



ESTUDO DAS PRINCIPAIS ARGAMASSAS UTILIZADAS NA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS ANTIGOS

VANESSA RAFAELA DE SOUSA FONSECA

julho de 2016

**ESTUDO DAS PRINCIPAIS ARGAMASSAS UTILIZADAS NA
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS ANTIGOS**

VANESSA RAFAELA DE SOUSA FONSECA

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES

Orientador: Maria da Luz do Vale Garcia

Supervisor: Ivo da Costa (Sociedade Pedreiras Baionense, Lda.)

JUNHO DE 2016

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xxi
1 Introdução.....	1
2 Relatório de estágio	5
3 Estudo das principais argamassas utilizadas na reabilitação.....	35
4 Intervenções em argamassas de edifícios antigos.....	81
5 Realização de ensaios laboratoriais	87
6 Análise dos resultados dos ensaios.....	119
7 Considerações Finais.....	131
Referências Bibliográficas	135
Anexos	139

RESUMO

Com o passar dos anos, as obras mais sublimes, começam a mostrar marcas subtis ou profundas de deterioração, como por exemplo: fissurações e defeitos associados à humidade. Estes são reflexo de fatores externos, como fungos, a própria atmosfera reativa, mudanças climatéricas e, até mesmo, a ação do homem.

Neste seguimento pretende-se estudar as principais argamassas utilizadas na reabilitação de edifícios antigos, principalmente, as argamassas utilizadas no decorrer das obras ao longo do estágio, com o objetivo de comparar as suas características, sendo estas argamassas tradicionais e pré-fabricadas. Foram feitos vários ensaios para determinar as suas resistências mecânicas, nomeadamente, o ensaio de resistência à flexão e compressão em diferentes idades após a confeção das argamassas, e ensaios para determinar a sua durabilidade como o ensaio de absorção da água por capilaridade; ensaio de absorção de água por imersão às 48 horas (pressão atmosférica); ensaio para determinação do teor de água às 48 horas e o ensaio de arrancamento (pull-off).

A análise dos resultados mostrou que as argamassas adquirem mais resistência com o passar do tempo após a sua confeção, e que as argamassas dos provetes obtidos de forma tradicional, constituídos por argamassa de cal Hidráulica (HL5) e argamassa de cimento, apresentam melhores resultados do que a argamassa pré-fabricada (weber.cal classic).

Palavras-chave: Caracterização das argamassas; Argamassas de Reabilitação; Argamassa de Revestimento; Argamassa de Assentamento

ABSTRACT

Over the years, the most sublime works start to show subtle or deep marks of deterioration. For example cracks and defects associated with humidity. These are a reflection of external factors such as fungi, reactive atmosphere, and climate change and, even, man's action.

In this follow it's pretend to study the main mortars used in the rehabilitation of old buildings, especially the mortars used during the works along the stage, in order to compare their characteristics, the mortars are traditional and prefabricated. Several tests were made to determine their mechanical resistance, particularly the flexural and compression strength test at different ages after the confection of mortars, and assays for determining their durability as the water test by capillary absorption; Water absorption Test by water immersion for 48 hours (at atmospheric pressure); assay for determining water content to 48 hours, and the pull-off test.

The results showed that the mortar acquire more resistance over time after quilting, and the mortars of test pieces obtained in a traditional way, constituted of hydraulic lime mortar (HL5) and cement mortar, have better results than prefabricated mortar (weber.cal classic).

Keywords: Description of Grout; Rehabilitation Grout; Coatings Grout; Settlement Grout

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, engenheira Maria da Luz Garcia, por toda a ajuda, dedicação e disponibilidade ao longo deste semestre, principalmente na parte experimental porque foi a vertente mais trabalhosa e mais exigente.

À engenheira Fátima Silva, pela disponibilidade e ajuda na desmoldagem dos moldes das argamassas.

À empresa SPB (Sociedade Pedreiras Baionense, LDA) pela oportunidade da realização do estágio.

Aos encarregados Nuno Miranda, Paulo Paiva e Carlos Silva por toda a informação e explicação que me ofereceram durante o acompanhamento das obras, bem como, toda a ajuda e disponibilidade na confeção e enchimentos dos moldes dos vários tipos de argamassas.

Aos trabalhadores, pela disponibilidade e simpatia de ajudar na limpeza do material quando a realização do ensaio de arrancamento (pull-off).

A toda a minha família, principalmente aos meus pais e ao Manuel Fernando, por toda a dedicação, apoio e motivação durante os momentos bons e menos bons no decorrer do estágio.

À Joana Moita (colega de curso) pela oportunidade da visita à obra executada pela empresa onde está a estagiar.

À minha prima Alexandra Figueiredo pela ajuda na correção do português na realização do presente relatório de estágio.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram e me acompanharam, durante este percurso.

ÍNDICE DE TEXTO

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento.....	1
1.2	Objetivos.....	2
1.3	Estrutura do Relatório	3
2	Relatório de estágio	5
2.1	Introdução.....	5
2.2	Obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”	5
2.3	Obra pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”	9
2.4	Obra “Restaurante e Take away”.....	14
2.5	Resenha dos trabalhos efetuados.....	16
2.5.1	Fevereiro.....	16
2.5.2	Março.....	18
2.5.3	Abril	22
2.5.4	Maió.....	25
2.5.5	Junho	30
3	Estudo das principais argamassas utilizadas na reabilitação	35
3.1	Introdução.....	35
3.2	Constituição das Argamassas Tradicionais	36
3.2.1	Agregados.....	36
3.2.2	Ligantes.....	41
3.2.3	Água de amassadura.....	51

3.3	Argamassas em Estudo	52
3.3.1	Argamassas Cal Hidráulica HL 5	53
3.3.2	Argamassas de Cimento	56
3.3.3	Argamassas Pré-Fabricadas	58
3.4	Principais Usos das Argamassas	63
3.4.1	Argamassa de Revestimento	64
3.4.2	Argamassas de Assentamento	70
3.4.3	Argamassas de Enchimento/Regularização	73
3.5	Normas europeias para argamassas	75
4	Intervenções em argamassas de edifícios antigos	81
4.1	Metodologias	81
4.2	Patologias	83
4.3	Aspetos a ter em conta na reabilitação	84
4.4	Requisitos das argamassas de substituição	85
4.4.1	Critérios de compatibilidade das argamassas de substituição	86
5	Realização de ensaios laboratoriais	87
5.1	Plano de ensaios	87
5.2	Determinação da curva granulométrica da areia	89
5.3	Confeção das argamassas	94
5.4	Resistências Mecânicas	99
5.4.1	Ensaio de Resistência à flexão	99
5.4.2	Ensaio de Resistência à compressão	101
5.5	Ensaio de absorção da água por Capilaridade	103
5.5.1	Utensílios Utilizados	103
5.5.2	Procedimento de ensaio	103
5.6	Ensaio de absorção de água por imersão às 48h (pressão atmosférica)	105
5.6.1	Utensílios Utilizados	105

5.6.2	Procedimento de ensaio.....	105
5.7	Ensaio de determinação do teor de água às 48h	107
5.7.1	Utensílios Utilizados	107
5.7.2	Procedimento de ensaio.....	108
5.8	Ensaio de Arrancamento (Pull-off).....	109
5.8.1	Utensílios Utilizados	110
5.8.2	Procedimento de ensaio.....	111
6	Análise dos resultados dos ensaios.....	119
6.1	Massa volúmica das argamassas aos 28, 56 e 70 dias.....	119
6.2	Ensaio de Resistência à flexão e compressão aos 28, 56 e 70 dias	120
6.3	Ensaio de absorção de água por capilaridade	122
6.4	Ensaio de absorção de água por imersão às 48 horas.....	125
6.5	Ensaio de determinação do teor de água às 48horas.....	126
6.6	Ensaio de arrancamento (Pull-off).....	128
7	Considerações Finais.....	131
7.1	Introdução.....	131
7.2	Período de estágio	131
7.3	Programa experimental	132
7.4	Desenvolvimentos Futuros	133
	Referências Bibliográficas	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Plantas dos pisos com as áreas de intervenção previstas.....	8
Figura 2.2 – Plantas com as áreas de intervenção previstas.....	11
Figura 2.3 – Paredes interiores antes e depois de ser aplicada a argamassa de cal hidráulica (HL 5)	12
Figura 2.4 – Paredes exteriores antes e depois de ser aplicada a argamassa de cal hidráulica (HL 5).....	13
Figura 2.5 – Pavimentos interiores antes e depois de ser aplicada a argamassa de cimento	13
Figura 2.6 – Plantas com as áreas de intervenção previstas.....	15
Figura 2.7 – Começo do estágio na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”	17
Figura 2.8 – Começo do estágio na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”. 18	
Figura 2.9 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Março	19
Figura 2.10 – Iniciação dos trabalhos na obra do museu de Serralves.....	20
Figura 2.11 – Imagens de paredes interiores, antes e depois da aplicação da argamassa Weber.Cal classic.	21
Figura 2.12 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Março	21
Figura 2.13 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Março.....	22
Figura 2.14 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Abril	23
Figura 2.15 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Abril	24

Figura 2.16 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Abril	25
Figura 2.17 – Paredes antes e depois da colocação de argamassa de cal hidráulica.....	27
Figura 2.18 – Pavimentos antes e depois da colocação de argamassa de cimento.....	27
Figura 2.19 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Maio	28
Figura 2.20 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Maio.....	29
Figura 2.21 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Maio	30
Figura 2.22 – Constituição dos pavimentos interiores na obra “Restaurante e take away”	30
Figura 2.23 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Junho	32
Figura 2.24 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Junho.....	33
Figura 2.25 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Junho	34
Figura 3.1 – Exploração de maciço rochoso para obtenção de agregados	37
Figura 3.2 – Exemplo de agregados utilizados na construção civil	41
Figura 3.3 – Ligantes para argamassas (13)	42
Figura 3.4 – Ligante de cal.....	42
Figura 3.5 – Diagrama esquemático de tipos de cais e campos de aplicação. (14)	43
Figura 3.6 – Reboco de gesso	45
Figura 3.7 – Saco de Mecafino plus 25kg	46
Figura 3.8 – Exemplo de aplicação de mecafino plus numa parede de casa de banho na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”	47
Figura 3.9 – Materiais necessários para o processo de fabrico do cimento	48

Figura 3.10 – Água potável para amassadura de argamassas	51
Figura 3.11 – Exemplo da argamassa de cal hidráulica utilizada nas paredes.....	55
Figura 3.12 – Exemplos de aplicação de argamassa de cal hidráulica HL 5 nas obras acompanhadas.	56
Figura 3.13 – Exemplo do tipo de cimento utilizado para argamassa de cimento nos pavimentos	56
Figura 3.14 – Exemplos de aplicação de argamassa de cimento nas obras acompanhadas	58
Figura 3.15 – Evolução da utilização de argamassas pré-fabricadas. Fonte: APAFC (Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção).....	60
Figura 3.16 – Previsão de evolução.....	60
Figura 3.17 – Saco de argamassa pré-fabricada em pó (25Kg)	62
Figura 3.18 – Exemplos de aplicação de argamassa pré-fabricada da weber.cal classic nas obras acompanhadas	63
Figura 3.19 – Argamassa de Revestimento (33).....	64
Figura 3.20 – Chapisco Tradicional (36)	66
Figura 3.21 – Chapisco Industrializado. (36)	66
Figura 3.22 – Chapisco Rolado. (36).....	67
Figura 3.23 – Chapisco com pedra britada.....	67
Figura 3.24 – Exemplo de chapisco executado na obra “Restaurante e take away”	68
Figura 3.25 – Exemplo de emboço executado na obra “Restaurante e take away” e na obra “Intervenção Parcial I” na construção e reabilitação de espaços localizados nos Museus UP respetivamente.	69
Figura 3.26 – Exemplo do reboco executado na obra “Restaurante e take away” e na obra “Intervenção Parcial I” na construção e reabilitação de espaços localizados nos Museus UP respetivamente.	70
Figura 3.27 – Exemplos de argamassa de assentamento (38)	70
Figura 3.28 – Resistência à compressão da alvenaria X argamassa.....	72
Figura 3.29 – Exemplo da aplicação de argamassa de assentamento na obra “Restaurante e take away”	73
Figura 3.30 – Exemplo de argamassa de enchimento/regularização	73
Figura 3.31 – Apresentação das várias fases da argamassa de regularização (40).....	74
Figura 3.32 – Exemplo da aplicação de argamassa de regularização na obra “Restaurante e take away”	75

Figura 3.33 – Exemplo da declaração de desempenho dos materiais de construção	78
Figura 3.34 – Exemplo do documento de aplicação	79
Figura 4.1 – Hierarquia de intervenção em argamassas (43).....	81
Figura 5.1 – Amostra do agregado para determinação da curva granulométrica	90
Figura 5.2 – Colocação do agregado em estufa a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$	90
Figura 5.3 – Peso do tabuleiro mais agregado	91
Figura 5.4 – Representação das várias fases da análise granulométrica do agregado	92
Figura 5.5 – Representação das várias fases para determinação da curva granulométrica do agregado.	92
Figura 5.6 – Curva Granulométrica do agregado	93
Figura 5.7 – Sequencia da confeção da argamassa de cal hidráulica HL 5 em obra	96
Figura 5.8 – Desmoldagem da argamassa de cal hidráulica HL 5.....	96
Figura 5.9 – Sequencia da confeção da argamassa de cimento portland em obra	97
Figura 5.10 – Desmoldagem da argamassa de cimento.....	97
Figura 5.11 – Sequencia da confeção da argamassa pré-fabricada em obra para posterior colocação nos moldes.....	98
Figura 5.12 – Desmoldagem da argamassa pré-fabricada weber.cal classic	99
Figura 5.13 – Ecrã de registo dos resultados do ensaio na “Digimax”	100
Figura 5.14 – Registo de imagens durante a realização do ensaio à flexão.....	101
Figura 5.15 – Registo de imagens durante a realização do ensaio à compressão	102
Figura 5.16 – Registo de imagens durante o ensaio de absorção de água por capilaridade	105
Figura 5.17 – Registo de imagens durante o ensaio de absorção de água por imersão às 48h (pressão atmosférica)	107
Figura 5.18 – Registo de imagens durante o ensaio para determinação do teor de água às 48 horas ...	108
Figura 5.19 – Diferentes tipos de rotura nos ensaios de aderência.....	109
Figura 5.20 – Esquematização do ensaio de pull-off (49)	112
Figura 5.21 – Registo de imagens durante o ensaio de pull-off à argamassa de cal hidráulica (AHL).....	112

Figura 5.22 – Registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) na argamassa de cimento (ACE).....	113
Figura 5.23 – Registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) na argamassa pré-fabricada (AWC).	114
Figura 6.1 – Gráfico da Massa volúmica dos provetes aos 28, 56 e 70 dias (g/cm ³).....	119
Figura 6.2 – Gráfico da Tensão de flexão aos 28, 56 e 70 dias (MPa).....	120
Figura 6.3 – Gráfico da Tensão de compressão aos 28, 56 e 70 dias (MPa)	121
Figura 6.4 – Gráfico da Resistência à flexão e compressão aos 28, 56 e 70 dias (MPa)	122
Figura 6.5 – Gráfico das Resistências mecânicas médias das argamassas ACE, AHL e AWC	122
Figura 6.6 – Gráfico do coeficiente de absorção.....	124
Figura 6.7 – Gráfico dos Resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade.....	124
Figura 6.8 – Gráfico dos resultados dos ensaios de absorção de água por imersão às 48horas.....	126
Figura 6.9 – Gráfico do teor de água após imersão dos provetes durante 48horas.....	127
Figura 6.10 – Gráfico do ensaio de arrancamento (Pull-off).....	129

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Classificação dos agregados segundo a sua origem	38
Tabela 3.2 – Classificação de agregados de acordo com as dimensões	38
Tabela 3.3 – Limites de sobretamanhos e subtamanhos.....	39
Tabela 3.4 – Classificação dos agregados segundo a massa volúmica (densidade).	40
Tabela 3.5 – Tipos de cal de construção (NP EN 459-1).....	43
Tabela 3.6 – Caraterísticas mecânicas das argamassas de revestimento para edifícios antigos.....	44
Tabela 3.7 – Tipos de cimento fabricados em Portugal	49
Tabela 3.8 – Classe de resistência e requisitos físicos dos cimentos.....	49
Tabela 3.9 – Valor de espalhamento em função do valor da massa volúmica da argamassa (EN 1015-2, 1998)	52
Tabela 3.10 – Vantagens e a desvantagens da aplicação HL5 em reabilitação de edifícios antigos. (25) .	54
Tabela 3.11 – Resistência à compressão de cal hidráulica e cal hidráulica Natural (EN 459-1)	54
Tabela 3.12 – Apresentação das caraterísticas do cimento utilizado. Fonte: SECIL	57
Tabela 3.13 – Vantagens e desvantagens da utilização da argamassa pré-fabricada comparando com a argamassa tradicional (29).....	59
Tabela 3.14 – Recomendações e caraterísticas na aplicação e utilização da argamassa pré-fabricada Weber.cal Classic	62
Tabela 3.15 – Uso das argamassas.....	64
Tabela 3.16 – Desvantagens do chapisco Tradicional (37)	66
Tabela 3.17 – Vantagens e desvantagens do chapisco Industrializado. (37)	66
Tabela 3.18 – Vantagens e desvantagens do chapisco Rolado. (37).....	67
Tabela 3.19 – Diferenças da aplicação de argamassa de assentamento de cal, cimento e mista.....	71

Tabela 3.20 – Classes de resistência à compressão, aos 28 dias, de argamassas de assentamento de alvenaria (NP EN 998-2:2013)	72
Tabela 3.21 – Lista de normas relacionadas com argamassas.....	76
Tabela 4.1 – Critérios gerais de decisão sobre o tipo de intervenção a realizar sobre argamassas	82
Tabela 4.2 – Patologias segundo a exposição (31).....	84
Tabela 5.1 – Composição e dosagens volumétricas das argamassas.....	88
Tabela 5.2 – Plano de ensaios para as argamassas em estudo	88
Tabela 5.3 – Plano de ensaios para as argamassas em estudo (Continuação)	89
Tabela 5.4 – Registo dos retidos e passados nos peneiros	93
Tabela 5.5 – Pesagem dos provetes secos (M0)	106
Tabela 6.1 – Coeficientes de absorção.....	125
Tabela 6.2 – Resultados dos ensaios de absorção de água por imersão às 48horas.....	125
Tabela 6.3 – Resultados do ensaio para determinação do teor de água às 48horas.....	126
Tabela 6.4 – Resultados do ensaio de arrancamento (Pull-off)	128
Tabela 7.1 – Tabela resumo com os resultados obtidos dos ensaios realizados	132
Tabela A.1 – Registo dos valores do ensaio da resistência à flexão e compressão das argamassas estudadas aos 28 dias.....	139
Tabela A.2 – Registo dos valores do ensaio da resistência à flexão e compressão das argamassas estudadas aos 56 dias.....	140
Tabela A.3 – Registo dos valores do ensaio da resistência à flexão e compressão das argamassas estudadas aos 70 dias.....	140
Tabela A.4 – Registo dos valores do ensaio de absorção por capilaridade da argamassa de cal hidráulica 5 (AHL).....	141
Tabela A.5 – Registo dos valores do ensaio de absorção por capilaridade da argamassa de cimento (ACE).	141
Tabela A.6 – Registo dos valores do ensaio de absorção por capilaridade da argamassa prefabricada da weber.cal classic (AWC).	142
Tabela A.7 – Tempo quando se realizou o ensaio.....	142

Tabela A.8- Verificação do ensaio tendo em conta a massa do provete saturado ao ar (m1) 143

Tabela A.9 – Verificação do ensaio tendo em conta a massa do provete seco (m3) 143

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

Antes da época do fogo havia uma utilização primitiva de materiais argilosos misturados com água na construção de abrigos. Com a descoberta do fogo, os efeitos do calor nas propriedades das argilas e dos calcários, permitiriam a descoberta das características aglutinantes destes materiais em contato com a água.

O uso de certas rochas vulcânicas que, adicionadas à argamassa, conferiam propriedades hidráulicas. O Vitruvius (séc. I a.C.) e Plínio (séc. I d.C.) relatam o emprego de argamassas hidráulicas, nas construções da sua época.

O desconhecimento das causas de hidráulidade das argamassas perdurou até ao séc. XIX.

Louis Vicat (1830) demonstrou existir uma relação entre as características hidráulicas das argamassas e a presença de argila nos calcários que constituam as matérias-primas ou a mistura de pozolanas na cal aérea.

A revolução industrial conduziu a um forte desenvolvimento e aperfeiçoamento dos métodos e das técnicas de transformação dos materiais resultando um fabrico corrente de novos materiais de construção, nomeadamente dos ligantes hidráulicos artificiais especialmente do cimento.

A cal aérea simples ou mistura com pozolanas e o gesso foram os principais ligantes conhecidos e utilizados até ao séc. XIX.

Quando passou a ser possível produzir industrialmente a cal hidráulica, e principalmente o cimento Portland, começou a potenciar-se o seu uso. (1)

Embora a cal hidráulica tenha vindo a ser produzida em Portugal, esta nunca chegou a ter uma grande aplicabilidade em argamassas e nomeadamente em rebocos, talvez pelo seu aparecimento no mercado não ter sido muito anterior ao aparecimento do cimento, e terem sido reconhecidas características de alguma falta de homogeneidade na sua produção.

Hoje em dia parte dos edifícios do parque habitacional português tem mais de 40 anos de idade, sendo que cerca de um quarto dos edifícios foram construídos depois de 1991. Ainda que exista uma

percentagem de edifícios de construção antiga, a maior parte do parque habitacional português é de construção relativamente recente. (2)

Muitos dos edifícios (desde os mais antigos aos mais recentes) apresentam deficiências ao nível dos rebocos exteriores, o que fez aumentar cada vez mais a necessidade de intervenções sobre esses rebocos. Face à atual crise, nacional e internacional, no setor da construção, a reabilitação e conservação de edifícios e de outras construções surge como uma oportunidade de trabalho. Como tal, a investigação para o conhecimento das características das argamassas para intervenção nos rebocos de edifícios ganha importante relevo.

1.2 OBJETIVOS

O presente relatório de estágio tem como objetivo principal resumir o que foi feito ao longo do estágio, nas obras que o estagiário acompanhou, percebendo como funciona uma empresa, tendo noção de como é o mundo do trabalho e perceber o tipo de trabalhos que a empresa realiza perante o ramo de mestrado que está inserido (Construções). Não menos importante, a abordagem ao estudar e comparar as argamassas utilizadas nas obras, acompanhadas durante o estágio, e usadas na reabilitação de edifícios.

Nas obras acompanhadas utilizou-se argamassas de cal hidráulica HL5 (SECIL) utilizada nas obras “Restaurante e take away” e “PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”, argamassa de cimento com CEM II/B-L 32, N (SECIL) utilizada nas obras “Restaurante e take away” e “PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos e argamassa pré-fabricada (weber.cal.classic) na obra “Empreita de Museus da UP-Intervenção Parcial I” tendo como objetivo deste relatório caracterizar cada argamassa utilizada assim como as vantagens/desvantagens da sua aplicação.

Sendo as obras praticamente de reabilitação, no decorrer destas, houve a oportunidade de preparar argamassas com o mesmo traço quando aplicadas, tendo como finalidade a realização de ensaios laboratoriais, para verificar qual das argamassas é que obtêm melhores resultados nos ensaios: de flexão e compressão, de absorção da água por capilaridade, de absorção de água por imersão às 48h (pressão atmosférica), na determinação do teor de água e no arrancamento (pull-off), comparando-as com as fichas técnicas respetivas.

Para além de estudar as argamassas utilizadas nas obras acompanhadas é fundamental referir a sua função, sendo que, é também objetivo deste relatório, abordar e caracterizar as argamassas de revestimento, assentamento e de regularização devido à sua evidência nas obras acompanhadas.

1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O presente relatório está dividido nos seguintes oito capítulos:

O capítulo I, composto pela introdução, enquadramento, objetivos e a motivação que levou à escolha do tema, bem como a apresentação da estrutura do relatório.

O capítulo II, intitulado “Relatório de estágio”, contém a descrição da empresa onde decorreu o estágio, as obras acompanhadas com destaque aos trabalhos mais importantes, mediante o tema do relatório de estágio. Neste capítulo também se apresenta uma resenha dos trabalhos efetuados, ao longo de cada mês, em cada obra que o estagiário acompanhou.

O capítulo III, com o desenvolvimento da parte teórica do tema, começando por apresentar a constituição de uma argamassa, falando um pouco de cada componente que faz parte da sua constituição. Apresenta-se a argamassas em estudo, ou seja, aquelas que foram aplicadas nas obras acompanhadas e qual a sua principal função aquando da aplicação.

O capítulo IV apresenta os pontos mais importantes e a ter em conta quando se intervém em argamassas de edifícios antigos, falando um pouco sobre as metodologias a aplicar, referindo as patologias existentes mais comuns e os requisitos que uma argamassa de substituição deve possuir, assim como, a sua compatibilidade com o suporte já existente.

O capítulo V refere a parte experimental do tema, fazendo numa fase inicial um plano de ensaios, seguindo com a confeção das argamassas e a determinação da curva granulométrica do agregado utilizado na confeção das mesmas. Há uma descrição, utensílios utilizados e o procedimento de todos os ensaios realizados.

O capítulo VI evidencia os resultados obtidos dos ensaios realizados, assim como, uma análise e comentários dos mesmos, sendo que as tabelas dos resultados se encontram nos anexos deste relatório.

No capítulo VII tiram-se as conclusões e a importância que teve o estágio, assim como as conclusões dos ensaios realizados. Apresentam-se os possíveis desenvolvimentos futuros que ao longo do período de estágio não foi possível realizar.

2 RELATÓRIO DE ESTÁGIO

2.1 INTRODUÇÃO

A empresa onde se realizou o estágio foi a SPB- Sociedade de Pedreiras Baionense, Lda., situada na freguesia de Ancede, Concelho de Baião, distrito do Porto.

A SPB foi fundada no dia 1 de Outubro de 1987 e dedica-se às obras de reabilitação e restauro de património edificado, sendo especializada no restauro de bens imóveis histórico-artísticos, onde detém uma vasta experiência.

A Sociedade de Pedreiras Baionense possui o alvará de construção nº 51233 (Empreiteiro Geral ou Construtor Geral de Reabilitação e Conservação de Edifícios) e é sócia da Associação dos Industriais de Construção Civil e Obras Públicas do Norte (AICCOPN).

A empresa tem como missão:

- ✓ Preservar e recuperar o património cultural e artístico, promovendo o seu estudo, salvaguarda e valorização enquanto base de memória coletiva e individual e fonte de investigação científica;
- ✓ Aposta na diferenciação dos seus produtos/serviços
- ✓ Procura a motivação de todos os colaboradores através do seu envolvimento nos objetivos da empresa;
- ✓ Aposta na mão-de-obra qualificada, necessária para este ramo de atividade, empenhando-se na sua formação;
- ✓ Aposta na melhoria contínua ao nível da Gestão da Qualidade, Ambiente e Higiene e Segurança no Trabalho. (3)

2.2 OBRA “EMPREITADA DE MUSEUS DA UP- INTERVENÇÃO PARCIAL I”

O objetivo desta empreitada refere-se à designada “Intervenção Parcial I” na construção e reabilitação de espaços localizados nos Museus UP, no edifício da Reitoria, Serviços Centrais e Núcleo Museológico, situado na praça Gomes Teixeira, na cidade do Porto. (4)

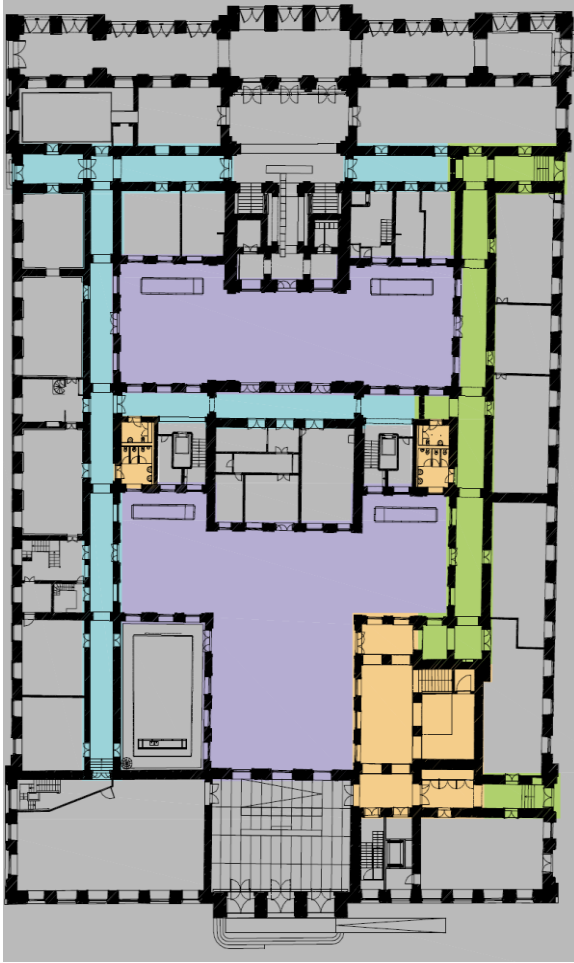
CAPÍTULO 2

Na sequência da reinstalação da Reitoria da Universidade do Porto, no edifício central foi realizado um desenvolvimento de estudos conducentes à recuperação geral do imóvel, onde se pretendem instalar os respetivos serviços, bem como, o novo Museu da Universidade do Porto.

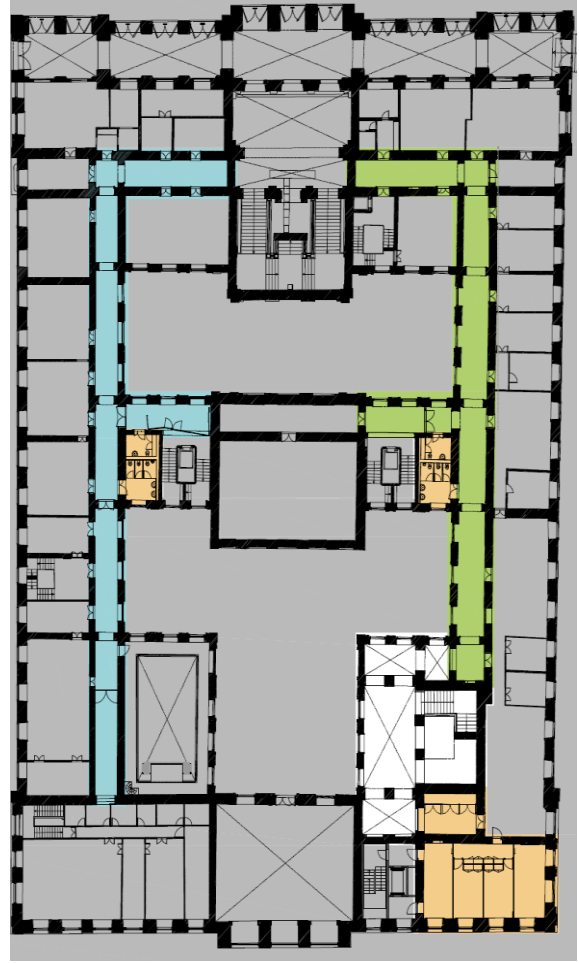
Na sua intervenção prevê-se:

- ✓ Reabilitação parcial das fachadas do pátio Sul;
- ✓ Execução de pavimentos nos pátios Norte e Sul;
- ✓ Intervenção parcial nos corredores e execução de armários técnicos (piso 1 a 4);
- ✓ Execução de elementos de compartimentação dos corredores;
- ✓ Execução de armários/núcleo vertical de instalações técnicas;
- ✓ Execução de dois núcleos verticais de sanitários (piso 1 a 4);
- ✓ Execução de laje na área técnica/arrumo (piso 2);
- ✓ Execução de área administrativa (piso 2);
- ✓ Reabilitação da área da escadaria Sul existente e salas anexas (piso 1 a 4);
- ✓ Execução de laje, pavimento e tetos (pisos 3 e 4);
- ✓ Execução de escada metálica sobre escadaria Sul existente, ligando os pisos 3 e 4. (4)

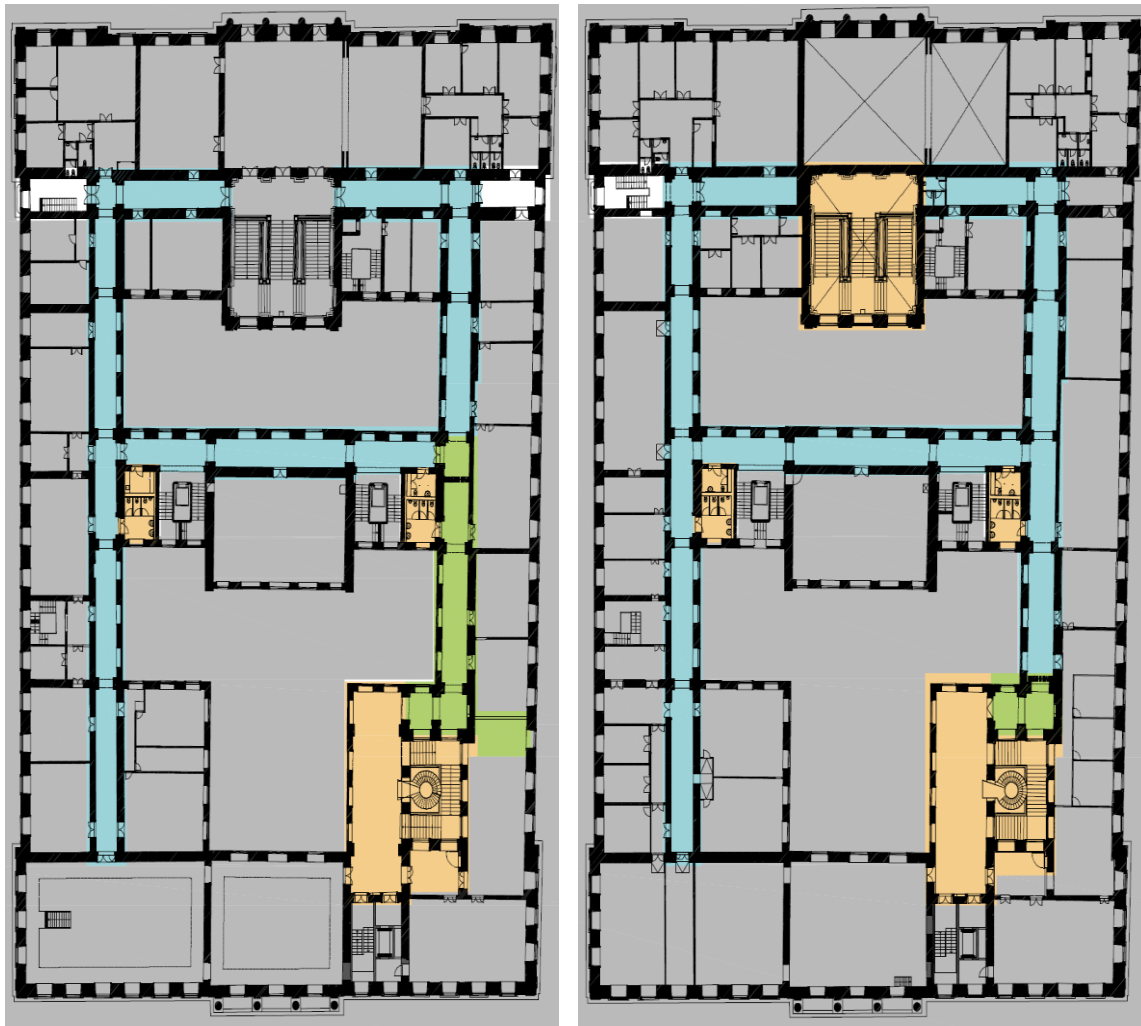
Em seguimento, na Figura 2.1, estão as plantas de todos os pisos com a indicação das áreas de intervenção previstas.



a) Planta do piso 1



b) Planta do piso 2



c) Planta do piso 3

d) Planta do piso 4

Legenda:

- Área de intervenção parcial I-I
- Áreas sem intervenção
- Área intervenção definitiva
- Área intervenção parcial
- Área intervenção elétrica, demolições e reparações
- Área intervenção pátios



Figura 2.1 – Plantas dos pisos com as áreas de intervenção previstas

A seguir destacam-se alguns dos trabalhos descritos no mapa de quantidades a serem realizados em obra. A escolha da descrição destes trabalhos teve em conta o tema do relatório de estágio.

