos quando nada se especifique em contrário, poderão ser executados mediante a adição de 5%, em peso, de diatomite em relação à dosagem de cimento adoptada.

Tratamento do suporte- Todas as superfícies destinadas a serem rebocadas deverão ser previamente bem limpas e molhadas, tirando-se-lhe toda a argamassa que não prove estar perfeitamente aderente, antes de serem completamente desempenados, executando-se os encasques necessários quando as espessuras forem superiores a 0.03m. Os rebocos serão executados sobre esta superfície que deverá garantir aderência perfeita às restantes. Para isso, as argamassas serão bem afagadas e apertadas em camadas sucessivas até perfazerem as espessuras mínimas. Todas as superfícies rebocadas deverão apresentar-se aderentes, bem desempenadas, regulares, homogêneas e isentas de fendilhações ou quaisquer defeitos que prejudiquem o seu bom acabamento.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
68-Moradias para magistrados na zona da urbanização Nº 3.	1967	Alvenaria de tijolo em paredes exteriores, a vez e meia, assente com argamassa. Paredes emboçadas, rebocadas com argamassa hidráulica e guarnecidas. Pintura a tinta de água, especial, em paredes exteriores, a duas demãos, de marca e cores à escolha da fiscalização da obra, compreendendo isolamento com “plastron”.	Não vêm definidos traços.
86-Construção do Posto da G.N.R. na Vendinha.	1968	Alvenaria de tijolo lambaz a uma vez, assente com argamassa de cal hidráulica. Emboço, reboco, guarnecimento a massa fina de areia e caiação a branco com as demãos necessárias incluindo a adição de fixador.	<p>1 (cimento) : 5 (areia)</p> <p>290 Kg cimento 1.07 m3 areia 255 l água</p> <p>guarnecimento em paredes exteriores 0.004 m3 areia fina 1.1 Kg cal branca 10l água</p> <p>MATERIAIS Água, areia, areia branca e fina, cal branca em pedra, cal de obra em pó, cimento, Diatomite, fixador de cal Sital, gesso, grude e óleo de linhaça.</p>
49- Adaptação de um prédio a sede da Junta de Freguesia da Vendinha.	1968	Alvenaria de tijolo maciço de 0.22mx0.11mx0.07m a 1 vez, em paredes de elevação assente com argamassa de cimento e areia. Emboço e reboco com argamassa de cimento e areia em paredes exteriores. Guarnecimento a massa de fio de areia em paredes exteriores. Reboco com 0.02m de espessura com argamassa de cimento e areia, com 5% de diatomite para impermeabilização do sobreleito das fundações, incluindo 3 demãos de pintura Flintekote.	<p>1 (cimento) : 4 (areia)</p> <p>1 (cimento) : 3 (areia)</p> <p>MATERIAIS Água, areia, areia branca fina, cal hidráulica, cal branca em pedra, cal em pó, cimento, fixador de cal “Sital”, gêsso e grude.</p>

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
65- Construção de um forno para cozer pão, uma arrecadação e uma instalação sanitária na Avª dos Combatentes da Grande Guerra.	1972	Paredes em alvenaria de tijolo leve, assente com argamassa .	1 (cimento) : 4 (areia)
5- Mercado em Azaruja.	1973	Paredes em tijolo furado assente com argamassa de cal hidráulica, rebocadas com argamassa.	1 (cal hidráulica) : 4 (areia) 1 (cimento) : 5 (areia)
Nº6- Casas para funcionários municipais	1974	<p>Paredes exteriores emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento levando o do reboco um hidrofugante. Paredes interiores rebocadas com argamassas de cal, cimento e areia.</p> <p>CADERNO DE ENCARGOS</p> <p><u>Rebocos exteriores</u> Argamassa de cimento e areia (1:5), adicionando-se um plastificante, a aprovar pela fiscalização, na dosagem recomendada pelo fabricante.</p> <p><u>Revestimentos de paredes e tectos</u> Todas as superfícies destinadas a ser rebocadas deverão ser préviamente limpas e molhadas.</p> <p><u>Execução de argamassas</u> Deverá preferir-se sempre o fabrico mecânico.</p>	1 (cimento): 5 (areia) 1 (cal): 1(cimento): 6(areia)
19- Projecto de um conjunto de moradias.	1974	Alvenarias exteriores com 0.30m de espessura em parede dupla de tijolo vazado com a espessura de 0.11m assente com argamassa hidráulica. Todos os paramentos serão rebocados com argamassa hidráulica e "Diatomite" e acabados a esboço de massa de areia e pintados a tinta de água, depois de impermeabilizados com produto adequado.	1 (cimento) : 4 (areia)
61-Construção de dois edifícios na horta das Figueiras.	1974	Paredes exteriores em tijolo furado tipo " Duplex " com 0.22m de espessura, emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento, levando a do reboco um hidrofugante, caiadas a branco utilizando um fixador e um impermeabilizante.	Não vêm definidos traços

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
14- Bloco habitacional tipo I	1975	Alvenaria de tijolo furado com 0.25 de espessura nos toscos assente com argamassa de cimento e areia. Emboço e reboco em tectos exteriores com argamassa com acabamento áspero ou fino para pintar. Como variante poderá este reboco ser substituído por um revestimento à base de resina sílica pigmentada incorporada. Emboço e reboco em paredes exteriores com argamassa para pintar a tinta de textura com sílica. Pintura em paredes e tectos exteriores a tinta texturada com sílica, levando as demãos necessárias. Como variante a pintura poderá ser desnecessária por a cor ter sido incorporada no revestimento de resina com sílica pigmentada incorporada.	1 (cimento) : 5 (areia) 1(cimento):1(cal):6(areia) 1(cimento):1(cal):5(areia)
49-Construção de uma habitação multifamiliar.	1977	Alvenaria de tijolo furado (0.30mx0.20mx0.15m), assente com argamassa. Paredes exteriores emboçadas, rebocadas , guarnecidas a massa fina de areia e pintadas a tinta de emulsão plástica, base sintética, com uma demão de isolante.	1(cimento):1(cal):5(areia) 1(cimento):1(cal):6(areia)
60- Construção de 144 fogos na horta das Figueiras.	1978	Alvenaria de tijolo (0.30mx0.22mx0.20m), assente com argamassa, em paredes de 0.25m de espessura. Emboço e reboco com argamassa mista com 5% de diatomite em paredes exteriores com a última camada de areia fina, bem desempenada e uniforme com condições de receber pintura a tinta de água.	1 (cimento) : 5 (areia) 1(cimento):3(cal):8(areia)
47-Construção de 36 habitações na zona R3	1979	Alvenaria de tijolo furado assente com argamassa. Emboço, reboco e guarnecimento a massa fina de areia em paredes exteriores. Pintura a tinta de água e tinta anti-fungos.	1(cimento):1(cal):5(areia) 1(cimento):1(cal):6(areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
46- Construção de um Centro Convívio.	1981	Assentamento de tijolo furado de (0.30mx0.22mx0.20m) a 0.22m, assente com argamassa. Emboço e reboco em paredes e tectos com acabamento de áspero fino tipo “Roscone”, para pintar com incorporação de hidrófugo.	1 (cimento) : 4 (areia)
4- Construção de uma creche-jardim de infância no Bairro Garcia de Resende.	1982	Alvenaria de tijolo furado de barro vermelho com 0.30mx0.22mx0.20m, assente com argamassa. Emboço e reboco de paredes exteriores com aplicação de Melitol com a dosagem apropriada. Caição a branco com três demãos.	1 (cimento) : 5 (areia) 1(cimento):1(cal):10(areia) Neste processo os traços constantes no projecto não são coincidentes com os traços preconizados no caderno de encargos.

CADERNO DE ENCARGOS

Cap. VI- Revestimento de paredes e tectos

1. Generalidades

Todos os revestimentos serão executados com a máxima perfeição devendo a superfície final ficar bem desempenada, isenta de saliências ou rebaixos.

2. Rebocos

As paredes exteriores exigem a aplicação de um esboço impermeabilizante que garanta a não infiltração das águas pluviais [...]. As superfícies de aplicação das argamassas das diferentes camadas devem ser previamente bem limpas e molhadas, eliminando-se toda a argamassa não aderente, poeiras ou outras sujidades. O esboço impermeabilizante será aplicado numa camada de espessura entre 3 e 5mm, bem apertado e metido nas juntas das alvenarias. O emboço de desempenho terá no mínimo 15mm mas sempre de modo a que as juntas de alvenaria não fiquem aparentes. O emboço será feito obrigatoriamente logo após o esboço ter adquirido presa suficiente. O reboco será aplicado logo que o emboço tenha adquirido presa suficiente e depois de se ter humidificado convenientemente a sua superfície. O reboco deve ser bem apertado e afagado por forma a se obter uma superfície bem desempenada, regular, homogénea e isenta de fissuras ou quaisquer defeitos[...]. As argamassas serão fabricadas por meios mecânicos de preferência, ao abrigo da chuva e do sol e em quantidades suficientes para que de cada vez, a amassadura seja aplicada de seguida e por completo. Não é permitido o emprego de amassaduras cuja presa já se tenha iniciado[...]. As dosagens das argamassas a utilizar serão as seguintes:

a) Esboço impermeabilizante- argamassa de cimento e areia ao traço em volume 1:1:5 à qual será adicionado o hidrófugo melitol na proporção de 2% em peso de cimento. A areia será naturalmente, bem lavada e isenta de detritos e impurezas ou resíduos argilosos e com granulometria regular (0 a 2mm) e com 1/3 em volume de cada categoria, muito finos, finos e médios.

b) Emboço nas paredes exteriores- esta argamassa destina-se a manter o esboço impermeabilizante, sendo a sua composição ao traço de 1 cimento:4 cal hidráulica: 15 areia.

d) Reboco areado de acabamento nas paredes exteriores com argamassa ao traço 1:4:15 mas com areia muito fina.