- ✓ Foi removida a argamassa existente em excesso, com substituição dos tijolos danificados, por outros em bom estado, provenientes dos panos demolidos. Este trabalho foi executado de forma cuidada para não danificar as pedras que constituem os panos de alvenaria.

- ✓ Foram removidas eventuais argamassas de cimento, e as juntas foram preenchidas com argamassa pré-fabricada da Weber. Cal classic.
- ✓ Execução de reboco estanhado em paredes interiores, sendo as superfícies previamente limpas, tirando-se-lhe todas as matérias aderentes.
- ✓ As superfícies areadas ficaram perfeitamente lisas, com arestas bem alinhadas e isentas de poros, saliências ou rachadelas.
- ✓ Reabilitação de cerâmicos interiores existentes, incluindo a substituição de elementos deteriorados por outros iguais (provenientes de desmontes ou de aquisição no fabricante), havendo tomação de juntas à cor, limpeza de todos os trabalhos necessários conforme os pormenores do projeto.

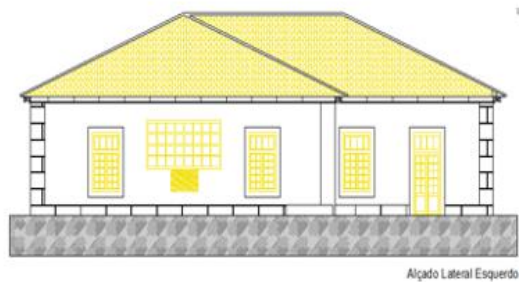
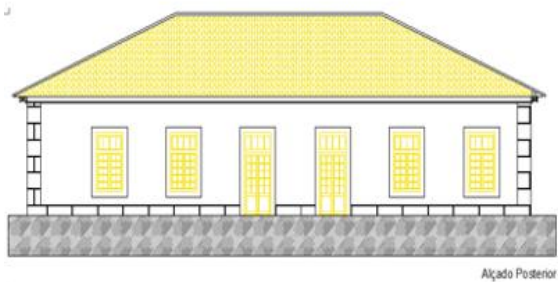
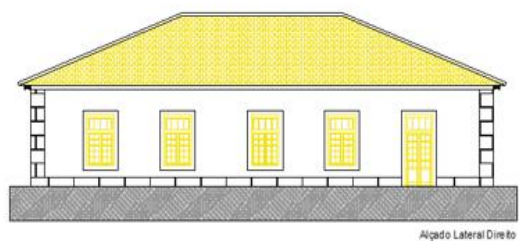
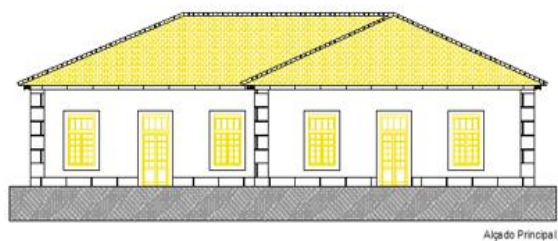
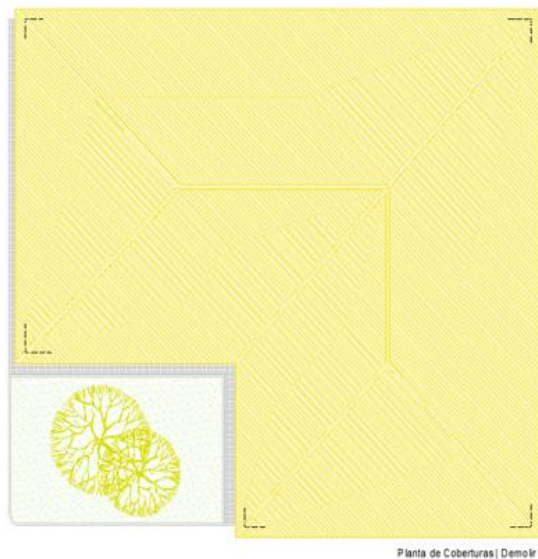
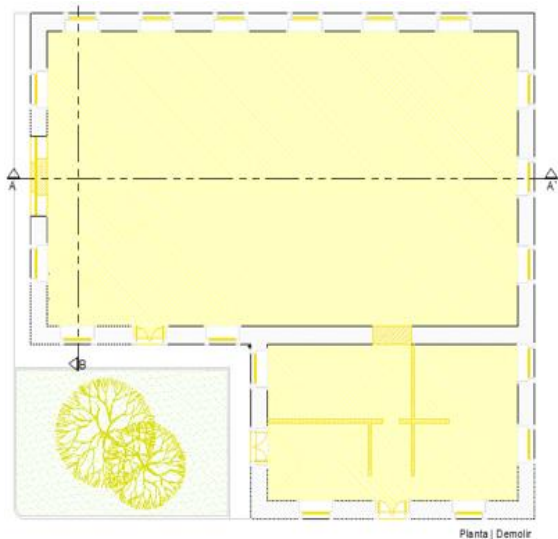
2.3 OBRA PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO OVÍDEO - “INTERVENÇÕES DIVERSAS PARA INSTALAÇÃO DA REPARTIÇÃO DE RECRUTAMENTO E REQUALIFICAÇÃO DA CASA DE SARGENTOS”

O objetivo desta empreitada é a remodelação do edifício do ginásio para instalar a Repartição de Recrutamento e a requalificação da Casa de Sargentos, dotando-a de novos vestiários, balneários e quartos, no Quartel de Stº Ovídeo, situado no Porto. (5)

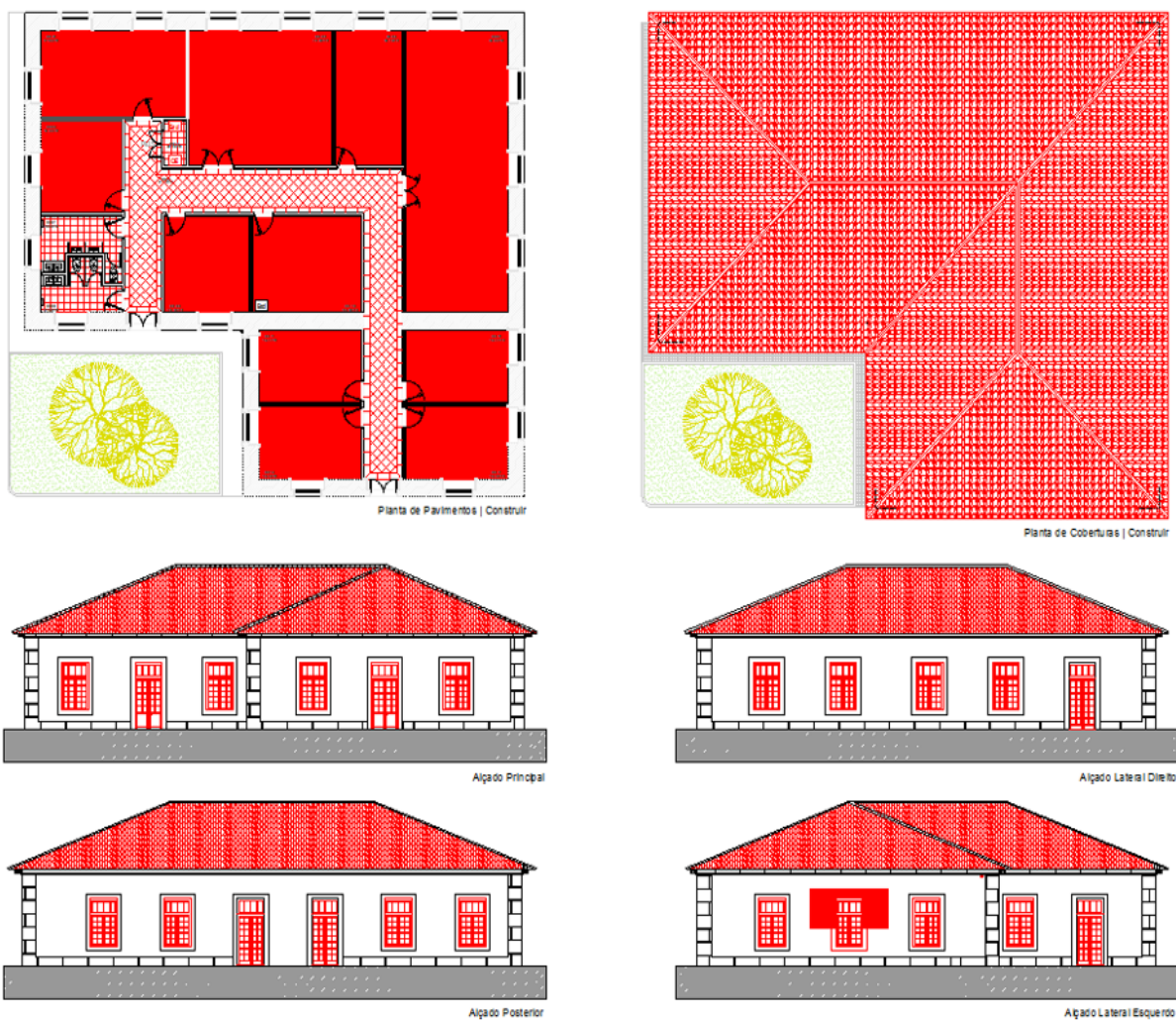
Um dos edifícios que se pretende remodelar (antigo ginásio) apresenta uma área de implantação de 454,55 m². A tipologia definida e a remodelação profunda, a que será sujeito o edifício, permite instalar com qualidade a futura Repartição de Recrutamento/DARH. Estas obras de remodelação vão ainda permitir recuperar um edifício integrante do Quartel de Stº Ovídeo, contribuindo assim, ainda que parcelarmente, para a qualidade geral do edificado existente. (5)

O outro edifício a remodelar (Casa de Sargentos) confere aos utilizadores deste espaço melhores condições de habitabilidade, ao mesmo tempo que contribui bastante para a melhoria da qualidade geral do edificado existente.

A Figura 2.2 apresenta as plantas com a indicação das áreas de intervenção previstas.



a) Plantas de demolições a serem efetuadas



b) Plantas das zonas a intervir /construir

Legenda:

Área de intervenção a demolir



Área de intervenção a construir



Figura 2.2 – Plantas com as áreas de intervenção previstas

Mais alguns dos trabalhos descritos no mapa de quantidades a serem realizados em obra. A escolha da descrição destes trabalhos teve em conta o tema do relatório de estágio.

- ✓ Levantamento de pavimentos em mosaicos e betão afagado, incluindo picagem dos materiais de assentamento com completa remoção, em profundidade, respeitando as cotas de projeto, bem como limpeza do pavimento a jato de água, com remoção, carga, transporte e descarga dos resíduos a operador de gestão licenciado que execute a triagem e encaminhamento para valorização, reutilização ou eliminação.

CAPÍTULO 2

- ✓ Limpeza, restauração e recuperação de cantarias, em aros de vãos, socos, cimalkas, etc., com eliminação e remoção da sujidade e tinta anteriormente aplicada, utilizando processos manuais, fixação e reposição de fragmentos soltos com resinas epóxi e refeitamento de juntas e uniões, havendo uma posterior aplicação de produtos que permitam um aspeto primitivo das cantarias.
- ✓ Salpico, emboço e reboco em paredes interiores de alvenaria de tijolo cerâmico, com argamassa de cal hidráulica com traço de 1:3 em volume.
- ✓ Salpico, emboço e reboco de paredes exteriores, em locais pontuais, com argamassa de cal hidráulica com traço de 1:3 em volume.
- ✓ Pavimentos interiores em argamassa de cimento (Portland) e areia com um traço 1:3 em volume, incluindo o enchimento necessário de modo a garantir as cotas de projeto, assim como todos os trabalhos, equipamentos, materiais e acessórios necessários à conclusão da tarefa. (5)

As Figura 2.3 e na Figura 2.4 são imagens das paredes interiores e exteriores antes e depois de ser aplicada a argamassa de Cal Hidráulica (HL 5), da obra em epígrafe.



a) Paredes interiores antes da aplicação da argamassa de cal hidráulica



b) Paredes interiores depois da aplicação da argamassa de cal hidráulica

Figura 2.3 – Paredes interiores antes e depois de ser aplicada a argamassa de cal hidráulica (HL 5)



a) Paredes exteriores antes da aplicação da argamassa de cal hidráulica



b) Paredes exteriores depois da aplicação da argamassa de cal hidráulica

Figura 2.4 – Paredes exteriores antes e depois de ser aplicada a argamassa de cal hidráulica (HL 5)

A Figura 2.5 tem imagens da obra referida relativamente aos pavimentos interiores antes e depois de ser aplicada a argamassa de Cimento Portland CEM II/B-L 32,5 N.



a) Pavimentos interiores antes da aplicação da argamassa de cimento



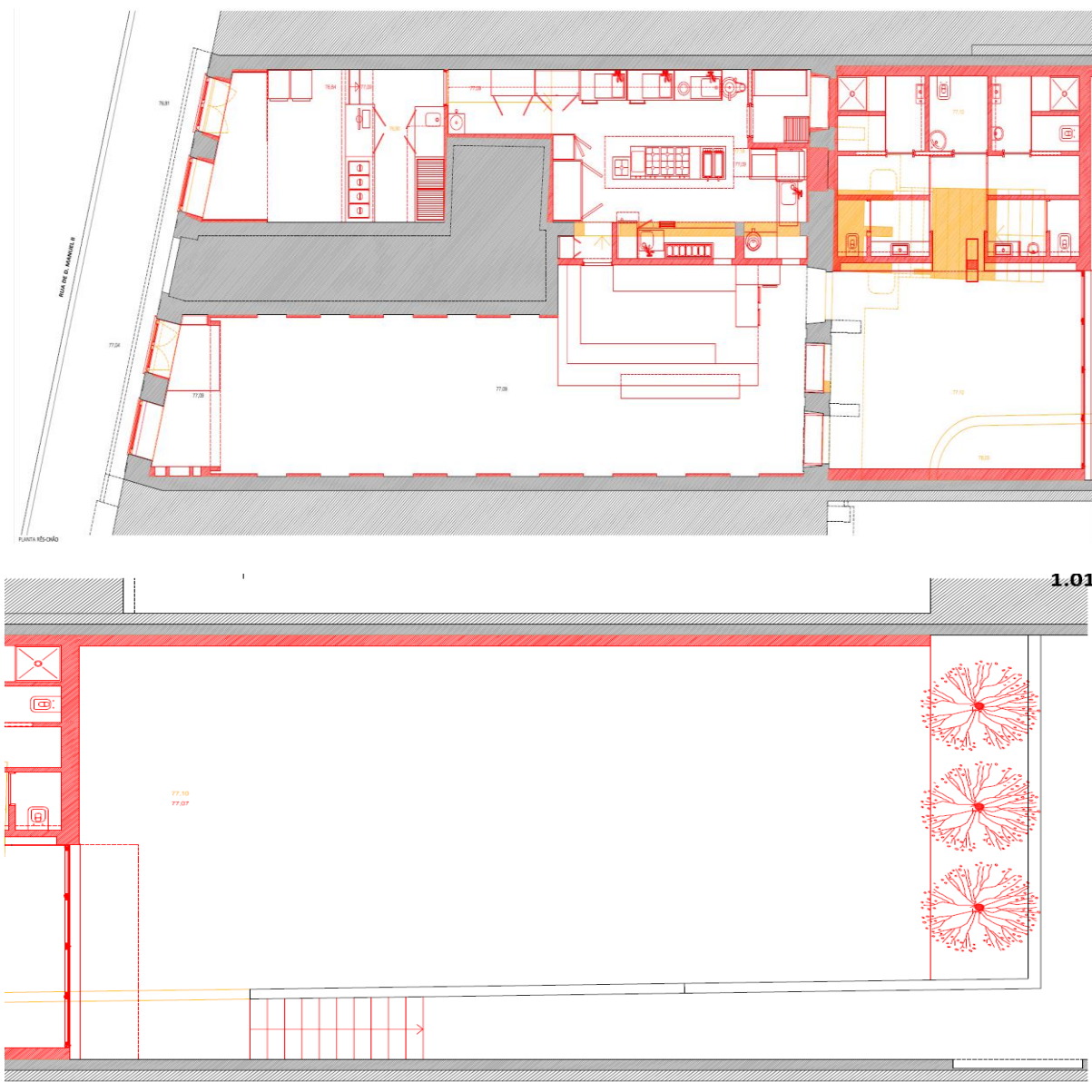
b) Pavimentos interiores depois da aplicação da argamassa cimento

Figura 2.5 – Pavimentos interiores antes e depois de ser aplicada a argamassa de cimento

2.4 OBRA “RESTAURANTE E TAKE AWAY”

Esta obra localiza-se na Rua de D. Manuel II, Nº 232 Cedofeita-Porto, e tem como principal objetivo reabilitar, ampliar e construir um restaurante e take away.

De seguida, na Figura 2.6, apresenta-se as plantas com a indicação das áreas de intervenção previstas.



a) Planta Rés-do chão



a) Alçado frontal (Rua D. Manuel II)

b) Alçado posterior (Logradouro)

Legenda:

Área de intervenção a demolir



Área de intervenção a construir



Figura 2.6 – Plantas com as áreas de intervenção previstas

Neste seguimento, apresentam-se alguns dos trabalhos descritos no mapa de quantidades a serem realizados em obra, considerado de elevado interesse, tendo em conta o tema do relatório de estágio.

Para o revestimento de paredes exteriores:

- ✓ Fornecimento de materiais e execução de reboco areado na face interior da guarda/murete do terraço da cobertura da ampliação e de parte do muro poente;
- ✓ Fornecimento de materiais e execução de reboco regularizado/desempenado na fachada posterior de ampliação e nos muros exteriores;

Para o revestimento de paredes interiores:

- ✓ Fornecimento de materiais e execução de reboco de regularização das paredes interiores para posterior acabamento;

- ✓ Fornecimento de materiais e mão-de-obra para execução de revestimento de paredes em microcimento, cimentar, acero, satinado, nas paredes interiores das instalações sanitárias e vestiários.
- ✓ Fornecimento de materiais e de mão-de-obra para execução de forras das paredes existentes, em gesso cartonado, com a seguinte constituição: 1 estrutura com perfis metálicos horizontais RAIA 48 e verticais MONTANTE 48, afastados a cada 400mm, na qual é fixada 1 placa de gesso cartonado HIDRÓFUGO, incluindo massas (massa duas horas), bandas para juntas e acessórios de fixação. Superfícies prontas para acabamento final de pintura ou decoração, em porções isoladas das paredes da sala do restaurante.
- ✓ Fornecimento de materiais e execução de reboco projetado na restante superfície das paredes da sala do restaurante (que não seja em pedra aparente nem forradas com gesso cartonado), com reboco do tipo Seral, com espessura média de 1.5 cm, para posterior pintura/acabamento. (6)

2.5 RESENHA DOS TRABALHOS EFETUADOS

O estágio teve início no dia 8 de Fevereiro e teve a duração de seis meses. Este período serviu para o estagiário ter um conhecimento prático em relação ao que adquiriu a nível académico, assim como a perceção da funcionalidade das empresas.

Em continuação, referem-se os sumários mensais dos trabalhos efetuados ao longo do estágio, assim como o registo fotográfico consoante a descrição.

2.5.1 Fevereiro

Numa fase inicial, houve uma apresentação e adaptação do estagiário à empresa, conhecendo um dos donos, assim como a localização e o tipo de obras que estavam a decorrer no momento.

De seguida, foram apresentadas as tarefas que o estagiário iria realizar, nomeadamente o acompanhamento das obras que estavam a decorrer, bem como, a presença em eventuais reuniões.

Uma vez conhecidas as tarefas que futuramente iria desempenhar, o orientador da empresa teve o cuidado de esclarecer algumas dúvidas ao estagiário, relativamente, ao tipo e funcionalidade de obras que a empresa realizava.

Durante este mês, o estagiário assistiu às reuniões semanais (Segunda-Feira) da obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”, sito no Edifício da Reitoria, Serviços Centrais e Núcleo Museológico da Universidade do Porto, onde se discutiu o planeamento dos trabalhos e as respetivas alterações a

efetuar no projeto inicial, bem como os trabalhos que tinham prioridade de serem executados tendo em conta a gestão do tempo e custos.

Diariamente houve visitas às obras que decorriam, como: a “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”. Nesta estavam a fazer algumas das demolições previstas em projeto e a raspagem da tinta das portas do primeiro piso.

A Figura 2.7 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Fevereiro.



a) Zona da escadaria
zona central do museu
antes das intervenções

b) Demolição da laje e
pladur existente do 4º
pisso

c) Demolições na casa
de banho do 1º piso

d) Extração de todo
o azulejo em mau
estado e argamassa
existente degradada

Figura 2.7 – Começo do estágio na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”

Na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” estavam a colocar a estrutura metálica na cobertura, colocando a telha e subtelha à medida que iam finalizando a colocação da referida estrutura.

A Figura 2.8 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Fevereiro.



a) Colocação da estrutura metálica na cobertura



b) Colocação da telha e subtelha na cobertura



c) Vista exterior da obra no começo do estágio

Figura 2.8 – Começo do estágio na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”.

As visitas às obras, na fase inicial, teve como objetivo principal perceber o tipo de trabalho que estavam a realizar e esclarecer determinadas dúvidas, que o estagiário eventualmente tivesse.

Houve a informação, por parte dos encarregados das respetivas obras, sobre o tipo de argamassa que utilizaram.

Neste mês de Fevereiro também se deu início á pesquisa bibliográfica sobre o tema “Argamassas de Reabilitação”, como trabalho de investigação a desenvolver neste relatório.

2.5.2 Março

No dia 1 deste mês tiveram inicio os trabalhos da obra “Restaurante e take away”. Numa fase inicial fizeram-se as devidas demolições previstas no projeto começando por demolir as escadas do alçado posterior à rua D. Manuel II (Porto). De seguida, retirou-se o entulho e houve a abertura de valas para construir as sapatas previstas em projeto, fazendo com que estas ficassem à mesma cota do pavimento interior. Houve também a escavação de terra para a colocação do sistema de drenagem de águas.

De seguida, deu-se a amarração das armaduras para as respetivas sapatas e vigas para posteriormente se fazer a cofragem e a betonagem.

A Figura 2.9 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Março.



a) Demolição do alçado posterior à rua d. Manuel II



b) Abertura e escavação de valas para as sapatas e vigas



c) Amarração da armadura para as vigas e sapatas



d) Execução das sapatas



e) Execução das vigas



f) Sapatas e vigas já construídas

Figura 2.9 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Março

No dia 7, começaram os trabalhos de uma nova obra (de curto prazo) no museu de Serralves, cujo objetivo é desmontar um muro de pedra tirando as pedras uma a uma e numerando-as para depois facilitar a sua colocação.

Retirou-se a tela de impermeabilização antiga e colocou-se uma nova e mais eficaz, pois a atual deixava entrar humidade para a garagem subterrânea.

Após a colocação-da nova tela, as pedras foram novamente colocadas no seu devido lugar. Houve também uma colocação de um sistema de drenagem novo, havendo uma substituição parcial dos tubos existentes. Após a colocação do novo sistema de drenagem procedeu-se à colocação de nova relva.

O prazo desta obra é de aproximadamente dois meses.

A Figura 2.10 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra do museu de Serralves.



a) Apresentação do muro



b) Começo da retirada da relva



c) Retirada das pedras do Muro existente

existente



c) Colocação de novo sistema de drenagem



d) Fim da obra

Figura 2.10 – Iniciação dos trabalhos na obra do museu de Serralves

Na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”, houve a conclusão dos trabalhos de uma parte do primeiro piso. Nas paredes interiores que foram pintadas, primeiramente foram emboçadas e rebocadas, sempre em duas camadas autónomas, com aplicação manual de argamassa pré-fabricada (Weber.Cal classic) sendo amassada com 4 a 4,5 l de água por cada saco (25kg) e com acabamento estanhado em Mecafino plus (gesso de aplicação em capa fina) misturando 0,9l de água por cada Kg de gesso. (4)

Na Figura 2.11, estão imagens da obra referida, em paredes interiores antes e depois de ser aplicada a argamassa pré-fabricada Weber.Cal classic.

Nas sucessivas reuniões desta mesma obra, tiveram como tema a vertente hidráulica, uma vez que o material utilizado não é muito usual sendo de uma marca (Geberit) com um custo bastante elevado.

A Figura 2.12 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Março.



a) Antes da aplicação da argamassa



b) Depois de aplicação da argamassa

Figura 2.11 – Imagens de paredes interiores, antes e depois da aplicação da argamassa Weber.Cal classic.



a) Aplicação manual da argamassa pré-fabricada



b) Colocação de azulejo



c) Pintura das portas (cor branca)

Figura 2.12 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Março

No decorrer dos trabalhos da obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”, durante este mês, terminou-se a aplicação da telha e subtelha na cobertura, fazendo os remates finais necessários, deu-se a primeira de mão em todas as paredes exteriores (cor branca) e colocou-se toda a caixilharia prevista nos edifícios.

CAPÍTULO 2

A Figura 2.13 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Março.



a) Finalização da colocação da telha na cobertura



b) Cobertura finalizada



c) Pintura (cor branca) e colocação de toda a caixilharia

Figura 2.13 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Março

2.5.3 Abril

No acompanhamento da obra “Restaurante e take away”, inicialmente houve a cotação das cotas para a passagem das tubagens para a drenagem de águas fluviais e para as redes de esgotos, com a posterior colocação da brita, argamassa de regularização e manta geotêxtil, para fazer o piso interior. Teve início a amarração das armaduras e colocação dos estribos para as respetivas vigas e pilares, colocação dos taipais para posteriormente fazer a cofragem. Houve a retirada de entulho que estava na obra e colocação de materiais necessários para a continuação da mesma.

Até meados do mês ficou pronta a laje de cobertura da ampliação prevista no projeto. É de salientar que os trabalhos feitos foram morosos, uma vez que no local não há condições de ter uma grua.

Na parte exterior, também foi feita uma escavação na zona da futura esplanada assim como o rebaixamento do poço existente para ficar à mesma cota do pavimento interior do edifício e da ampliação feita. Foi montada a escada de acesso à plataforma superior com granito proveniente da escada demolida no logradouro, fazendo todos os remates necessários à integração da escada no muro pré-existente.

No final do mês, começaram as divisórias interiores em alvenaria de tijolo e de blocos térmicos previstas no projeto, assentes com argamassa de assentamento (Argamassa de Cimento).

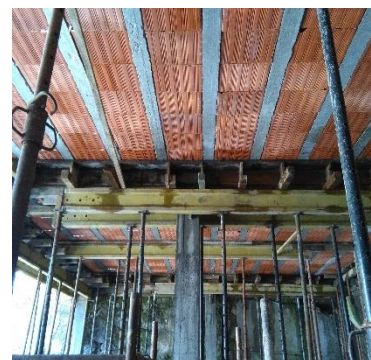
A Figura 2.14 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Abril.



a) Colocação de brita para a realização do piso da ampliação



b) Colocação da armadura e cofragem em madeira para a betonagem dos pilares e vigas



c) Vista de baixo da laje de cobertura (escoramento laje)



d) Colocação de argamassa de regularização na cobertura



e) Rebaixamento do poço existente



f) Execução de escadas exteriores para a plataforma superior

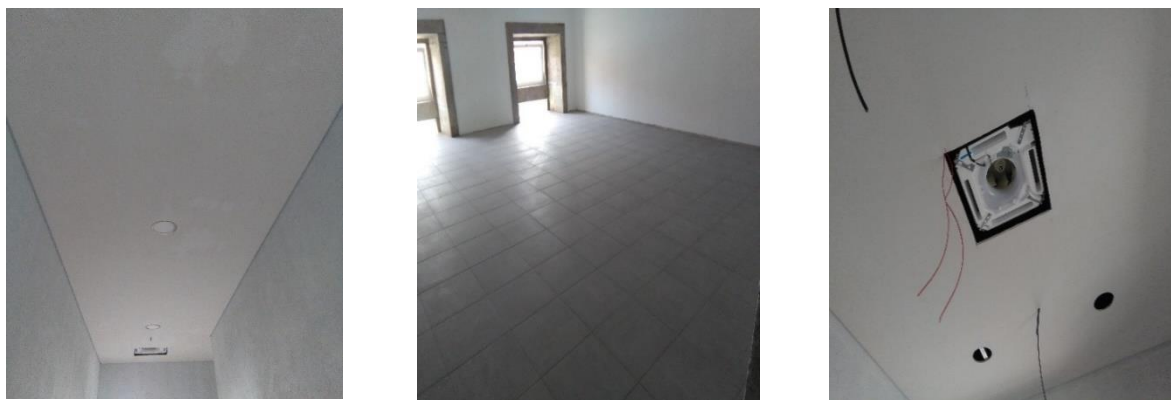


g) Iniciação da construção de algumas paredes interiores de blocos e de tijolos

Figura 2.14 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Abril

Na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”, durante o mês finalizou-se a colocação do teto falso em pladur em todos os compartimentos com a devida instalação elétrica e a colocação de tijoleiras em alguns pavimentos interiores. Houve o começo da aplicação das máquinas do ar condicionado, fazendo para isso umas furações nas placas de pladur já aplicadas uma vez que não estava previsto a colocação de AVAC.

A Figura 2.15 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Abril.



a) Colocação de pladur e instalações elétricas

b) Colocação de tijoleira

c) Começo de aplicação das máquinas de AVAC

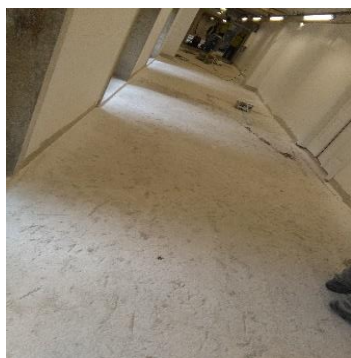
Figura 2.15 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Abril

Na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”, no início deste mês, começaram os trabalhos referidos em projeto, do segundo piso, tendo como fase inicial a demolição parcial da casa de banho e picagem do corredor. Houve o chapisco emboço e o reboco com argamassa pré-fabricada das paredes do primeiro piso com continuação para o segundo, da entrada para a zona do futuro museu para posteriormente se efetuar a pintura das mesmas (1º de mão de cor branca). Ao mesmo tempo fez-se toda a instalação elétrica nos corredores do primeiro piso.

Depois lixaram-se as grades existentes em algumas janelas interiores e nas escadas na parte central (zona de entrada do Museu) para depois se efetuar a pintura com cor branca.

Nas reuniões agendadas discutiram-se entre outros assuntos, as fichas dos materiais aceites previstos no projeto, nomeadamente das redes de incendio e hidráulicas; o balizamento dos trabalhos efetuados; a definição das alturas das portas da casa de banho pois existem mais do que uma e não estão à mesma cota; a limpeza dos granitos existentes no interior, nomeadamente em pilares e na parte inferior das paredes pois com o passar do tempo o granito começa a ganhar salitro por causa da água existente no solo que sobe por ascensão capilar.

A Figura 2.16 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Abril.



a) Demolição do azulejo do corredor do 2º piso



b) Demolição parcial da casa de banho do 2º piso



c) Chapisço, emboço e o reboco com argamassa pré-fabricada das paredes do primeiro piso



d) Pintura das paredes onde foi colocada argamassa pré-fabricada (1º de mão de cor branca)



e) Aplicação da instalação elétrica no 1º piso



f) Lixagem das grandes e janelas interiores

Figura 2.16 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Abril

2.5.4 Maio

Na obra “Restaurante e take away” durante as duas primeiras semanas do mês, continuaram a fazer as paredes com blocos térmicos previstas no projeto e as restantes paredes de tijolo de 7 e de 11cm na ampliação feita, concluindo na fase de reboco. Nas paredes de tijolo deixaram-se algumas aberturas para fazer a travação das paredes divisórias perpendiculares.

No teto foi colocada a lã de rocha para o isolamento térmico e acústico, com a devida segurança para posteriormente instalar a tubagem do AVAC e eletricidade, e, colocar o teto falso contra risco de incêndio. É de salientar que no projeto estava previsto a existência de dois tetos falsos, um contra incêndio e outro

CAPÍTULO 2

de proteção acústico, mas uma vez que não se tinha cota para tal, e com a colocação dos dois tetos não ia dar o pé direito correto, optou-se só pela colocação do teto falso contra o risco de incêndio uma vez que se trata de um restaurante.

Na parte exterior, onde vai ser a futura esplanada (Alçado posterior á rua d. Manuel II), houve a continuação da escavação e a abertura de uma vala a todo o comprimento lateral do lado Oeste (fundação da parede) para se construir uma parede a todo o comprimento. Foi levantado um muro na parte lateral esquerda (Lado Oeste), assim como a colocação do tubo em toda a extensão exterior e a execução de caixas de visita para as águas vaziaem ao poço existente.

Foi ainda colocada a tela de impermeabilização na cobertura e feito o tratamento de toda a pedra dos muros e escadas existentes na parte exterior do edifício (Alçado posterior á rua d. Manuel II).

No piso interior, por cima da tela de impermeabilização, foram colocados todos os tubos de eletricidade e de abastecimento de água do edifício previstos em projeto, havendo a cravação dos mesmos com argamassa de cimento, seguida da execução de alguns pisos interiores com argamassa de regularização (argamassa de cimento), fazendo o nivelamento ate á cota pretendida. É de salientar que os compartimentos têm pé-direito diferentes.

No final do mês, o chão da cozinha ficou pronto para levar o acabamento final (tijoleira). Foi colocada toda a tubagem de ar condicionado com ligações entre compartimentos e a tubagem para extração de ar.

O balcão da sala de refeições foi executado com argamassa de assentamento e tijolo de 15 e 7 cm. Na cobertura foi colocada tela geotêxtil.

Nas Figura 2.17 e na Figura 2.18 apresentam-se exemplos de como as paredes e pavimentos eram antes e depois da colocação da argamassa de cal hidráulica (paredes estruturais existentes) e argamassa de cimento (paredes divisórias e pavimentos).



- a) Paredes antes de ser aplicada argamassa de cal hidráulica b) Parede depois de ser aplicado argamassa de cal hidráulica

Figura 2.17 – Paredes antes e depois da colocação de argamassa de cal hidráulica



- a) Pavimentos antes de ser aplicada argamassa de cimento b) Pavimentos depois de ser aplicado argamassa de cimento

Figura 2.18 – Pavimentos antes e depois da colocação de argamassa de cimento

A Figura 2.19 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Maio.



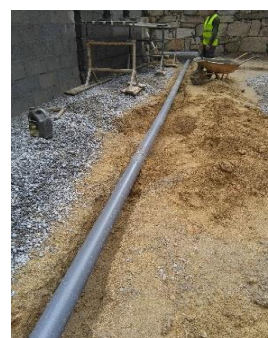
- a) Construção de paredes interiores até à fase de reboco



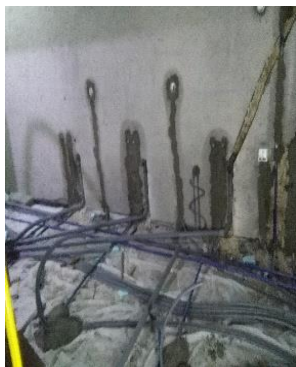
- b) Colocação de lã de rocha no teto



- c) Levantamento do muro lateral com blocos de cimento



- d) Abertura e colocação da tubagem e caixas de visita



e) Colocação de tubos de eletricidade e de abastecimento de água



f) Nivelamento com argamassa de cimento do piso da cozinha



g) Colocação das tubagens para AVAC e extração de ar



h) Execução do balcão da sala de refeições



i) Colocação da tela de impermeabilização



j) Tratamento e remates de toda a extensão dos muros de pedra existentes na parte exterior

Figura 2.19 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Maio

No acompanhamento da obra “Empreitada de Museus da UP – Intervenções Parciais I”, no início do mês, procedeu-se à colocação da tijoleira (igual á existente) do corredor do 2º piso com argamassa de assentamento. Foram finalizadas as demolições parciais previstas em projeto das casas de banho do 2º, 3º e 4º piso, fazendo os acabamentos, das paredes das mesmas, em Mecafino Plus.

No meado do mês, iniciou-se a colocação da estrutura metálica no 4º Piso, tendo numa fase inicial a cravação dos perfis metálicos com argamassa pré-fabricada da Weber.cal Classic dos perfis metálicos, para posterior colocação das vigas metálicas.

Numa das reuniões presenciais salientou-se a necessidade de entregar um balizamento semanalmente para ter a noção dos trabalhos que estão em atraso. Foi definido que para o granito existente no 1º piso

era necessário haver uma limpeza com escova e água de maneira a ficar uniforme, não utilizando para isso, qualquer tipo de ácido e picagem.

A Figura 2.20 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Maio.



a) Colocação da tijoleira do corredor do 2º piso



b) Acabamentos das paredes dos WC's com Mecafino Plus



c) Cravação das chapas metálicas com argamassa pré-fabricada da Weber.cal Classic

Figura 2.20 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Maio

Na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”, no decorrer do mês, colocou-se massa nos tetos falsos de pladur e efetuou-se a pintura. Finalizou-se a instalação elétrica de todos os compartimentos e a colocação das caixas-de-ar condicionado. Iniciou-se também, a colocação do material sanitário nas instalações sanitárias, previstas em projeto.

A Figura 2.21 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Maio.



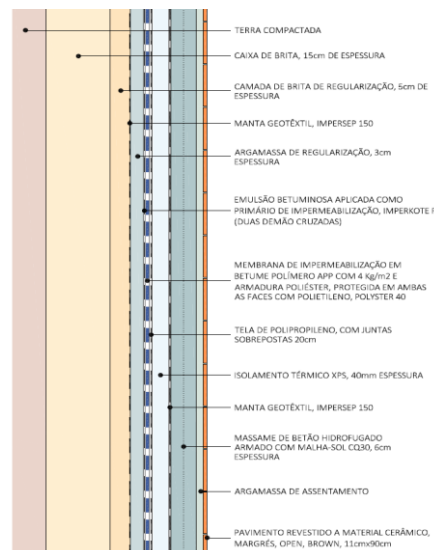
a) Pintura no pladur b) Acabamento da instalação elétrica c) Colocação de torneiras e chuveiros nos WC's d) Colocação de urinóis e lavatórios nos WC's

Figura 2.21 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Maio

2.5.5 Junho

No acompanhamento da obra “Restaurante e take away”, no início do mês, fez-se o assentamento do material cerâmico de cor branca 20x20 nas paredes interiores da cozinha e arrumos, e posteriormente, a colocação de massa nas juntas.

Continuou-se a fazer os pavimentos interiores mas, desta vez, da parte da ampliação tendo como camadas as representadas na Figura 2.22 (composição igual aos pisos interiores já realizados).



a) Registo do pavimento interior na obra b) Apresentação das várias camadas dos pavimentos interiores

Figura 2.22 – Constituição dos pavimentos interiores na obra “Restaurante e take away”

Na cobertura, na fase do alçado posterior à rua D. Manuel II, colocaram-se blocos de cimento assentes com argamassa de assentamento até ficar ao nível do muro lateral (Oeste) existente, fazendo de seguida o chapisco, o emboço e o reboco com argamassa de revestimento.

De seguida houve a colocação de tijoleira na cobertura para posteriormente colocar as máquinas do AVAC e de extração de ar. No compartimento da sala do restaurante foi finalizada toda a colocação das tubagens, assim como, o seu isolamento do AVAC.

Foram colocadas todas as portas de correr, previstas em projeto, nas instalações sanitárias e arrumos, sendo estas, de revestimento a madeira, assim como, os seus aros e guarnições.

Na futura sala de restaurante foi trabalhada e limpa a pedra das paredes existentes. A pedra foi trabalhada e “colada” em algumas partes em falta com saibro juntamente com cimento branco e água.

Está previsto deixar, uma facha de 0,70 m de altura a todo o comprimento no meio da parede e no resto ser aplicado pladur.

Foram também aplicadas as calhas de alumínio onde está previsto a colocação de pladur nas paredes e tetos.

A Figura 2.23 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Junho.



a) Colocação de material cerâmico nas paredes da cozinha e arrumações



b) Aumento em bloco na zona da cobertura



c) Colocação de tijoleira na cobertura



d) Colocação da tubagem do AVAC na sala do restaurante



e) Colocação das portas de correr

f) Limpeza da pedra na sala do restaurante

g) Colocação de calhas na parede para o pladur

h) Colocação de calhas no teto para o pladur

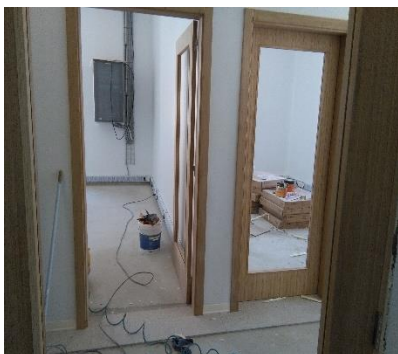
Figura 2.23 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Restaurante e take away” durante o mês de Junho

No acompanhamento da obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante este mês houve a colocação de todas as portas em madeira previstas em projeto, a colocação da restante tijoleira, sendo que parte do corredor é tijoleira de forra de pedra e a restante tijoleira normal.

Houve a 2ª de mão de pintura em todos os compartimentos. Nas instalações sanitárias foi finalizada toda a colocação do equipamento sanitário.

Em meados deste mês houve a entrega do edifício da casa de Sargentos já toda pronta e está previsto a finalização desta empreitada no final deste mês, ou seja, a finalização também do edifício da repartição de Recrutamento.

A Figura 2.24 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Junho.



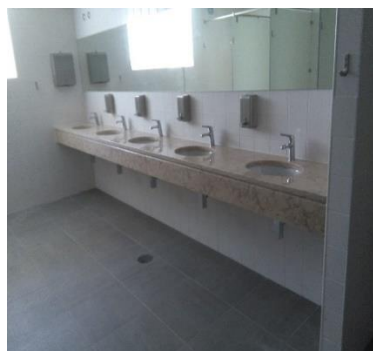
a) Colocação de portas em madeiras



b) colocação de tijoleira



c) 2º de mão de pintura



d) colocação de todo o equipamento sanitário



e) Finalização da obra do edifício da casa de Sargentos

Figura 2.24 – Execução dos trabalhos mais relevantes na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” durante o mês de Junho

Na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” houve a colocação de toda a estrutura metálica do 4º piso sendo um processo demorado devido ao peso de cada peça.

Foram feitos os pavimentos das instalações sanitárias de todos os pisos assim como a instalação dos produtos da marca Geberit, sendo colocada toda a tubagem desde as instalações sanitárias do 1º piso até as instalações sanitárias do 4º piso.

No 3º Piso houve a demolição dos azulejos assim como a picagem da argamassa existente em más condições de suporte. Para posteriormente colocar novo azulejo.

A Figura 2.25 apresenta o registo fotográfico dos trabalhos descritos anteriormente na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Junho.



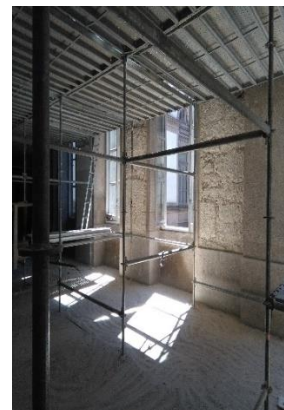
a) Colocação de toda a estrutura metálica no 4º piso



b) Execução do pavimento nas instalações sanitárias



c) Colocação do material Geberit



d) Demolição de azulejo e argamassa existente no 3º piso

Figura 2.25 – Execução de trabalhos mais relevantes na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I” durante o mês de Junho

3 ESTUDO DAS PRINCIPAIS ARGAMASSAS UTILIZADAS NA REABILITAÇÃO

3.1 INTRODUÇÃO

As argamassas são materiais de construção com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais. Podem considerar-se dois tipos de argamassas: argamassas de um só ligante e argamassas com mais de um ligante, como por exemplo, as argamassas bastardas que contém na sua composição mais do que um ligante inorgânico. (7)

Atualmente são inúmeras as utilizações das argamassas em obra. Podemos encontrar este material no assentamento das alvenarias mas onde se encontra mais visível é nos revestimentos e acabamentos dos edifícios. Nestes últimos cumprem duas funções principais: proteção das alvenarias e interiores das habitações e, de decoração. (8)

Quando se escolhe um determinado tipo de argamassa, esta está dependente às exigências funcionais da obra e, para se obter uma argamassa de boa qualidade, tem que se ter em conta vários aspetos principalmente a qualidade do cimento e da cal, a areia, que deve apresentar grãos duros e limpeza, livre de pedaços de barro, ramos, folhas e raízes antes de serem usadas, deve ser lavada e a água também deve ser limpa, livre de barro, óleo, ramos, folhas e raízes, a natureza do suporte ou das camadas subjacentes pois são elementos que influenciam diretamente no comportamento da argamassa.

Outro facto a ter em conta é a forma como se realiza amassadura de uma argamassa. Esta pode ser feita manualmente, em betoneiras ou em centrais de mistura. Para a obtenção de uma amassadura homogênea deve utilizar-se, preferencialmente, meios mecânicos (betoneira ou centrais).

De um modo geral, as argamassas devem satisfazer as seguintes condições, dependendo da sua finalidade:

- ✓ Resistência mecânica;
- ✓ Compacidade;
- ✓ Impermeabilidade;
- ✓ Permanência de volume;

- ✓ Aderência;
- ✓ Durabilidade. (9)

3.2 CONSTITUIÇÃO DAS ARGAMASSAS TRADICIONAIS

Uma argamassa, como já foi dito anteriormente, contém na sua constituição, agregados, ligantes e adjuvantes/aditivos e água.

As argamassas utilizam agregados para o seu fabrico que proporcionam às argamassas estabilidade dimensional, resistência e compacidade quando misturados, não hidratando e, por essa razão, não mostram alterações dimensionais durante e depois da aplicação, funcionando como o esqueleto da argamassa.

Os ligantes utilizados para a obtenção das argamassas têm como principal objetivo preencher os vazios que eventualmente existam entre os agregados, criando uma pasta que ganha presa e endurece com as reações de hidratação. Contudo, há que ter cuidado com a quantidade de ligante que é adicionado para a obtenção das argamassas uma vez que se essa adição for exagerada, haverá demasiado encolhimento do ligante durante a secagem da argamassa e poderá causar fissuração, e por outro lado, se a adição for insuficiente, haverá excesso de porosidade, o que faz com que a argamassa enfraqueça.

Os aditivos/adjuvantes adicionados às argamassas têm como principal função, a alteração de algumas características por ação física, mecânica ou química, para melhorar propriedades específicas. A adição dos aditivos/adjuvantes não alteram o aspeto visual da argamassa, exceto se essa alteração for intencionada, como por exemplo, a adição de pigmentos que faz com que se altere a cor.

A água quando adicionada para a confeção das argamassas é sempre superior devido à necessidade de hidratação do ligante. Há necessidade de “molhar” os agregados de modo a que esta fique aglutinada pelo ligante e conferir a fluidez necessária à aplicação. (10)

3.2.1 Agregados

Na constituição de uma argamassa, os agregados são os que se encontram em maior quantidade. A escolha do agregado para a obtenção de uma argamassa deve ser rigorosa pois havendo pequenas variações nas suas características e na dosagem, pode modificar as propriedades finais das argamassas, nomeadamente na retração, resistências mecânicas e módulo de elasticidade.

As areias são obtidas a partir de desagregação de rochas, podendo ser de dois tipos: areias siliciosas e areias calcárias. As areias siliciosas têm origem nos rios e as calcárias são obtidas a partir dos desperdícios de pedreiras e britagem de rochas calcárias.

Em Portugal, relativamente à sua origem, podemos encontrar areias de areeiro, das jazidas ou dos leitos de rios, mais abundante nas Bacias Terciárias do Tejo e do Sado.

Além da areia, existem outros tipos de agregados: o cascalho, brita e cerâmicos fragmentados. Estes agregados são menos usuais no fabrico de argamassas mas quando utilizados têm a mesma função que tem a areia, ou seja, atuam como agregados, não intervêm na reação de endurecimento da argamassa, melhorando as propriedades das argamassas, principalmente no que respeita à resistência por aderência devido à forma que apresenta, ou seja, irregular.

O agregado utilizado para as argamassas em estudo foi a areia. No capítulo 5 do presente relatório, apresentam-se informações mais detalhadas do agregado utilizado. A Figura 3.1 mostra um exemplo de exploração de maciço rochoso para a obtenção de agregados.



Figura 3.1 – Exploração de maciço rochoso para obtenção de agregados

Os agregados classificam-se segundo a norma NP EN 013139: 2005, em função da sua:

- ✓ Origem: em natural, artificial ou reciclado;
- ✓ Dimensão das partículas em: agregado grosso, agregado fino e filler;
- ✓ Massa volúmica aparente, os agregados são classificados em: leves, normais e pesados consoante a densidade.

Classificação segundo a origem

- ✓ Agregado natural: são agregados que só estiveram sujeitos a processos mecânicos, ou seja, são os que se encontram na natureza e não sofreram qualquer alteração, apresentando por isso partículas arredondadas e lisas.
- ✓ Agregado artificial: são agregados que sofreram processos artificiais ou seja processos industriais, apresentando por isso partículas angulosas e produzem argamassas com melhor acondicionamento entre os fragmentos.

- ✓ Agregado reciclado: são agregados que resultam do processamento de materiais inorgânicos utilizados anteriormente na construção.

Os agregados naturais utilizados na construção civil são caracterizados pelo baixo custo e alto peso e, por isso, existe uma tendência a explorar a zona de extração mais próxima.

Na Tabela 3.1 apresenta-se alguns exemplos de agregados segundo a sua origem.

Tabela 3.1 – Classificação dos agregados segundo a sua origem

Classificação do agregado	Exemplos
Natural	Areias
	Cascalhos
Artificiais	Rocha
	Escória de alto-forno
Reciclados	Tijolos
	Azulejos Cerâmicos

Classificação segundo a dimensão das partículas

As dimensões dos agregados são especificadas através das aberturas dos peneiros, em milímetros, sendo d correspondente á abertura do menor peneiro e D corresponde á abertura do maior peneiro, ou seja, a classificação dos agregados em função da sua dimensão é realizada usando a seguinte designação (d/D).

- ✓ Agregado grosso: agregados que ficam retidos no peneiro de 4 mm de abertura e d é maior ou igual a 2 mm, como por exemplo o godo, rolado, calhau ou seixo e as britas, sendo que as britas não são utilizados em argamassas.
- ✓ Agregado fino: agregados que passam no peneiro de 4mm de abertura, como por exemplo areias naturais ou britadas.

A Tabela 3.2 resume o que anteriormente foi dito da classificação do agregado segundo as dimensões das partículas.

Tabela 3.2 – Classificação de agregados de acordo com as dimensões

Classificação do agregado	Dimensão (d) (mm)	Exemplo
Fino	$D \leq 4$	Areia Britada
		Areia Rolada
Grosso	$D \geq 4$ e $d \geq 2$	Brita
		Godo

No caso dos agregados para as argamassas, os tamanhos preferencialmente utilizados (d/D) são os que de seguida são apresentados na

Tabela 3.3 (Quadro 1 da NP EN 13139), tendo como significado o termo Sobretamanho a parte do agregado que fica retida no peneiro de maior dimensão utilizado na definição da dimensão do agregado e o termo de Subtamanho a parte do agregado que passa no peneiro de menor dimensão utilizado na definição da dimensão do agregado anteriormente referida.

Tabela 3.3 – Limites de sobretamanhos e subtamanhos

Dimensão dos agregados (mm)	Limites em percentagem de passados em massa				
	Sobretamanho			Subtamanho	
	2D ^a	1,4D ^b	D ^c	D	0,5d ^b
0/1	100	95 a 100	85 a 99	-	-
0/2	100	95 a 100	85 a 99	-	-
0/4	100	95 a 100	85 a 99	-	-
0/8	100	98 a 100	90 a 99	-	-
2/4	100	95 a 100	85 a 99	0 a 20	0 a 5
2/8	100	98 a 100	85 a 99	0 a 20	0 a 5

^a Quando seja essencial para utilizações especiais, a abertura do peneiro correspondente a 100% de passados por ser inferior ao valor 2D. Para a argamassa utilizada em camada fina (0/1 mm), no peneiro de abertura D devem passar 100% das partículas.

^b Quando as aberturas dos peneiros calculadas como 0, d e 1,4 D não correspondem a números exatos das dimensões exata das malhas das séries de peneiros R20 da ISSO 5:1990, deve ser adotado o peneiro com abertura mais próxima.

^c Se a percentagem de passados em D for superior a 99% em massa, o produtor deve documentar e declarar a granulometria típica incluindo os peneiros de 8, 4, 2, 1, 0,250 e 0,063 mm.

Classificação segundo a sua massa volúmica (densidade)

No que respeita à densidade, os agregados podem classificar-se como leves, massa volúmica normal e pesados.

Os agregados leves são usados para a obtenção de argamassas leves. Os agregados de massa volúmica normal são os mais usados, como por exemplo, as areias ou os agregados obtidos de rochas ígneas

(granitos ou basaltos) ou de rochas sedimentares (arenitos e calcários). Os agregados pesados são utilizados quando é necessário utilizar um betão ou argamassa de massa volúmica elevada para proteção de radiações.

A Tabela 3.4 apresenta, de forma resumida, a classificação dos agregados segundo a massa volúmica (densidade).

Tabela 3.4 – Classificação dos agregados segundo a massa volúmica (densidade).

Classificação do agregado	Massa Volúmica γ (kg/m ³)
Leve	<2000
Normal	2000 a 3000
Pesado	>3000

Os agregados para argamassas contêm algumas propriedades que se dividem em três grupos de requisitos. São esses requisitos geométricos, físicos e químicos, que dão elevada importância à durabilidade.

Os requisitos geométricos são referentes à dimensão que os agregados possuem; à sua granulometria; à forma das partículas e ao seu teor de finos.

Os requisitos físicos referem-se com a massa volúmica das partículas, à absorção de água tendo em conta a NP EN 1097-6:2003 e a resistência ao gelo-degelo tendo em conta a NP EN 1367-1:2003 para agregados com dimensões superior a 4mm ou determinada tendo em conta a NP EN 1367-2:2002 se os agregados possuírem dimensões superiores entre 10 a 14 mm da mesma origem.

Os requisitos químicos são considerados como os cloretos, o teor de iões cloro solúveis em água dos agregados e as suas cargas devem ser determinadas tendo em conta a EN 1744-1:1998 (secção 7); os compostos contendo enxofre; o teor de sulfatos solúveis em ácido dos agregados e dos fillers para argamassas, tendo em conta a EN 1744-1:1998 (secção 12), sendo declarado pela categoria correspondente especificada no ponto 7.3.1 da norma NP EN 13139:2005; os constituintes que modificam o tempo de presa e a resistência mecânica da argamassa; a matéria solúvel e perda ao fogo (agregados considerados de origem industrial); a avaliação da reatividade alcali-silica (anexo D da NP EN 13139:2005). (11).

Os requisitos de durabilidade estão relacionados com a porosidade na medida em que a resistência a ciclos de gelo-de-gelo e de cristalização de sais, vai aumentando consoante a porosidade diminui, mantendo um determinado número de poros com um diâmetro largo (> 2 μ m). Se os poros forem muito pequenos proporciona maiores pressões em condições de tensão mecânica.

No entanto, conforme a porosidade baixa, sucedem fenómenos opostos que levam a uma redução da resistência mecânica. Ou seja, por um lado, impede a carbonatação em argamassas de cal (o estabelecimento de presa depende da transformação de portlandite em calcite, $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$), e por outro lado, pode surgir tensões localizadas devido ao tamanho reduzido dos poros, conseqüentemente, microfissuras.

Conclui-se que, uma distribuição de tamanho de poros favorável e uma porosidade reduzida, são desejáveis, desde que esta última não seja quase nula (12).

Os agregados normalmente utilizados em argamassas de construção civil apresentam partículas com dimensões entre os 0,150 e 1,250 mm.



Figura 3.2 – Exemplo de agregados utilizados na construção civil

3.2.2 Ligantes

Os ligantes são considerados como materiais em pó e extremamente finos, quando misturados com água criam uma pasta que endurece pela ocorrência de reações químicas entre o pó e a água.

Os ligantes normalmente utilizados para o fabrico de argamassas são a cal (utilizada em argamassas de revestimento), o gesso (utilizada em argamassas de revestimento e argamassa de decoração) e o cimento (utilizada em argamassas de revestimento e argamassas de assentamento). Estes podem ser combinados em diferentes teores, dependendo do tipo de propriedades e aplicação da argamassa.

✓ Ligantes de cal

Como se pode observar na Figura 3.3, a cal divide-se em dois grandes grupos que são a cal aérea e a cal. Esta subdivide-se ainda, de acordo com a sua hidráulidade (13), em aditivos pozolânicos naturais, calcinação da pedra calcária com argila e pós e, fragmentos de tijolos e outras cerâmicas.

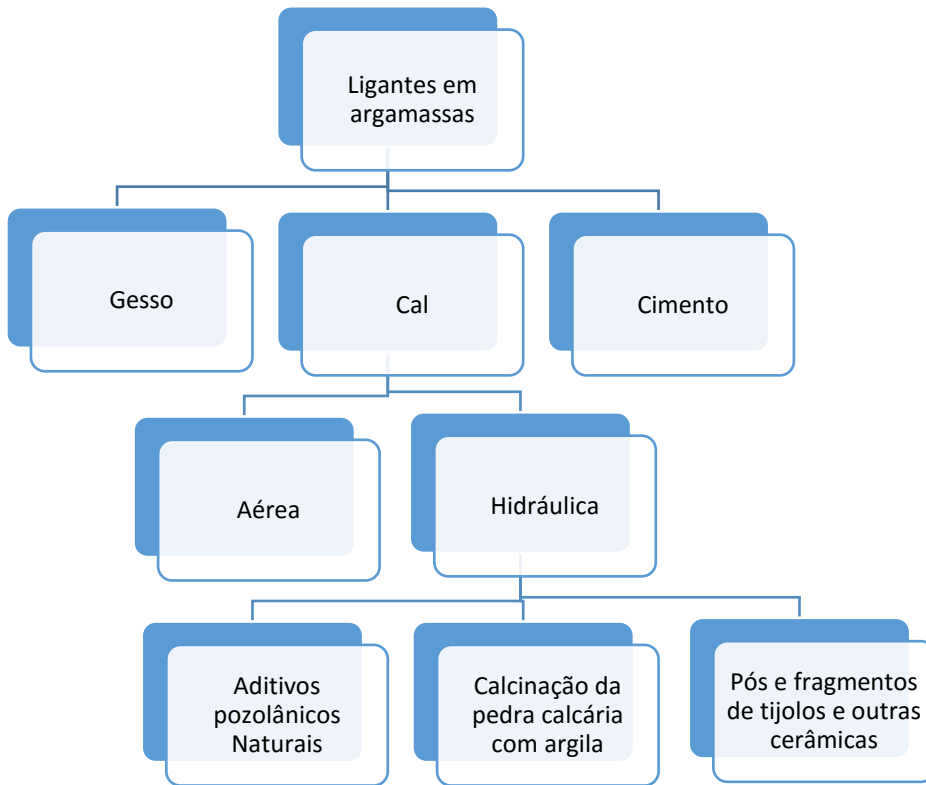


Figura 3.3 – Ligantes para argamassas (13)



Figura 3.4 – Ligante de cal

A Norma NP EN 459-1:2002 define cal hidráulica como “material abrangendo quaisquer formas físicas e químicas, sob as quais pode aparecer o óxido de cálcio e ou de magnésio (CaO e MgO) e ou hidróxidos (Ca(OH)₂ e Mg(OH)₂)”. A referida norma, classifica as cals de construção em dois tipos: a cal aérea e a cal hidráulica. As primeiras dependem da sua composição e as cals hidráulicas dependem da sua resistência à compressão.

O diagrama da Figura 3.5 ilustra os dois tipos de cals referidos anteriormente, com os respectivos campos de aplicação, evidenciando o campo de aplicação da construção, assim como, na Tabela 3.5 os vários tipos de cals e a sua notação utilizada na construção.

Legenda:

Não está coberto por esta Norma

Está coberto por esta Norma.

lu: cal viva em pedaços

sl: calda (leite de cal)

pu: pasta de cal

dp: pó seco

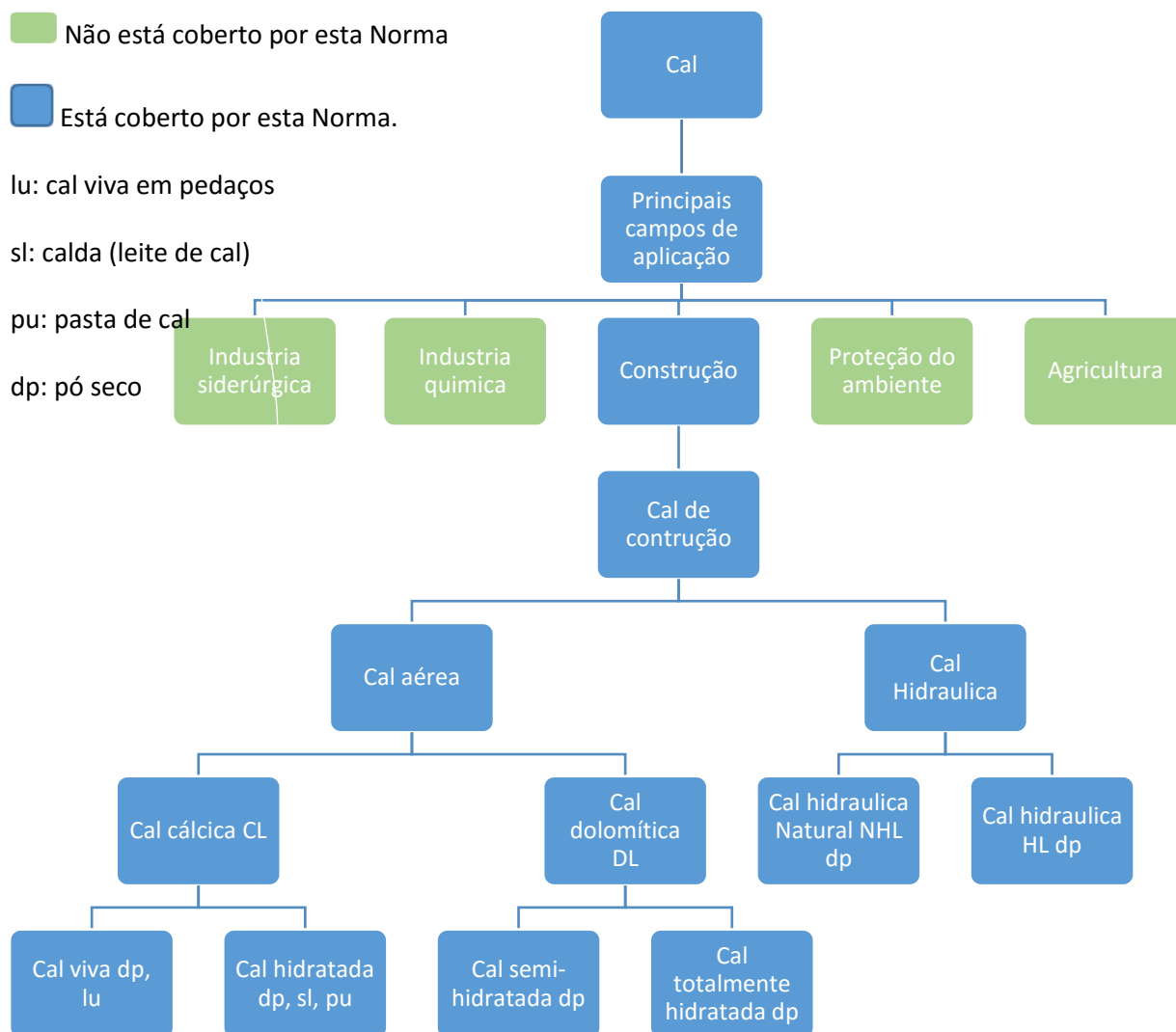


Figura 3.5 – Diagrama esquemático de tipos de cais e campos de aplicação. (14)

Tabela 3.5 – Tipos de cal de construção (NP EN 459-1)

Designação	Notação
Cal cálcica 90	CL 90
Cal cálcica 080	CL 80
Cal cálcica 70	CL 70
Cal dolomítica 85	DL 85
Cal dolomítica 80	DL 80

Cal hidráulica 2	HL 2
Cal hidráulica 3,5	HL 3,5
Cal hidráulica 5	HL 5
Cal hidráulica natural 2	NHL 2
Cal hidráulica natural 3,5	NHL 3,5
Cal natural 5	NHL 5

A utilização de ligantes de cal para o fabrico de argamassas tem vindo aumentar ao longo dos tempos. Cada vez mais há uma maior necessidade de recuperar e reabilitar edifícios antigos, assim como, preservar o património edificado. Desta forma, na tabela seguinte apresentam-se os requisitos estabelecidos para as características mecânicas das argamassas de revestimento para edifícios antigos.

Tabela 3.6 – Características mecânicas das argamassas de revestimento para edifícios antigos

Uso	Caraterísticas Mecânicas (MPa)			Aderência (MPa)	Comportamento à retração restringida			
	Rt	Rc	E		Fmax (N)	G (N.mm)	CSAF	CREF
Reboco Exterior	0.2-07	0.4-2.5	2000-5000	0.1-0.3 ou rotura coesiva pelo reboco	<70	<40	>1.5	>0.7
Reboco interior	0.2-0.7	0.4-2.5	2000-5000	0.1-0.5 ou rotura coesiva pela junta	<70	>40	>1.5	>0.7
Juntas	0.4-0.8	0.6-3	3000-6000	0.1-0.5 ou rotura coesiva pela junta	<70	>40	>1.5	>0.7

Rt – Resistência à tracção; Rc – Resistência à compressão; E – Módulo de elasticidade; Fr máx – Força máxima induzida por retração restringida; G – Energia de rotura à tracção; CSAF – Coeficiente de segurança à abertura da 1ª fenda: CSAF = Rt/Fr máx; CREF – Coeficiente de resistência à evolução da fendilhação: CREF = G/Fr ma (15)

- ✓ Ligantes de gesso



Figura 3.6 – Reboco de gesso

A utilização do gesso na construção civil já é utilizada há muito tempo devido à facilidade de obtenção de matéria-prima, presa rápida e baixas temperaturas de produção, tendo como inconvenientes, a baixa resistência e a solubilidade nas águas pluviais, o que limita o seu uso apenas em climas secos ou revestimento de decoração no interior dos edifícios

O gesso ou pó branco, como caracteristicamente se conhece na construção, é o resultado da mistura do material moído, obtido pela cozedura entre os 130°C e os 160°C da pedra de gesso que origina o chamado gesso de Paris, gesso para estuque ou gesso calcinado – $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ entre 60% a 70% e o restante de anidrite - CaSO_4 . (16)

A calcinação sob temperaturas compreendidas entre 300°C e 700°C dá origem à anidrite II, que se constituiu como um sulfato de cálcio totalmente desidratado, insolúvel, semelhante à anidrite natural e que só faz presa na presença de adjuvantes especiais. Quando não são utilizados aceleradores de presa, a anidrite insolúvel comporta-se como um inerte. Se a temperatura for de 900 a 1000°C forma-se o gesso hidráulico o qual também necessita de um acelerador de presa. (17)

Tem na sua constituição sulfatos hidratados de cálcio e sulfatos anidros de cálcio, provenientes da desidratação e cozedura da pedra de gesso, onde este é obtido por extração seguido de britagem, ao que se segue a sua peneiração com o objetivo de obter uma granulometria uniforme de matéria-prima, e desta forma, evitar a desidratação desigual. O processo de calcinação de matéria-prima ocorre a temperaturas entre 125°C e 180°C, podendo ser realizado em diferentes tipos de fornos, ao que segue a sua moagem, em moinhos de mós ou de esferas, e por fim, a embalagem.

O gesso durante a presa tem uma reação exotérmica e expansiva o que evita problemas de contração; no entanto visto não resistir à humidade, acaba mesmo por apodrecer em contacto excessivo com esta, daí se utilizar no interior como revestimento de paredes e tetos, com execução de pormenores moldados e revestimento de paredes e tetos devido a sua maleabilidade. É um bom isolante térmico e acústico devido ao facto de ter uma baixa condutividade térmica e um elevado coeficiente de absorção acústica. É também resistente ao fogo pois, como tem um baixo coeficiente de condutibilidade térmica, impede que

o fogo alastre a outras zonas do local onde o gesso está aplicado, aliado ao facto de libertar água quando exposto a temperaturas acima dos 160°C. Tem má aderência em superfícies lisas principalmente em madeira e devido ao contato com o aço e o ferro dá origem a uma película oxidada, isto é, dá origem ao aparecimentos de corrosão, sendo necessárias as armaduras serem totalmente protegidas (quando é necessária a utilização de pregos usam-se pregos de zinco). (16) (18) (19)

Atualmente, a aplicação de gesso na construção civil é em produtos, como por exemplo, placas pré-fabricadas para a decoração, gesso cartonado (tipo Pladur ou Plascoplatre - marcas que comercializam este produto), que são placas de gesso comprimido entre duas folhas de cartão e a aplicação de rebocos de gesso.

Nas obras acompanhadas utilizou-se um tipo de ligante de gesso que foi no acabamento estanhado em Mecafino Plus (gesso de aplicação em capa fina em pasta) na obra “Empreitada de Museus da UP-Intervenção Parcial I”. A Figura 3.7 apresenta o saco de 25 kg do Mecafino plus utilizado, na referida obra.