ANEXO V

Consultas efectuadas na Câmara Municipal de Beja

OBRAS PARTICULARES¹

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-1/31- Construção de um prédio de habitação. Rocio dos Leivos.	1931	Alvenaria de pedra rija e argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-1/32 - Construção de um asilo.	1932	Todas as divisórias serão de tijolo a 1 vez e ½ vez com argamassa, conforme a respectiva indicação do projecto e do arquitecto Director das Obras.	1 (cal) : 3 (areia)
C-4/32- Construção de um prédio de habitação.	1932	Argamassa para as paredes de tijolo 0.32mx0.15mx0.08m formada de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-7/32- Modificação de um prédio de habitação.	1932	Todo o prédio será devidamente rebocado e caiado.	Não vêm definidos traços.
C-10/32- Construção de um prédio de habitação.	1932	Todo o prédio será devidamente rebocado e caiado.	Não vêm definidos traços.
C-11/32- Ampliação de um prédio de habitação.	1932	Toda a obra será feita com cal ordinária.	Não vêm definidos traços.
C-16/32- Construção de um muro de vedação.	1932	Alvenaria de pedra e cal com argamassa. Revestimento geral com reboco de cal e areia passada por peneiro e batida à esponja, caiada a branco.	1 (cal) : 2 (areia)
C-23/34- Ampliação de um prédio de habitação. Terreiro dos Valentos.	1934	Alvenaria de tijolo.	1 (cal) : 2 (areia)
C-28/34- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Tenente Valadim.	1934	Alvenaria de tijolo com 0.32m. As paredes serão devidamente desempenadas e esboçadas a cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-32/34- Construção de quatro prédios de habitação. Largo da Barreira.	1934	Paredes principais de alvenaria ordinária, tendo 0.50 m de espessura. Todos os materiais a empregar serão de 1ª qualidade, o tijolo será do melhor da região, bem como a cal que será branca, excepto aquela a empregar na execução das alvenarias que poderá ser da conhecida da região, com a designação de cal preta.	Não vêm definidos traços.
C-35/34- Modificação de um prédio de habitação. Rua dos Açoutados.	1934	As paredes a elevar são de alvenaria de tijolo empregando-se argamassa com leve dosagem de cimento.	Não vêm definidos traços.

¹ Os edificios em que não vem descrita a localização estão implantados na cidade de Beja.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-6/35- Ampliação de um prédio de habitação. Estrada da Vidigueira.	1935	Serão aproveitadas as paredes exteriores que são de taipa. Reboco fino de argamassas de guarnecimento a branco.	Não vêm definidos traços.
C-10/35- Construção de um prédio de habitação. Cabeça Gorda.	1935	Taipa com largura de 0.50m.	Não vêm definidos traços.
C-16/35- Ampliação de um prédio de habitação. Rua General Teófilo da Trindade.	1935	Alvenaria ordinária com 0.50m de espessura, rebocada com reboco fino e caiada.	Não vêm definidos traços.
C-17/35- Construção de um prédio de habitação. Rua Nicolau da Cruz.	1935	Alvenaria com 0.50m de espessura, desempenadas, rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-18/35- Ampliação de um prédio de habitação. Travessa do Cêpo.	1935	Paredes exteriores revestidas com reboco fino e caiadas a branco.	Não vêm definidos traços.
C-31/35- Construção de oficinas. Estrada Nacional Nº19-1ª.	1935	Paredes de alvenaria de tijolo, assentes com argamassa de cimento. As paredes serão revestidas com argamassa de cimento e cal, ficando o acabamento a reboco liso e será caiado.	1 (cimento) : 4 (areia) 1(cimento):3(cal):5(areia)
C-32/35- Modificação de um prédio de habitação. Rua 31 de Janeiro.	1935	Construção de nova platibanda a pano de tijolo cozido. Fachada guarnecida a argamassa hidráulica, ao traço de areia, cal e cimento.	Não vêm definidos traços.
C-16/36- Construção de um prédio de habitação. Rua General Teófilo da Trindade.	1936	Alvenaria de tijolo com traço de argamassa 1:3.	Não vêm definidos os constituintes da argamassa.
C-17/36- Ampliação de um prédio de habitação. Rocio de Sto António.	1936	Paredes exteriores com 0.50m de espessura. Alvenaria de pedra e tijolo e argamassa de cal e areia. Paredes rebocadas a reboco fino e caiadas.	1 (cal) : 2 (areia)
C-20/36- Modificação de um prédio de habitação. Portas de Moura.	1936	As paredes a construir serão de tijolo burro a meia vez e argamassa de cal, areia e cimento. Reboco com argamassa ordinária e caiação a branco.	Não vêm definidos traços.
C-11/37- Construção de um prédio de habitação. Rua do Pelame.	1937	Empena lateral esquerda em alvenaria de pedra de 0.50m. Restantes paredes em alvenaria de tijolo.	Não vêm definidos traços.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-14/37- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Pedro Victor.	1937	As paredes serão devidamente rebocadas com argamassa de cal e areia , de maneira a receberem duas demãos de cal.	1 (cal) : 2 (areia)
C-15/37- Construção de dois prédios de habitação. Rocio das Eiras.	1937	As paredes exteriores serão de 1 ½ vez de tijolo. O tijolo a empregar será lambaz da região (0.30mx0.16mx0.08m) bem cozido e a argamassa de areia e cal com traço em volume. Acabamento final com reboco fino e caiado.	2 (cal) : 5 (areia)
C-18/37- Modificação de um prédio de habitação. Montinho da Lagôa.	1937	A argamassa a empregar será ao traço de cal e areia. O acabamento de todas as casas será a reboco fino e caiadas.	1 (cal) : 2 (areia)
C-20/37- Construção de um prédio de habitação. Rua do Pelame.	1937	Paredes exteriores serão de grossura de 0.50m construídas a tijolo da região. Argamassa a empregar nesta construção será ao traço de areia e cal.	1 (cal) : 2 (areia)
C-23/37- Transformação de um prédio de habitação. Rua dos Valentes Nº 14.	1937	A parede exterior será de 1 ½ vez de tijolo. O tijolo a empregar será lambaz da região (0.30mx0.16mx0.08m), bem cozido e a argamassa de areia e cal com traço em volume.	2 (cal) : 5 (areia)
C-1/38-Reparações interiores, alinhamento e aformoseamento de alçados. Rua 11 de Outubro Nos 15,16 e 17.	1938	Os alçados destes três prédios térreos, oferecem, pela sua irregularidade um péssimo aspecto e, por as paredes exteriores serem de taipa e antigas, de muito fracas condições de resistência, além de não estarem no devido alinhamento. Para suprir estas deficiências projectou-se fazer novos alçados [...] Os novos alçados serão constituídos por paredes de 1 ½ vez de tijolo [...] Fachadas guarnecidas e pintadas.	Não vêm definidos traços.
C4/38- Demolição e reconstrução de um prédio de habitação. Rua Pedro Victor.	1938	Paredes do r/chão existente em alvenaria ordinária. Paredes do 1º andar em alvenaria de tijolo lambaz de vez e meia, sonoro e bem cozido.	Não vêm definidos traços.
C7/38- Modificação de um prédio de habitação. Rua Conselheiro Menezes e Estrada da Circunvalação.	1938	Alvenarias em lambaz ou tijolo de barro cozido, ligada com cal e areia na devida proporção para obras desta natureza, mas acondicionada com cimento onde é de aconselhar.	Não vêm definidos traços.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-10/38- Ampliação de um prédio de habitação. Terreiro Ruz Gago.	1938	Alvenaria de tijolo a 1 e ½ vez de espessura. Revestimento a reboco fino e caiado a branco.	Não vêm definidos traços.
C-14/38- Construção de um prédio de habitação. Rua de Serpa.	1938	As paredes a construir serão feitas a tijolo lambaz e argamassa de cal, areia e cimento, levando reboco com argamassa ordinária e caiação a branco.	Não vêm definidos traços.
C-15/38- Construção de um prédio de habitação. Rua Tenente Valadim.	1938	Alvenaria ordinária de pedra e tijolo com argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-17/38- Construção de um prédio de habitação. Nova Avª junto ao Liceu Diogo Gouveia.	1938	Paredes exteriores em alvenaria de tijolo furado com 0.50m de espessura e ligado a argamassa de cimento e areia. Todas as paredes tanto interiormente como exteriormente serão rebocadas e estucadas.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-18/38- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Gomes Palma.	1938	Alvenaria de pedra e tijolo. Argamassa a empregar em toda a construção de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-21/38- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Biscainha.	1938	Alvenaria de tijolo da região, bem cozido, a parede da fachada principal terá 0.50m de espessura, a da fachada posterior uma vez de tijolo (0.35m) e os panos das divisórias meia vez (0.20m). Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas pelas duas faces e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-23/38- Construção de um prédio de habitação. Rua Capitão João Francisco de Sousa.	1938	Paredes de elevação em blocos de cimento (0.30mx0.20mx0.40m).	1 (cimento) : 4 (areia)
C-25/38- Construção de um prédio de habitação. Rua Conselheiro Menezes.	1938	Paredes exteriores em alvenaria de pedra e tijolo.	Não vêm definidos traços.
C-27/38- Construção de um prédio de habitação. Rua do Poço de Aljustrel.	1938	Demolição de uma parede iniciada no alinhamento da rua do Poço de Aljustrel, [...] que embora esteja no devido alinhamento, é de taipa e por isso não oferece a suficiente resistência...As paredes exteriores serão de alvenaria ordinária e o tijolo a empregar será lambaz da região, com (0.30mx0.16mx0.08m), bem cozido e a argamassa de cal e areia em volume.	2 (cal) : 5 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-28/38- Construção de um prédio de habitação. Nova Avª junto ao Liceu Diogo de Gouveia.	1938	As paredes exteriores serão construídas em blocos de cimento e alvenaria ordinária, rebocadas e guarnecidas a massa de areia com cor na mesma massa.	Não vêm definidos traços.
C-5/39- Reconstrução de um prédio de habitação. Rua de Mértola.	1939	Todas as paredes mestras serão feitas com tijolos maciços de (0.31mx0.15mx0.08m) empregados na região. A argamassa será constituída por cal cozida a mato e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-9/39- Construção de um prédio de habitação. Nova Avª junto ao Liceu Diogo Gouveia.	1939	As paredes exteriores serão em alvenaria ordinária com 0.50m de espessura, podendo ser em tijolo se a pedra do local for inferior. As paredes exteriores serão rebocadas, esboçadas e revestidas a áspero com boa areia lavada e de grão espesso, com a cor metida à esponja ...	
C-13/39- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Marquês de Pombal.	1939	As paredes serão construídas em alvenaria de tijolo da região. A argamassa ordinária a empregar nas alvenarias, panos de tijolo, emboços e rebocos será constituída por cal e areia de boa qualidade.	1 (cal) : 3 (areia)
C-16/39- Modificação de um prédio de habitação. Rua do Sembrano.	1939	As paredes velhas de taipa serão demolidas e as novas serão de alvenaria ordinária com 0.60m de espessura.	Não vêm definidos traços.
C-18/39- Construção de um prédio de habitação. Estrada de Mértola.	1939	Muro de vedação em alvenaria de tijolo lambaz (0.30mx0.16mx0.07m) a ½ vez de espessura. A argamassa empregada será de cal e areia com a dosagem em volume. As paredes exteriores serão de alvenaria ordinária com 0.50 mde espessura. Estas paredes levarão um encasque e emboço com argamassa de cal, areia e cimento. O revestimento definitivo no exterior será de massa de cal e areia fina, com o paramento áspero e caiado a branco.	3 (cal) : 5 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-2/42- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Jacinto Freire de Andrade.	1940	Como a parede exterior existente é muito antiga e de taipa não oferecendo por isso a solidez necessária, será demolida, construindo-se no seu lugar outra. Os materiais a empregar são tijolos e argamassa de cal e areia.	Não vêm definidos traços.
Reconstrução de um celeiro. Rua do Arco do Gavião.	1940	As paredes exteriores de 0.50m serão feitas com tijolos e argamassa de cal e areia.	Não vêm definidos traços.
C-7/41- Modificação de um prédio de habitação. Rua das Parreiras.	1941	A argamassa a empregar será de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-13/41- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Branca.	1941	Paredes em pedra e tijolo. A argamassa a empregar será de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-18/41- Ampliação de um prédio de habitação. Estrada de circunvalação.	1941	Alvenaria de pedra e tijolo e argamassa de cal e areia. O acabamento será de reboco áspero para caiar.	1 (cal) : 2 (areia)
C-20/41- Modificação de um prédio de habitação. Largo do Provir.	1941	Alvenaria de pedra e tijolo com a grossura de 0.80m. Argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-23/41- Modificação de um prédio de habitação. Rua de Mértola.	1941	Juntas com argamassa de cimento, cal e areia e na mesma argamassa serão os rebocos em todos os paramentos.	1(cimento):1(cal): 6(areia)
C-10/43- Modificação de um prédio de habitação.	1943	A parede construída terá o devido alinhamento e será feita com tijolos e argamassa de cal e areia, rebocada e caiada convenientemente.	Não vêm definidos traços
C-18/43- Construção de dois prédios de habitação e um casarão.	1943	As paredes serão construídas em alvenaria ordinária com argamassa de cal e areia.	Não vêm definidos traços
C-24/43- Reconstrução de um prédio de habitação. Rua da Branca Nº 18.	1943	As paredes exteriores a construir serão em alvenaria ordinária, composta de pedra da região e argamassa ordinária de cal e areia.	1 (cal) : 3 (areia)