Figura 3.7 – Saco de Mecafino plus 25kg

Mecafino plus (gesso de aplicação capa fina) são gessos especialmente formulados com aditivos e agregados, de granulometria fina e presa lenta, para amassar com batedor mecânico ou manualmente, que se utilizam como pasta para estuques de remate sobre diversos suportes.

O Mecafino Plus, está de acordo com a norma UNE- EN 13279- 1:2006 “Gesso de construção e conglomerante à base de gesso para a construção”, designado por tipo C6 (gesso para aplicação em camada fina), segundo a denominação europeia. O tempo de utilização é de 90 min e o de acabamento é de 120 min.

O seu modo de aplicação em obra foi o seguinte:

1º Misturou-se o produto com água na relação indicada nas características técnicas, espalhando o gesso sobre água.

2º Amassou-se energeticamente, e preferencialmente, por meios mecânicos (embora admitiu-se a mistura manual sem problemas), até obter uma pasta com aspeto homogéneo.

3º Aplicou-se o produto com uma lâ de polimento formando uma camada que cubra em toda a parte da superfície base e, de seguida, aplicou-se a massa “Mecafino Plus” com o fim de regularizar a superfície consoante as necessidades em cada ponto. Deixou-se secar ligeiramente antes de aplicar a demão seguinte.



Figura 3.8 – Exemplo de aplicação de mecafino plus numa parede de casa de banho na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”

Aplicou-se duas de mãos e foi utilizado, principalmente, nas casas de banho da obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”, uma vez que nestas divisões é onde se ganha mais humidade, e a aplicação de Mecafino Plus como acabamento não é visível essa humidade.

A extração de gesso em Portugal “ocorre em Sesimbra, Óbidos e Leiria. Apesar de frequente, não significa a exploração de gesseiras no nosso país”. APG- Associação de geólogos de Portugal.

- ✓ Ligantes de cimento

Segundo a normalização europeia (EN 197-1), “o cimento é um ligante hidráulico, isto é, um material inorgânico finamente moído que, quando misturado com água forma uma pasta que ganha presa e endurece por reações e processo de hidratação e que, depois de endurecer, conserva a sua capacidade resistente e estabilidade mesmo debaixo de água”.

Trata-se do ligante mais utilizado para obtenção de argamassas pois é o que contém propriedades hidráulicas muito favoráveis e vantagens económicas. Em Portugal é um dos materiais mais utilizados na construção civil.

O cimento pode ser classificado em função da sua composição e em função das propriedades correspondentes ao desempenho dos cimentos. (Jackson, 1998). Segundo Naville (1995), os cimentos podem classificar-se em cimentos naturais, cimentos Portland e cimentos aluminosos, podendo separá-los em diferentes tipos, como Portland, Portland composto, Alto-forno e Pozolânico.

No que diz respeito às classes de resistência, os cimentos apresentam três principais classes: a 32.5, 42.5 e 52.5 (MPa) podendo observar-se as suas resistências à compressão, flexão e requisitos físicos, na Tabela 3.7. A escolha da classe é feita consoante a resistência que se pretenda que uma argamassa possua aquando da sua aplicação.

Os cimentos apresentam características que dependem:

- ✓ Das características do clínquer e da sua composição (relação entre silicatos bicálcicos e silicatos tricálcicos, principais responsáveis pela resistência mecânica, influencia a curva da resistência);
- ✓ Do tipo e quantidade de adições (podem influenciar as resistências mecânicas, mas também alteram o comportamento do cimento aos ataques químicos);
- ✓ Da moagem (sabe-se que um maior tempo de moagem, ou seja, maior “finura” do cimento se traduz numa maior resistência final). (20)



Figura 3.9 – Materiais necessários para o processo de fabrico do cimento

Qualquer cimento que esteja de acordo com a norma europeia é designado por cimento CEM. Um cimento com esta designação tem que ter a soma da quantidade de óxido de cálcio reativo (CaO) e sílica reativa (SiO₂) em massa pelo menos igual ou superior a 50% (NP EN 197-1). O CEM quando misturado devidamente com água e agregados obtém-se argamassa ou betão com uma trabalhabilidade adequada, atingindo níveis de resistência especificados a determinadas idades e estabilidade volumétrica a longo prazo.

A Tabela 3.7 mostra os tipos de cimentos fabricados em Portugal, apresentando de uma forma resumida, os seus constituintes.

Tabela 3.7 – Tipos de cimento fabricados em Portugal

Tipos principais	Tipos de cimento corrente em Portugal		Constituintes principais (%)			Constituintes adicionais minoritários (%)
			Clínquer	Calcário	Cinza Volante Siliciosa	
			K	L	V	
CEM I	Cimento Portland	CEM I	95-100	-	-	0-5
CEM II	Cimento Portland de Calcário	CEM II/A-L	80-94	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	21-35	-	0-5
CEM IV	Cimento Pozolânico	CEM IV/A	40-64	-	11-35	0-5

De seguida, apresenta-se na Tabela 3.8 as classes de resistência e requisitos físicos e mecânicos previstos na norma EN 197-1.

Tabela 3.8 – Classe de resistência e requisitos físicos dos cimentos

Classe de Resistência	Resistência à compressão (Mpa)			Tempo de início de presa	Expansibilidade
	Resistência aos primeiros dias		Resistência de referência		
	2 dias	7 dias	28 dias	min	mm
32.5 N	-	≥16.0	≥ 32.5 ≤ 52.5	≥75	≤ 10
32.5 N	≥10.0	-			
42.5 N	≥10.0	-	≥ 42.5 ≤ 62.5	≥60	
42.5 N	≥20.0	-			
52.5 N	≥20.0	-	≥52.5	≥45	
52.5 N	≥30.0	-			

O tipo de cimento que se utilizou e que é mais utilizado na construção civil em Portugal é o cimento Portland de calcário CEM II/B-L 32,5 N. Este é fabricado a partir de uma mistura de calcário (carbonato de cálcio), argila (silicatos de alumínio e ferro) e outros componentes ricos em sílica (areia), alumina (bauxite) ou ferro (granalha).

O cimento Portland desencadeou uma verdadeira revolução na construção, pelo conjunto inédito de suas propriedades de trabalhabilidade, hidráulica (endurecer tanto na presença do ar como da água), elevadas resistências aos esforços e por ser obtido a partir de matérias-primas relativamente abundantes e disponíveis na natureza.

O cimento Portland possui algumas características que se relacionam com a sua composição química, sendo que apresenta:

- ✓ Resistência a agressões químicas. Grande durabilidade se o fabrico deste for bem concedido (baixa porosidade, relação ligante/água, etc),
- ✓ Elevada resistência mecânica;
- ✓ Instabilidade volúmica, por causa da diminuição de volume durante as fases de hidratação, ou seja o cimento sofre contração através do processo de hidratação sendo que de seguida, devido à rápida evaporação da água, existe uma retração hidráulica;
- ✓ Calor de hidratação, pois nos cimentos as reações de hidratação são exotérmicas, o que significa que o rápido desenvolvimento do calor no sistema pode levar à evaporação rápida da água e com isso poderão surgir fissuras. (21)

É de salientar que não é aconselhável a aplicação deste tipo de ligante em edifícios antigos pois encadeia diversos problemas, como por exemplo: a incompatibilidade com as argamassas antigas já existentes nos edifícios.

Em suma, a aplicação de cimento em argamassas confere uma elevada resistência mecânica, elevado módulo de elasticidade, insuficiente permeabilidade ao vapor de água e a presença de hidróxidos alcalinos que podem reagir com as soluções salinas que penetram por capilaridade, originando sais solúveis.

Quanto se aplica cimento em argamassas deve-se ter em conta vários fatores como: a estética (existem produtos transparentes, pigmentados ou que conferem brilho), a permeabilidade à água líquida; a permeabilidade ao vapor de água, o tipo de elemento construtivo, a relação custo/benefício e o tempo de vida útil do edifício.(22)

3.2.3 Água de amassadura

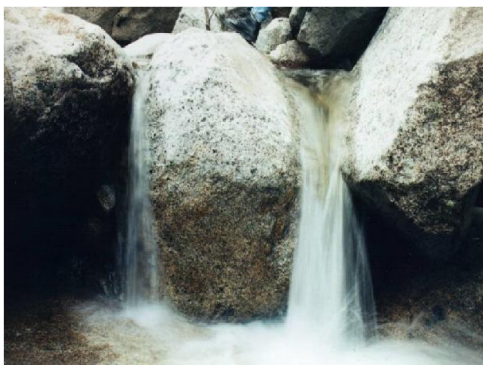


Figura 3.10 – Água potável para amassadura de argamassas

Nas confeções das argamassas, a água é um elemento fundamental pois reage com os ligantes hidráulicos provocando, deste modo, a sua hidratação e evidencia as suas propriedades aglutinantes.

A água deve ser doce, limpa (translúcida), sem sais, ácidos, óleos e material orgânico (restos de vegetação, algas, etc.) sem cheiro ou sabor, para poder ser utilizada como água de amassadura nas argamassas. Em geral deve-se utilizar água potável de forma a não alterar os requisitos exigidos às argamassas, de acordo com a norma NP EN 1008.

Águas naturais potáveis, como águas de poços ou rios, com pequenas variações composicionais são as mais aconselháveis na confeção de argamassas pois têm pouca influência no produto final. Já as águas como, as do mar e minerais, não podem ser utilizadas uma vez que contêm grande porção de sais.

A quantidade de água que deve ser empregue numa argamassa é a necessária para hidratar o ligante e para conferir trabalhabilidade à argamassa. No cálculo da água de amassadura de uma argamassa tradicional é normal recorrer-se à chamada fórmula rigorosa de Bolomey, válida para argamassas e betões.

$$A = 0.23 \times C + \begin{bmatrix} 0.23 \\ \text{ou} \\ 0.35 \end{bmatrix} \times M \times P_f \times \begin{bmatrix} < 0.5\text{mm} \\ \text{ou} \\ < 0.2\text{mm} \end{bmatrix} + N \times M \times \sum_{i=0}^n \frac{p_i}{\sqrt[3]{d_i \times d_{i+1}}} \quad (3.1)$$

Onde:

A – Água - l/m³ de argamassa;

C – Dosagem de cimento - kg/m³ de argamassa;

M – Dosagem do agregado - kg/m³ de argamassa;

N – Constante que depende da forma do material agregado (rolado ou britado) e da consistência da argamassa, encontrando-se tabelada;

p_i - % De agregado com dimensão superior a 0,2 mm e compreendida entre d_i e d_{i+1} ;

P_f - % De partículas inferiores a 0,2 mm;

d_i e d_{i+1} – As aberturas dos peneiros em mm.

A expressão é constituída por três parcelas: a primeira refere-se à água necessária para hidratar o cimento; a segunda determina a água necessária para molhar os agregados com dimensões superiores a 0,2 mm; a terceira parcela calcula a água necessária para molhar as partículas inferiores a 0,2 mm. (20)

Segundo a norma EN 1015-2, a água de amassadura é determinada através da relação entre a massa volúmica e o índice de consistência obtido pelo ensaio de mesa de espalhamento. Na Tabela 3.9 estão registados os valores de espalhamento em função da massa volúmica da argamassa (23).

Tabela 3.9 – Valor de espalhamento em função do valor da massa volúmica da argamassa (EN 1015-2, 1998)

Massa volúmica da argamassa em estado fresco (kg/m^3)	Valor de espalhamento (mm)
$\Gamma > 1200$	175 ± 10
$600 < \gamma \leq 1200$	160 ± 10
$300 < \gamma \leq 600$	140 ± 10
$300 < \gamma$	120 ± 10

Nas argamassas pré-fabricadas, a quantidade de água que é recomendável pelo fabricante, tem que ser preferencial pois permite que as argamassas tenham a trabalhabilidade desejável, sem comprometer as suas propriedades, como a sua resistência mecânica.

É importante ter em atenção a quantidade de água que se adiciona uma vez que influencia a qualidade final das argamassas. Assim, se for em quantidade excessiva, afeta negativamente a porosidade, a compacidade, a permeabilidade, diminuindo a resistência mecânica e aumentando a retração.

3.3 ARGAMASSAS EM ESTUDO

Durante o período de estágio, houve a oportunidade de estudar três tipos de argamassas diferentes, nomeadamente:

- ✓ Argamassa de cal hidráulica, HL 5, na obra “ pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” em paredes interiores e exteriores;

- ✓ Argamassa de cimento Portland de Calcário, CEM II/B-L 32,5 N, na obra “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos” nos pavimentos interiores;
- ✓ Argamassa pré-fabricada, Weber.Cal Classic, na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I” nas paredes interiores.

Nos itens posteriores descrevesse o conceito, as principais características, assim como as vantagens e desvantagens de cada argamassa em estudo.

3.3.1 Argamassas Cal Hidráulica HL 5

Segundo a NP EN 459-1, as cals hidráulicas são constituídas essencialmente por hidróxido, silicatos e aluminatos de cálcio e são produzidas pela cozedura de rocha calcária argilosa e/ou pela mistura de materiais apropriados. Apresentam a propriedade de fazer presa e endurecer debaixo de água, apesar de o dióxido de carbono da atmosfera contribuir para o endurecimento. (24)

Atualmente as argamassas à base de cal hidráulica são uma mais-valia ao nível da reabilitação de edifícios antigos, pois possuem característica vantajosa que permitem atingir os objetivos pretendidos. Este tipo de argamassa proporciona uma boa trabalhabilidade; boa aderência às superfícies; redução da fissuração (devido à sua adesividade, e baixa retração); boa resistência mecânica; maior rentabilidade de mão-de-obra e bom acabamento final, contribuindo dessa forma para o aumento da qualidade das edificações.

Sinteticamente a produção de cal hidráulica resume-se às seguintes operações: extração da matéria-prima, britagem de calcário amargoso, cozedura e moagem.

O endurecimento da cal hidráulica é feito por duas reações; a primeira, a hidratação dos silicatos e aluminatos de cálcio, quer na água quer no ar; a segunda, a recarbonatação da cal apagada, só no ar e em presença do dióxido de carbono.

Existe atualmente 6 tipos de cals hidráulicas no mercado:

- ✓ Cal hidráulica e cal hidráulica Natural – HL 2 e NHL2 respetivamente;
- ✓ Cal hidráulica HL e cal hidráulica Natural – HL 3,5 e NHL 3,5 respetivamente;
- ✓ Cal hidráulica e cal hidráulica Natural – HL 5 e NHL 5 respetivamente.

Cada tipo de cal hidráulica forma uma argamassa com características distintas de outra argamassa produzida com outro tipo de cal hidráulica, produzida nas mesmas condições

Na Tabela 3.10 apresenta-se as vantagens e as desvantagens da aplicação deste tipo de cal em reabilitação de edifícios antigos

Tabela 3.10 – Vantagens e a desvantagens da aplicação HL5 em reabilitação de edifícios antigos. (25)

Vantagens	Desvantagens
Ligante singular, pois além da presa hidráulica, apresenta presa aérea, obtida por carbonatação com CO ₂ atmosférico	Não deve ser usada sob condições de temperaturas muito baixas;
Elevada trabalhabilidade em argamassas	
Elevada flexibilidade em argamassas	
Redução da retração em argamassas	Não deve ser usada em contacto com ambientes agressivos.
Elevada permeabilidade ao vapor de água	
Excelente comportamento hidrotérmico	

A cal hidráulica pode ser utilizada como filler nos pavimentos betuminosos, permitindo um melhoramento da resistência à penetração das águas, da consistência e da resistência à fissuração. Atualmente também é usada para estabilizar solos argilosos e húmidos, permitindo a estabilização através da diminuição da humidade.

Segundo a norma EN 459-1, a resistência à compressão de cal hidráulica e cal hidráulica Natural estão representadas na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 – Resistência à compressão de cal hidráulica e cal hidráulica Natural (EN 459-1)

Tipos de cais de construção	Resistência á compressão	
	7 dias	28 dias
HL e NHL 2	-	≥2 a ≤ 7
HL 3,5 e NHL 3,5	-	≥3,5 a ≤ 10
HL 5 e NHL 5	≥2	≥ 5 a ≤ 15

“A massa volúmica média da cal hidráulica é cerca de 2,75 g/cm³, mais baixa do que a do cimento e a sua baridade toma valores entre 0,6 e 0,8 g/cm³. A sua cor é a cor parda do cimento. Como a cal hidráulica é muito semelhante ao cimento (cor), pode prestar-se a falsificações, o que muitas vezes tem consequências desastrosas, porque a cal hidráulica tem menor resistência que o cimento.” (26)

A cal hidráulica tem algumas aplicações parecidas às do cimento, onde não exigem resistências mecânicas elevadas como por exemplo:

- ✓ Argamassas tradicionais para rebocos, como ligante hidráulico;
- ✓ Argamassas para assentamento de alvenarias;

- ✓ Enchimentos e acabamentos;
- ✓ Matéria-prima na obtenção de argamassas pré-fabricadas.

A Figura 3.11 – Exemplo da argamassa de cal hidráulica utilizada nas paredes, a qual foi utilizada nas na obra pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para I e na obra “restaurante e take away”.



Figura 3.11 – Exemplo da argamassa de cal hidráulica utilizada nas paredes

Na argamassa de Cal hidráulica utilizou-se HL5 proveniente da Secil (Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A), conferindo-lhes trabalhabilidade e flexibilidade, reduzindo significativamente a retração das argamassas hidráulicas, como por exemplo: argamassas de alvenaria, argamassas de reboco e acabamentos.

Na Figura 3.12, apresenta-se exemplos de aplicação da cal hidráulica HL 5 na obra pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para I e na obra “Restaurante e take away”.



- a) Aplicação de argamassa de cal hidráulica HL 5 nas paredes da obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO
- b) Aplicação de argamassa de cal hidráulica HL 5 das paredes da obra “Restaurante e take away”

Figura 3.12 – Exemplos de aplicação de argamassa de cal hidráulica HL 5 nas obras acompanhadas.

3.3.2 Argamassas de Cimento

A argamassa de cimento é composta, essencialmente, por cimento, agregado miúdo e água. Adquire elevada resistência mecânica em pouco tempo, porém, tem pouca trabalhabilidade e baixa retenção de água. Este tipo de argamassa tem emprego específico para certas situações, como por exemplo: a confeção de pisos como argamassa armada e em revestimentos de alvenaria. É muito utilizado na confeção de chapisco para ser aplicada nas paredes de alvenaria e estruturas de betão para aumentar a resistência de aderência do revestimento de argamassas mistas (26)

O cimento utilizado nesta argamassa foi o cimento Portland de calcário CEM II/B-L 32,5 N, da marca SECIL, como se mostra na Figura 3.13.

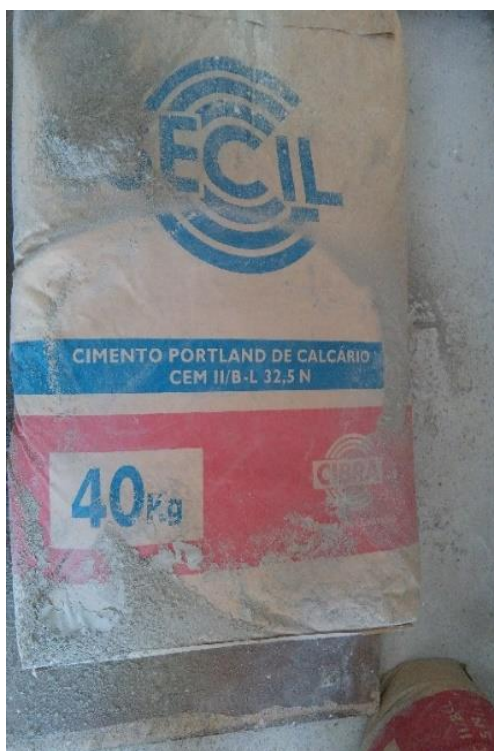


Figura 3.13 – Exemplo do tipo de cimento utilizado para argamassa de cimento nos pavimentos

O Cimento Portland de Calcário (CEM II/B-L 32.5N) é o mais utilizado nas obras de construção civil. A sua excelente trabalhabilidade e baixo calor de hidratação tornam-no especialmente adaptado a todos os trabalhos correntes na construção.

Este tipo de cimento tem como definição normalizada: cimento Portland de calcário, conforme a NP EN 197-1, contendo entre 21% e 35% em massa de calcário com um teor de TOC (teor de carbono orgânico total) não excedendo 0,5% em massa (L), da classe de resistência 32,5 e com uma resistência normal aos primeiros dias.

Este tipo de cimento apresenta algumas características:

- ✓ Cor cinzenta;
- ✓ Menor calor de hidratação e melhor trabalhabilidade do que um cimento CEM I da mesma classe de resistência;
- ✓ Menor resistência inicial;
- ✓ Resistências finais dentro dos valores da classe indicada (resistências aos 28 dias).

Tabela 3.12 – Apresentação das características do cimento utilizado. Fonte: SECIL

Caraterísticas	Propriedades	Método de ensaio	Valor específico
Caraterísticas químicas	Sulfatos (SO ₃)	NP EN 196-2	≤ 3.5 %
	Cloretos	NP EN 196-21	≤ 0.10 %
Caraterísticas físicas	Princípio de Presa	NP EN 196-3	≥75 min
	Expansibilidade	NP EN 196-3	≤ 10 mm
Caraterísticas mecânicas	Resistência compressão 2 dias (Mpa)	NP EN 196-1	-
	Resistência compressão 7 dias > 16.0 (MPa)	NP EN 196-1	≥16
	Resistência compressão 28 dias ≥32.5 e ≤52.5 (Mpa)	NP EN 196-1	≥32.5 e ≤ 52.5

Segundo a SECIL, este tipo de cimento tem algumas advertências específicas, nomeadamente, o melhoramento da trabalhabilidade de argamassas e betões, permitindo a redução da dosagem de água de amassadura. No processo de cura, o desenvolvimento de resistências é perceptível. A utilização deste cimento não é recomendada em tempo muito frio sem que se tomem medidas adequadas.

Aplicações:

CAPÍTULO 3

- ✓ Argamassas de assentamento e reboco;
- ✓ Argamassas pré-preparadas;
- ✓ Betonilhas de regularização e enchimento;
- ✓ Betão armado corrente;
- ✓ Fundações diretas e indiretas (sapatas e estacas);
- ✓ Elementos estruturais (lajes, vigas e pilares);
- ✓ Pré-fabricação ligeira;
- ✓ Blocos de alvenaria, abobadilhas;
- ✓ Lancis, pavês, separadores “New Jersey”.

A Figura 3.14 apresenta exemplos de aplicação de cimento Portland de Calcário (CEM II/B-L 32.5N) na obra pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para I e na obra “restaurante e take away” e na obra “restaurante e take away”, respetivamente.



a) Aplicação de argamassa de cimento nos pisos da obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO

b) Aplicação de argamassa de cimento nos pisos e alvenarias da obra “Restaurante e take away”

Figura 3.14 – Exemplos de aplicação de argamassa de cimento nas obras acompanhadas

3.3.3 Argamassas Pré-Fabricadas

Pode definir-se argamassas pré-fabricadas como argamassas industriais ou por monomassas, utilizadas em reboco e em revestimentos de monocamada, aquelas que são doseadas e misturadas em fábrica, podendo apresentar-se “em pó”, precisando apenas da adição de água ou “em pasta”, já amassada e pronta a aplicar. Estas argamassas são obtidas através de um processo controlado, sendo todos os

materiais doseados por pesagem ou introduzidos por equipamento calibrado para se assegurarem as dosagens da composição. Os componentes das composições cumprem as normas Europeias que lhes são adequadas, e estão sujeitos a testes rigorosos para se assegurar o cumprimento do controlo de qualidade.

(27)

As argamassas fabricadas em Portugal resultam de um desenvolvimento específico realizado pelos fabricantes. É aceite por todos os intervenientes que o bom desempenho dessas argamassas nas alvenarias, e particularmente nos casos em que são aplicadas em sistemas de reboco, não dependam apenas da formulação da argamassa em si, mas também das suas condições de amassadura, quantidade de água introduzida, tipo e estado do suporte onde vai ser aplicada, espessura da camada, condições de aplicação e cura (relativas ao ambiente e a aspetos técnicos e humanos). (28)

Estas argamassas têm algumas vantagens e desvantagens quando comparadas com as argamassas tradicionais. A Tabela 3.13 apresenta as principais vantagens e desvantagens dos dois tipos de revestimentos.

Tabela 3.13 – Vantagens e desvantagens da utilização da argamassa pré-fabricada comparando com a argamassa tradicional (29)

Vantagens	
Argamassa Tradicional	Argamassa pré-fabricada
Maior facilidade na homogeneidade do revestimento final	Aplicação numa só camada (aplicação direta no suporte)
	Função técnica e estética num só revestimento
Sistema tradicional	Menor tempo de execução
	Maior deformabilidade
Aplicação manual ou por projeção	
Argamassas controladas	
Desvantagens	
Argamassa Tradicional	Argamassa pré-fabricada
Aplicação em mais do que uma camada	Necessidade de maior formação das empresas de aplicação
Tempo de utilização de andaimes superior	Condicionantes atmosféricas mais relevantes para o aspeto final
Necessidade de estudos de compatibilidade entre as duas camadas	

Nos últimos anos, o uso de argamassas pré-fabricadas tem tido um aumento significativo. Na Figura 3.15, pode-se verificar essa evolução expressa em toneladas. (30)

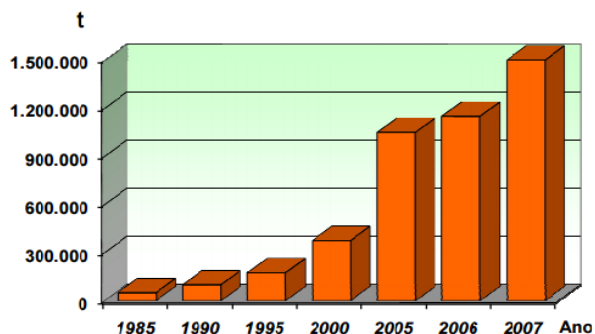


Figura 3.15 – Evolução da utilização de argamassas pré-fabricadas. Fonte: APAFC (Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção)

As tendências previstas pela APFAC (Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção), indicam que a utilização de argamassas pré-fabricadas em Portugal têm tendência a crescer. As argamassas utilizadas para a reabilitação acompanham esse crescimento. Esta temática na construção vai assumir cada vez mais importância devido à necessidade de intervir urgentemente sobre a construção antiga (no que diz respeito à parte estrutural e estética) e, à vantagem económica (dependendo de caso para caso) relativamente ao mercado da construção nova, que atualmente se encontra saturado.

Tendo em conta o mercado mobiliário atual, a previsão realizada de 2005 a 2015 é um pouco otimista, como se pode observar na Figura 3.16., referente à evolução da utilização das argamassas industriais/tradicionais e da realização de construção nova/reabilitação.

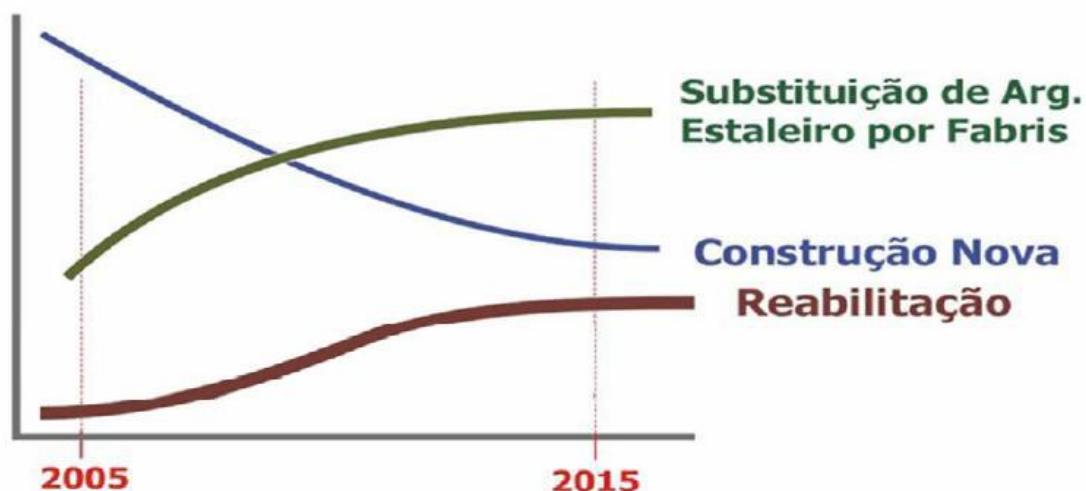


Figura 3.16 – Previsão de evolução

Esta tendência poderá ser explicada por:

- ✓ Parque habitacional cada vez mais envelhecido;
- ✓ Necessidade de manutenção do parque existente, já de si muito degradado, devido à incúria e desleixo pela não sensibilização de manutenção;
- ✓ Reabilitação dos centros urbanos para futura captação de gente em detrimento da procura de habitação nova, na maior parte dos casos, nos arredores das cidades, face ao crescente despovoamento dos centros; (31)

A existência de problemas de funcionamento e de patologias na construção.

As vantagens da utilização de argamassas pre-fabricadas é mais relevante na vertente da reabilitação do que na construção corrente, pois estes materiais fazem a diferença, onde as exigências e a especificação, quer humana quer material, são necessárias para garantir sucesso nas intervenções.

A argamassa pré-fabricada aplicada nas obras que se acompanharam foi a Weber.Cal classic utilizada na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I” como argamassa de revestimento nas paredes interiores previstas em projeto para intervir. Este tipo de argamassa é utilizada para a regularização e proteção de paredes em edifícios antigos, em intervenções de reabilitação na fachada ou no interior. É composta por cal aérea, ligante pozolânico e hidráulico, cargas minerais, fibras sintéticas e adjuvantes específicos. (32)



Figura 3.17 – Saco de argamassa pré-fabricada em pó (25Kg)

Segundo a Weber, este tipo de argamassa possui algumas recomendações e características na sua aplicação e utilização apresentadas na Tabela 3.14.

Tabela 3.14 – Recomendações e características na aplicação e utilização da argamassa pré-fabricada Weber.cal Classic

Recomendações de utilização e aplicação	Temperatura de aplicação tem que ser entre 5 a 30 °C,
	A utilização de uma rede de fibra de vidro com tratamento antialcalino como reforço anti fissuração pode ser aconselhável sobre certo tipo de suportes com menor estabilidade e no reforço de pontos singulares das paredes (envolvente de vãos e ligação entre suportes diferentes);
	Quando o suporte apresentar deficiências importantes de estabilidade aplicar rede metálica galvanizada ou inoxidável, fixada mecanicamente ao suporte com elementos também galvanizados ou inoxidáveis;
	Não aplicar o produto com tempo muito húmido, sob chuva ou com risco de gelo nas horas seguintes;
	Em aplicação manual, respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada, para que seja conseguida homogeneidade na consistência do produto depois de endurecido;
	O uso de máquina de projeção mecânica contínua aumenta a rentabilidade da aplicação
	Não permitir que haja infiltrações de água pelo interior das paredes, durante a execução da obra, nomeadamente a partir de coberturas ou zonas horizontais ainda por impermeabilizar.
Caraterísticas de utilização	Espessura mínima de aplicação: 1,5 cm
	Espessura máxima de aplicação por camada: 3 cm
	Espessura máxima de aplicação: 5 cm
	Tempo médio para acabamento: 3 a 6 horas
	Tempo de espera entre camadas: 12 a 24 horas
	Tempo mínimo de espera para revestir: 3 semanas

O modo de preparação da argamassa Weber.cal classic está dividido em várias fases. Primeiramente a argamassa deve ser amassada com 4 a 4,5 litros de água por cada saco, no caso de aplicação manual ou, com regulação do caudal de água para a consistência adequada de aplicação, se realizada com projeção mecânica. Molhar o suporte antes da aplicação da argamassa. Seguidamente, a aplicação projetada deve

ser realizada com o bico de projeção perpendicular à superfície, formando cordões encostados, contínuos e paralelos, em camadas sucessivas de menor espessura com o máximo de 3 cm por camada e mínimo de 1cm, para depois alisar e apertar a superfície com régua metálica e deixar endurecer. Após iniciar o endurecimento, raspar-se a superfície do reboco com régua metálica e, talochar para desempenar e preparar o posterior acabamento. (32)

Na figura 3.18 apresentam-se exemplos de aplicação argamassa weber.cal classic na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”.



a) Aplicação de argamassa pré-fabricada em alvenarias na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”



b) Aplicação de argamassa pré-fabricada para fixação de perfis metálicos na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”

Figura 3.18 – Exemplos de aplicação de argamassa pré-fabricada da weber.cal classic nas obras acompanhadas

3.4 PRINCIPAIS USOS DAS ARGAMASSAS

Cada argamassa tem um uso específico e cada uma deve ser utilizada consoante as suas próprias características. Na escolha de uma argamassa deve ter-se em conta:

- ✓ O tipo de edifício;
- ✓ A época de construção;
- ✓ O clima da região;
- ✓ As condições ambientais a que estarão sujeitas.

Como as argamassas tem vários tipos de utilizações, estas são diferenciadas entre si existindo igualmente várias “famílias”. A Tabela 3.15 apresenta os tipos de argamassas relativamente ao seu uso.

Tabela 3.15 – Uso das argamassas

Uso	Tipo
Para construção de alvenarias	Argamassa de assentamento (elevação da alvenaria) Argamassa de fixação (ou encunhamento) alvenaria de vedação
Para revestimento de paredes e tetos	Argamassa de chapisco Argamassa de emboço Argamassa de reboco Argamassa de camada única Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de pisos	Argamassa de contrapiso Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas-colante Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de estruturas	Argamassa de reparo

3.4.1 Argamassa de Revestimento

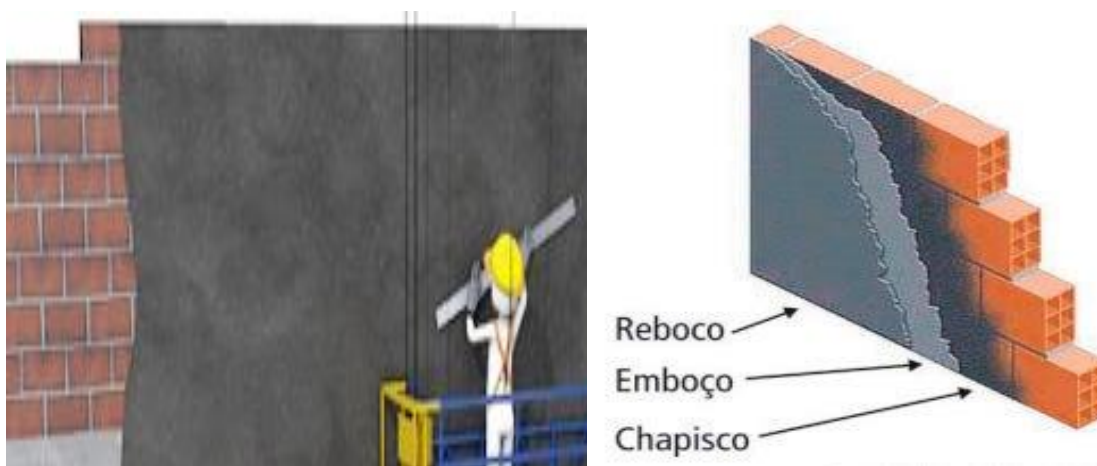


Figura 3.19 – Argamassa de Revestimento (33)

As argamassas de revestimento são utilizadas para revestir paredes, muros e tetos, os quais, geralmente recebem acabamentos como pintura, revestimentos cerâmicos, laminados, etc., ou seja, é o recobrimento de uma superfície lisa ou áspera com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apta a receber, sem danos, uma decoração final.

Das argamassas de revestimento de paredes espera-se que satisfaçam as exigências hidrotérmicas, de estabilidade mecânica, de estabilidade à incidência de cargas térmicas, de contribuição para a estanquidade à água da parede, de facilidade de manutenção, de durabilidade da edificação e que confirmem ao paramento um aspeto estético aceitável entre outros requisitos, pois nas edificações, muitas falhas das argamassas de revestimento estão relacionadas com a perda ou falta de aderência ao substrato.

(34)

As propriedades essenciais ao bom desempenho das argamassas de revestimento são:

- ✓ Trabalhabilidade, nomeadamente consistência;
- ✓ Baixa retração;
- ✓ Aderência;
- ✓ Baixa permeabilidade à água;
- ✓ Resistência mecânica principalmente a superficial;
- ✓ Capacidade de absorver deformações.

Os rebocos tradicionais são constituídos por várias camadas que deverão ser mais resistentes mecanicamente nas primeiras camadas e à medida que se aproximam da superfície, diminuem a sua resistência mecânica. Este requisito pode ser conseguido diminuindo a quantidade de ligante nas camadas mais exteriores ou utilizando agregados mais finos.

Tradicionalmente tem-se três camadas de revestimento:

✓ Chapisco- é a primeira camada da argamassa aplicada no revestimento e é a que fica em contacto direto com a alvenaria (tijolo, bloco, pedra etc.). O objetivo da sua aplicação é deixar a superfície de contato da parede áspera, e uma vez que contém uma textura porosa, segurará com maior facilidade a segunda camada que é o emboço. O chapisco pode ser aplicado para outras finalidades, como acabamentos. (35)

O chapisco pode ser classificado por:

Chapisco Tradicional - É aplicado normalmente para o revestimento, que tem a função de aumentar o atrito. Ele é resistente e firme, sendo produzido com areia e cimento sendo a água adicionada aos poucos para dar ponto e, depois de aplicado, precisa de um tempo de cura aproximado de 24 horas, e só depois é que a seguinte camada é sobreposta. A quantidade a ser produzida é de acordo com o tamanho da

parede, já que é necessário que tenha uma espessura média de 3 a 5mm. Para a aplicação basta utilizar uma colher de pedreiro e espalhar sobre a superfície. (35)

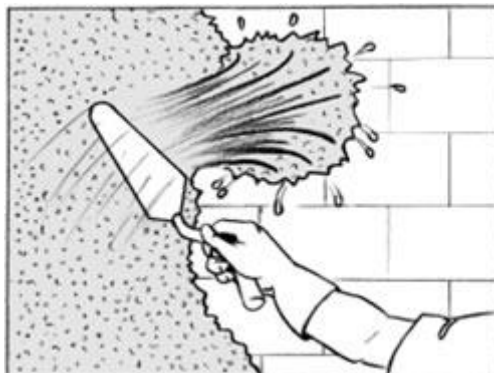


Figura 3.20 – Chapisco Tradicional (36)

Tabela 3.16 – Desvantagens do chapisco Tradicional (37)

Desvantagens	Desperdício de argamassa no lançamento
	Baixo rendimento

Chapisco Industrializado- É aplicado em superfícies de contacto mais lisas. O chapisco comum não serve para este tipo de superfície, daí a aplicação deste tipo de chapisco uma vez que contém aditivos que prendem em ambos os lados. A sua aplicação resume-se ao lançamento contra a parede e depois aplicar com uma espátula dentada que fara as diversas ranhuras necessárias

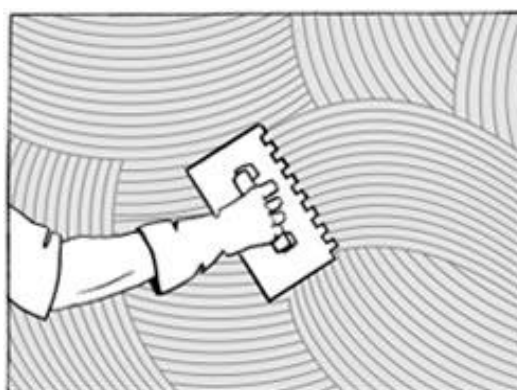


Figura 3.21 – Chapisco Industrializado. (36)

Tabela 3.17 – Vantagens e desvantagens do chapisco Industrializado. (37)

Vantagens	Bom rendimento
	Camada uniforme
Desvantagens	Devem-se fornecer andaimes

Chapisco Rolado – Este tipo de chapisco também é industrializado e contém alguns aditivos que servem para melhorar a sua aderência. É aplicado com um rolo de textura e usado em áreas, quer internas quer externas, para texturar já com uma coloração misturada antes da aplicação.

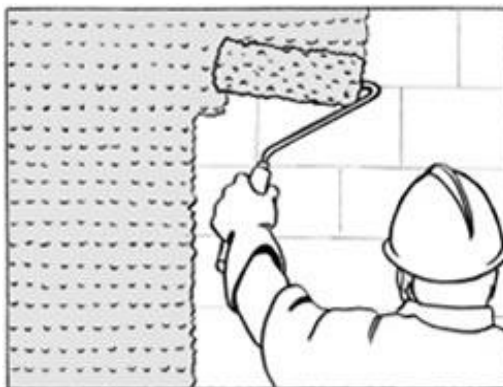


Figura 3.22 – Chapisco Rolado. (36)

Tabela 3.18 – Vantagens e desvantagens do chapisco Rolado. (37)

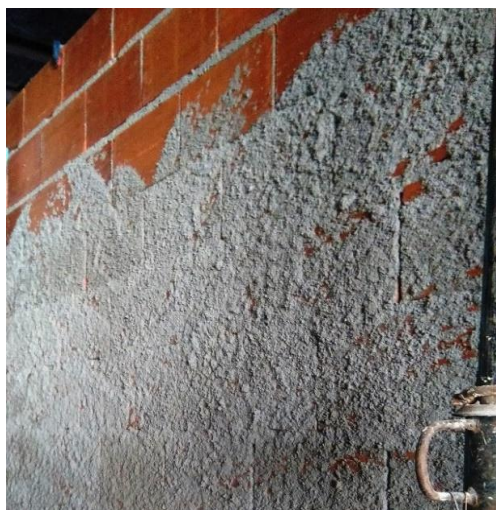
Vantagens	Alto rendimento
	Facilidade na execução
	Dispensa de andaimes
Desvantagens	Maior controle da produção de argamassa e da execução.

Chapisco com Pedra Britada- Este tipo de chapisco é utilizado só para decoração externa. Com brita adicionada aos elementos da sua composição, a argamassa fica mais densa e também não precisa de outra camada sobreposta. O tamanho da pedra britada fica à escolha do dono da obra, podendo também adicionar-se cal.



Figura 3.23 – Chapisco com pedra britada

A Figura 3.24, mostra o chapisco com dois tipos de argamassa aplicadas nas obras acompanhadas.



a) Chapisco com argamassa de cimento na obra “Restaurante e take away”



b) Chapisco com argamassa pré-fabricada (weber.cal classic) na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”

Figura 3.24 – Exemplo de chapisco executado na obra “Restaurante e take away”

✓ Emboço- É a nova camada que é sobreposta sobre o chapisco e é composto basicamente por areia, cimento, água e cal. Tem como principal função fazer o nivelamento do chapisco, deixando a superfície lisa para receber o reboco. O reboco quando uniforme apresenta também a função de vedação, dificultando a chegada da água e de agentes agressivos ao tijolo cerâmico.

O emboço é a base para um bom acabamento e deve ser confeccionado com o devido cuidado. O acabamento nunca é perfeito, por isso, o emboço deve ser obtido de forma a corrigir todas as falhas de planificação. O emboço também deve ser áspero para receber o reboco, que só poderá ser aplicado após 7 dias completos de cura. A espessura é controlada sendo no máximo 2,5 cm em partes internas e 3 cm em partes externas.

A Figura 3.25 apresenta o emboço com dois tipos de argamassas aplicadas nas obras acompanhadas.



a) Emboço com argamassa de cimento na obra “Restaurante e take away”



b) Emboço com argamassa pré-fabricada (weber.cal classic) na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”

Figura 3.25 – Exemplo de emboço executado na obra “Restaurante e take away” e na obra “Intervenção Parcial I” na construção e reabilitação de espaços localizados nos Museus UP respetivamente.

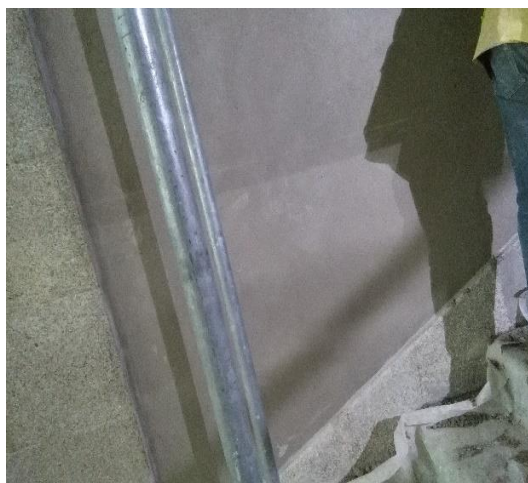
✓ Reboco – É a última camada da argamassa a ser colocada. É a camada mais fina (granulometria mais fina da areia), leve e tem como função dar um melhor visual à superfície da parede para depois receber o devido acabamento. A espessura é normalmente 5 mm. O reboco é dispensado quando o emboço é industrializado, como já foi referido anteriormente.

O reboco também tem como função a permeabilização, e, é o que caracteriza o ambiente, por ser a última camada a ser colocada. Ele deve ser confeccionado com especial cuidado e, quando necessário, corrigir as imperfeições deixadas pelo emboço.

Na Figura 3.26, mostra-se o reboco executado nas obras acompanhadas.



a) Reboco com argamassa de cimento na obra “Restaurante e take away”



b) Reboco com argamassa pré-fabricada (weber.cal classic) na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”

Figura 3.26 – Exemplo do reboco executado na obra “Restaurante e take away” e na obra “Intervenção Parcial I” na construção e reabilitação de espaços localizados nos Museus UP respetivamente.

3.4.2 Argamassas de Assentamento

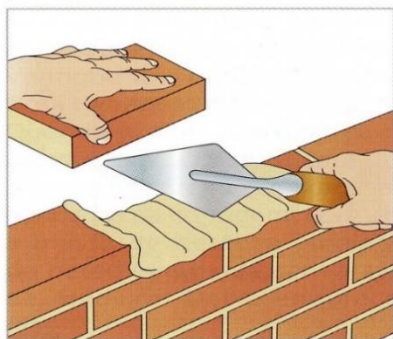


Figura 3.27 – Exemplos de argamassa de assentamento (38)

As argamassas de assentamento, também designadas como argamassas de alvenaria, são um material adesivo e o seu objetivo principal é estabelecer a ligação forte e duradoira entre as unidades de alvenaria, ou seja, as argamassas de assentamento são utilizadas para a elevação de paredes e muros de tijolos ou blocos, fazendo deste modo a ligação dos componentes de vedação, ajudando a resistir aos esforços horizontais que ocorrem numa parede, como, flexão e cisalhamento causado pelo vento, perpendiculares ou paralelos ao plano das mesmas. Assim, todas as outras propriedades são secundárias comparativamente (incluindo a resistência à compressão).

Na elevação de paredes e muros é fundamental que as três primeiras fiadas sejam revestidas com uma camada de argamassa de impermeabilização pois esta protege a parede de humidades existentes.

Este tipo de argamassa tem com principais funções:

- ✓ Distribuir os esforços uniformemente;
- ✓ Preencher as juntas garantindo a estanqueidade à penetração de água da chuva;
- ✓ Baixo módulo de deformação: para absorver as deformações naturais de origem térmica, retração por secagem ou pequenos movimentos estruturais a que a alvenaria estiver sujeita.

As argamassas de assentamento possuem algumas propriedades, abaixo mencionadas, que são fundamentais ao seu bom desempenho. (39)

-Trabalhabilidade - Devem ter consistência e plasticidade adequadas ao processo de execução (preenche todos os vazios, não desagrega quando transportada, agarra à colher do pedreiro, não endurece quando está em contato com os tijolos ou blocos);

-Elevada retenção de água - Não pode perder muita água para o elemento onde foi assentada;

-Aderência - Capacidade de ancorar nas reentrâncias (poros) do bloco ou tijolo;

-Resistência mecânica - Compressão e esforços laterais na parede.

As argamassas de assentamento podem ser de cal, cimento e mista (cimento mais cal). De seguida, na estão representas as principais diferenças na aplicação destes três tipos de argamassa de assentamento.

Tabela 3.19, estão representas as principais diferenças na aplicação destes três tipos de argamassa de assentamento.

Tabela 3.19 – Diferenças da aplicação de argamassa de assentamento de cal, cimento e mista

Cal	Boa Trabalhabilidade
	Boa retenção de água (elevada finura e alta capacidade absorviva dos cristais)
	Resistência: lenta e baixa.
Cimento	Alta resistência
	Boa Trabalhabilidade
	Maior custo
Mista (cimento mais cal)	Mistura mais completa
	Cal retém água e oferece melhor trabalhabilidade
	Cimento oferece resistência e velocidade de endurecimento

Segundo a norma EN NP 998-2 as resistências à compressão das argamassas de assentamento de alvenaria expressam-se em N/mm² e designam-se com a letra M. Por exemplo, a designação M5 refere-se a uma argamassa cuja resistência à compressão aos 28 dias é de 5 N/mm². Na tabela seguinte, refere as classes de resistência à compressão das argamassas de assentamento.

Tabela 3.20 – Classes de resistência à compressão, aos 28 dias, de argamassas de assentamento de alvenaria (NP EN 998-2:2013)

Classe	M1	M2,5	M5	M10	M15	M20	Md
Resistência à compressão N/mm ²	1	2,5	5	10	15	20	D
d é a resistência à compressão, superior a 25 N/mm ² , declarada pelo fabricante.							

A argamassa de assentamento tem um mecanismo próprio na sua aplicação, havendo uma interação entre argamassa e os tijolos/blocos em uma alvenaria, nomeadamente:

- 1º A argamassa é colocada sobre o tijolo/bloco de baixo;
- 2º A pasta da argamassa é absorvida pela fiada de alvenaria inferior;
- 3º A fiada de cima é assentada e absorverá menos água (e menor quantidade de produtos de hidratação) que a fiada de baixo uma vez que esta está mais seca;
- 4º Com o passar do tempo ocorre a hidratação do cimento nos poros do tijolo/bloco, formando cristais nos poros, sendo estes cristais mais profundos e em maior quantidade na fiada inferior do que na superior.

Na Figura 3.28, mostra-se a resistência à compressão da Alvenaria fase a aplicação da argamassa de assentamento. (39)

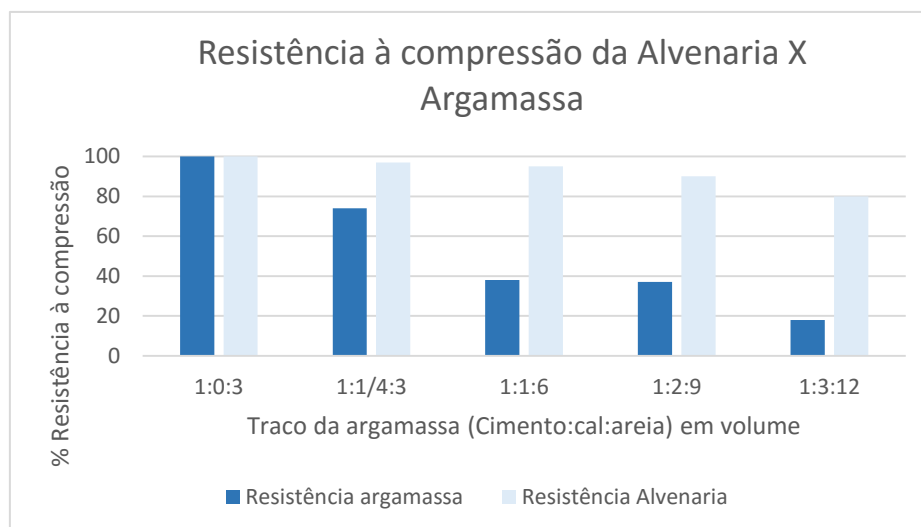


Figura 3.28 – Resistência à compressão da alvenaria X argamassa

No decorrer das obras acompanhadas, houve a possibilidade de observar a aplicação de argamassa de assentamento no levantamento de algumas paredes assim como no levantamento do muro de blocos de cimento, como se evidencia na Figura 3.29.



a) Aplicação de argamassa de assentamento no levantamento de paredes



b) Aplicação de argamassa de assentamento no levantamento de muros

Figura 3.29 – Exemplo da aplicação de argamassa de assentamento na obra “Restaurante e take away”

3.4.3 Argamassas de Enchimento/Regularização



Figura 3.30 – Exemplo de argamassa de enchimento/regularização

Argamassa de enchimento conhecida também como argamassa de regularização é a argamassa utilizada na camada de regularização do piso, que tem a função de corrigir irregularidades e caimento do mesmo, podendo ser revestidas com uma grande variedade de revestimentos, como por exemplo: tijoleira, pavimento flutuante entre outros. Este tipo de argamassa tem como requisito principal a elevada resistência à compressão, resultante dos materiais, cal e principalmente, o cimento que lhe podem conferir esta característica.

Um traço comum (em volume) da argamassa de regularização é de 1:5 ou 1:6 (cimento e areia média) com água suficiente para obter uma consistência considerada boa.

Na Figura 3.31, ilustra as várias fases que uma argamassa de regularização possui, tendo como exemplo da camada final o vinílico.



Figura 3.31 – Apresentação das várias fases da argamassa de regularização (40)

✓ Argamassa de regularização - É a primeira camada a ser colocada sobre lajes estruturais ou sobre base de betão com o principal objetivo de regularizar o piso, tendo 2 a 6 cm de espessura.

O contrapiso tem como principais funções:

- Regularizar o piso (nivelar);
- Oferecer caimento em áreas molhadas;
- Completar as funções de vedação (estanqueidade e isolamento termo acústico);
- Permitir o embutimento de instalações;
- Permitir a fixação de revestimentos.

✓ Argamassa de Nivelamento - Os acabamentos finais, como a tijoleira ou pavimentos flutuantes, necessitam de uma base de argamassa nivelada devendo estar seca e limpa. Caso existam desníveis, estes devem ser preenchidos com argamassa de cimento (traço 1:3 em volume).

A utilização da argamassa de regularização é dividida em três fases distintas, como mostra a Figura 3.32, observada durante os trabalhos realizados nas obras acompanhadas.



a) Aplicação



b) Regularização



c) Talochamento

Figura 3.32 – Exemplo da aplicação de argamassa de regularização na obra “Restaurante e take away”

3.5 NORMAS EUROPEIAS PARA ARGAMASSAS

Desde 2004, que se tem vindo a desenvolver normas europeias no sentido de homogeneizar as normas de cada país tendo em vista a implementação da marcação CE, aplicáveis às seguintes argamassas:

- ✓ Argamassas de alvenaria (segundo a EN 998-2) desde 2005.02.01
- ✓ Argamassas de reboco (segundo a EN 998-1) desde 2005.02.01
- ✓ Argamassas de pavimento (segundo a EN 13813) desde 2004.08.01
- ✓ Colas de construção (segundo a EN 12004) desde 2004.04.01. (41)

De seguida, Tabela 3.21, e de acordo com a APFAC (Associação Portuguesa dos fabricantes de Argamassas de Construção), apresentam-se algumas normas europeias que estão relacionadas com argamassas.

Tabela 3.21 – Lista de normas relacionadas com argamassas

Identificação	Título	Data
The Construction Products Directive (Council Directive 89/106/CE) Pode obter-se em: http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/cpd/cpd.htm		
Argamassas de Alvenaria e de Reboco		
EN 998-1	Specification for mortar for masonry Part 1: Rendering and plastering mortar	Abr.2003
EN 998-2	Specification for mortar for masonry Part 2: Masonry mortar	Abr.2003
EN 1015-1	Methods of test for mortar for masonry Part 1: Determination of particle size distribution (by sieve analysis)	Out.1998
EN 1015-2	Methods of test for mortar for masonry Part 2: Bulk sampling of mortars and preparation of test mortars	Out.1998
EN 1015-3	Methods of test for mortar for masonry Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)	Set.1999
EN 1015-3:1991/A1	Methods of test for mortar for masonry – Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table)	2004
EN 1015-4	Methods of test for mortar for masonry Part 4: Determination of consistence of fresh mortar (by Plunger penetration)	Out.1998
EN 1015-6	Methods of test for mortar for masonry Part 6: Determination of bulk density of fresh mortar	Out.1998
EN 1015-7	Methods of test for mortar for masonry Part 7: Determination of air content of fresh mortar	Out.1998
EN 1015-8	Methods of test for mortar for masonry. Part 8: Determination of water retentivity of fresh mortar	Out.1998
EN 1015-9	Methods of test for mortar for masonry Part 9: Determination of workable life and correction time of fresh mortar	Jul.1999
EN 1015-10	Methods of test for mortar for masonry Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar	Jul.1999
EN 1015-11	Methods of test for mortar for masonry Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar	Jul.1999
EN 1015-12	Methods of test for mortar for masonry Part 12: Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates	Fev.2000
PR EN 1015 - 13	Methods of test for mortar for masonry Part 13: Determination of dimensional stability of hardened mortars	Set.1995
EN 1015 - 17	Methods of test for mortar for masonry Part 17: Determination of water-soluble chloride content of fresh mortars	Mar.2000
EN 1015-17:2000/A1	Methods of test for mortar for masonry Part 17: Determination of water-soluble chloride content of fresh mortars	2004
EN 1015 - 18	Methods of test for mortar for masonry Part 18: Determination of water- absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar	Dez.2002
NP EN 1015 -19	Métodos de ensaio de argamassas para Alvenaria Parte 19: Determinação de permeabilidade ao vapor de água de argamassas de reboco endurecidas	Ago.2000
EN 1015-19:1998/A1	Methods of test for mortar for masonry Part 19: Determination of water vapour permeability of hardened rendering and plastering mortars	2004
EN 1015 - 21	Methods of test for mortar for masonry Part 21: Determination of the comparability of one-coat rendering mortars	Dez.2002

Identificação	Título	Data
	with substrates	
EN 1052-3	Methods of test for masonry – Part 3: Determination of initial shear strength	
EN 1745	Anexo A – Tabulated-values of materials used for masonry products and mortar products	Set. - 2003
NP EN 1745	Alvenarias e elementos de alvenaria. Métodos para determinação de valores térmicos de cálculo.	2005
EN 13914-1	Design, preparation and application of external rendering and internal plastering. External rendering.	2005
EN 13914-2	Design, preparation and application of external rendering and internal plastering. Part 2: Design considerations and essential principles for internal plastering.	2005

Argamassas de Pavimento		
EN 13318	Screed material and floor screeds - Definitions	Jun.2000
EN 13813	Screed material and floor screed material – properties and requirements	Out.2002
EN 13454-1	Binders, composite binders and factory made mixtures for floor screeds based on calcium sulfate - Part 1. Definitions and requirements.	
EN 13454-2	Binders and composite binders for floor screeds based on calcium sulfate. Test methods.	Jun. 2003
prEN 13892-3	Method of test for flooring mortars and screeds. Determination of wear resistance (Böhme test).	Ago. 2002
prEN 13892-5	Method of test for flooring mortars and screeds. Determination of wear resistance to rolling wheel for wearing layer	Jun. 2003
prEN 13892-6	Method of test for flooring mortars and screeds. Determination of surface hardness	Ago. 2002
prEN 13892-7	Method of test for flooring mortars and screeds. Determination of wear resistance to rolling wheel for floor coverings	Jun. 2003
prEN 13892-8	Method of test for flooring mortars and screeds. Determination of characteristics	Ago. 2002
EN 13892-1	Methods of test for screed materials – part 1: Sampling, making and curing specimens for test	Nov.2002
EN 13892-2	Methods of test for screed materials – part 2: Determination of flexural and compressive strength	Nov.2002
EN 13892-4	Methods of test for screed materials – part 4: Determination of wear resistance - BCA	Nov. 2002
EN 12706	Test methods for hydraulic setting floor smoothing and/or leveling compounds – Determination of flow characteristics	Nov. 1999

O Regulamento (UE) Nº 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 9 de Março de 2011, que entrou em vigor no dia 1 de Julho de 2013 e que revoga a Diretiva Produtos Construção - 89/106/CEE, estabelece condições harmonizadas para a comercialização dos produtos de construção.

Ainda que o regulamento comunitário seja obrigatório e diretamente aplicável a todos os estados membros da União Europeia, a sua efetiva execução na ordem jurídica interna é assegurada pelo Decreto-Lei nº 130/2013 de 10 de Setembro, que adota as disposições necessárias para a concretização das exigências específicas atribuídas aos Estados -Membros.

A substituição da Diretiva pelo Regulamento tem como objetivo simplificar e clarificar o quadro legal existente assim como melhorar a transparência e a eficácia das medidas em vigor, relacionadas com as condições de colocação ou disponibilização no mercado de produtos de construção. (42)

A declaração de desempenho deve, obedecendo ao modelo constante do Anexo III do RPC, descrever o desempenho do produto relativamente às suas características essenciais, de acordo com as especificações técnicas harmonizadas aplicáveis, referindo ainda, pelo menos:

- o produto-tipo para a qual foi feita a declaração;
- o sistema de avaliação e verificação da regularidade do desempenho do produto;
- o nº de referência e a data de emissão da norma harmonizada ou da avaliação técnica europeia utilizadas para a avaliação de cada característica essencial;
- a ou as utilizações previstas do produto;
- a lista das características essenciais determinadas na especificação técnica harmonizada para a ou as utilizações previstas declaradas;
- o desempenho de pelo menos uma das características essenciais do produto que seja relevante para a ou as utilizações previstas;
- o desempenho das características essenciais do produto relacionadas com a ou as utilizações previstas;
- o acrónimo «NPD» (desempenho não determinado) para as características essenciais relativamente às quais não seja declarado nenhum desempenho. (42)

A declaração de desempenho e quaisquer instruções e informações que acompanhem o produto exigidos pelo RPC devem ser disponibilizados (redigidos ou traduzidos) em língua portuguesa (na língua ou línguas determinadas pelo Estado membro da UE). (42)

Deve ser fornecida uma cópia da declaração de desempenho de cada produto disponibilizado no mercado (uma só cópia em caso de fornecimento de lote do mesmo produto a um utilizador), em suporte papel ou, em termos ainda a definir pela Comissão, por meios eletrónicos, devendo igualmente ser fornecida cópia quando solicitada pelo destinatário. (42)

Na Figura 3.33, apresenta o exemplo do formato de preenchimento da declaração de desempenho dos materiais de construção.

ANEXO III
DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO
N.º

1. Código de identificação único do produto-tipo:

2. Utilização(ões) prevista(s)

3. Fabricante:

4. Mandatário:

5. Sistema(s) de avaliação e verificação da regularidade do desempenho (AVCP):

6A. Norma harmonizada:

Organismo(s) notificado(s):

6B. Documento de Avaliação Europeu

Avaliação Técnica Europeia

Organismo de Avaliação Técnica:

Organismo(s) notificado (s):

7. Desempenho(s) declarado(s):

8. Documentação Técnica Adequada e/ou Documentação Técnica Específica:

O desempenho do produto identificado acima está em conformidade com o conjunto de desempenhos declarados. A presente declaração de desempenho é emitida, em conformidade com o Regulamento (UE) n.º 305/2011, sob a exclusiva responsabilidade do fabricante identificado acima.

Assinado por e em nome do fabricante por:

[nome]

Em [local] em [data de emissão]

Figura 3.33 – Exemplo da declaração de desempenho dos materiais de construção

A certificação CERTIF (Associação para a Certificação de Produtos) pode exigir a licença do uso da sua Marca do Produto Certificado em determinados produtos, entre os quais se encontram as Argamassas. Trata-se de uma marca voluntária, sendo o fabricante o responsável por decidir se considera útil demonstrar de uma forma imparcial e credível a qualidade, a fiabilidade e o desempenho dos seus produtos.

Uma marca considerada também como voluntária são os documentos de aplicação do LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), onde este deixou de publicar documentos de homologação a partir de 31-12-2005, para determinados produtos sendo substituídos pelos Documentos de Aplicação (DA), como retrata a Figura 3.34.



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DA 18

CUIS/B

CDU 692.42.699.82

EDN 1646-2595

DOCUMENTO DE APLICAÇÃO

DANOSA - Derivados Asfálticos, S.A.
 Polígono Industrial, Zona 9
 13000 FORTALEZA (CASALAGRANDE - ESTAMPAO)
 Info: +351 21 948 42 20 Fax: +351 21 948 42 23
 Colégio em Portugal
 DANOSA PORTUGAL, S.A.
 Aeroporto de Lisboa, Rua C e 44800120
 Pólo 2, Galpão 10
 1700-008 LISBOA
 Info: +351 21 846 24 71 Fax: +351 21 846 24 73

**GLASDAN 30 P POL, GLASDAN 40/GP POL,
 ESTERDAN 30 P POL, ESTERDAN 40 P POL,
 ESTERDAN 40/GP POL**

REVESTIMENTOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE COBERTURAS

IMPERMEABILIZAÇÃO DE COBERTURAS
ROOF WATERPROOFING
ÉTANCHÉITÉ DE TOITURES

DECEMBRO DE 2009

A situação de validade do DA pode ser verificada no portal do LNEC [www.lnece.pt].

DOCUMENTO DE APLICAÇÃO COM CERTIFICAÇÃO

O presente Documento de Aplicação (DA), de carácter voluntário, define as características das membranas GLASDAN 30 P POL, GLASDAN 40/GP POL, ESTERDAN 30 P POL, ESTERDAN 40 P POL e ESTERDAN 40/GP POL, produzidas pela empresa DANOSA - Derivados Asfálticos, S.A., e estabelece as condições de execução e de utilização dos sistemas de duas camadas GLASDAN 30 P POL + ESTERDAN 30 P POL, GLASDAN 30 P POL + ESTERDAN 40 P POL, ESTERDAN 30 P POL + ESTERDAN 30 P POL, GLASDAN 30 P POL + ESTERDAN 40/GP POL, ESTERDAN 30 P POL + GLASDAN 40/GP POL e ESTERDAN 30 P POL + ESTERDAN 40/GP POL.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) emite um parecer técnico favorável relativamente aos revestimentos de impermeabilização de coberturas executados com as membranas GLASDAN 30 P POL, GLASDAN 40/GP POL, ESTERDAN 30 P POL, ESTERDAN 40 P POL e ESTERDAN 40/GP POL descritas na secção 1 do presente Documento de Aplicação, desde que se verifiquem as seguintes condições:

- a empresa DANOSA, S.A. assegura a constância da qualidade da produção que permite a aplicação da marcação CE aos produtos, nomeadamente através de um adequado controlo interno da produção, sintetizado na secção 3;
- o campo de aplicação dos revestimentos respeita as regras descritas na secção 2;
- a execução em obra e a manutenção dos revestimentos respeitam as regras descritas, respectivamente, nas secções 5 e 6.

Tratando-se de um Documento de Aplicação com certificação, este é concedido sob condição de que a empresa mantenha permanentemente um controlo interno da qualidade da produção e se submeta ao controlo externo periódico, previsto no quadro do presente DA.

Este DA é válido até 31 de Dezembro de 2014, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Aplicação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente alteração da qualidade da produção traduzida em resultados insatisfatórios dos ensaios e verificações realizados, no âmbito da certificação, pelo LNEC ou por entidade reconhecida pelo LNEC como competente para o efeito e de acordo com os procedimentos adoptados por este Laboratório Nacional.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Dezembro de 2009.

O CONSELHO DIRECTIVO



Carlos Matias Ramos
Presidente



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

LNEC - Departamento de Edificações
 Av. do Brasil, 101 - 1700-008 LISBOA - PORTUGAL
 Tel: +351 21 846 24 20
 lnece@lnece.pt www.lnece.pt

Figura 3.34 – Exemplo do documento de aplicação

4 INTERVENÇÕES EM ARGAMASSAS DE EDIFÍCIOS ANTIGOS

4.1 METODOLOGIAS

Quando se trata de edifícios antigos que precisam de uma intervenção, ela deve ser a mínima possível, na qual se garanta, a máxima intervenção possível. A solução da conservação normalmente conduz a menos custos, estando também de acordo com a sustentabilidade ambiental da construção.

Quando a opção da conservação não é praticável por causa da dimensão e do nível da degradação presente, então deve-se optar por restauros pontuais e só em último caso a substituição parcial ou total. A Figura 4.1 abrevia a hierarquia de intervenção nas argamassas.

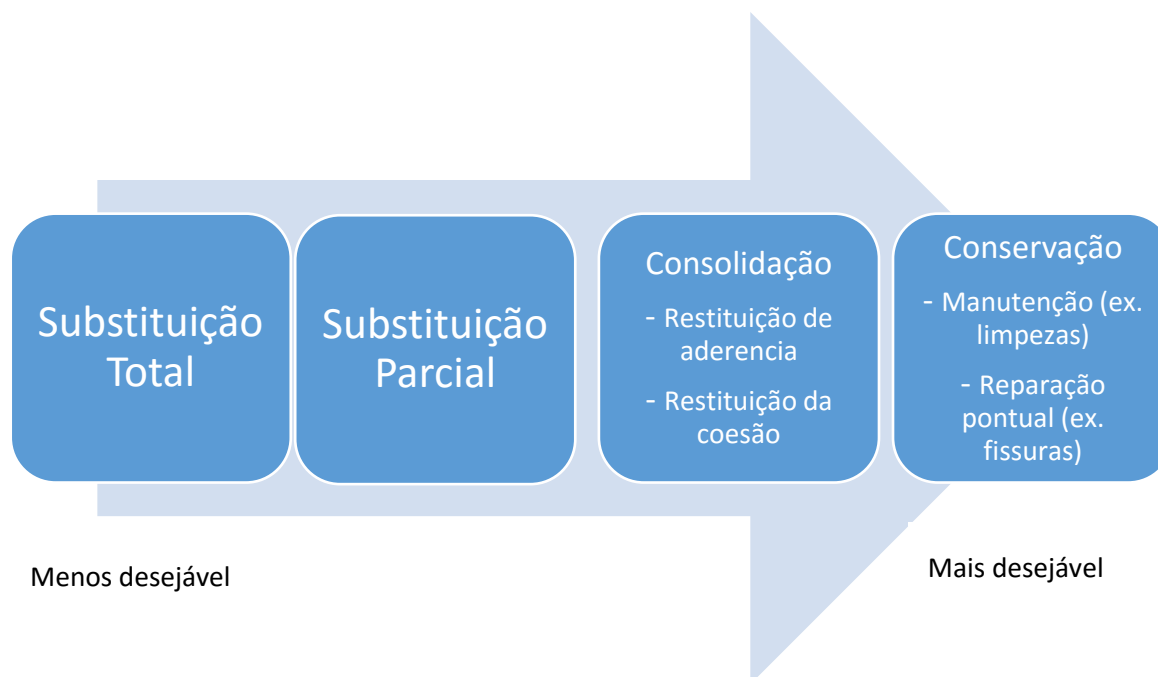


Figura 4.1 – Hierarquia de intervenção em argamassas (43)

Quando se trata de uma intervenção numa argamassa, essa tem de ser realizada em função da dimensão da degradação e do valor histórico, arquitetónico ou artístico que o edifício apresenta. A tabela apresenta, de forma sucinta, os critérios gerais de decisão sobre o tipo de intervenção a realizar.