Nº do processo / Localização	Data	Trabalhos	Traços
C-27/43- Construção de um prédio de habitação. Nova Avenida.	1943	As paredes serão de alvenaria ordinária, sendo as exteriores do r/chão com 0.50m e no 1º andar com 0.40m. A pedra é de diorite das pedreiras do Carmo Velho e a argamassa de cal e areia. As fachadas serão guarnecidas com reboco fino e caiadas a branco.	2 (cal) : 5 (areia)
C-3/44- Modificação de um prédio de habitação. Rua do Sarilho.	1944	A obra será feita a tijolo com argamassa de cal e areia. As paredes exteriores terão a espessura de 0.40m.	1 (cal) : 3 (areia)
C-7/44- Construção de um prédio de habitação. Rua Capitão João Francisco de Sousa.	1944	Paredes de elevação em alvenaria de pedra e argamassa de cal e areia. Fachadas rebocadas e caiadas a branco.	2 (cal) : 3 (areia)
C-8/44- Ampliação de um prédio de habitação. Rocio das Eiras.	1944	A parede da frente será construída a alvenaria de tijolo trincado (?) com argamassa ordinária com 0.45m de espessura.	Não vêm definidos traços.
C-14/44- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Biscaíha.	1944	Paredes de elevação em alvenaria de pedra e argamassa de cal e areia. Fachadas rebocadas e caiadas a branco.	2 (cal) : 3 (areia)
C-21/44- Ampliação de um prédio de habitação. Estrada Nacional Nº 17 1º.	1944	Paredes construídas em alvenaria com argamassa de cal e areia.	Não vêm definidos traços.
C-23/44- Construção de um prédio de habitação. Estrada Nacional Nº 99. 2ª para Mértola.	1944	Paredes de alvenaria ordinária com 0.50m de diorito da região.	Não vêm definidos traços.
C-1/45- Modificação de um prédio de habitação. Estrada de Circunvalação.	1945	As paredes a construir serão em tijolo lambaz e argamassa de cal, areia e cimento. Exteriormente as paredes serão rebocadas com argamassa ordinária e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-3/45- Construção de um prédio de habitação. Estrada de Mértola.	1945	As paredes exteriores serão de 0.50m a pano de tijolo rebocadas com argamassa fina e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-5/45- Construção de dois compartimentos num prédio de habitação. Rua Capitão João Francisco de Sousa.	1945	Paredes construídas em alvenaria ordinária e rebocadas com argamassa de cal e areia.	Não vêm definidos traços.
C-14/45- Construção de um prédio de habitação. Estrada Nacional Nº99-2ª.	1945	Paredes construídas em alvenaria ordinária, exteriores com 0.50m, com argamassa de cal e areia.	Não vêm definidos traços.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-5/46- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Casa Pia Nº6.	1946	Não vem definido o tipo de alvenaria.	1 (cal) : 2 (areia)
C-9/46- Construção de um prédio de habitação. Rua General Teófilo da Trindade.	1946	Paredes do r/chão construídas a tijolo da região e com argamassa ordinária, constituída por areia e cal nas dosagens usuais.	Não vêm definidos traços.
C-10/46- Modificação de um prédio de habitação. Rua dos Valentes.	1946	As paredes a construir serão de alvenaria, constituída por pedra da região e argamassa ordinária com traço em volume.	1 (cal) : 3 (areia)
C-17/46- Construção de um prédio de habitação. Margem esquerda da Estrada Nacional Nº99 2ª Beja-Mértola.	1946	Paredes exteriores com 0.50m em alvenaria ordinária com argamassa ordinária. O exterior de todo o prédio será rebocado e caiado, ficando os ressaltos com a cor da própria argamassa (cinzenta) sendo estes traçados a fingir pedras de cantaria.	Não vêm definidos traços.
C-21/46- Construção de um prédio de habitação. Rua de Santo André.	1946	Paredes mestras de elevação em alvenaria ordinária, emboçadas e rebocadas a massa de fio de areia e seguidamente caiadas a cal, a 3 demãos.	Não vêm definidos traços.
C-2/42- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Jacinto Freire de Andrade.	1947	Alvenaria de tijolo exterior com 0.30m. Argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-26/37- Reconstrução de um prédio de habitação. Estrada de acesso ao novo Liceu.	1950	As paredes novas serão constituídas por alvenaria de tijolo da região, bem cozido e assente com argamassa ordinária de cal e areia, com traço em volume. Estas paredes pelas faces exteriores serão emboçadas, rebocadas e caiadas.	1 (cal) : 3 (areia)
C-1/50- Construção de dois prédios de habitação. Rua Coronel Brito Pais.	1950	Paredes de elevação de alvenaria de tijolo com argamassa ordinária. Todas as paredes exteriores serão esboçadas, rebocadas e caiadas a branco.	Não vêm definidos traços.
C-11/50- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Liberdade Nº11.	1950	Paredes de elevação a alvenaria de tijolo com argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 3 (areia)
C-12/50- Modificação e ampliação de um prédio de habitação. Rua Capitão João Francisco de Sousa.	1950	Paredes em elevação em alvenaria de pedra com argamassa de cal e areia. As fachadas serão rebocadas e caiadas a branco.	1 (cal) : 3 (areia)
C-14/50- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Palma.	1950	Construção em alvenaria de tijolo. Paredes devidamente desempenadas, rebocadas e caiadas. A argamassa a empregar em toda a construção será de cal e areia.	1 (cal) : 2 (areia)
C-18/50- Modificação de um prédio de habitação. Rua dos Mercadores.	1950	Alvenarias em elevação com 0.50m em tijolo com argamassa semi-hidráulica. Paredes rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-21/50- Construção de um prédio de habitação. Rua Eça de Queiroz.	1950	As paredes exteriores são de alvenaria de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-23/50- Construção de um prédio de habitação. Rua General Teófilo da Trindade.	1950	Paredes exteriores com 0.40m em alvenaria ordinária, rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-31/50- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Frei Manuel do Cenáculo.	1950	As paredes a construir serão de alvenaria ordinária, devidamente rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-35/50- Modificação de um prédio de habitação. Rua da Mouraria.	1950	Parede da fachada posterior, construída de novo em alvenaria de pedra e argamassa ordinária.	1 (cal) : 3 (areia)
C-36/50- Construção de um prédio de habitação. Travessa Coronel Brito Pais.	1950	Para as paredes de elevação a alvenaria a adoptar será de tijolo com argamassa ordinária, numa espessura de 0.30m. Todas as paredes exteriores serão rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-38/50- Construção de um prédio de habitação. Rua do Pelame.	1950	As paredes a construir serão a alvenaria de tijolo burro, a uma vez, emboçadas e rebocadas a massa de fio de areia e seguidamente caiadas a branco a três demãos.	Não vêm definidos traços.
C-39/50- Construção de um prédio de habitação. Beco junto ao Coronel Brito Pais.	1950	Paredes de elevação exterior serão a alvenaria de tijolo burro, a uma vez, emboçadas e rebocadas a massa de fio de areia e seguidamente caiadas a branco a três demãos.	Não vêm definidos traços.
C-41/50-Construção de dois prédios de habitação.	1950	As paredes exteriores com 0.40m deverão ser de alvenaria ordinária de cal, areia e pedra de pedreiro com as maiores dimensões possíveis. Exteriormente todas as paredes serão guarnecidas com emboço reboco liso à desempenadeiro e realizado com areia fina e lavada, para receber caiação a branco ou a cores.	Não vêm definidos traços.
C-1/51- Transformação de um prédio de habitação. Praça Diogo Fernandes.	1951	As paredes de elevação-paredes mestras- serão de alvenaria ordinária de pedra macia com argamassa.	1 (?) : 4 (?)
C-7/42- Construção de dependências para recolha de cereais. Rua 5 de Outubro.	1951	As paredes terão a espessura de 0.35m e serão feitas em alvenaria de pedra rebocada e caiada.	Não vêm definidos traços.
C-15/51- Reedificação de um prédio de habitação. Terreirinho das Peças.	1951	Paredes em alvenaria ordinária de tijolo a 1 vez, rebocadas e caiadas a branco a três demãos.	Não vêm definidos traços.
C-21/51- Construção de um prédio de habitação. Estrada da Salvada.	1951	Paredes mestras em alvenaria ordinária com 0.45m de espessura. Paredes exteriores revestidas com argamassas bastardas. Acabamento final com esboço e massa fina de areia.	1(cimento):1(cal):4 (areia)
C-29/51- Construção de um prédio de habitação. Campo da Feira.	1951	Paredes em alvenaria ordinária com argamassa. Rebocos com argamassa ordinária.	1 (cal) : 3 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-3/51-Instalações comerciais. Largo da Feira.	1951	<p>Paredes mestras com 0.50m serão de alvenaria ordinária com argamassa. As paredes exteriores serão rebocadas com argamassa ordinária, exceptuando os guarnecimentos da fachada principal que serão de cimento e todos caiados a três demãos.</p> <p>REQUISITOS E REGRAS A SEGUIR NA CONSTRUÇÃO DA OBRA E ESCOLHA E PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS</p> <p>A <u>areia</u> deverá ser pura, áspera ao tacto isenta de terra ou de quaisquer outras matérias, devendo ser lavada e peneirada, quando for necessário purificá-la. No fabrico das argamassas ordinárias deve preferir-se a areia de grão que passe pelo crivo com orifício de 2 mm e fique retida no de 0.5 mm.</p> <p>A <u>pedra</u> a empregar deverá ser de qualidade que faça boa ligação com as argamassas, inatacável pelo ar ou pelas águas, ser dura e não geladiça. Não deverá conter fendas e ser bem limpa de terras ou de outros corpos estranhos.</p> <p>A cal deverá ser da melhor qualidade, bem cozida, isenta de cinzas, matérias terrosas, fragmentos de calcário cru ou recosido, de carvão ou de quaisquer outras substâncias. Deverá ser conservada ao abrigo da humidade e devidamente acondicionada e antes da sua aplicação na amassadura deverá ser peneirada.</p>	<p>1 (cal) : 3 (areia)</p> <p>1 (cimento) : 4 (areia)</p>
C-53/51- Projecto de remodelação de uma habitação. Largo de S. João.	1951	<p>Paredes mestras executadas com alvenaria de pedra com argamassa ordinária. O exterior do edifício será emboçado, rebocado e caiado a branco.</p>	<p>1 (cal) : 3 (areia)</p>
C-55/51- Modificação de uma habitação. Rua Tenente Valadim.	1951	<p>Fachadas de alvenaria de pedra rija e argamassa.</p>	<p>1 (cimento) : 5 (areia)</p>
C-25/52-Construção de uma habitação. Beco da Fonte Santa.	1952	<p>Paredes exteriores ordinária com 0.45m de espessura em elevação em alvenaria com argamassa. Exterior do edifício rebocado e caiado.</p>	<p>1 (cal) : 3 (areia)</p>

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-54/52- Construção de um prédio de habitação. Praça da Rainha D. Leonor.	1952	Paredes de elevação exteriores com 0.50m de espessura, construídas com alvenaria ordinária. Exteriormente todas as paredes serão emboçadas, rebocadas e caiadas a branco.	1 (cal) : 3 (areia)
C-63/52- Remodelação de um prédio de habitação. Largo Drº Carlos Moreira. Beringel.	1952	Demolição de paredes de taipa e substituição por outras de alvenaria ordinária, sendo as mestras de 0.50m de espessura. As paredes serão rebocadas e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-70/52- Construção de um celeiro. Estrada de Selmes.	1952	Paredes em elevação com 0.50m de espessura de alvenaria executada com argamassa de cimento, cal e areia. Exteriormente as paredes serão rebocadas com argamassa de cimento, cal e areia e seguidamente caiadas a branco.	Não vêm definidos traços.
C-18/41- Ampliação de um prédio de habitação. Estrada de circunvalação.	1953	Paredes em tijolo burro, rebocadas com argamassa ordinária e caiadas.	Não vêm definidos traços.
C-46/53- Modificação e ampliação de um prédio de habitação. Praça Diogo Fernandes.	1953	Alvenaria de tijolo com 0.25m de espessura. Revestimento a roscone caiado a branco com três demãos.	1 (cal) : 3 (areia)
C-38/54- Construção de um prédio de habitação. Rua Eça de Queiroz Nº7.	1954	Fachadas rebocadas, estucadas e caiadas. Os materiais serão a argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 3 (areia)
C-39/54- Modificação e ampliação de um prédio de habitação.	1954	As paredes exteriores serão de alvenaria de pedra com argamassa. As fachadas serão rebocadas a argamassa de cal e areia , estucadas e caiadas a branco.	1 (cal) : 3 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-39/55- Construção de um prédio de habitação. Rua Alexandre Braga.	1955	Paredes em alvenaria ordinária e argamassa. Rebocos exteriores com argamassa mista. Paredes caiadas a branco com as demãos necessárias.	1(cimento):3(cal):6(areia) 1(cimento):3(cal):6(areia)
C-41/55- Construção de um prédio de habitação (2 fogos).Rua Afonso de Albuquerque.	1955	As paredes exteriores serão de alvenaria de pedra irregular e argamassa mista. Exteriormente as paredes serão emboçadas e rebocadas a argamassa hidráulica e pintadas a tinta de água a branco.	1(cimento):2(areia):9(areia) 1 (cimento) : 4 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-44/55- Alterações num prédio de habitação. Rua dos Pintores N ^{os} 22 e 23.	1955	Picagem e reconstrução de rebocos e execução de rebocos novos e caiação a branco.	1(cimento):1(cal):6(areia)
C-26/56- Construção de um prédio de habitação. Rua Projectada no Largo da Feira.	1956	Paredes exteriores em elevação em alvenaria de pedra irregular e argamassa de cal de Vera Cruz e areia. Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia e esboçadas com massa fina de areia e cal de Trigaches.	1 (cal) : 4 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-57/57- Alterações num prédio de habitação. Terreiro dos Valentes.	1957	Paredes exteriores em alvenaria de pedra ou de tijolo misto, com argamassa de cimento e areia até ao nível do soco e com argamassa de cimento, cal e areia na parte restante em elevação. Todas as faces exteriores das paredes serão rebocadas a argamassa de cimento, cal e areia.	1 (cimento) : 4 (areia) 1(cimento):1(cal):6(areia) 1(cimento):1(cal):6(areia)
C-5/40- Reconstrução de um celeiro. Rua do Arco do Gavião.	1959	Todas as paredes são guarnecidas com reboco ordinário , na espessura de 0.02m e devidamente caiadas a cal branca.	1 (cal) : 3 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-20/60- Construção de quatro prédios de habitação. Rua da Escola, Beringel.	1960	Paredes exteriores em elevação de alvenaria de pedra rija com 0.50m de espessura, sendo emboçadas, rebocadas com argamassa hidráulica ² e caiadas.	1 (?) : 3 (areia)
C-22/60- Modificação de um prédio de habitação. Rua do Carmo Nº9.	1960	Paredes construídas de tijolo lambaz da região, ligados com argamassa mista. Paredes rebocadas e caiadas	½ (cimento):1(cal):3(areia)
C-29/60- Construção de um prédio de habitação. Rua Tenente Valadim Nº60.	1960	Paredes exteriores das fachadas em alvenaria de pedra com argamassa de cimento e areia até 0.80m acima das fundações e argamassa de cal na elevação restante. Os paramentos exteriormente serão rebocados a argamassa de cal e areia , depois do preciso crespido onde isso se julgue indispensável.	1 (cimento) : 5 (areia) 2 (cal) : 5 (areia) 2 (cal) : 5 (areia)
C-33/60- Construção de um prédio de habitação. Rua projectada à rua Diogo Gouveia Lote 42.	1960	Paredes exteriores de alvenaria de tijolo de fabrico mecânico e assente com argamassa. Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia e depois emboçadas com massa fina e cal de Trigaches.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-35/60- Construção de um prédio de habitação. Rua dos Açores.	1960	Paredes de elevação em tijolo furado e maciço assentes com argamassa. Os paramentos exteriores serão revestidos de reboco fino.	1 (cimento) : 5 (areia) 1(cimento):1(cal):7(areia)
C-60/61- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Tenente Valadim Nº88.	1961	Paredes em tijolo furado com 0.30m de espessura, revestidas com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-76/61-Construção de um prédio de habitação. Rua Estado da Índia Nº7.	1961	Paredes de tijolo assente argamassa de cimento e areia, emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia. As exteriores serão depois esboçadas com massa de areia fina e cal de Trigaches.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-80/61-Construção de um prédio de habitação. Rua S. Tomé e Príncipe.	1961	Alvenaria de tijolo furado (9 furos com 0.12m/0.14m/0.30m) revestida com argamassa mista.	1(cimento):1(cal):6(areia)