(43)

Tabela 4.1 – Critérios gerais de decisão sobre o tipo de intervenção a realizar sobre argamassas

Tipo de degradação	Valor histórico, arquitetónico ou artístico	Opção de intervenção	Seleção dos materiais	Seleção das técnicas	Outras exigências
Degradação superficial pontual	Elevado	Conservação e se necessário consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico
	Reduzido	Conservação e se necessário, reparação localizada	Materiais compatíveis em termos funcionais e de aspeto	-	Reversibilidade, aspeto compatível
Degradação superficial generalizada	Elevado	Conservação e se necessário consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico.
	Reduzido	Conservação e reparação localizada	Materiais compatíveis em termos funcionais e de aspeto	-	Reversibilidade, aspeto compatível
Degradação profunda pontual	Elevado	Conservação e se necessário, reparação localizada	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico.
	Reduzido	Substituição parcial	Materiais compatíveis em termos funcionais e de aspeto	Técnicas de aplicação de acordo com as regras da boa arte	Reversibilidade, aspeto compatível
Degradação profunda generalizada	Elevado	Consolidação	Materiais compatíveis e idênticos	Técnicas tradicionais e/ou especializadas	Reversibilidade; aspeto idêntico
	Reduzido	Substituição integral	Materiais compatíveis em termos funcionais e de aspeto	Técnicas de aplicação de acordo com as regras da boa arte	Reversibilidade, aspeto compatível

4.2 PATOLOGIAS

Ao longo do tempo, assiste-se a um desleixo na manutenção a efetuar de forma periódica nos edifícios antigos. Com isto, há cada vez mais problemas patológicos havendo na realidade a necessidade de proceder à manutenção.

O problema patológico ocorre quando o desempenho do produto ultrapassa o limite mínimo de desempenho desejado.

As patologias das argamassa podem ser classificadas, de acordo com a sua origem, em (31):

- ✓ Congénitas- originárias durante a fase de projeto;
- ✓ Construtivas- relacionadas com o decorrer da execução da obra, devido a utilização de mão-de-obra não especializada e ou uso de produtos não controlados;
- ✓ Adquiridas- fruto da agressividade do meio ambiente ou da ação humana, durante a vida útil das argamassas, no decurso da exposição;
- ✓ Acidentais- são caracterizadas por um acontecimento anómalo, atípico, que irá ter efeito nas argamassas.

No caso dos revestimentos de argamassas, as patologias mais frequentes são (31):

- ✓ Fissuração e o descolamento da pintura;
- ✓ Formação de manchas de humidade;
- ✓ Destacamento da argamassa de revestimento da alvenaria;
- ✓ Fissuração da superfície do revestimento;
- ✓ Destacamento por falta de aderência entre o reboco e o emboço;
- ✓ Escorrências;
- ✓ Sujidade;
- ✓ Diferentes tonalidades;
- ✓ Colonização biológica.

Existem estudos que revelam uma incidência de 34% a 36% de manchas em paredes rebocadas, com manifestação diversa, só ultrapassada pela ocorrência de fissuração (diferencial ou por retração), com valores na ordem de 43 a 48%. (31).

A Tabela 4.2 apresenta, de forma resumida, as patologias segundo o critério da exposição.

Tabela 4.2 – Patologias segundo a exposição (31).

Patologias	Devidas a erros de:	Exemplos:
Exógenas à Argamassa	Prescrição	Reboco para interior usado no exterior
	Preparação dos suportes	Argamassa com vestígios de óleos. Suporte com material solto. Suporte demasiado quente, absorvendo água de amassadura, desequilibrando a argamassa.
	Aplicação	Temperatura elevada, vento. Água de amassadura desproporcionada (em excesso ou escassa) ou contaminada. Aplicação de espessuras excessivas ou reduzidas. Não utilização de redes (panos esbeltos, zonas de transição entre materiais), cantoneiras de reforço, etc.
Endógenas à Argamassa	Fenómenos diversos	Vibrações, sismos. Ausência ou insuficiência de juntas. Cadência de fundações. Movimentos estruturais do edifício. Presença indevida de água na construção (terraços, paredes duplas). Humidade ascensional.
	Produto defeituoso	Má formulação (origina retração por excesso de cimento), mistura incompleta. Segregação durante o transporte (granel). Embalagem deficiente. Sem instruções de aplicação ou com instruções incompletas. Produto fora do prazo

4.3 ASPETOS A TER EM CONTA NA REABILITAÇÃO

Na reabilitação de edifícios a intervenção pode ser feita de diversas ordens de grandeza, dependendo do objetivo pretendido e do estado de conservação em que o edifício se encontra. Contudo, existem alguns critérios a ter em consideração quando se pretende reabilitar, nomeadamente:

- ✓ Preservar o mais possível. É preservando que se mantém a autenticidade do edifício. Um edifício é um conjunto de materiais e técnicas construtivas, e a sua conjugação constitui a sua identidade. Preservar significa prolongar essa identidade no tempo.

- ✓ Reduzir as intervenções ao mínimo. Restringir as intervenções ao mínimo necessário tem várias vantagens. Não só do ponto de vista económico, como também do ponto de vista ecológico,

minimizando também consequências de possíveis erros provenientes da aplicação de materiais ou técnicas incompatíveis.

✓ Usar materiais e técnicas de origem ou compatíveis. É preciso ter em consideração as técnicas e materiais que compõem o edifício em que se pretende fazer a intervenção. A utilização de materiais e técnicas recentes pode ser desastrosa não só em termos estéticos como de durabilidade (caso de aplicação de argamassas de cimento em edifícios antigos).

✓ Adaptar o novo ao velho. Os novos conceitos e os novos materiais devem ser adaptados ao existente e não o contrário. A introdução de elementos novos deverá ser sempre ponderada, nunca devendo significar a destruição desnecessária do existente. Ao longo da vida de um edifício é natural que novas exigências e novos conceitos exijam algumas adaptações, no entanto estas devem ser feitas respeitando o existente.

✓ Conservar sempre uma reversibilidade futura. A incorporação de novos elementos ou a substituição dos existentes, deverá, sempre que possível, considerar a possibilidade de uma reversibilidade futura. Isto requer uma intervenção mais cuidadosa. (43)

4.4 REQUISITOS DAS ARGAMASSAS DE SUBSTITUIÇÃO

Quando se aplica argamassas em rebocos de edifícios antigos, um aspeto a ter em conta, é a compatibilidade da argamassa com o suporte que a recebe.

A compatibilidade da argamassa de substituição deve ser garantida em termos mecânicos, físicos e químicos. Do ponto de vista mecânico deve ser assegurada que a resistência à flexão e à compressão dos materiais a aplicar não excede a dos materiais pré-existentes; no entanto, são necessárias resistências mecânicas adequadas às ações (reduzidas) a que os rebocos vão estar sujeitos; fisicamente, o comportamento hídrico das argamassas a aplicar é também importante, pois estas não podem descontinuar a permeabilidade ao vapor de água da alvenaria nem a absorção de água por capilaridade - estas não devem bloquear a passagem de vapor de água circulante devido ao gradiente da pressão do vapor de água entre o interior e o exterior; ainda devem apresentar um bom comportamento face à ação do gelo-degelo; do ponto de vista químico é também importante que as argamassas não introduzam elevados teores de sais solúveis nos suportes onde são aplicadas e, dentro do possível, sejam concebidas para resistir aos efeitos da cristalização de sais. (44)

A necessidade de proceder periodicamente à substituição parcial ou integral dos rebocos antigos, quando se encontrem em elevado estado de degradação, determina que esse procedimento deva assumir as características de uma operação de manutenção corrente. Muitas vezes os novos rebocos aplicados revelam uma reduzida compatibilidade com os suportes, constituindo-se assim, como

soluções pouco duráveis e potencialmente geradoras de novos modos de degradação das alvenarias. (44)

4.4.1 Critérios de compatibilidade das argamassas de substituição

Como já foi referido anteriormente, os materiais a usar nos revestimentos de substituição prendem-se com os critérios de compatibilidade com os elementos pré-existentes.

Neste contexto, referem-se os requisitos que procuram estabelecer um significado de argamassas compatíveis.

- ✓ Não contribuir para degradar os elementos pré-existentes, principalmente as alvenarias antigas;
- ✓ Ter a capacidade de proteger as paredes;
- ✓ Ser reversíveis, ou, pelo menos, reparáveis;
- ✓ Ser duráveis (e contribuir para a durabilidade do conjunto);
- ✓ Não prejudicar a apresentação visual da arquitetura, nem descaracterizar o edifício. (45)

5 REALIZAÇÃO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

Este capítulo refere-se ao planeamento dos ensaios, assim como, à descrição de cada um, isto é, desde o processo de preparação dos provetes das argamassas em obra até à realização dos ensaios em laboratório e em obra.

Estes ensaios realizaram-se durante o mês de abril, maio e junho (3º, 4º e 5º meses de estágio).

5.1 PLANO DE ENSAIOS

O estudo experimental foi realizado no Laboratório de Materiais de Construções do departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto, no entanto a execução dos provetes e do ensaio “Pull-off” foram realizados “in situ”, ou seja, nas respetivas obras onde se aplicava a argamassa a analisar.

Os ensaios executados foram os seguintes: Resistência à Flexão, Resistência à Compressão, Absorção da Água por Capilaridade, Absorção por Imersão às 48h (pressão atmosférica) e a Determinação do Teor de Água às 48 horas aos provetes de argamassas com as composições e dosagens volumétricas apresentadas na Tabela 5.1. assim como, o ensaio de aderência das argamassas (Pull-off) realizado “in situ”. Decidiu fazer-se a realização destes ensaios para obter uma maior informação das argamassas estudadas e porque qualquer um é importante para o bom funcionamento de um reboco.

O plano de ensaios que se definiu teve como objetivo principal a redução da instabilidade pertencente a estes estudos, nomeadamente no que se refere à produção das argamassas, preparação, desmoldagem e cura dos provetes e à realização dos ensaios estabelecidos às idades pré-determinadas.

As argamassas estudadas experimentalmente foram três: argamassa de cal hidráulica, argamassa de cimento Portland de Calcário e argamassa pré-fabricada da “weber cal classic”, na Tabela 5.1 apresentam-se os respetivos traços em volume e o tipo de ligante utilizado.

Tabela 5.1 – Composição e dosagens volumétricas das argamassas.

Designação	Tipo de Argamassa	Traço em volume	Razão Água /ligante	Tipo de Ligante
AHL	Argamassa de Cal Hidráulica	1:3	0,5	HL 5 - cal hidráulica é um ligante hidráulico constituído maioritariamente por silicatos e aluminatos de cálcio e hidróxido de cálcio.
ACE	Argamassa de Cimento	1:3	0,5	Cimento Portland de Calcário CEM II/B-L 32,5 N.
AWC	Argamassa Pré-fabricada: Weber.cal Classic		0,16 a 0,18	Cal aérea, ligante pozolânico e hidráulico, cargas minerais, fibras sintéticas e adjuvantes específicos.

A Tabela 5.2 mostra o planeamento que houve para a realização dos ensaios, referidos anteriormente, para cada argamassa em estudo.

Tabela 5.2 – Plano de ensaios para as argamassas em estudo

Atividades	Argamassa AHL	Argamassa ACE	Argamassa AWC		
Fabrico da Argamassa	11/Março	14/Março	17/Março		
Desmoldagem dos Provetes	14/Março	17/Março	21/Março		
Ensaio da Resistência á flexão e compressão aos 28 dias	08/Abril	11/Abril	14/Abril		
Ensaio da Resistência á flexão e compressão aos 56 dias	06/Maio	09/Maio	12/Maio		
Ensaio da Resistência á flexão e compressão aos 70 dias	20/Maio	23/Maio	26/Maio		
Ensaio de Absorção Por Capilaridade	Colocação dos provetes \geq 14 dias em estufa	06/Maio	09/Maio	12/Maio	
	Realização do ensaio	26/Maio	26/Maio	26/Maio	
Ensaio de Absorção de água por imersão às 48h	Pesagem dos provetes secos	02/Maio	02/Maio	02/Maio	
	Pesagem dos provetes saturados	24horas (m_1)	03/Maio	03/Maio	03/Maio
		48horas (m_1)	04/Maio	04/Maio	04/Maio
	Pesagem dos provetes dentro de água (m_2)	04/Maio	04/Maio	04/Maio	

Tabela 5.3 – Plano de ensaios para as argamassas em estudo (Continuação)

Atividades		Argamassa AHL	Argamassa ACE	Argamassa AWC	
Ensaio de Absorção de água por imersão às 48h	Colocação dos provetes na estufa	04/Maio	04/Maio	04/Maio	
	Colocação dos provetes na estufa	Pesagem dos provetes após 24horas (m ₃)	05/Maio	05/Maio	05/Maio
		Pesagem dos provetes após 48horas (m ₃)	06/Maio	06/Maio	06/Maio
Ensaio de determinação do teor de água às 48h	Pesagem dos provetes secos	10/Maio	10/Maio	10/Maio	
	Pesagem dos provetes às 48 horas	12/Maio	12/Maio	12/Maio	
Ensaio Pull-off	Colagem das peças metálicas	18/Maio	23/Maio	13/Junho	
	Realização do ensaio	23/Maio	30/Maio	20/Junho	

5.2 DETERMINAÇÃO DA CURVA GRANULOMÉTRICA DA AREIA

É fundamental determinar a curva granulométrica da areia que se utilizou para a confecção das argamassas em estudo, nomeadamente a argamassa cal hidráulica HL 5 e argamassa de cimento, uma vez que a granulometria do agregado influencia as propriedades da argamassa, em especial a compacidade, permeabilidade e a trabalhabilidade.

A curva granulométrica é uma linha contínua que une os pontos que representam o resultado da análise granulométrica. Esta curva permite uma análise rápida da granulometria do agregado. Deteta a ausência de determinadas frações e é um elemento fundamental em métodos que permitam definir as quantidades dos componentes da argamassa.

A análise granulométrica de um agregado consiste em separar uma amostra desse agregado em frações; cada uma contendo partículas com dimensões entre os limites das aberturas dos peneiros correspondentes. A Figura 5.1 apresenta a amostra do agregado utilizado para a confecção das já referidas argamassas.



Figura 5.1 – Amostra do agregado para determinação da curva granulométrica

A análise granulométrica foi efetuada a seco, isto é, não necessitou de uma pré-lavagem. Como este se apresentava húmido, colocou-se na estufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ durante sensivelmente uma semana para que fosse retirada toda a humidade contida, ficando com uma massa constante. A Figura 5.2 apresenta a colocação do agregado na estufa antes de ser feito a análise da sua curva granulométrica.



Figura 5.2 – Colocação do agregado em estufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$

Procedimento da análise granulométrica:

Despezar o material seco de massa constante na coluna de peneiros por ordem decrescente de largura de malha, d , com fundo e tampa.

Procede-se á peneiração no agitador, a qual se considera completa quando a massa do material retido (M_2) não se altera mais de 1,0% durante um minuto de peneiração.

Terminada a peneiração, pesa-se o material retido em cada peneiro, que são as partículas com uma dimensão igual ou superior à abertura do peneiro.

Os resultados registam-se sob a forma de tabela com os elementos:

- a) Massa retida em cada peneiro;
- b) Percentagem retida em cada peneiro;
- c) Passados acumulados (% total do que passa através do peneiro);
- d) Retidos acumulados (% total do que fica retido no peneiro);
- e) Validação do ensaio;
- f) Percentagem de finos.

A Figura 5.3, ilustra o peso registado do tabuleiro mais agregado.



Figura 5.3 – Peso do tabuleiro mais agregado

A Figura 5.4 apresenta as várias fases da análise granulométrica, tendo como peso inicial de referência da amostra igual a 620g o qual está de acordo com o exigido na norma NP EN 933-1, para agregados com dimensão máxima de 8mm que é no mínimo igual ou superior a 600g.



a) Pesagem do agregado b) Peneiros existentes c) Peneiros por ordem decrescente de diâmetro d) Pesagem dos passados de um dos peneiros

Figura 5.4 – Representação das várias fases da análise granulométrica do agregado

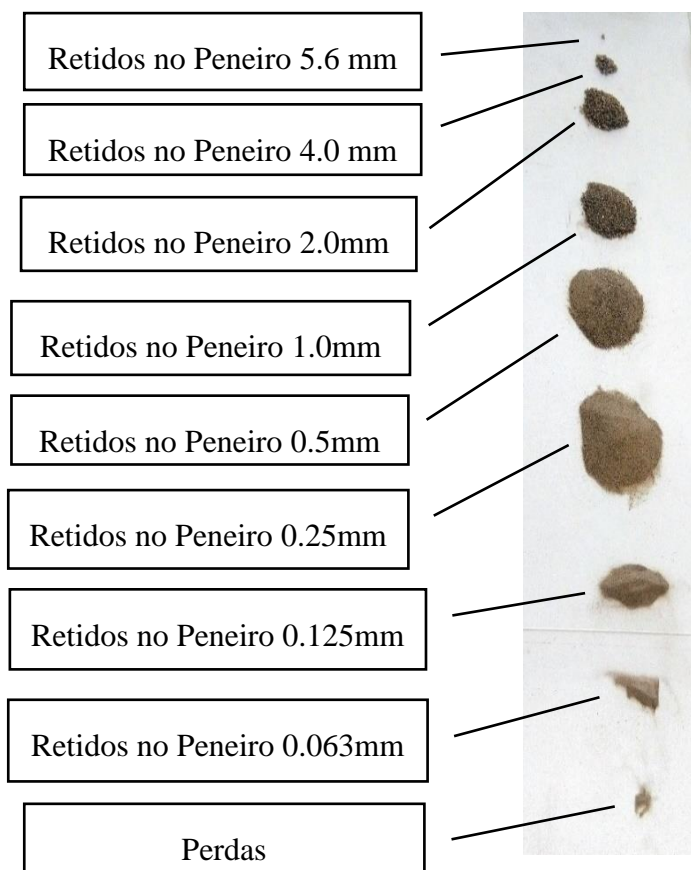


Figura 5.5 – Representação das várias fases para determinação da curva granulométrica do agregado

A Tabela 5.4 apresenta os resultados da análise granulométrica do agregado, seguindo a apresentação da curva granulométrica correspondente na Figura 5.6.

Tabela 5.4 – Registo dos retidos e passados nos peneiros

Série base+ Série 1 (mm)	Retidos simples (g)	Retidos simples (%)	Retidos (%)	Passados (%)
8			0	100
5,6	0,31	0	0	100
4	9,16	1	1	100
2	76,5	12	14	88
1	117,1	19	33	67
0,5	204,97	33	65	35
0,25	193,01	31	96	4
0,125	16,91	3	99	1
0,063	1,69	0	99	0,6
P	0,2			
f, (%finos)	0,03%			
(620-619,85)/620×100 ≤ 1%, ensaio válido				

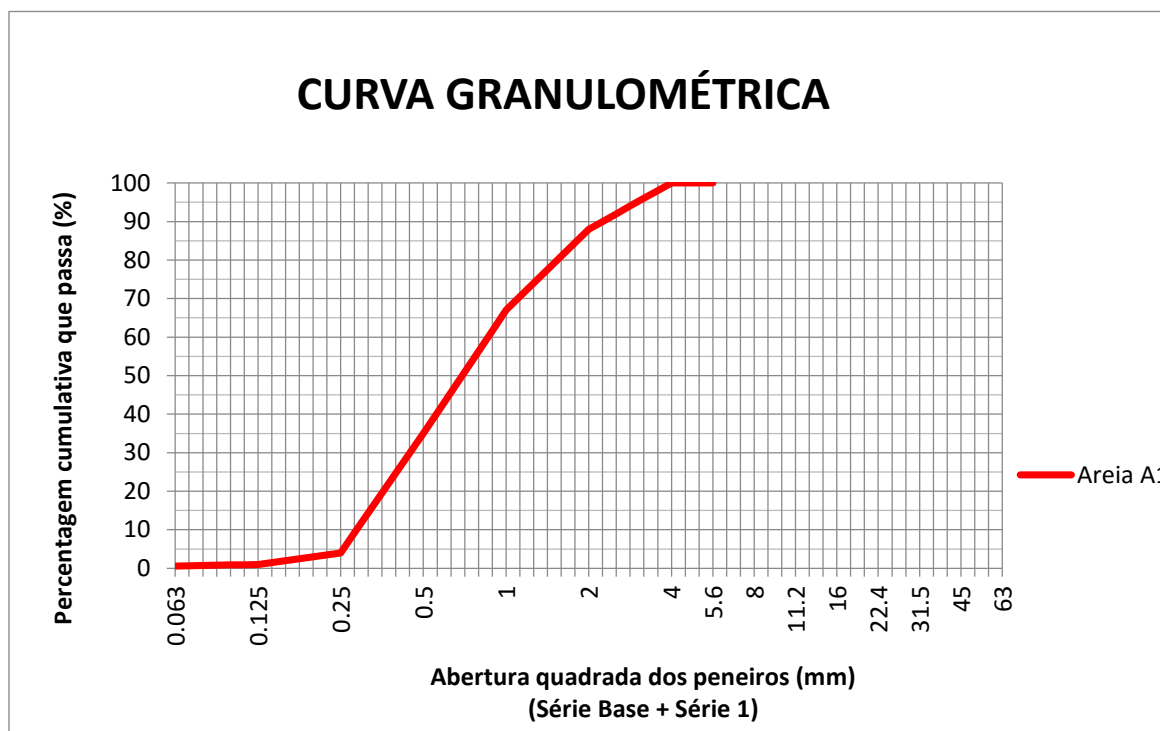


Figura 5.6 – Curva Granulométrica do agregado

Segundo a norma NP EN 933-1, a percentagem de fino que passa no peneiro de 63 μm é dada pela seguinte equação:

$$f = \frac{(M1 - M2) + P}{M1} \times 100 \quad (5.1)$$

Onde:

f = Percentagem de finos que passa no peneiro de 63 μm ;

$M1$ = Massa seca total;

$M2$ = Massa seca após lavagem;

P = Perdas

Como não houve lavagem do agregado, $M1 - M2 = 0$. Assim obteve-se uma percentagem de finos de 0.03% como mostra a equação. (5.2).

$$f = \frac{(0) + 0.2}{620} \times 100 = 0.03\% \quad (5.2)$$

Após o ensaio, verificou-se a validação do mesmo. Para isso e segundo a norma NP EN 933-1, a validação do ensaio é dada pela equação

$$\frac{M1 - (\sum Ri + P)}{M1} \times 100 \leq 1\% \quad (5.3)$$

Onde:

$M1$ = Massa seca total;

$\sum Ri$ = Somatório dos retidos (g);

P = Perdas

Assim, aplicando a equação (5.3), confirmou-se a validação do ensaio uma vez que se conseguiu um valor $\leq 1\%$ como mostra a equação (5.4)

$$\frac{620 - 619.85}{620} \times 100 \leq 1\% \quad (5.4)$$

0.02% \leq 1%



5.3 CONFEÇÃO DAS ARGAMASSAS

Para a realização destes ensaios, numa fase inicial, houve a preparação dos provetes que consistiu na moldagem em moldes de aço, que permitiu a preparação simultânea de três provetes prismáticos de 40x40x160 (mm).

Os primeiros provetes foram preenchidos com argamassa de Cal hidráulica HL 5. A amostra desta argamassa foi confeccionada na obra - Pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”, e como já foi referido anteriormente, tem um traço de 1:3 em volume. Para a preparação desta argamassa foi preciso:

- ✓ Masseur para colocação da areia, cal e água;
- ✓ Colher de pedreiro;
- ✓ Misturadora Manual.

Primeiro foi colocado numa masseira a areia média, de seguida misturou-se a seco a cal hidráulica e logo a seguir misturou-se com água. A mistura foi feita de forma manual com ajuda de uma colher de pedreiro e posteriormente encheu-se individualmente cada provete do molde, procedendo-se à sua compactação com 60 pancadas em cada molde. Em seguida os moldes cheios, devidamente protegidos foram levados para o Laboratório de Materiais do DEC/ISEP. A Figura 5.7 mostra a sequência da confeção da argamassa de cal hidráulica HL5 em obra.



a) Agregado (areia média)



b) Agregado na Masseur



c) Mistura do agregado mais ligante na masseira



- d) Mistura do agregado mais ligante e água na masseira e) Enchimento dos provetes f) Apresentação dos três moldes cheios.

Figura 5.7 – Sequencia da confecção da argamassa de cal hidráulica HL 5 em obra

A Figura 5.8 apresenta a desmoldagem da argamassa de cal hidráulica HL 5 no laboratório de materiais de construção do Instituto Superior de Engenharia do Porto do departamento de Engenharia Civil.



Figura 5.8 – Desmoldagem da argamassa de cal hidráulica HL 5

Os segundos provetes a serem cheios foram os da argamassa de cimento Portland de Calcário CEM II/B-L 32,5 N. A amostra desta argamassa foi confeccionada na obra - Pm 014/Porto-Quartel em Santo Ovídeo - “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”, e como já foi referido anteriormente, tem um traço de 1:3 em volume. Para a preparação desta argamassa foi preciso:

- ✓ Masseira para colocação da areia, cimento e água;
- ✓ Colher de pedreiro;
- ✓ Misturadora Manual.

O processo de confecção destes provetes é idêntico ao de argamassa de cal hidráulica HL 5, sendo agora que em vez de cal hidráulica HL 5 é cimento CEM II/B-L 32,5 N. A Figura 5.9, mostra a sequência da confecção da argamassa de cimento Portland em obra.



a) Agregado (areia média)



b) Mistura do agregado mais ligante na masseira



c) Mistura do agregado mais ligante e água na masseira



d) Enchimento dos provetes



e) Continuação do enchimento e compactação dos provetes



f) Apresentação dos três moldes cheios

Figura 5.9 – Sequencia da confecção da argamassa de cimento portland em obra

A Figura 5.10 apresenta a desmoldagem da argamassa de cimento no laboratório de materiais de construção do Instituto Superior de Engenharia do Porto do departamento de Engenharia Civil.



Figura 5.10 – Desmoldagem da argamassa de cimento.

Os terceiros provetes a serem cheios foram os de argamassa de pré-fabricada. A amostra deste tipo de argamassa foi confeccionada na obra “Empreitada de Museus da UP- Intervenção Parcial I”, e como

se trata de uma argamassa pré-fabricada, não contém nenhum traço, tendo como referência que, cada saco de 25 Kg é misturado com 4 a 4,5 L de água. Para a preparação desta argamassa foi preciso:

- ✓ Recipiente (balde) para colocação da argamassa e água;
- ✓ Misturadora mecânica

O processo de confecção destes provetes é ligeiramente diferente aos anteriores mencionados, pois a argamassa pré-fabricada weber.cal Classic foi colocada num recipiente com a quantidade de água adequada e foi misturada por uma misturadora mecânica.

Na utilização da misturadora mecânica foram garantidas as condições normalizadas para a produção das amassaduras. No que diz respeito à velocidade utilizada na mistura para a obtenção das argamassas, utilizou-se uma misturadora que durante o processo de amassadura executou velocidades de rotação contantes. A Figura 5.11 mostra algumas dessas imagens.



a) Apresentação da argamassa



b) Colocação da argamassa do balde



c) Mistura da argamassa com água



d) Enchimento dos moldes

Figura 5.11 – Sequência da confecção da argamassa pré-fabricada em obra para posterior colocação nos moldes

A Figura 5.12 apresenta a desmoldagem da argamassa Pré-fabricada weber.cal classic no laboratório de materiais de construção do Instituto Superior de Engenharia do Porto do departamento de Engenharia Civil.



Figura 5.12 – Desmoldagem da argamassa pré-fabricada weber.cal classic

Após a desmoldagem os provetes foram colocados numa câmara húmida até ao dia da realização dos respetivos ensaios.

5.4 RESISTÊNCIAS MECÂNICAS

Foram determinadas as resistências à flexão e à compressão aos 28, 56 e 70 dias. Para determinar as resistências mecânicas foram seguidas as normas EN 1015-11 e NP EN 196-1, em provetes com as seguintes dimensões: 40×40×160 mm.

No ensaio de resistência à flexão os provetes resultantes correspondem a meios prismas, e depois cada metade do provete é submetido ao ensaio de compressão.

5.4.1 Ensaio de Resistência à flexão

O ensaio à flexão consiste no estudo de materiais com o objetivo de determinar a tensão de rotura. Os ensaios realizados foram efetuados de acordo com o disposto na norma EN 1015-11:1999 e na norma NP EN 196-1, como já foi referido anteriormente.

Este ensaio tem como princípio a determinação da resistência à flexão através da aplicação de uma carga a meio vão do provete prismático, utilizando para tal, roletes colocados superior e inferiormente. Regista-se a carga suportada pelo provete até à rotura e calcula-se a resistência à flexão do provete.

Neste ensaio de flexão a força aplica-se a meio vão porque é nesse ponto que a flexão é máxima. Quando se dá a rotura do provete o valor da carga aplicada é registada na “Digimax” na máquina de ensaios.



a) Ecrã com os valores correspondente á norma de ensaio b) Ecrã com os valores registados do ensaio

Figura 5.13 – Ecrã de registo dos resultados do ensaio na “Digimax”

5.4.1.1 Utensílios Utilizados

- ✓ Máquina de ensaio da resistência à flexão.

5.4.1.2 Procedimento de ensaio

Em primeiro lugar coloca-se o provete na máquina de modo a ficar centrado e com o eixo longitudinal perpendicular aos dois apoios, garantindo que faces laterais de moldagem fiquem em contacto com os apoios. Coloca-se o rolete superior da máquina de forma a estabelecer contacto com a face superior do provete. Aplica-se uma força gradualmente crescente, de modo contínuo e sem choques, até à rotura do provete. Regista-se a força de rotura. Segundo a norma NP EN 196-1, a carga é aplicada verticalmente por meio do cilindro da carga sobre a face lateral oposta do prisma a uma velocidade uniformemente de (50 ± 10) N/s até à rotura. (46)

A carga de rotura pode ser obtida pela seguinte expressão:

$$Rf = \frac{1.5 \times Ff \times l}{b^3} \tag{5.5}$$

Onde:

- Rf - Resistência à flexão (MPa);
- Ff - A carga aplicada no centro do prisma na rotura (N);
- b - Lado da seção quadrada do prisma (mm);
- l - Distância entre apoios (mm), igual a 100 mm.

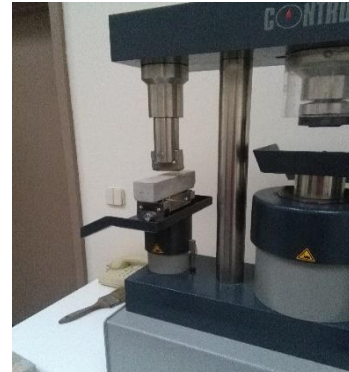
De seguida, na Figura 5.14, apresenta-se o registo de imagens durante a realização do ensaio à flexão.



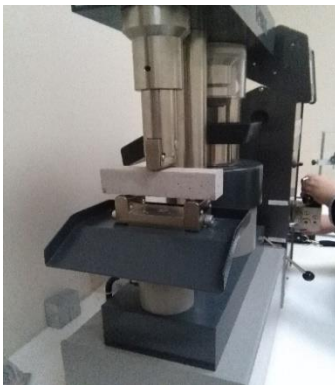
a) Máquina para a realização do ensaio



b) Balança para a pesagem dos provetes



c) Provette na posição para a realização do ensaio à flexão



d) Provette centrado no módulo de flexão



e) Momento em que o provete tem a rotura



f) Registo do diagrama

Figura 5.14 – Registo de imagens durante a realização do ensaio à flexão

5.4.2 Ensaio de Resistência à compressão

A resistência à compressão pode ser entendida como um esforço axial, distribuído de modo uniforme em toda a secção, que tende a provocar um encurtamento do corpo submetido a este esforço. Este ensaio foi realizado de acordo com o disposto na norma EN 1015-11:1999 e na norma NP EN 196-1.

Nos ensaios de resistência à compressão deve-se aumentar a carga uniformemente à velocidade de $(2400 \pm 200 \text{ N/s})$ durante toda a aplicação da carga, até à rotura de um corpo de prova colocado entre duas placas paralelas controladas. (46)

Este ensaio é realizado imediatamente a seguir ao ensaio de flexão e sobre os meios prismas dele resultante. Os provetes são ensaiados até à rotura numa máquina de ensaio de compressão, registando-se a carga máxima suportada por cada metade do provete.

5.4.2.1 Utensílios Utilizados

- ✓ Máquina de ensaio da resistência à compressão.

5.4.2.2 Procedimento de ensaio

Coloca-se o provete no prato inferior da máquina, pondo em contacto, uma das faces laterais de moldagem. Desce-se o prato superior da máquina até estabelecer contacto com a face superior do provete. Aplica-se uma força gradualmente crescente, de modo contínuo e sem choques, até à rotura do provete. Regista-se a força de rotura. Segundo a norma NP EN 196-1, tem que se centrar lateralmente cada semi-prisma em relação aos pratos da máquina a $\pm 0.5\text{mm}$ e longitudinalmente de modo que a base do prisma fique saliente em relação aos pratos ou às placas auxiliares cerca de 10mm.

Para cada meio prisma, determina-se a resistência à compressão através da seguinte expressão:

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (5.6)$$

Onde:

R_c - Resistência à compressão (MPa);

F_c - Carga máxima na rotura (N);

1600-Área comprimida do provete (mm^2).

A Figura 5.15 apresenta o registo de imagens durante a realização do ensaio à compressão.



a) Provete na posição para a realização do ensaio á compressão

b) Contacto do provete com os pernos

c) Momento em que o provete tem a rotura

d) Resultado dos provetes apos o ensaio á compressão

Figura 5.15 – Registo de imagens durante a realização do ensaio à compressão

5.5 ENSAIO DE ABSORÇÃO DA ÁGUA POR CAPILARIDADE

O ensaio de absorção de água por capilaridade baseou-se na Especificação do LNEC E393 e, na parte aplicável, da recomendação da RILEM TC 116 PCD.

Este ensaio tem como objetivo determinar a absorção de água por capilaridade da argamassa endurecida. A absorção é geralmente expressa pela diferença entre a massa do provete seco e a massa do provete de argamassa endurecido, por unidade de superfície dos provetes de 40×40 mm² e aproximadamente 160mm de altura, que se coloca com uma das faces em contacto com água durante um tempo de 5min, 10min, 20 min, 30min, 1h, 1h e 30, 2h, 3h, 4h, 4h e 30.

Define-se sucção capilar ou absorção como, a entrada de água na rede porosa do betão devido a forças capilares que resultam da diferença de pressão entre a superfície livre da água no exterior do betão e a sua superfície nos poros capilares, dependendo do diâmetro capilar. Este mecanismo ocorre se o betão está sujeito a ciclos de molhagem e secagem.