² Por vezes designa-se a argamassa hidráulica como sendo constituída por cal hidráulica e areia, mas também há quem designe a argamassa hidráulica como aquela que é constituída por cimento e areia. Assim, quando o projecto apenas refere a argamassa hidráulica e nada mais esclarece sobre o ligante, optou-se por não contabilizar estes traços para efeitos do preenchimento do quadro VIII.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-86/61-Construção de um prédio de habitação. Rua Tenente Sanches Miranda.	1961	Paredes em alvenaria de tijolo assente com argamassa de cimento e areia, emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia. As exteriores serão depois esboçadas com massa de areia fina e cal de Trigaches.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-3/62-Construção de um prédio de habitação. Gaveto das ruas Estado da Índia e de Timor.	1962	Paredes exteriores em tijolo cerâmico assente com argamassa hidráulica, emboçadas e rebocadas com argamassa de cal e areia, sendo ainda esboçadas com massa de areia fina e cal.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-26/62- Armazém. Largo das Fontes Velhas. Salvada.	1962	Paredes em elevação em alvenaria hidráulica até à altura de 2.00m e taipa cintada duas vezes a pedra até perfazer a altura total de 3.84m. As paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal e areia.	1 (cal) : 3 (areia)
C-30/62-Construção de um prédio de habitação. Ferragial de Sta Maria.	1962	Paredes de tijolo da região, utilizando-se na sua construção argamassa hidráulica, emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia. As exteriores serão depois esboçadas com massa de areia fina e cal de Trigaches.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-5/40- Reconstrução de um armazém. Rua do Arco Gavião.	1963	Todas as paredes serão de alvenaria de tijolo maciço da região e argamassa de cimento e areia. Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-12/51- Ampliação de um prédio de habitação. Avª Miguel Fernandes.	1964	Paredes em alvenaria de tijolo furado assente com argamassa. Paredes emboçadas e rebocadas e pintadas a tinta de água.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-21/52- Modificação de um prédio de habitação. Rua Capitão Mouzinho de Albuquerque Nº 10.	1967	Paredes a construir em alvenaria de tijolo furado, assente com argamassa hidráulica.	1 (cimento) : 5 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-18/70- Construção de um prédio de habitação.	1970	Paredes exteriores em elevação, construídas em tijolo com 0.30m de espessura, rebocadas com argamassa hidráulica com 5% de qualquer produto impermeável.	1 (?) : 3 (areia)
C-20/70- Construção de um prédio de habitação (oito fogos). Rua General Humberto Delgado.	1970	Alvenaria de tijolo furado cerâmico de fabrico mecânico com caixa de ar e espessura de 0.30m assente com argamassa de cimento e areia. Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia. As exteriores serão depois esboçadas com massa de areia fina e cal de Trigaches, para as fachadas laterais e principal serem pintadas a tinta de água e a posterior com cal branca de Trigaches.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-22/70- Alterações num prédio de habitação. Beringel.	1970	Paredes em elevação a executar por panos de tijolo maciço e furado, conforme os casos, empregando-se na sua construção argamassa de cimento e areia. Todas as paredes serão rebocadas e guarnecidas a roscone para pintar e cair conforme os casos.	Não vêm definidos traços.
C-16/71- Remodelação de um prédio de habitação. Rua do Esquível Nº19.	1971	As paredes exteriores em elevação serão aproveitadas as existentes, depois de devidamente picadas a fundo e rebocadas com argamassa hidráulica, com 5% de qualquer produto impermeável. Fachada principal pintada a tinta de água branca.	1(?) : 3(areia)
C-17/71- Construção de um prédio de habitação (cinco fogos). Gaveto da rua S.Tomé e Príncipe e rua de Macau.	1971	Paredes em alvenaria de tijolo furado (com caixa de ar) de fabrico mecânico e argamassa de cimento e areia com 0.30m de espessura. Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz e areia. As exteriores serão depois esboçadas com massa de areia fina e cal de Trigaches e pintadas a tinta de água Robiallac.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-38/72- Construção de um prédio de habitação. Rua conselheiro Menezes.	1972	Paredes em tijolo furado assente com argamassa de cimento e areia, executadas de modo a formar caixa de ar (0.015mx0.11mx0.9mx0.7mx0.015m-reboco, tijolo, vazio, tijolo, reboco); rebocadas a massa de areia para pintar a tinta plástica, à excepção das paredes da fachada posterior que serão caiadas a branco.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-39/72- Construção de um prédio de habitação. Rua Heróis Dadrá.	1972	Paredes exteriores com 0.30m de espessura construídas em tijolo furado de boa qualidade com argamassa de cimento e areia; emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia para pintar com tinta plástica em tons claros.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-40/72- Remodelação de um prédio de habitação. Rua do Esquível Nº 38.	1972	Paredes exteriores em tijolo furado assente com argamassa de cimento e areia com 0.25m de espessura. Serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia para pintar a tinta plástica em tons claros.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
2109- Construção de um prédio de habitação. Rua 25 de Abril Nº 3.	1973	Todas as paredes serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cal de Vera Cruz, cimento e areia. As exteriores serão depois esboçadas com massa de areia fina e cal de Trigaches e pintadas com tinta Dyrup.	1(cal):1(cimento):4(areia)
C-63/74- Construção de um prédio de habitação. Bairro Mira-Serra.	1974	Todas as paredes em elevação exteriores com 0.30m de espessuraserão em alvenaria de tijolo assente com argamassa de cimento. Serão rebocadas e esboçadas com argamassa de cal e areia fina para receber pintura a tinta de água.	1 (cimento) : 6 (areia) 1 (cal) : 3 (areia)
C-24/75- Ampliação de um prédio de habitação. Rua General Teófilo da Trindade.	1975	As paredes em elevação serão em tijolo cerâmico assente com argamassa hidráulica de cimento e areia. Exteriormente serão emboçadas com reboco hidráulico com argamassa de cimento e areia e adição de Diatomite.	1 (cimento) : 5 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-25/75-Construção de um prédio de habitação. Rua José Joaquim Fernandes. Penedo Gordo.	1975	Paredes constituídas por panos de tijolo maciço com 0.30m de espessura assente com cimento e areia. Exteriormente serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia , para cair a branco.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-46/76-Construção de um prédio de habitação. Caminho para a Herdade de Almocreva. Penedo Gordo.	1975	Paredes exteriores em tijolo furado com a espessura de 0.25m, rebocadas com argamassa de areia e cimento , para cair a branco com várias demãos.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-47/76-Construção de um prédio de habitação. Estrada de Almocreva. Penedo-Gordo.	1976	Alvenarias executadas em tijolo furado de 12 e 8 furos assente com argamassa de cimento e areia. Rebocos feitos com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-28/77- Prédio. E.N. Nº260. Neves.	1977	Paredes exteriores em tijolo furado com 0.30m de espessura assente com argamassa hidráulica. As paredes serão rebocadas com argamassa hidráulica e caiadas ou pintadas a tinta de água branca.	1 (?) : 5 (areia) 1 (?) : 3 (areia)
C-62/77- Construção de um prédio de habitação. Rua Teixeira Gomes. Cabeça Gorda.	1977	Paredes exteriores em tijolo furado a ½ vez com 0.30m de espessura assente com argamassa hidráulica, rebocadas com argamassa hidráulica.	1 (?) : 5 (areia) 1 (?) : 3 (areia)
C-26/78-Construção de um prédio de habitação. Monte das Beatas Alcoforado.	1978	Paredes exteriores constituídas por panos de tijolo furado com 0.25m de espessura, assente com argamassa de cimento e areia. Exteriormente serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia , para cair a branco.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-28/78- Modificações num prédio de habitação. Bairro Morgado da Apariça. Rua D Nº 15.	1978	Paredes exteriores construídas por panos de tijolo, emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia , para cair a branco	1 (cimento) : 4 (areia)
C-29/78- Construção de um prédio de habitação. Rua da Oliveira. Sta Vitória.	1978	Paredes executadas com tijolo furado a ½ vez com argamassa hidráulica. Exteriormente rebocadas com argamassa hidráulica e caiadas ou pintadas a tinta de água em cor branca.	1 (?) : 3 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-61/78- Remodelação de um prédio de habitação. Gaveto da rua General Teófilo da Trindade Nº1 e Largo Visconde da Boavista.	1978	Paredes exteriores em tijolo cerâmico furado com 0.30m de espessura formando dois panos de tijolo com caixa de ar no interior. O prédio será emboçado e rebocado em todo o exterior com argamassa de cimento e areia , para pintar a tinta plástica do tipo Tartaruga em tons suaves.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-25/79- Alteração e ampliação de um prédio de habitação. Rua de Sto António. Beringel.	1979	Mantêm-se as paredes em taipa e pedra de boa construção. Paredes a construir em tijolo furado com 0.25m de espessura, rebocadas e desempenadas com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 7 (areia)
C-54/79- Construção de um prédio de habitação. Rua Drº Covas Lima Nºs 27 e 29. S. Matias.	1979	Paredes exteriores em panos de tijolo com a espessura de 0.25m, assentes com argamassa de cimento e areia; emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia , para caiar a branco.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-55/79- Construção de um prédio de habitação e de um armazém. Monte do Telheiro do Cuco.	1979	Paredes executadas com tijolo furado a ½ vez com argamassa hidráulica, rebocadas com argamassa hidráulica e pintadas a tinta de água.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 3 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-2/80- Construção de um prédio de habitação. Neves.	1980	Reboco de cimento com acabamento a roscone e pintura a tinta plástica.	Não vêm definidos traços
C-22/80- Remodelação de um prédio de habitação. Rua Drº Fernando António Covas Lima.	1980	Paredes exteriores em tijolo de boa qualidade com 0.25m de espessura, executadas em pano de tijolo cerâmico furado e argamassa de cimento e areia. Emboço e reboco com argamassa de cimento e areia , para pintar a tinta plástica de cor branca.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-24/80- Construção de um prédio de habitação. E.N.18 Penedo Gordo.	1980	Paredes exteriores em tijolo furado a 1 vez assente com argamassa de cimento e areia, rebocadas com argamassa de cimento e areia .	1 (cimento) : 4 (areia) 1 (cimento) : 6 (areia)
C-88/80- Ampliação de um prédio de habitação. Rua Tenente Sanches Miranda Nº49.	1980	Paredes em tijolo furado a ½ vez assente com argamassa hidráulica com 0.25m de espessura. As paredes exteriores serão rebocadas a massa hidráulica para caiar ou pintar a tinta de água.	1 (?) : 5 (areia) 1 (?) : 3 (areia)
C-90/80- Construção de um prédio. Rua da Estação Nº 17 Sta Vitória	1980	Paredes exteriores executadas em tijolo furado com 0.25m de espessura a ½ vez assente com argamassa hidráulica; rebocadas com argamassa hidráulica e caiadas a branco ou pintadas a tinta de água de cor branca.	1 (?) : 5 (areia) 1 (?) : 3 (areia)
C-15/81- Moradia. Rua do Monte Sovina. Salvada.	1981	Paredes exteriores em tijolo furado 0.30m x 0.20m x 0.22m, assentes com argamassa de cimento e areia. Emboço e reboco com argamassa de cimento e areia e adição de um hidrófugo. Pintura à base de areia, cor branca.	1 (cimento) : 4 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-16/81- Prédio. Largo dos Prazeres Nºs 2 e 3.	1981	Paredes em tijolo furado a ½ vez assente com argamassa hidráulica. Exteriormente são rebocadas com argamassa hidráulica e caiadas ou pintadas a tinta de água de cor branca.	1 (?) : 5 (areia) 1 (?) : 3 (areia)
C-20/81- Remodelação. Travessa da Fonte Velha Nº4 Salvada.	1981	Paredes construídas com panos de tijolo cerâmico furado, emboçadas e rebocadas com argamassa hidráulica.	1 (?) : 4 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-77/82- Construção de um prédio de habitação. Rua Drº Aresta Branco Nº40 e gaveto da rua dos Aferidores Nº1.	1982	Paredes em tijolo furado (0.30mx0.20mx0.15m), assente com argamassa de cimento e areia. Rebocos exteriores com argamassa de cimento e areia como base, para pintura a tinta de água de cor branca.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 5 (areia)
C-8/83- Reconstrução e ampliação de um prédio de habitação. Rua da Consciência Nº 35, Bº do Pelame.	1983	Paredes em tijolo furado de fabrico cerâmico, assentes com argamassa de cimento e areia, rebocadas e esboçadas com massa de areia fina, para as exteriores serem pintadas a tinta de areia branca.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-93/84-Construção de um prédio de habitação. Rua Florbela Espanca. Bº Nº Srª da Conceição.	1984	Paredes exteriores com 0.30m de espessura, com tijolos (0.30mx0.20mx0.27m), rebocadas com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-118/85- Construção de um prédio de habitação. Rua Frei Amador Arrais, Lote Nº2.	1984	Paredes exteriores em alvenaria dupla de tijolo furado (0.11mx0.20mx0.30m) e (0.15mx0.20mx0.30m) com caixa separadora em desperdício de esferovite ou lã de vidro, tendo 0.35m no limpo. Terão acabamento a reboco hidrofugado acabado à esponja e pintado a tinta de areia de cor branca.	
C-106/85- Construção de um prédio de habitação. Rua Florbela Espanca.	1984	Paredes exteriores em tijolo furado (0.30mx0.20mx0.27m) com 0.30m de espessura, rebocadas com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-152/88-Construção de um prédio de habitação. Cabeça Gorda.	1986	Paredes com panos de tijolo cerâmico emboçadas com argamassa hidráulica.	1 (?) : 3(areia)
C-125/86- Construção de um prédio de habitação. Praceta Jaime Cortesão Nº14, Lote 3.	1987	Paredes exteriores com 0.30m de espessura em tijolo furado (0.30mx0.20mx0.27m). Rebocos exteriores com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-41/87- Construção de um prédio de habitação. Rua Pedro Soares, Lote 1.	1987	Alvenaria de tijolo tipo “duplex”, ou tijolo de 0.22m em paredes exteriores, com 0.30m de espessura, assente com argamassa de cimento e areia. Revestimento do tipo Kerapas, incluindo camada de regularização constituída por reboco bem desempenado e limpo, executado com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-42/87- Construção de um armazém agrícola. Artº 5º Secção D. Neves.	1987	As paredes a elevar serão executadas em tijolo furado a ½ vez com argamassa hidráulica, revestidas com massa de areia e cimento , para caiar.	1 (?) : 5 (areia) 1 (cimento) : 3 (areia)
C-43/87- Construção de um prédio de habitação. Praceta António Botto Nº7.	1987	Paredes exteriores com 0.30m de espessura em tijolo (0.30mx0.20mx0.27m), rebocadas com argamassa de cimento e areia , constituindo base para pintar a tinta de água.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-50/88- Construção de um casão. Monte Maurício.	1988	Paredes construídas com panos de tijolo cerâmico furado (0.30mx0.20mx0.22m), emboçadas e rebocadas para caiar a branco.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-51/88- Construção de um armazém. Rua João Manuel Gato. Cabeça Gorda.	1988	Paredes construídas com panos de tijolo cerâmico furado, emboçadas e rebocadas para caiar a branco.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-48/89- Moradia. Bairro da Conceição Lote Nº29.	1989	Paredes exteriores com 0.30m no limpo com tijolos (0.30mx0.20mx0.27m), rebocadas com argamassa de cimento e areia.	1 (cimento) : 5 (areia)
C-49/89- Moradia. Beja IV, Lote 11.	1989	Paredes exteriores com 0.25 m no limpo em alvenaria de tijolo furado (0.07mx0.20mx0.30m) e (0.11mx0.20mx0.30m) com 4 cm de caixa separadora, o isolante a empregar será desperdício de cortiça, assente com argamassa de cimento e areia, para acabar a reboco hidrofugado ³ e pintar a tinta de areia de cor branca.	1 (cimento) : 4 (areia) 1 (?) : 4 (areia)

³ Normalmente designa-se por reboco hidrófugo aquele que é constituído por cimento e areia e ao qual se adiciona um didrófugo. No entanto, como o projecto não é totalmente esclarecedor da argamassa utilizada, optou-se por não contabilizar estes traços para efeitos do preenchimento do quadro VIII.

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
C-151/90- Construção de um casão. Olival do Barreiro.	1990	Paredes construídas em panos de tijolo cerâmico furado, devidamente travado, rebocadas com argamassa de cimento e areia e caiadas a branco.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-154/90- Modificação e ampliação de um prédio de habitação.	1990	Paredes de alvenaria de tijolo furado assente com argamassa de cimento e areia. Exteriormente serão emboçadas e rebocadas com argamassa de cimento e areia e pintadas a tinta de água de cor branca.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
C-156/90- Construção de um armazém. Monte da Vinha.	1990	Paredes construídas com panos de tijolo cerâmico (0.30m x 0.20m x 0.20m), emboçadas com argamassa hidráulica e rebocadas para cair a branco.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-119/91- Construção de um casão agrícola. Artº 13º, secção B. Sta Clara do Louredo.	1991	Paredes em panos de tijolo cerâmico furado devidamente travado e com 0.25m de espessura, rebocadas com argamassa de cimento, cal e areia, afagadas à esponja e caiadas a branco nas duas faces.	1(cimento):1(cal):1(areia)
C-132/92- Construção de um prédio para habitação. Rua do Monte Sovina. Salvada.	1992	Alvenarias executadas com tijolo cerâmico furado (0.30m x 0.20m x 0.22m), assente com argamassa de cimento e areia, rebocadas em ambas as faces e caiadas a branco.	1 (cimento) : 4 (areia)
C-133/92- Construção de uma instalação de apoio. Cercibeja. Quinta dos Britos.	1992	Paredes construídas com panos de tijolo cerâmico furado, com 0.30m de espessura, exteriormente serão emboçadas com argamassa hidráulica , acabadas a roscone e pintadas.	1 (?) : 4 (areia)
C-87/93- Construção de um prédio para habitação. Rua do Monte Sovina Nº19. Salvada.	1993	Paredes exteriores a construir em tijolo cerâmico furado com 0.30m de espessura, assente com argamassa de cimento e areia, com caixa de ar de 4cm de espessura. Reboco sobre salpisco grosso com argamassa de cimento, cal e areia, afagado à esponja para pintar.	1(cimento):1(cal):6(areia)
C-88/93- Construção de um casão. Rua do Poço Nº2. Mombeja.	1993	Paredes construídas com panos de tijolo cerâmico furado, com 0.25m de espessura, rebocados com argamassa de cimento, cal e areia e caiados a branco.	1(cimento):1(cal):4(areia)

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
Construção de um prédio para habitação. Rua Al-Mutamid Nº46.	1994	Parede dupla de tijolo de (0.11mx0.20mx0.30m) com caixa de ar com 4 cm preenchida com granulado de corticite, levando um reboco areado com argamassa mista.	1(cimento):1(cal):4(areia)
C-24/95- Habitação. Rua 5 de Outubro Nº9. Neves.	1995	Paredes exteriores a construir em alvenaria dupla de tijolo furado (0.11mx0.20mx0.30m) com 4 cm de caixa de ar assente com argamassa de cimento e areia, emboçadas e rebocadas com argamassa de cal, cimento e areia. Pintura a tinta de água.	1 (cimento) : 6 (areia)
Construção de um prédio para habitação. Beja IV	1996	Pano de tijolo furado (0.30mx0.20mx0.11m) com espessura de 0.30m, caixa de ar preenchida com isolamento térmico (poliestireno expandido) . Paredes terão um acabamento a roscone para pintar a tinta de água.	Não vêm definidos traços
Remodelação de interiores. Companhia de Seguros da Fidelidade. Praça da República Nº 40	1996	No projecto apenas vem indicado que a fachada será picada e rebocada. Na informação Nº 103/55/96 emitida pelo IPPAR vem indicado que « Os paramentos exteriores deverão ser rebocados, com argamassas de cal e alisados/afagados e caiados a branco.»	Na obra verificou-se que os revestimentos foram efectuados com o traço 1:4 da seguinte forma: unidade- balde 1 ligante (¼ cimento, ¾ cal hidráulica) 4 inerte (1 areia grossa do rio Guadiana, 3 areia fina amarela Sta Margarida) Hidroplas- aditivo hidrófego plastificante para argamassas de reboco- adicionar 0.75 l a 1.00 l de produto por saco de cimento
Remodelação e beneficiação de um prédio. Rua Mestre Manuel Nº16	1996	O projecto indica que as paredes serão picadas e rebocadas com reboco fino hidrofugado acabado à esponja recebendo pintura posterior a tinta plástica branca. Na informação Nº 143/55/96 emitida pelo IPPAR vem indicado que « Na reparação dos rebocos exteriores deverão ser utilizadas argamassas de cal com acabamento liso/afagado à colher e caiados a branco.»	

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
21/97- Construção de um prédio para habitação. Rua Ferreira de Castro.	1997	Panejamentos rebocados com argamassa hidrofugada de cimento, cal e areia.	1(cimento):2(cal):5(areia)
28/97- Construção de um prédio para habitação. Rua Sebastião de Jesus Palma.	1997	Não vêm definidas argamassas.	----
Construção de um prédio para habitação. Quinta D'El Rei.	1997	Paredes exteriores esboçadas com argamassa de cimento e areia e rebocadas com argamassa de cimento, cal hidráulica e areia.	1(cimento):3(areia) 1(cim):1(cal hid.):3(areia)
Construção de um prédio para habitação. Rua Sousa Porto.	1997	Paredes exteriores com reboco hidrofugado de cimento e areia.	1(cimento):4(areia)
38/97-Construção de um prédio para habitação. Rua Eça de Queiroz Nº 48. Neves.	1997	Paredes exteriores em alvenaria dupla de tijolo furado com 0.30m de espessura. Reboco de cimento e areia. Pintura a tinta plástica de cor azul.	Não vêm definidos traços.
Construção de uma arrecadação. Vivenda Coelho. Neves.	1997	Paredes exteriores em tijolo cerâmico assente com argamassa de cimento e areia , rebocadas com argamassa bastarda e caiadas.	1 (cimento) : 4 (areia) 1(cimento):1(cal):6(areia)

OBRAS DA CÂMARA

Nº do processo / Tipo de edificação e localização	Data	Trabalhos	Traços
Mercado Municipal de Beja.	1960	Pano de tijolo ao cutelo, assente com argamassa de cimento e areia. Reboco em paredes com argamassa de cimento e areia , com hidrófugo nela incorporado, do tipo Melitol. Guarnecimento de cal em pasta e areia, em paredes exteriores, incluindo esboço.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 5 (areia)
Construção de edifício destinado a sede da Junta de Freguesia, Posto da Guarda Nacional Republicana e habitação do Comandante, na aldeia de Baleizão.	1962	As paredes exteriores em elevação terão a espessura de 0.30m e serão de alvenaria de tijolo com argamassa hidráulica. Todas as paredes exteriores serão emboçadas e rebocadas com argamassa bastarda (cimento, cal e areia) . No exterior a caiação será de branco com 3 demãos.	1(?) : 5 (areia) 1(cimento):1(cal):6(areia)

CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

Natureza e qualidade dos materiais

A areia deverá ser rija, de grão seco anguloso e áspero ao tacto e isento de argila, substâncias orgânicas ou outras impurezas, devendo ser lavada ou peneirada sempre que seja necessário.