“A absorção de água por capilaridade é a diferença entre a massa do provete de betão endurecido que esteve com uma das faces em contacto com a água durante um determinado tempo e a massa do provete seco, dividida pela área da superfície em contacto com a água. A absorção de água por capilaridade pode também ser aferida pela altura média da ascensão capilar medida perpendicularmente à face do provete que se encontra em contacto com a água.” (47)

5.5.1 Utensílios Utilizados

- ✓ Estufa ventilada, regulada para uma temperatura de 40° C;
- ✓ Balança;
- ✓ Caixa plástica (Recipiente) com fundo plano para colocação de água;
- ✓ Régua;
- ✓ Pano húmido para limpar o excesso de água no provete.

5.5.2 Procedimento de ensaio

Numa fase inicial houve a preparação dos provetes que consiste na execução dos seguintes passos:

1º Com um pano húmido, limpa-se a superfície do provete para eliminar a humidade em excesso, sendo registadas as suas dimensões e o seu peso.

2º Colocam-se os provetes na estufa a uma temperatura de 40° C, durante 14 dias.

Os provetes das argamassas são colocados num tabuleiro com suportes com o objetivo de manter a face inferior do provete em contacto com a água. Após a colocação dos provetes à temperatura ambiente, introduz-se água até que o nível atinja 5 ± 1 mm acima da face inferior do provete, tendo o cuidado de não molhar as outras faces. Cobrem-se os provetes e o tabuleiro com a tampa para não haver evaporação da água e manter o nível de águas constante.

São efetuadas medições aos 5 min, 10 min, 20 min, 30 min, 1h, 1h e 30, 2h, 3, 4h, tendo como último valor a registar neste ensaio 4h e 30 min desde a colocação dos provetes em água.

Para efetuar a pesagem, retira-se o provete e limpa-se com o pano seco a superfície que está em contacto com a água. De seguida pesam-se os provetes, sendo M_i a massa do provete no tempo t_i .

O objetivo principal deste ensaio é o cálculo do coeficiente de absorção (S) que corresponde ao gradiente da curva de absorção nas primeiras quatro horas e meia de ensaio, ou seja:

$$A = a_0 + S \times \sqrt{t} \quad (5.5)$$

Onde:

A -Absorção de água por unidade de superfície de betão (mg/mm²)

S -Coeficiente de absorção do material (mg/(mm²×min^{0,5}))

t -Tempo passado desde o instante inicial (min)

a_0 -Água inicialmente absorvida pelos poros em contacto com a água (mg/mm²)

A Figura 5.16 mostra o registo de imagens durante a realização do ensaio de absorção de água por Capilaridade.



a) Recipiente com água de fundo plano



b) Pesagem dos provetes



c) Provetes em água com 5 min



d) Provetes em água com 30 min



f) Provetes em água com 4 horas



g) Secagem do provete com um pano para a sua pesagem

Figura 5.16 – Registo de imagens durante o ensaio de absorção de água por capilaridade

5.6 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO ÀS 48H (PRESSÃO ATMOSFÉRICA)

A absorção de água por imersão às 48h à pressão atmosférica realizou-se de acordo com o procedimento descrito na especificação LNEC E 394:1993. Para a realização deste ensaio utilizaram-se provetes cúbicos com $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}^3$, com 52 dias de idade para a argamassa de cal hidráulica (AHL), 50 dias para argamassa de cimento (ACE) e 46 dias para a argamassa pré-fabricada (AWC). O objetivo deste ensaio é determinar a absorção da água quando imersos em água durante 48 horas.

5.6.1 Utensílios Utilizados

- ✓ Balança;
- ✓ Caixa plástica (Recipiente) com fundo plano para colocação de água;
- ✓ Estufa, regulada para uma temperatura de $105 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ✓ Balança para determinação da massa dos provetes saturados ao ar e da massa hidrostática.

5.6.2 Procedimento de ensaio

Antes de começar o ensaio os provetes foram colocados em estufa durante 2 dias a uma temperatura de $60 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Após esse período, os provetes foram retirados e arrefecidos até à temperatura ambiente.

Os provetes são pesados, obtendo-se a massa do provete seco (M_0), onde seguidamente é colocado na caixa com água imersos em $1/3$ da sua altura; uma hora depois enche-se com água até $2/3$ da altura do provete e novamente, passado uma hora, acrescenta-se água de maneira a tapar a totalidade do provete mas sem ultrapassar 20 mm da face superior do provete imerso.

Considera-se alcançada a massa constante dos provetes saturados m_1 quando a diferença entre as massas obtidas em duas pesagens consecutivas, intervaladas de pelo menos 24 horas, for inferior a 0,1% da média das duas leituras.

Após alcançada a massa constante, pesam-se os provetes dentro da água, e m_2 , é a sua massa hidrostática, após a saturação. Em seguida, seca-se o provete na estufa a $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, até se atingir massa constante entre duas leituras consecutivas, intervaladas de 24 horas, e a diferença entre leituras seja de 0,1% da média das leituras, m_3 .

Na Tabela 5.5, apresenta-se as pesagens dos provetes secos, ou seja, a respetiva massa seca (M_0).

Tabela 5.5 – Pesagem dos provetes secos (M_0)

Argamassa	M_0
AHL 1,1	446,75
AHL 1,2	447,32
AHL 1,3	455,55
ACE 1,1	502,83
ACE 1,2	505,37
ACE 1,3	502,04
AWC 1,1	360,86
AWC 1,2	364,16
AWC 1,3	360,32

Para calcular a absorção de água por imersão é feito através da seguinte expressão:

$$A = \frac{(m_1 - m_3)}{(m_1 - m_2)} \times 100 \quad (5.6)$$

Onde:

m_1 -é a massa do provete saturado ao ar, expressa em gramas;

m_2 -é a massa hidrostática do provete saturado expressa em gramas;

m_3 -é a massa do provete seco expressa em gramas;

A -é o valor da absorção de água por imersão expresso em percentagem.

✓ Verificação do ensaio

Tal como já foi referido anteriormente, a diferença entre as massas obtidas pelas duas pesagens consecutivas tem que ser inferior a 0,1% das médias das leituras, e tem que se verificar isso, tanto para a massa do provete saturado ao ar (m_1) como na massa do provete seco (m_3). Essa verificação está comprovada em anexo na Tabela A.8 e na Tabela A.9.

A Figura 5.17 mostra o registo de algumas imagens durante o ensaio de absorção de água por imersão às 48h (pressão atmosférica).



a) Provetes imersos em água a 1/3 da altura

b) Provetes imersos em água a 2/3 da altura

c) Provetes totalmente imersos em água

d) Massa hidrostática após a saturação

Figura 5.17 – Registo de imagens durante o ensaio de absorção de água por imersão às 48h (pressão atmosférica)

5.7 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA ÀS 48H

Para a determinação do teor em água às 48 horas baseou-se na especificação E 394 do LNEC.

Este ensaio tem como objetivo a determinação da massa de água que um provete de argamassa endurecida é capaz de absorver durante 48 horas, quando imerso em água.

5.7.1 Utensílios Utilizados

- ✓ Balança;
- ✓ Caixa plástica (Recipiente) com fundo plano para colocação de água;
- ✓ Estufa, regulada para uma temperatura de $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

5.7.2 Procedimento de ensaio

Tal como para o ensaio de capilaridade, este ensaio foi realizado em provetes prismáticos, que foram previamente secos em estufa, a 60 ± 5 °C, durante 3 dias, e arrefecidos ate temperatura ambiente.

Quando os provetes já estão à temperatura ambiente, são pesados, obtendo-se assim a massa dos provetes secos. Os provetes são colocados na caixa com água, tendo o cuidado de não ficarem bolhas de ar presas na superfície, colocando os provetes devagar na água e inclinando-os a 45 graus. Passado 48 horas imersos na água, são retirados da mesma, removendo-se o excesso que possa haver na sua superfície com um pano seco, pesando e obtendo desta forma, a massa do provete saturado.

O teor de água às 48 horas é expresso, em percentagem, sendo determinado através da seguinte expressão:

$$A_i = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_2)} \times 100 \quad (5.7)$$

Onde:

A_i - Absorção de água por imersão;

m_1 -Massa do provete saturado ao fim de 48 horas, expressa em gramas;

m_2 -Massa do provete seco, expressa em gramas.

A Figura 5.18 apresenta o registo de imagens durante o ensaio para a determinação do teor de água às 48 horas.



a) Balança para pesagem do provete seco e saturado b) Colocação dos provetes em água com inclinação de 45°

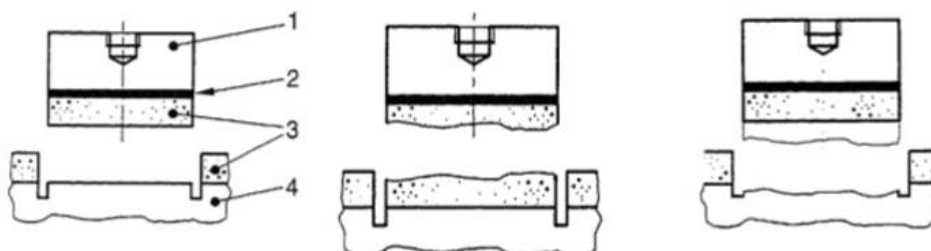
Figura 5.18 – Registo de imagens durante o ensaio para determinação do teor de água às 48 horas

5.8 ENSAIO DE ARRANCAMENTO (PULL-OFF)

O ensaio de arrancamento (Pull-off) também definido como ensaio de aderência por tração direta, consiste na aplicação suave de uma força de tração, exercida manualmente no volante de tensão de um aparelho concebido para esse fim. Tem como objetivo principal determinar a força máxima de rotura por unidade de superfície que pode ser medida através da aplicação de uma força de tração ou de corte. A aderência mede a capacidade da argamassa de revestimento e assentamento se manter fixa ao suporte, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface existente entre o suporte e as argamassas. (48). Esta propriedade depende fundamentalmente da natureza do substrato (rugosidade da espessura) e das condições climáticas durante a sua aplicação, da composição da argamassa, do tipo de cura da argamassa. (49)

O ensaio Pull-Off tem como vantagens: usar um aparelho de custo médio e simples de manusear; não necessita de fonte de energia in-situ; não necessitar de trabalho em laboratório; os resultados serem fiáveis e de fácil interpretação. No entanto, apresenta algumas desvantagens, tais como: a realização do ensaio não é contínua (existe uma primeira fase de preparação e colagem das pastilhas, uma segunda de realização do ensaio e uma terceira de reparação dos locais ensaiados), logo a duração de ensaio é de 5 a 7 dias; necessita de meios de acesso aos locais de ensaio (escadotes, bailéus, entre outros); realização do ensaio exige 2 pessoas no mínimo; está fortemente condicionada pelas condições atmosféricas em ensaios in-situ. Apesar das desvantagens, o ensaio continua a ser largamente recomendado em normas e utilizado na avaliação da aderência de argamassas ao suporte.

Apesar de destrutivo, o ensaio revela importância na quantificação da tensão de aderência e na caracterização do tipo de rotura. Segundo a norma EN 1015-12, existem três tipologias de rotura nos ensaios de aderência. O arrancamento pode ocorrer por perda de aderência na interface entre o suporte e argamassa (adesiva), por rotura da própria argamassa (coesiva na argamassa) ou por rotura no próprio suporte (coesiva no suporte), como ilustram Figura 5.19.



a) Rotura adesiva

b) Rotura coesiva na argamassa

c) Rotura coesiva no suporte

Legenda: 1- Disco metálico; 2- Cola epoxídica; 3- Argamassa; 4- Suporte.

Figura 5.19 – Diferentes tipos de rotura nos ensaios de aderência

a) Rotura adesiva entre a argamassa e o suporte (RA) - o valor da resistência de aderência ao suporte é o valor obtido.

b) Rotura coesiva da argamassa (RCA) - o valor da resistência de aderência ao suporte é superior ao valor obtido;

c) Rotura coesiva do suporte (RCS) - o valor da resistência de aderência ao suporte é o valor obtido;

Nos casos em estudo o elemento de suporte é alvenaria de pedra granítica na obra "Empreita de Museus da UP-Intervenção Parcial I" e na obra "PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- "Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos". Para a argamassa de assentamento (argamassa de cimento) na obra "PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO", o elemento de suporte encontrado foi pavimento em betão.

A tração é transmitida axialmente a uma peça metálica de ensaio (disco metálico), colada previamente ao provete. No diagnóstico pode ver-se o aumento gradual da força numa escala (kN), permitindo o registo da força máxima com que se dá o arrancamento do provete na seção mais frágil.

5.8.1 Utensílios Utilizados



a) Carota dora portátil



b) Coroa metálica



c) Peça circular com 5 cm de diâmetro



d) Equipamento hidráulico- manual



e) Aparelho mecânico de aderência



f) Pincel



g) Cola epoxídica



h) Lixa grossa

5.8.2 Procedimento de ensaio

Este ensaio foi baseado na norma EN1015-12:2000, pois a caroteadora utilizada tem um diâmetro exterior de 63 mm e 55mm de diâmetro interior. Além disso contem uma broca centrada no seu interior com 8mm de diâmetro, para ajudar a segurara a caroteadora durante operação de perfuração. Nos cálculos foi descontado o diâmetro da broca.

O ensaio iniciou-se com a execução de um entalhe circular, de 63 cm de diâmetro interno, executado com o auxílio duma caroteadora, de modo a ficar perpendicular à superfície do material, até uma profundidade suficiente para ultrapassar o(s) plano(s) de ligação dos materiais e atingir o substrato da argamassa.

Após a perfuração procede-se à limpeza da superfície com um pincel e regularização com uma lixa grossa.

De seguida, cola-se a peça metálica de ensaio com uma cola epoxídica ao provete, exercendo uma pressão moderada na referida peça durante alguns minutos.

Após 7 dias de cura completa desta ligação, pode-se então colocar o aparelho, de modo que a garra deste “abraçe” a peça metálica.

Após o aparelho estar uniforme, coloca-se o indicador da escala em zero, e inicia-se o ensaio

O resultado o ensaio com aproximação de 0,1 MPa é calculado através da seguinte expressão:

$$\sigma_a = \frac{F_a}{A} \quad (5.8)$$

Onde:

F_a - É a força de rotura registada;

A - É a área do provete.

σ_a – Tensão (Resistência da tração) em MPa.

Legenda:

1-Pastilha metálica;

2-Camada de cola;

3-Argamassa;

3*-Argamassa (área de ensaio);

4-Suporte. F_u - Força de Rotura.

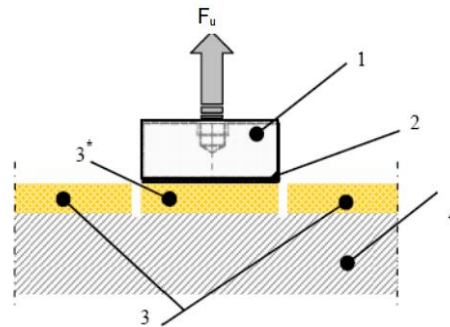


Figura 5.20 – Esquemática do ensaio de pull-off (49)

De seguida a Figura 5.21, mostra o registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) à argamassa de cal hidráulica (AHL) na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”.



a) Plano de procedimento de ensaio



b) Resultado da peça metálica nº1



c) Resultado da peça metálica nº2



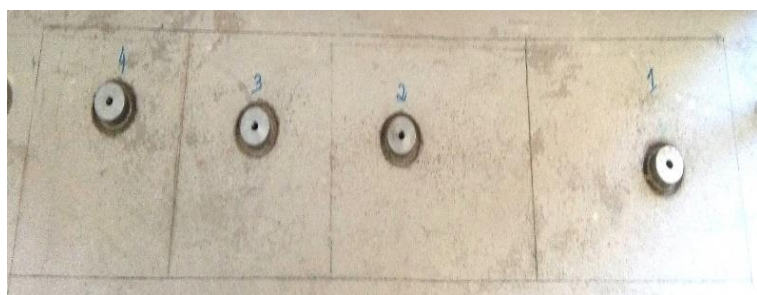
d) Resultado da peça metálica nº3



e) Resultado da peça metálica nº4

Figura 5.21 – Registo de imagens durante o ensaio de pull-off à argamassa de cal hidráulica (AHL)

A Figura 5.22 mostra o registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) à argamassa de cimento (ACE) na obra PM 014/PORTO-QUARTEL EM SANTO ÓVIDEO- “Intervenções Diversas para Instalação da Repartição de Recrutamento e Requalificação da Casa de Sargentos”.



a) Plano de procedimento de ensaio



b) Resultado da peça metálica nº1



c) Resultado da peça metálica nº2



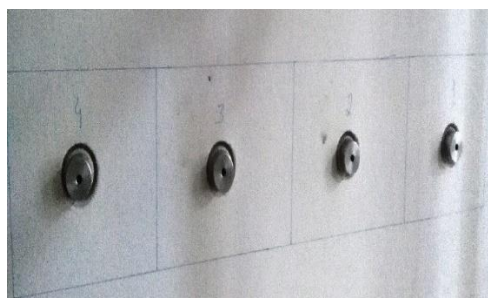
d) Resultado da peça metálica nº3



e) Resultado da peça metálica nº4

Figura 5.22 – Registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) na argamassa de cimento (ACE).

A Figura 5.23 apresenta o registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) à argamassa pré-fabricada (AWC) na obra “Empreita de Museus da UP-Intervenção Parcial I”.



a) Plano de procedimento de ensaio



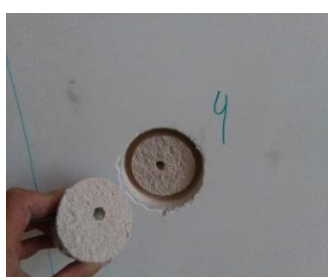
b) Resultado da peça metálica nº1



c) Resultado da peça metálica nº2



d) Resultado da peça metálica nº3



e) Resultado da peça metálica nº4



f) Sequência do resultado obtido

Figura 5.23 – Registo de imagens durante o ensaio de arrancamento (Pull-off) na argamassa pré-fabricada (AWC).

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS

A apresentação dos resultados será realizada através de quadros sintéticos ou em função de gráficos.

Todos os valores obtidos nos ensaios realizados estão representados em quadros e gráficos no Anexo deste relatório.

6.1 MASSA VOLÚMICA DAS ARGAMASSAS AOS 28, 56 E 70 DIAS

Antes de efetuar os ensaios mecânicos pesaram-se os provetes e conferiu-se as suas dimensões, obtendo assim a massa volúmica das argamassas aos 28, 56 e 70 dias, como se ilustra no gráfico da Figura 6.1 e nas Tabela A.1, Tabela A.2 e Tabela A.3 apresentadas em anexo.

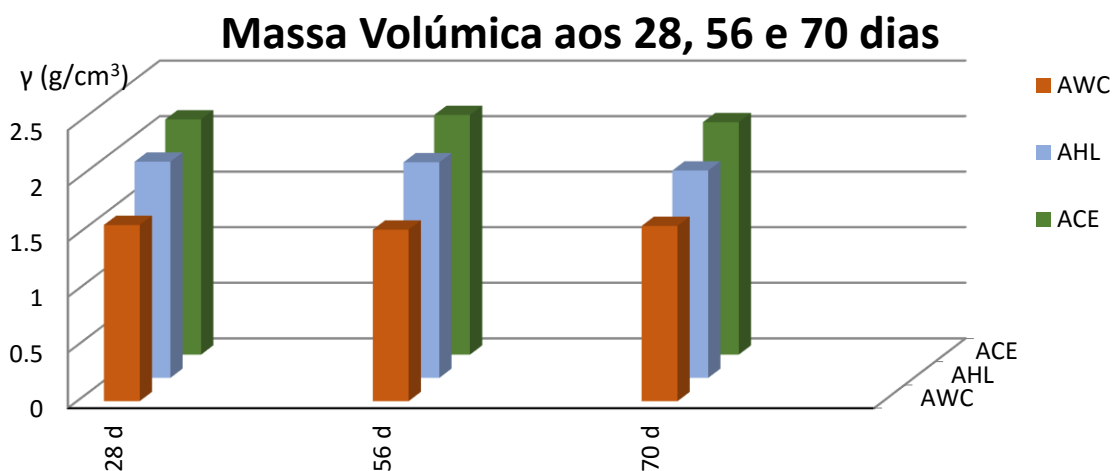


Figura 6.1 – Gráfico da Massa volúmica dos provetes aos 28, 56 e 70 dias (g/cm^3)

Analisando o gráfico da Figura 6.1 e a Tabela A.1, Tabela A.2 e Tabela A.3 do anexo, percebe-se que embora haja uma pequena diferença de valor de massas volúmicas de provete para provete dentro de cada tipo de argamassa, com o passar do tempo, cada argamassa mantém a massa volúmica praticamente constante o que significa que é bastante bom, pois quando as argamassas forem aplicadas não vai haver variação de volume, havendo por isso uma estabilidade por parte das argamassas empregues que nas paredes, quer nos pavimentos durante a vida útil do edifício.

6.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO E COMPRESSÃO AOS 28, 56 E 70 DIAS

Nas figuras que se seguem, apresentam-se graficamente os resultados obtidos no ensaio de resistência à flexão e compressão aos 28, 56 e 70 dias, tendo em anexo o registo e os respetivos cálculos em tabelas destes ensaios.

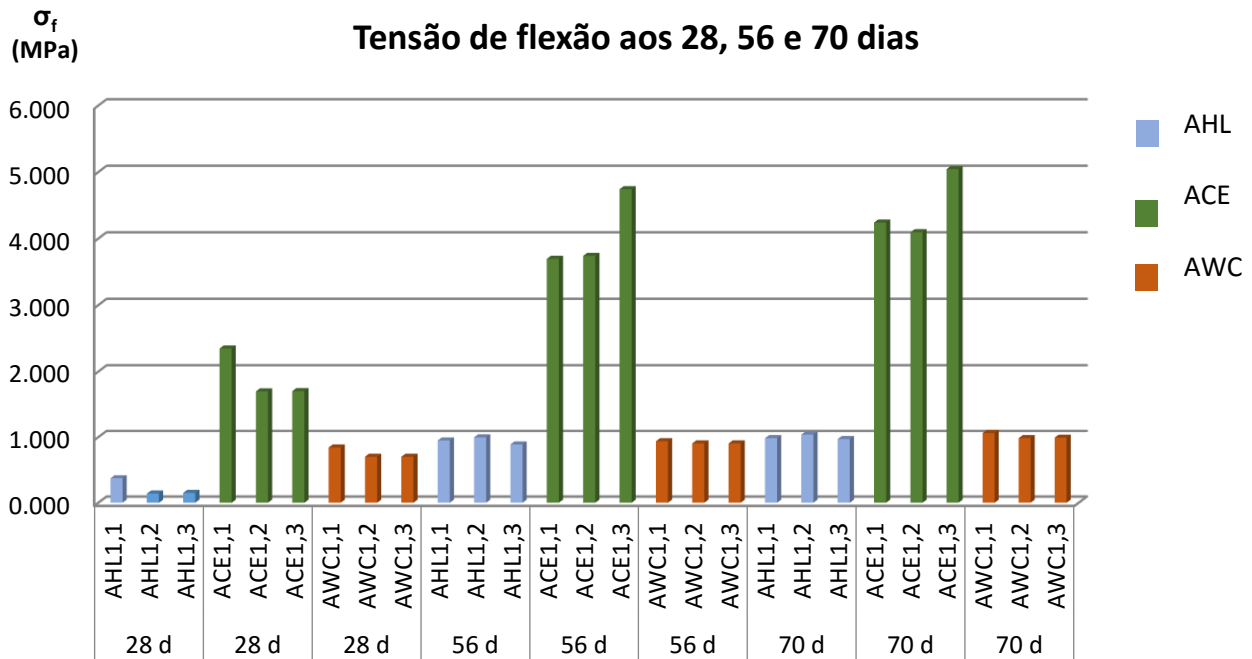


Figura 6.2 – Gráfico da Tensão de flexão aos 28, 56 e 70 dias (MPa)

Como se pode observar na Figura 6.2, as argamassas com o tempo aumentam o valor de tensão de flexão principalmente entre os 28 dias e os 56 dias, após esse período tempo o valor de tensão de flexão praticamente se mantém.

A argamassa de cimento (ACE) é a que apresenta maior tensão de flexão mesmo com pouco idade, apresentado quase o dobro de valor de tensão de flexão entre os 28 e os 56 dias, o mesmo acontece proporcionalmente entre os 56 e 70 dias.

A argamassa de cal hidráulica (AHL) é a que apresenta uma tensão de flexão mais baixa nos primeiros dias de idade, no entanto entre os 28 dias e os 56 dias apresenta o triplo do valor aos 28 dias, não apresentando subida significativa entre os 56 e 70 dias.

A argamassa pré-fabricada (AWC) apresenta somente uma ligeira subida entre os 28 e 56 dias, após o qual mantêm praticamente constante o valor de tensão de flexão com o acréscimo de idade.

Em termos de resistência à flexão argamassa de cimento (ACE) é a que apresenta valores mais elevados, a seguir são as duas argamassas (AWC) e (AHL), embora argamassa pré-fabricada (AWC) apresente valores mais elevados de tensão de flexão aos 28 dias do que argamassa de cal hidráulica (AHL).

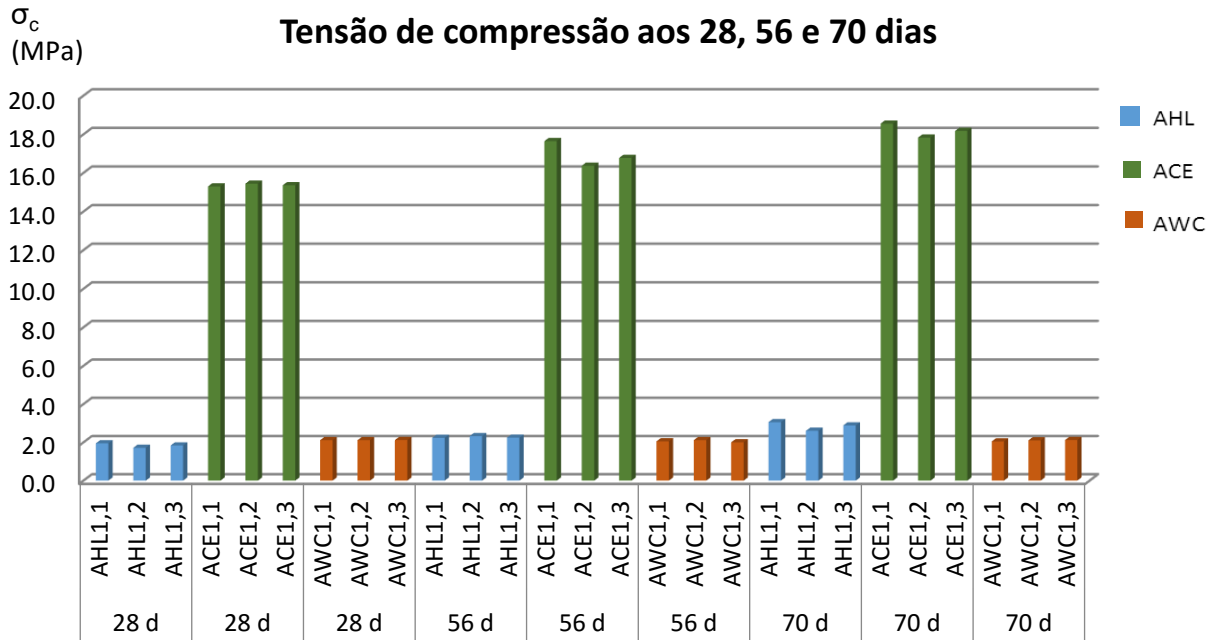


Figura 6.3 – Gráfico da Tensão de compressão aos 28, 56 e 70 dias (MPa)

Analisando o gráfico da Figura 6.3, verifica-se que o comportamento das argamassa em relação à resistência à compressão é semelhante ao da resistência à flexão só que em escalas superior como se pode confirmar na Figura 6.4.

A argamassa de cal hidráulica (AHL) e a argamassa de cimento (ACE) com a idade aumentam de valor de tensão de compressão, no entanto a argamassa de cimento (ACE), têm uma resistência à compressão cerca de 6 a 8 vezes superior à da argamassa de cal hidráulica (AHL).

A argamassa pré-fabricada (AWC) quando atinge a tensão de compressão de 2,1 MPa aos 28 dias mantém praticamente constante com a de idade o valor de tensão à compressão.

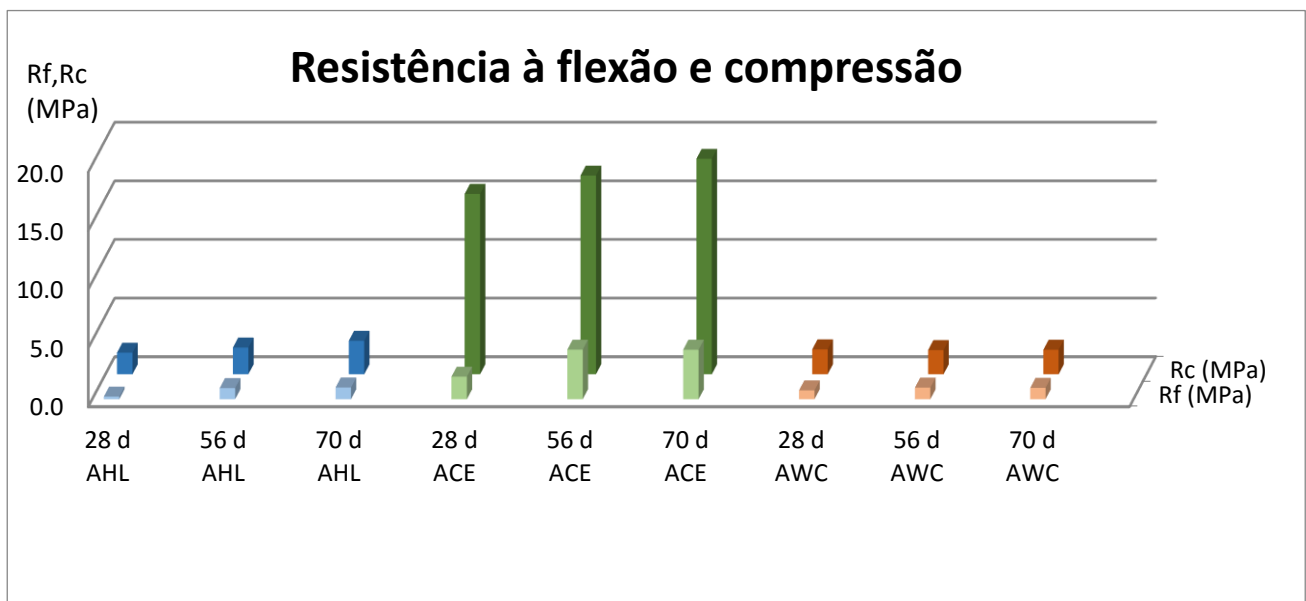


Figura 6.4 – Gráfico da Resistência à flexão e compressão aos 28, 56 e 70 dias (MPa)

De uma forma geral, e como se pode visualizar no gráfico da Figura 6.4, as argamassas AHL e AWC têm as resistências mecânicas muito inferiores à da argamassa de cimento, ACE, não atingindo sequer valores da classe mais baixa de resistência de uma argamassa de alvenaria, MC5 segundo a norma NP 413-1:2006.

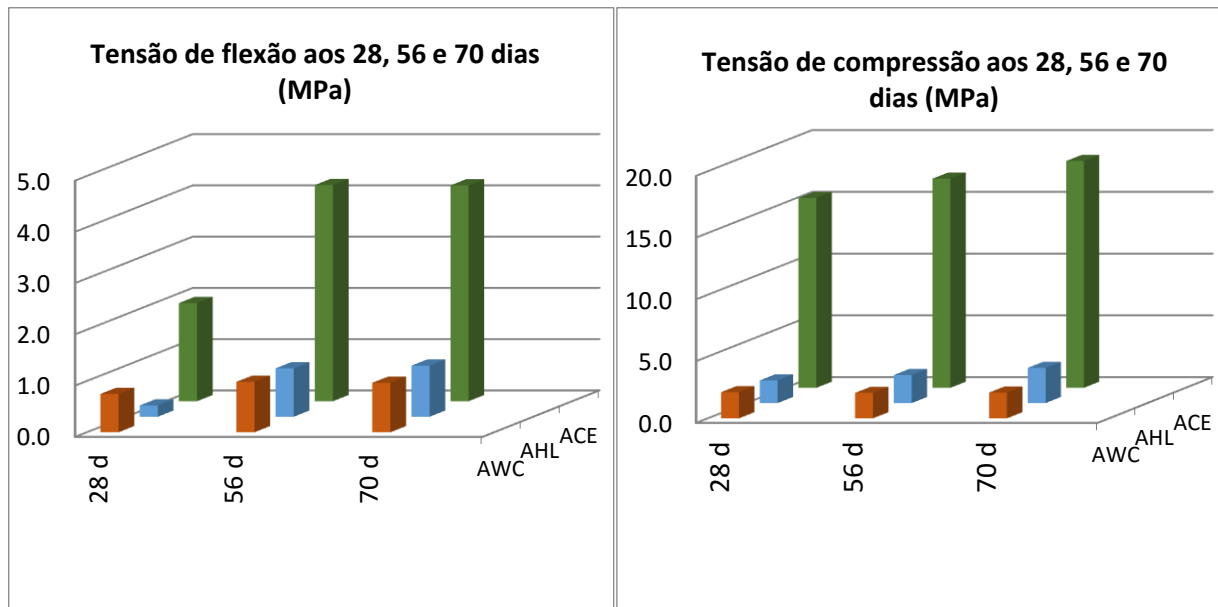


Figura 6.5 – Gráfico das Resistências mecânicas médias das argamassas ACE, AHL e AWC

A argamassa pré-fabricada (AWC), não atinge sequer os valores de resistência mecânica prestáveis da ficha técnica do weber (32) , talvez devido às condições de compactação dos provetes de argamassa AWC. O mesmo poderá se dizer em relação às argamassas AHL e ACE, isto é, o modo como foram compactadas não obedeceram á norma NP EN 196-1.

Em suma os valores de resistências mecânicas médias obtidos nas argamassas ACE, AHL e AWC estão representados na Figura 6.5, onde se pode verificar que apenas a argamassa ACE apresenta valores de resistência á compressão requeridos para os cimentos de alvenaria NP 413-1:2006.

6.3 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR CAPILARIDADE

No gráfico da Figura 6.7 verifica-se que durante as 4h30 de ensaio a curva de absorção é aproximadamente linear, para analisar a cinética da absorção por capilaridade, considerar o coeficiente de absorção (S), correspondente ao gradiente da recta obtida por regressão linear à curva de absorção, apredentado na

equação (5.5), que traduz a maior ou menor velocidade de absorção de água em cada argamassa. Em anexo apresenta-se na Tabela A.4, Tabela A.5, Tabela A.6 e na

Tabela A.7, os valores do ensaio de absorção por capilaridade de cada argamassa estudada, assim como o tempo quando se realizou este ensaio.

De um modo geral são mais favoráveis argamassas que apresentam menores valores de S , com menor velocidade de absorção de água e menor quantidade total de água absorvida. Então, observando os gráficos da Figura 6.6 e da Figura 6.7, a argamassa mais favorável é a argamassa de cimento (ACE), devido apresentar uma estrutura capilar mais fechada. A argamassa pré-fabricada, AWC, apresenta valores próximos do valor 1,03 valor limite inferior recomendado em algumas publicações de Maria do Rosário Veiga, isto é, o valor recomendado para este coeficiente deve situar-se entre 8 e 12 Kg/m²h^{1/2}, ou seja, entre 1,03 e 1,55 mg/mm²min^{1/2}.