A água deve ser limpa e isenta de substâncias orgânicas, cloretos ou sulfatos em percentagens prejudiciais, óleos, ácidos ou outras impurezas.

A cal ordinária será da melhor qualidade, bem cozida, isenta de cinzas, terra, fragmentos de calcário cru ou recozido e de quaisquer outras substâncias prejudiciais. Toda a cal a empregar deverá entrar, na obra, em pedra. Na execução das alvenarias, rebocos ou guarnecimentos só se empregará a cal cozida a mato ou lenha.

Modo de execução dos trabalhos

Extinção da cal - A cal em pedra será extinta no local da obra. Para reduzir a cal viva a pasta, deve deitar-se esta à pá em tanques impermeáveis por camadas com 0.20 a 0.25m, de espessura, sobre as quais se deitará água de modo que possa circular e penetrar facilmente entre os fragmentos de cal viva. À medida que se produza a efervescência, ir-se-á deitando no tanque alternadamente água e cal, evitando a trituração da pasta e sua redução a leite. Se algumas pedras se reduzirem a pó, a seco, dirigir-se-á para elas a água por meio de canais abertos na pasta. De vez em quando deve enterrar-se uma vara nos lugares em que se suponha haver falta de água, se a vara vier revestida por uma camada de cal em pasta, é sinal que a extinção está boa, porém se vier aderindo à vara uma espécie de pó fumegante, será indicio de haver nesse ponto falta de água, a que se remediará abrindo buracos na pasta, para onde se dirigirá a água. Os tanques, em que se fizer a redução da cal a pasta, devem estar abrigados da chuva e do sol.

Argamassa ordinária - A argamassa será feita por meios manuais ou mecânicos, em estrados de madeira bem limpos, abrigados por cobertos e, quando se trate de cais de presa menos lenta, só deverá ser fabricada no dia em que tiver que ser aplicada. Depois de preparada deve ficar bem laxa, sem se tornar afluente.

Argamassa semi-hidráulica (cimento, cal em pó e areia) - Será feita por meios manuais ou mecânicos, em estrados de madeira, abrigados por coberto. Os materiais devem misturar-se primeiramente a seco e só depois serão amassados com a adição de água necessária sem ser em excesso, até que a argamassa fique bem homogénea. Estas argamassas devem ser fabricadas junto das obras na ocasião do seu emprego e na proporção do seu consumo, sendo inutilizada toda a que comece a fazer presa, o que deverá prever-se dentro de um período de tempo, depois do seu fabrico, a indicar pela Fiscalização.

Rebocos - Todas as superfícies destinadas a serem rebocas deverão ser, préviamente bem limpas e molhadas, tirando-se-lhes toda a argamassa que esteja desagregada ou pouco aderente, lavados e bem desempenados, para o que se farão os encasques necessários. Sobre os paramentos, assim, preparados assentar-se-á à colher a argamassa de reboco, que será regularizada com o rebordo da colher, de modo a formar uma camada de espessura uniforme. Todas as superfícies rebocadas deverão apresentar-se aderentes, bem desempenadas, regulares, homogéneas e isentas de fendilhações ou quaisquer defeitos que prejudiquem o seu bom acabamento. A espessura mínima do reboco será de 2 cm.

CONDIÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

(continuação)

Caições - As caições serão feitas com leite de cal misturado com óleo de linhaça fervido na proporção de 1:100 da água. O número de mãos de caição será o prescrito no projecto da obra, não se dando demão alguma, sem que a precedente esteja bem seca.

Guarnecimentos - Serão executados à base de argamassa de cal e areia de composição adequada para resultarem perfeitamente aderentes aos paramentos sobre os quais são aplicados. Deverão apresentar tonalidade uniforme e serem perfeitamente desempenados, isentos de fendilhações ou de quaisquer defeitos. O seu acabamento será liso ou áspero, conforme as especificações. Todas as arestas ficarão bem desempenadas e definidas. Todas as concordâncias convexas serão arredondadas, a menos que se especifique o contrário nas condições especiais. Nos guarnecimentos exteriores a Fiscalização poderá exigir, se o julgar conveniente, a adição de sebo para efeitos de melhorar as condições de impermeabilização.

Proveniência dos materiais

- Areia do rio Guadiana;
- Cal para caiar e para argamassa, de Trigaches;
- Água, do poço no local da obra.

Bloco a construir no Carmo Velho para os desalojados do rio Escondido.	1968	As paredes em elevação serão em tijolo e argamassa. Os acabamentos das paredes exteriores depois de rebocadas a fino com argamassa hidráulica serão caiadas a três demãos.	1 (?) : 5 (areia) 1 (cal) : 3 (cimento) : 8 (areia)
Projecto do Centro de Operações de voo e da Casa do Guarda do aeródromo Civil Bartolomeu Gusmão.	1973	Alvenaria de tijolo furado, assente com argamassa de cimento e areia sobre impermeabilização, em paredes exteriores com 0.25m de espessura. Emboço e reboco em paramentos exteriores, seguida de reboco de cimento hidrófugo, tipo Liz N e areia , apertado à colher e de espessura não inferior a 0.02m.	1 (cimento) : 4 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
Moradias a construir junto ao tanque dos cavalos em Beja.	1976	Paredes exteriores em tijolo cerâmico furado (0.30mx0.22mx0.20m) com a espessura de 0.25m, assentes com a argamassa. Todas as paredes exteriores serão rebocadas com argamassa de areia e cimento para caiar a branco e em tom creme cor de grão em três demãos, adicionando à última um material fixante.	1 (cimento) : 5 (areia) 1 (cimento) : 4 (areia)
196- Abrigo de passageiros.	1978	Alvenaria de tijolo (0.30mx0.22mx0.20m) assente com argamassa. Emboço e reboco. Caição a três demãos adicionando à última demão um material fixante.	1 (?) : 5 (areia)
201- Projecto tipo de moradias na Boavista.	1978	Paredes em alvenaria de tijolo a 1 e ½ vez (0.25m e 0.15m). Paredes exteriores com caição com sebo de Honlocide e aloés, sobre reboco de cimento, cal e areia.	Não vêm definidos traços.

ANEXO VI

Questões colocadas aos pedreiros

NOME: Luís Ruas (privada - Beja)

IDADE: 73 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... 59 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou? No norte e sul do país.
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? No alentejo vinha de Trigaches e de Viana do Alentejo.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? A cal escura era utilizada nos rebocos e a branca nos estuques, caiações, etc.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado?
4 (areia fina) : 1 (cal)
3 (areia grossa) : 1 (cal).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Apagada e em pó.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal em pedra ia-se borrifando para derregar e depois abafava-se para ficar em pó, este processo demorava dois dias. Depois era cirandada.
10. Onde era a proveniência da areia? Areias lavadas do rio Guadiana, tiradas nas margens, não havia poluição, pelo que, não traziam impurezas.
11. Como é que a argamassa era feita? Depois da cal extinta e cirandada, fazia-se o traço e amassava-se à enxada. Deixava-se esta massa pelo menos um dia repousar antes de ser aplicada.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não, mas para as argamassas de abóbadas tenho conhecimento que se juntavam aditivos mas não sei quais.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? O emboço era feito com areias mais grossas do que a camada de acabamento.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cals quando utilizadas nas argamassas?..... Fica mais caro utilizar a cal viva, tem que ser apagada e passada, dá mais trabalho a utilizar. Hoje a cal viva é mais utilizada pelos estocadores. Nas argamassas quando se utiliza cal, usa-se a cal ensacada já extinta. A cal hidráulica dos sacos dá um mau trabalho.

NOME: José Maurício (aposentado - Vila Nova da Baronia) IDADE: 70 anos

1. Quantos anos exerceu a profissão de pedreiro?..... 54 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou? Lisboa e Alentejo.
3. Em que zonas do país é que trabalhou? Lisboa e Alentejo.
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Viana do Alentejo.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? A cal de obra era preta e a branca era para caiar.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 3 (areia) : 2 (cal). Este traço podia não ser certo, o material é que mandava, a cal e a areia não eram sempre iguais. Nas fundações e para assentar tijolo o traço era um pouco menos forte, 2 (areia) : 1 (cal).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Apagada e em pó.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? Fazia-se um monte com a cal em pedra e depois ia-se regando, tinham que ser só uns borrifos não podia ser encharcada, até ficar em pó, este processo demorava um dia. A cal fervia e aumentava muito de volume e no dia seguinte ainda estava muito quente, pelo que, se deixava arrefecer 2 dias. Por vezes deixava-se a cal guardada sem apanhar chuva e ela própria aos poucos ia-se tornando em pó.
10. Onde era a proveniência da areia? Usavam-se areias lavadas da ribeira de Alvito de grossura média. As areias hoje têm mais goma, vêm mais sujas, pegam melhor nas paredes mas fazem com que elas estalem mais.
11. Como é que a argamassa era feita? A cal extinta em pó era junta em traço com a areia. Ainda em seco a mistura era joeirada. O traço regava-se e deixava-se húmido de um dia para o outro ou se ficasse 2 ou 3 dias ainda era melhor. Amassava-se depois com uma enxada até a argamassa ficar muito bem esfregada para ganhar goma. Por vezes este traço ficava semanas e meses feito antes de ser aplicado.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Para fazer as paredes de pedra, de tijolo ou junto às alvenarias utilizavam-se areias mais grossas. Quando a areia era muito grossa juntava-se um pouco mais de cal. Nas camadas exteriores que se queriam melhor acabadas utiizavam-se areias mais finas e normalmente, esperava-se 1 ou dois dias para aplicar a 2ª camada.

14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cals quando utilizadas nas argamassas?.....

Porque apareceram as cals em sacos. Hoje quando se utiliza argamassas com cal já extinta faz-se o mesmo traço e junta-se uma pá de cimento. As argamassas são mais rijas mas por outro lado estalam mais. As casas ficam mais frias. Nas taipas não se podem utilizar rebocos de cimento porque absorvem muita humidade e o reboco não acompanha.

NOME: Francisco Jorge (C.M.B.)

IDADE: 68 anos

1. Quantos anos exerceu a profissão de pedreiro?..... 24 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou?
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Poucas.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Branca.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 4 (areia) : 1 (cal).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Apagada.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal viva era derregada de um dia para o outro até ficar em pó, depois era peneirada para eliminar os grãos.
10. Onde era a proveniência da areia? Do rio Guadiana e dos barrancos.
11. Como é que a argamassa era feita? Após a cal extinta e peneirada juntava-se a areia, deixando passar 2 ou 3 dias antes de a aplicar.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Nas argamassas da camada de base a areia utilizada era mais grossa que nas camadas de acabamento, mas o traço mantinha-se.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cals quando utilizadas nas argamassas?..... O aparecimento da cal em sacos já extinta evita muito trabalho e também o perigo de queimar as mãos.

NOME: Joaquim Fontes (privada Beja)

IDADE: 64 anos

1. Quantos anos exerceu a profissão de pedreiro?..... 50 anos
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou?
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches, Alvito, Vera Cruz.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? A cal preta era mais utilizada na obra, por vezes um gorgulho de cal branca também se utilizava. A cal branca mais fraca era mais própria para estuques e caiações.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 5 (areia) : 1 (cal). Quando mais tarde se começou a utilizar o cimento fazia-se um traço de 7 (areia) : 1 (cal) ao qual se juntava um pouco de cimento. Em 5 carrinhos de massa podia-se juntar um balde de cimento.
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Viva.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal era extinta em traço na própria areia, a cal preta demorava mais tempo a derregar.
10. Onde era a proveniência da areia? Areias lavadas do rio Guadiana.
11. Como é que a argamassa era feita? Quando se queria a argamassa para camadas de acabamento joeirava-se primeiro a areia, se não misturava-se em traço a cal com a areia. Esta mistura ia-se derregando com pouca água, amassando à enxada e a argamassa só era utilizada 15 dias ou 1 mês depois. A cal extinta na areia tornava a argamassa mais forte.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Os rebocos nunca eram aolicados com espessuras superiores a 1.50 cm. O emboço podia ter que ser aplicado mais do que uma vez dependendo do desempenho da fachada. A camada seguinte só era aplicada após um dia. Para o emboço joeiravam-se as pedras maiores, mas nas camadas de acabamento a areia era toda joeirada e utilizavam-se areias mais finas.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cals quando utilizadas nas argamassas?..... Já não fabricam a cal preta. Os rebocos antigos eram mais perfeitos, o trabalho tinha mais beleza.

NOME: Manuel Rosa (C.M.B.)

IDADE: 54 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... Aproximadamente 40 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou?
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches e outros locais.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Trigaches (branca) era mais utilizada para estuques, a cal preta era mais utilizada na obra.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 4 (areia) : 1 (cal).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Viva.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal era derregada com a areia.
10. Onde era a proveniência da areia? Utilizavam-se areias lavadas do rio Guadiana e das ribeiras de Teres e Cobres.
11. Como é que a argamassa era feita? A cal em pedra era colocada dentro da areia, juntava-se a água e deixava-se ficar 2 ou 3 dias ou mais e ia sendo misturada.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? As areias iam sendo mais finas.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cal quando utilizadas nas argamassas?..... A cal viva é mais utilizada para roscones. O aparecimento da cal em sacos já extinta e o facto de já não se vender cal preta são razões para não se fazerem as argamassas como antigamente. Os rebocos com cal preta ficavam mais fortes. Os rebocos só com cal racham menos. A cal de Trigaches é mais fraca que a cal preta, embora apresente a vantagem de ser mais facilmente aplicada e o reboco fica mais macio. A amassadura mecânica não é aconselhada para as argamassas antigas porque a goma que adquirem faz com se agarrem às paredes das betoneiras.

NOME: Inácio (C.M.B.)

IDADE: 50 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... Aproximadamente 35 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou? Obras públicas e particulares.
3. Em que zonas do país é que trabalhou? Lisboa e Alentejo.
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Bencatel.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Cal preta.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 1 (cal) : 4 (areia), 1 (cal) : 3 (areia).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Apagada.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal era derregada e era utilizada dois ou três dias depois.
10. Onde era a proveniência da areia? Areias lavadas do rio Guadiana e do rio Dejebe, sendo a areia deste último a que dava melhores rebocos.
11. Como é que a argamassa era feita? A cal juntava-se com a areia em traço e depois então era passada por um peneiro para evitar que se libertasse pó.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Utilizavam-se areias mais grossas na camada de base e mais finas na de acabamento.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cais quando utilizadas nas argamassas?..... A massa dá mais trabalho a fazer e não há quem saiba trabalhar com as cais em pedra. A mão de obra encareceu e por isso interessa que o trabalho seja mais rápido. Os rebocos de cal preta tinham uma grande resistência.

NOME: Joaquim Oliveira (Prediana-Évora) IDADE: 48 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... 31 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou?
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim, quando comecei a trabalhar.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Bencatel, Borba.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Cal de obra (preta).
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 3 (areia) : 1 (cal).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Apagada.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal em pedra era derregada e depois joeirava-se.
10. Onde era a proveniência da areia? Das ribeiras.
11. Como é que a argamassa era feita? Depois da cal extinta fazia-se o traço juntando a areia que se ia amassando durante 2 ou 3 dias para ficar muito bem misturada e ganhar força, só depois é que a argamassa era aplicada.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Nas argamassas de acabamento a areia utilizada era mais fina. As argamassas da camada de base podiam ter um traço um pouco mais forte, 2(areia) : 1 (cal), mas a maior parte das vezes utilizava-se o mesmos traço a areia é que era mais grossa.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cal quando utilizadas nas argamassas?..... Um reboco de areia e cimento nunca fica tão perfeito, por isso fazem-se argamassas de cal e areia ao traço de 3 (areia) : 1 (cal) ao qual se junta um cheirinho de cimento, que poderá ser meio balde mal cheio. As argamassas de cal e areia eram mais macias e davam um melhor trabalho.

NOME: José Raminhos Pinheiro (C. M. B.) IDADE: 47 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... 32 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou?
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Branca.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 4 (areia) : 1 (cal).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Viva e apagada.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? 1 dia quando era só derregada com a água, ficando depois em bidons 2 ou 3 dias para arrefecer. Quando era derregada com a areia demorava mais tempo.
10. Onde era a proveniência da areia? Areias lavadas dos barrancos e das ribeiras.
11. Como é que a argamassa era feita? Numa das formas de executar a cal juntava-se em traço com a areia, ficando a arrefecer 2 ou 3 dias. Este tipo de argamassa é mais utilizado para assentar alvenaria de pedra, tijolo maciço, etc. Na outra forma de executar a argamassa a cal já derregada juntava-se em traço com a areia e depois de muito bem amassada era aplicada.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? A argamassa junto à alvenaria era executada com uma areia mais grossa.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cal quando utilizadas nas argamassas?..... O aparecimento de outras cal que já vêm apagadas, pelo que, é só fazer o traço antes de serem aplicadas. A amassadura hoje com as betoneiras é muito mais simples, no entanto, as argamassas de cal tinham mais goma e eram mais fáceis de aplicar. A cal apagada de compra dá menos resistência do que a viva apagada em obra.

NOME: Artur Gomes (C. M. B.)

IDADE: 46 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... Cerca de 30 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou? Prédios, vivendas.
3. Em que zonas do país é que trabalhou? Lisboa, Alentejo.
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Branca.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 1 (cal) : 4 (areia), 1 (cal) : 5 (areia).
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Viva.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal (pedra miúda, restos de cal) era derregada na própria areia, ficando assim pelo menos 1 ou 2 dias.
10. Onde era a proveniência da areia? Areia do rio Guadiana.
11. Como é que a argamassa era feita? Misturava-se a cal em traço com a areia e depois misturava-se água aos poucos não utilizando a massa antes de passarem 1 ou 2 dias.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Só nas areias.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cais quando utilizadas nas argamassas?..... O aparecimento de outras cais mais fáceis de trabalhar.

NOME: Manuel Bentes (C. M. B.)

IDADE: 45 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... 25 anos
2. Em que tipo de obras é que trabalhou?
3. Em que zonas do país é que trabalhou?
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches (branca) e outros locais (preta).
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Cal de obra (preta)
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 4 (areia) : 1 (cal)
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Apagada.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? A cal em pedra era derregada de um dia para o outro até ficar em pó.
10. Onde era a proveniência da areia? Areias lavadas dos barrancos e do Guadiana.
11. Como é que a argamassa era feita? A cal derregada depois de arrefecer era joeirada e só depois é que era traçada com a areia. A cal era muito bem esfregada com a enxada, a própria pá não era tão indicada para este trabalho e depois então era aplicada.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? No emboço a areia da argamassa era mais grossa.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cals quando utilizadas nas argamassas?..... As argamassas antigas não devem ser amassadas nas betoneiras porque se agarram às paredes, pelo que, demoram mais tempo a ser executadas e envolvem mais mão de obra. As argamassas antigas demoravam mais tempo a ganhar resistência, no entanto, davam melhor trabalho e não abriam tanto.

NOME: Manuel António Moisão (C. M. B.) IDADE: 39 anos

1. Há quantos anos exerce a profissão de pedreiro?..... 15 anos.
2. Em que tipo de obras é que trabalhou? Obras públicas (hospital de Faro), obras particulares.
3. Em que zonas do país é que trabalhou? Algarve e Alentejo.
4. Alguma vez utilizou ou viu utilizar as argamassas tradicionais de cal viva, extinta na obra? Sim. A cal viva misturava-se em traço com a areia.
5. Qual era a proveniência da cal utilizada? Trigaches.
6. De que tipo era a cal utilizada nas argamassas, branca ou preta? Branca.
7. Qual era a composição utilizada- traço utilizado? 6 baldes de areia: 1 balde de cal : ½ balde de cimento, para exteriores.
8. A cal utilizada na argamassa era viva ou apagada? Viva.
9. A cal viva quanto tempo é que demorava a apagar? Era apagada em traço com a areia e demorava, pelo menos, um dia.
10. Onde era a proveniência da areia? Guadiana.
11. Como é que a argamassa era feita? Misturava-se em traço a cal viva com a areia, regava-se e deixava-se de um dia para o outro. Para rebocos joeirava-se a mistura antes de a aplicar.
12. Juntavam alguns aditivos na argamassa (açúcar, sal, gordura, pó de tijolo, etc)? Não.
13. Havia alguma variação de composição das argamassas da camada de base até à de acabamento? Não, variava só a grossura da areia.
14. Qual a razão da cal viva proveniente dos fornos tradicionais estar a ser rejeitada e as vantagens e desvantagens dessas cais quando utilizadas nas argamassas?..... Dá mais trabalho fazer a argamassa