Verifica-se que a argamassa de cal hidrúlica é a que apresenta maior absorção de água por capilaridade isto é apresenta valores de coeficiente de absorção superiores a 1,55 mg/mm²min^{1/2}, logo esta argamassa irá facilitar a penetração de água até ao suporte, mas por outro lado, também irá permitir a sua evaporação e libertação rápida de água.

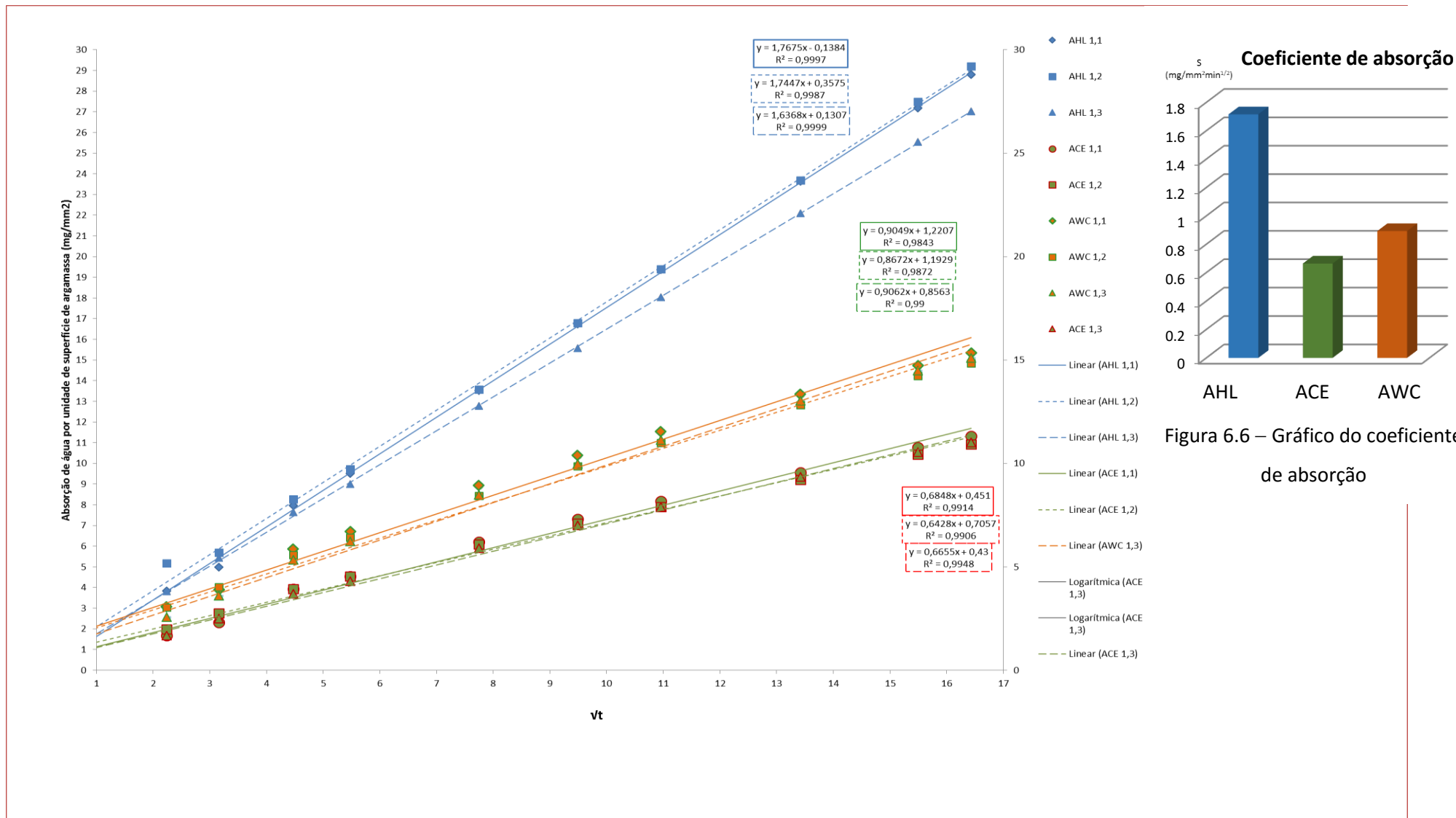


Figura 6.7 – Gráfico dos Resultados do ensaio de absorção de água por capilaridade

Tabela 6.1 – Coeficientes de absorção

Coeficientes de Absorção			
Provetes	Coeficientes de Absorção [mg/((mm ² ×vmin))]	Média dos Coeficientes de Absorção [mg/((mm ² ×vmin))]	Desvio Padrão
AHL 1,1	1,768	1,716	0,070
AHL 1,2	1,745		
AHL 1,3	1,637		
ACE 1,1	0,685	0,664	0,021
ACE 1,2	0,643		
ACE 1,3	0,666		
AWC 1,1	0,905	0,893	0,022
AWC 1,2	0,867		
AWC 1,3	0,906		

6.4 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO ÀS 48 HORAS

Na Tabela 6.2 apresenta-se os resultados dos ensaios de absorção de água por imersão às 48 horas, seguindo de um gráfico (Figura 6.8) para melhor percepção dos resultados obtidos tendo em conta o ensaio descrito anteriormente.

Tabela 6.2 – Resultados dos ensaios de absorção de água por imersão às 48 horas

Argamassas	Massa do Provete (g)			A (%)	A (média)	ΔA (%)
	Saturado	Hidrostático	Seco			
	m1	m2	m3			
AHL 1,1	504,7	298,3	456,665	23,27	26,27	2,61
AHL 1,2	503,5	286,8	443,635	27,63		
AHL 1,3	504,8	283,4	442,975	27,92		
ACE 1,1	568	339,2	497,08	31	29,17	1,61
ACE 1,2	569	328,2	500,38	28,5		
ACE 1,3	567	320,1	497,865	28		
AWC 1,1	394,9	190,3	356,96	18,54	21,25	2,54
AWC 1,2	410,9	198,7	360,895	23,57		
AWC 1,3	401,5	198,6	357,6	21,64		

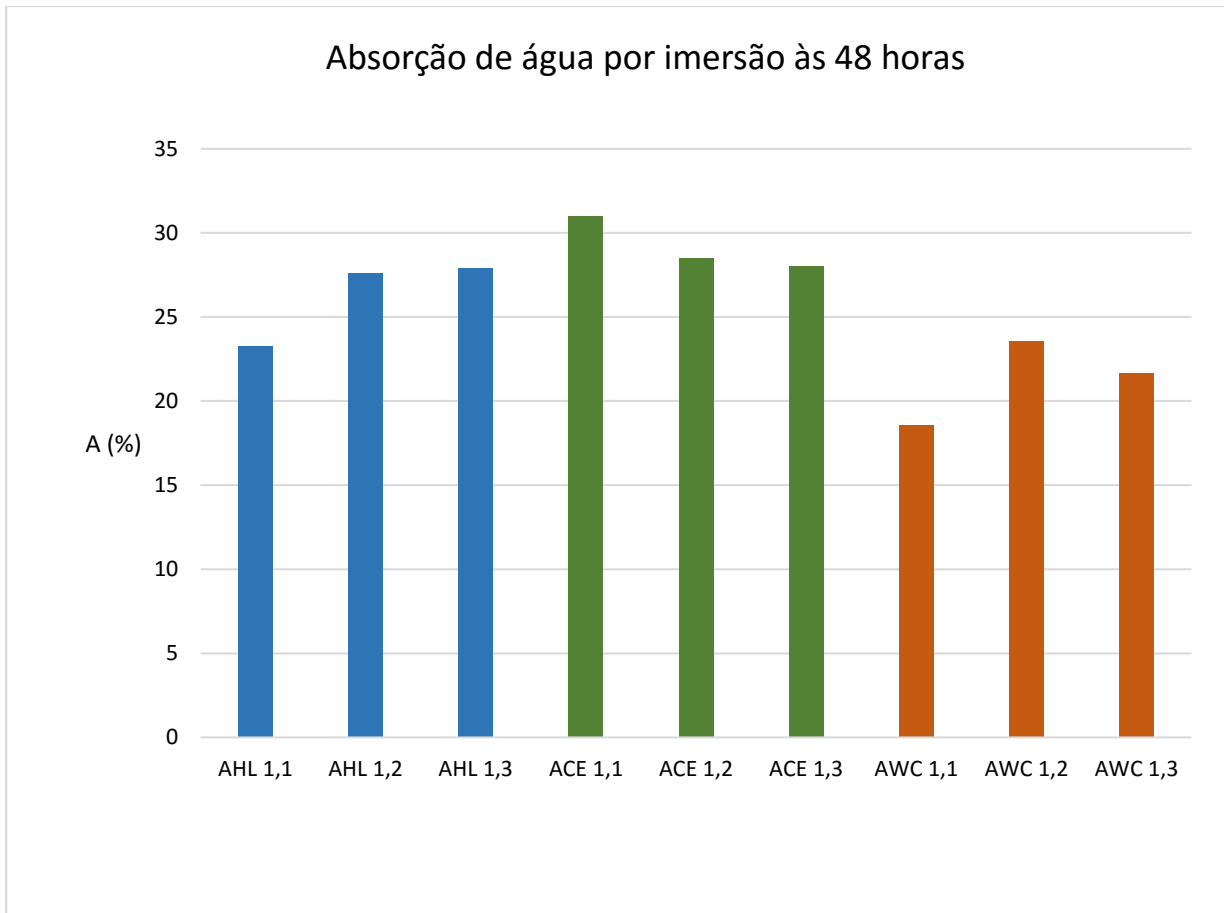


Figura 6.8 – Gráfico dos resultados dos ensaios de absorção de água por imersão às 48 horas

Com base nos resultados obtidos verificou-se que a argamassa de cimento (ACE) é a que apresenta a maior absorção de água por imersão. Esta constatação leva a concluir que esta argamassa deverá ter uma quantidade razoável de ar introduzido.

Nos restantes valores obtidos, verificou-se serem da mesma ordem de grandeza (21 a 28%) exceto o obtido o provete 1 da argamassa pré-fabricada (AWC 1,1) que é inferior a estes 20% sendo como indicado que esta argamassa tem pior qualidade do que as outras a nível da porosidade.

6.5 ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ÁGUA ÀS 48 HORAS

Na Tabela 6.3, apresenta-se os resultados do ensaio para determinação do teor de água imerso durante 48 horas, assim como o gráfico da Figura 6.9 para ter melhor percepção.

Tabela 6.3 – Resultados do ensaio para determinação do teor de água às 48 horas.

Ensaio determinação do teor de água às 48h
--

Argamassas	M1 (g)	M2 (g)	Ai (%)	Ai média (%)
AHL 1,1	518,75	453,27	14,44614	14,51
AHL 1,2	509,46	445,2	14,43396	
AHL 1,3	509,79	444,62	14,65746	
ACE 1,1	555,73	499,46	11,26617	11,39
ACE 1,2	559,69	502,8	11,31464	
ACE 1,3	558,3	500,34	11,58412	
AWC 1,1	430,64	358,98	19,96211	19,99
AWC 1,2	435,2	362,97	19,89972	
AWC 1,3	431,94	359,59	20,12014	

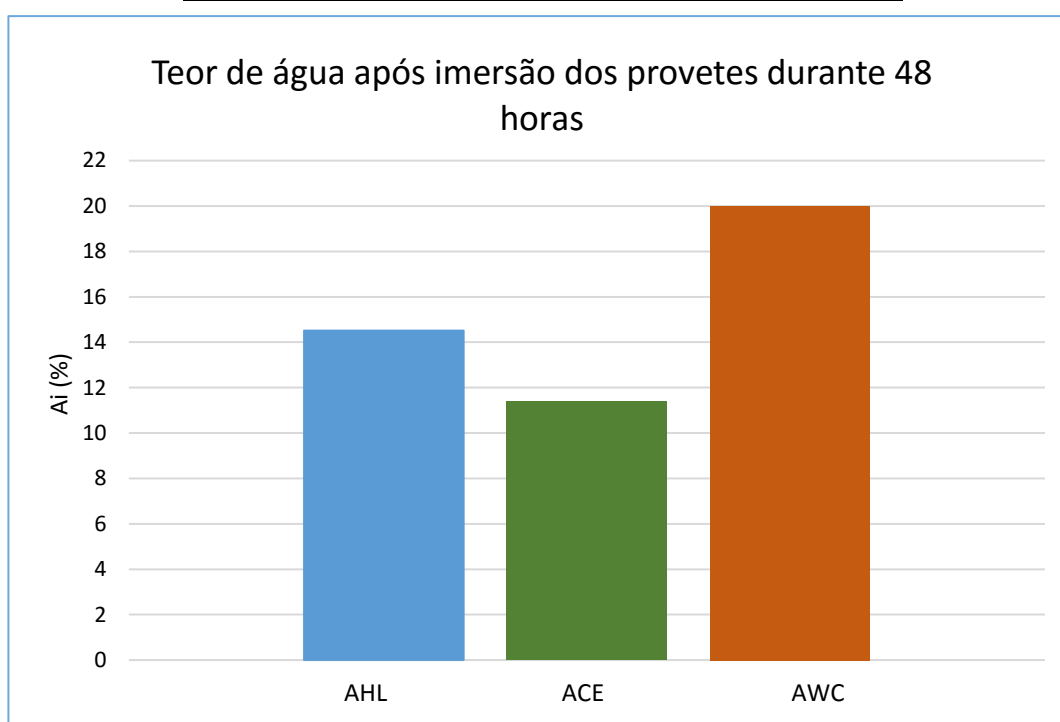


Figura 6.9 – Gráfico do teor de água após imersão dos provetes durante 48 horas

Tendo em conta os valores obtidos na Tabela 6.3, verifica-se que os resultados do ensaio de absorção de água às 48 horas não apresentam uma variação significativa ao longo das 48 horas.

É possível observar que a argamassa de cal hidráulica (AHL) absorve mais água que a argamassa de cimento (ACE). Este resultado é coerente com os obtidos no ensaio de absorção de água por capilaridade, onde a argamassa de cal hidráulica revelou um coeficiente de água superior ao da argamassa de cimento.

6.6 ENSAIO DE ARRANCAMENTO (PULL-OFF)

Na Tabela 6.4, apresenta-se os resultados do ensaio de arrancamento (Pull-off) sendo que um dos ensaios foi não válido e outro não se conseguiu fazer a leitura uma vez que a argamassa saiu logo. É de salientar que em algumas argamassas deu para fazer leituras dos valores do ensaio mas o seu tipo de rotura foi entre a cola e a argamassa, não existindo por isso na EN 1015-12 este tipo de rotura.

Tabela 6.4 – Resultados do ensaio de arrancamento (Pull-off)

Argamassa	Provete	Força (kN)	Área do provete	σ_i (MPa)	$\sigma_{\text{Máximo}}$ (Mpa)	$\sigma_{\text{Mínimo}}$ (Mpa)	$\sigma_{\text{Média}}$ (Mpa)	Tipo de rotura
AHL	1	6	1913,23	3,136	3,136	1,045	1,699	Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	2	2,5	1913,23	1,307				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	3	2	1913,23	1,045				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	4	2,5	1913,23	1,307				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
ACE	1	1	1913,23	0,523	0,575	0,261	0,418	Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	2	1,1	1913,23	0,575				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	3	0,6	1913,23	0,314				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	4	0,5	1913,23	0,261				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
AWC	1		1913,23	0,000	0,627	0,470	0,549	Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	2		1913,23	0,000				Ensaio não válido
	3	1,2	1913,23	0,627				Rotura coesiva da argamassa (RCA)
	4	0,9	1913,23	0,470				Rotura coesiva da argamassa (RCA)

Segundo algumas publicações de Maria do Rosário Veiga, o valor recomendado de tensão de aderência de um reboco é de 0.1 a 0.3 MPa ou rotura coesiva pela argamassa.

Comparando os valores obtidos na Figura 6.4, pode-se observar que a nenhuma argamassa aplicada para reboco obedece o valor recomendado atrás referido, sendo que a argamassa de cimento aplicada como argamassa de assentamento em pavimentos apresenta valores baixos.

A argamassa pré-fabricada, também aplicada para rebocos e tendo em conta o ensaio realizado pode-se concluir que a sua resistência à tensão de arrancamento é bastante baixa devido à sua composição como por exemplo fibras de lã.

Em suma, as argamassas escolhidas para reboco apresentam boa resistência quando aplicada uma força de arrancamento e que têm compatibilidade com o suporte.

A argamassa de cimento não apresenta assim tão boas características e compatibilidade com o suporte, sendo aplicada para assentamento e não para reboco.

No gráfico da Figura 6.10, apresenta o valor máximo e mínimo de cada argamassa, tendo como valor de referência a média dos valores obtidos. Assim conclui-se que a argamassa que contém melhor resistência ao arrancamento é a argamassa de cal hidráulica (AHL).

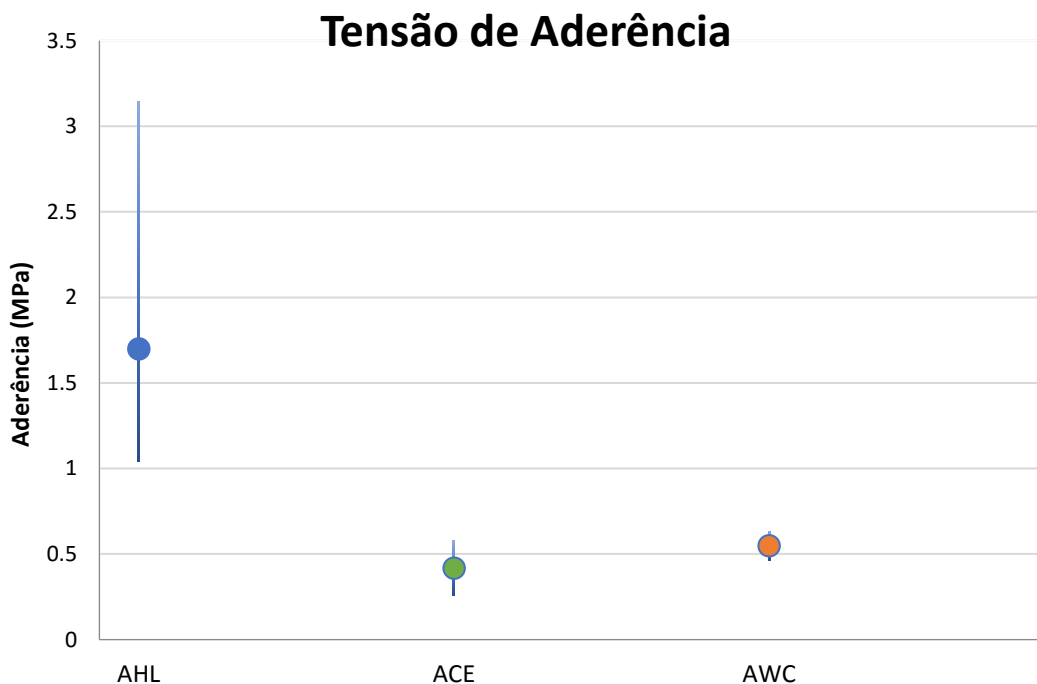


Figura 6.10 – Gráfico do ensaio de arrancamento (Pull-off)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 INTRODUÇÃO

Face aos objetivos propostos no presente relatório de estágio, ir-se-ão procurar conclusões relativas aos objetivos estipulados. Deste modo, dividir-se-ão estas conclusões em duas partes: a referente ao período de estágio e a do programa experimental.

Apresenta-se também os possíveis desenvolvimentos, que durante o período de estágio, não foi possível efetuar devido ao fato de os mesmos necessitarem de quase um ano para sua realização.

7.2 PERÍODO DE ESTÁGIO

Durante o período de estágio deu para ter uma noção de como funciona uma empresa e de qual a importância que um engenheiro tem na mesma.

Foi importante em vários aspetos, nomeadamente:

- ✓ Adquirir experiência;
- ✓ Adquirir mais e novos conhecimentos;
- ✓ Estar em contato com os trabalhadores e com o mundo do trabalho;
- ✓ Ultrapassar várias dificuldades;
- ✓ Enfrentar vários desafios;

Ao longo do estágio foi possível tirar várias conclusões, nomeadamente no que diz respeito à reabilitação de revestimentos antigos, pois é sem dúvida um desafio para o desenvolvimento das cidades podendo potenciar o seu valor e a sua atratividade.

Em suma, o estágio académico foi bem sucedido havendo no entanto, um interesse futuro num estágio profissional, com o sentido de alargar mais o conhecimento e aprofundar a experiência.

7.3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

Segundo a investigadora do LNEC Rosário Veiga, na maioria das paredes de alvenaria mista nacionais as argamassas de reabilitação de revestimento, recomenda as argamassas de reabilitação empregues como reboco devem apresentar os valores limites, apresentados na Tabela 7.1 juntamente com os valores obtidos na parte experimental das argamassas estudadas.

Tabela 7.1 – Tabela resumo com os resultados obtidos dos ensaios realizados

Propriedade		Unidades	AHL	ACE	AWC	Rosário Veiga (2003)	
						Reboco exterior	Reboco interior
Massa volúmica	28d	(g/cm ³)	1,964	2,117	1,58	-	-
	56d		1,94	2,16	1,54	-	-
	70d		1,87	2,092	1,58	-	-
σ_{f28d}		MPa	0,2	1,9	0,7	0,20 a 0,70	
σ_{f56d}		MPa	0,9	4,2	0,9	-	-
σ_{f70d}		MPa	1	4,6	1	-	-
σ_{c28d}		MPa	1,8	15,4	2,1	0,4 a 2,50	
σ_{c56d}		MPa	2,3	16,9	2,1	-	-
σ_{c70d}		MPa	2,8	18,4	2,1	-	-
S		mg/(mm ² ×min ^{0,5})	1,716	0,664	0,893	1,03 a 1,55	-
A		(%)	26,27	29,17	21,25	-	-
Ai		(%)	14,51	11,39	19,99	-	-
$\sigma_{aderência}$		MPa	1,699	0,418	0,549	0,1 a 0,3	

Como se pode observar na Tabela 7.1, no que diz respeito à massa volúmica a argamassa que apresenta maiores valores é a argamassa de cimento (ACE)

Quanto ao nível de resistências mecânicas, a argamassa que apresenta melhores resistências mecânicas (flexão e compressão) ao longo do tempo é a argamassa de cimento (ACE). No entanto as argamassas de revestimento (15) de paredes, ou seja, as argamassas AHL e AWC apresentam valores próximos dos recomendados por Rosário Veiga (15). Demonstrando que as composições em estudo, AHL e ACW são adequadas para aplicação como argamassas de substituição em edifícios antigos.

Todas argamassas em estudo apresentam coeficientes de absorção por capilaridade próximos dos valores de referência da Tabela 7.1.

No que diz respeito à absorção de água por imersão às 48 horas a que apresenta melhores resultados é a argamassa de cimento, mas em contra partida é a que apresenta menores valores quando se trata do teor de água quando imerso durante 48 horas.

O coeficiente de absorção apresenta maiores valores na argamassa de cal hidráulica (AHL).

A argamassa de cal hidráulica é a que apresenta maior resistência quando aplicada uma força de arrancamento, tendo como significado uma maior compatibilidade com o suporte em causa.

No ensaio de arrancamento (“Pull-Off”) todas as composições, apresentam valores superiores aos valores recomendados por Rosário Veiga e o tipo de rotura associado é coesiva, ou seja, as argamassas apresentam uma boa aderência ao substrato, o que demonstra elevada aderência das composições.

Em suma, a argamassa de cal hidráulica (AHL) e apresenta boas características para se aplicar num reboco e funcionar como argamassa de revestimento.

A argamassa de cimento (ACE) apresenta características bastante favoráveis para ser aplicada em pavimentos funcionando como argamassa de assentamento e também pode ser aplicada em reboco quando o seu suporte é tijolo ou bloco de cimento.

A argamassa pré-fabricada da weber.cal classic (AWC) apresenta boas características para ser aplicada em rebocos principalmente de edifícios antigos.

7.4 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Tendo em conta os objetivos propostos para o presente relatório de estágio e as conclusões obtidas, entende-se que se poderão desenvolver trabalhos futuros tendo em conta os seguintes aspetos:

- ✓ Relativamente ao programa experimental desenvolvido, este ficaria mais completo com a execução de mais ensaios nomeadamente com ensaios químicos, mineralógicos e microestruturais ou seja, análise química, difração de Raio X, análise térmica, microscopia eletrónica e EDS e microscopia ótica.

A execução dos ensaios, referidos em epígrafe, permitiria conclusões com uma extensão mais alargada do que aquelas que se concluíram no presente relatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Seminário "Reboco de Edifícios Antigos", Ponta Delgada: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2013.
- [2] GRILO, João Pedro Baião- Caraterização de Argamasas de Cal Hidráulica Natural NHL 3,5 de Fabrico Nacional. Universidade Nova de Lisboa : [s.n.], 2013. Tese de mestrado.
- [3] Informação sobre a empresa Sociedade Pedreiras Baionense. [Em linha]. Baião: SPB, 2002- [09 Fev. 2016].Disponível na https://www.facebook.com/sociedadedepedreirasbaionense/info/?entry_point=page_nav_about_item&tab=page_info: s.n.
- [4] REIS, Manuel Maria- Museus UO- Intervenção Parcial I-I. Porto-Rua da Bandeirinha, 76. 4050-088, Arquitetos Lda, 2015.
- [5] PESSOAL, Comando do- Intervenções Diversas para Repartição de Recrutamento e Requalificação da casa de Sargentos. Porto: PM/014, 2015.
- [6] SIMÕES, Carlos Filipe Pereira- Projeto de execução do Restaurante e Take-Away. Arquitetura- Rua D. Manuel II, Nº 234, 1º Andar, Cedofeira- Porto, 2015.
- [7] MENDONÇA, Bruno de Viveiros- Estudo do desempenho de argamassas Hidraulicas. Instituto Superior Técnico, 2007. Tese de Mestrado.
- [8] MARGALHA, Maria Goreti- Documento de apoio às aulas de Conservação e Recuperação do Património. Universidade de Évora: [s.n].
- [9] Argamassas [Em linha]. Engenharia Civil. [Consult. 22 Fev. 2016]. disponível na <https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/03/5-argamassas.doc>.
- [10] MENDONÇA, Bruno de Viveiros- Estudo do desempenho de argamassas Hidraulicas. Instituto Superior Técnico, 2007. Tese de Mestrado.
- [11] NP EN 13139. 2005, Agregados para Argamassas. Caparica: IPQ A d.
- [12] ALMEIDA, José Luis Mesquita dos Santos Lima de- Argamassas Tradicionais e Industriais de Alvenaria em Edifícios. FEUP: [s.n.], Fev 2010. Especialização em materiais e processos de construção. Dissertação de Mestrado.

- [13] MARQUES, Sofia- Estudo de Argamassas de Reabilitação de Edifícios Antigos. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2005. Tese de Mestrado.
- [14] ALMEIDA, José Luis Mesquita dos Santos Lima de- Argamassas Tradicionais e Industriais de Alvenaria em Edifícios. FEUP [s.n.], Fev 2010. Especialização em materiais e processos de construção.
- [15] VEIGA, M. Rosário- «Argamassas para Revestimento de Paredes de Edifícios Antigos. Características e Campo de Aplicação de algumas Formulações Correntes. Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios3º ENCORE» Lisboa: LNEC 2012. p. 10. 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios., [ed.]. p. 10.
- [16] COUTINHO, J.- Materiais de Construção 2. FEUP: [s.n.] 2002.
- [17] GOMES, Augusto; PINTO, Ana Paula Ferreira; PINTO, João Bessa. - Gesso e cal de construção. Instituto Superior Técnico: [s.n.], 2013.
- [18] PAULO, R.- Caraterização de Argamassas Industriais. Aveiro, 2006. Dissertação de Mestrado.
- [19] <http://pt.wikipedia.org/wiki/gesso>.
- [20] 20. GARCIA, Maria da Luz- Apontamentos teóricos: Materiais de Construção. Instituto Superior de Engenharia do Porto: [s.n.], 2012.
- [21] PAULO, Raquel- Caraterização das Argamassas Industriais. Universidade de Aveiro: [s.n.], 2006.
- [22] BRANCO, Adelaide Gonçalves; BRITO, Jorge Fernando; - «Reabilitação de Paredes de Alvenaria Revestidas». 2º Congresso de Argamassas de Construção. APFAC: [s.n.], 2007.
- [23] EN 1015. 1998-2002, Methods of test for mortarfor masonry. CEN. Partes 1-19.
- [24] NP EN 459-1. 2002, Cal de Construção- Parte 1: Definição, especificações e critérios de conformidade. Lisboa: [s.n.], 2002 .
- [25] <http://www.secilargamassas.pt/pt/cal-hidraulica-natural/gama-de-produtos/secil-hl5>. SECIL- Cal Hidráulica Natural. [Consult. 3 Mar. 2016]. disponível na <http://www.secilargamassas.pt/pt/cal-hidraulica-natural/gama-de-produtos/secil-hl5>.
- [26] MIRANDA, Lina Maria Carvalho da Costa- Estudo Comparativo entre Argamassas. Vila Real: [s.n.], 2009.
- [27] SOUSA, Armindo José Coelho de- Aplicação de Argamassas Leves de Reboco e Assentamento em Alvenarias. 2010.
- [28] RODRIGUES, Paulina Faria; RATO, Vasco Moreira; HENRIQUES, M.A. Fernando; - Caraterização de Argamassas Pré-doseadas de Fabrico Nacional. Universidade Nova de Lisboa: [s.n.].

- [29] CONSTRUÇÃO, Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de. - Monografias APFAC sobre Argamassas de Construção.
- [30] COSTA, Laureano Leite- O uso de Argamassas Tradicionais e Pré-doseadas para Impermeabilização em Revestimentos Exteriores. Vila Real: [s.n.], 2008. Tese de Mestrado.
- [31] ALMEIDA, Jose Luis Mesquita dos Santos Lima de.- Argamassas Tradicionais e Industriais de Alvenaria em Edifícios. 2010. Tese de Mestrado.
- [32] SAINT-GOBAIN, Weber -Weber.cal classic [Em linha]. [Consult. 14 Abril 2016]. Disponível na <http://www.weber.com.pt/revestimento-e-renovacao-de-fachadas/solucoes/reabilitacao-de-paredes-antigas/rebocos-de-regularizacao/webercal-classic.htm>.
- [33] Argamassas de Revestimento. [Em imagem]. [Consult. 14 Abr. 2016] Disponível na https://www.google.pt/search?q=argamassa+de+revestimento&biw=1536&bih=777&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjSma3m-vzMAhVLBBBoKHf8iBLEQ_AUIBigB#imgsrc=msGrNVy2MaBd4M%3A.
- [34] VEIGA, M. Rosário da Silva e SOUZA, Regina Helena Ferreira. VEIGA, M. Rosário da Silva; SOUZA, Regina Helena Ferreira; - Metodologia de avaliação da retração livre das argamassas desde a sua moldagem. [Em linha]. Vol. 1, nº 20 (2004), p. 45-46. [Consult. 20 Abr. 2016]. Disponível na <http://docplayer.com.br/1421835>.
- [35] Chapisco, Emboço e reboco. [Em linha]. 2014. [Consult. 26 Abril. 2016]. Disponível na <http://blog.construir.arq.br/chapisco-emboco-e-reboco/>.
- [36] Revestimento de Argamassa. [Em imagem]. Comunidade da Construção. Consult. 28 Abr. 2016]. Disponível na <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/4/caracteristicas/o-sistema/61/caracteristicas.html>.
- [37] Revestimento com Argamassa. [Em linha]. SlideShare,2013 [Consult. 30 Abr. 2016] Disponível na <http://pt.slideshare.net/danimartimartini/revestimentos-em-argamassa-21227621>.
- [38] Argamassa de Assentamento. [Em imagem]. [Consult. 2 Mai. 2016]. Disponível na https://www.google.pt/search?q=argamassa+de+assentamento&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjChfyqvqXNAhVGWhQKHSXEDXsQ_AUICCGB&biw=1536&bih=777#imgsrc=JRMCeRmtRol5TM%3A.
- [39] Tipos de argamassas e Argamassas Especiais. [Em linha]. [Consult. 5 Mai 2016]. Disponível na <http://slideplayer.com.br/slide/2550447/>.
- [40] Argamassa de Regularização.[Em imagem]. [Consult. 6Mai 2016].Disponível na <https://www.google.pt/search?q=argamassa+de+regulariza%C3%A7%C3%A3o&source=lnms&tbn=isc>

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

h&sa=X&ved=0ahUKEwjru4GTh_3MAhVLVhoKHUGjAeAQ_AUIBygB&biw=1536&bih=777#imgrc=wWGN_EpNFps5KM%3A.

- [41] APFAC - Argamassas fabris: Produção, Famílias, Normas. Lisboa: [s.n.], 2007.
- [42] Alterações na Marcação CE de Produtos de Construção. [Em linha]. Regulamento (UE)Nº 305/2011) e Decreto -Lei nº 130/2013. [Consult. 7 Mai 2016]. Disponível na <http://www.xzconsultores.pt/publicacoes/1/32-alteracoes-na-marcacao-ce-de-produtos-de-construcao>.
- [43] COUTO, Armanda Bastos; COUTO, João Pedro; - Especificações e Exigências das Argamassas na Reabilitação de Edifícios Antigos. Universidade do Minho: [s.n.].
- [44] VEIGA, M. Rosário- «Argamassas na conservação: In Actas das 1^{as} Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e Reabilitação das Construções existentes». Lisboa: LNEC, 2003.
- [45] VEIGA, M. Rosário; SANTOS, A. Rita; - Argamassas compatíveis para edifícios antigos. LNEC, 2012. Jornadas LNEC.
- [46] NP EN 196-1. 2006, Métodos de ensaio de cimentos: Determinação das resistências mecânicas. Caparica: IPQ. 1 p.
- [47] E 393. 1993, Betões: Determinação da absorção de água por capilaridade. LNEC.
- [48] LOPES, Ana Catarina Antunes - Avaliação da Variabilidade da Técnica de Ensaio Pull-off na Medição da Resistência de Aderência à Tração em Revestimentos de Ladrilhos Cerâmicos e Argamassas. Lisboa: [s.n.], 2012.
- [49] GASPAR, Sara Maria Garcia - Análise da Interface entre elementos de parede e camadas de revestimento. Lisboa: [s.n.], 2011.

ANEXOS

Anexo I – Tabelas com o registo dos ensaios para determinar as características mecânicas (Flexão e compressão)

Tabela A.1 – Registo dos valores do ensaio da resistência à flexão e compressão das argamassas estudadas aos 28 dias.

DATA DE AMASSADURA	DATA DO ENSAIO	ARGAMASSA	Tempo (dias)	Provete	Peso (g)	Volume (cm ³)	Massa volumica do provete (g/cm ³)	Massa volúmica média (g/cm ³)	Desvio padrão (g/cm ³)	Flexão (kN)	Compressão (kN)			Tensão de Flexão (MPa)	Tensão de Compressão (MPa)		Tensão de compressão média do provete (MPa)	Rf (MPa)	Desvio Padrão Rf (MPa)	Rc (MPa)	Desvio Padrão Rc (MPa)
11/03/2016	08/04/2016	AHL	28 d	AHL1,1	501,62	256	1,9595	1,946	0,036	0,159	3,100	3,140	0,373	1,938	1,963	2,0	0,2	0,1	1,8	0,13	
				AHL1,2	484,25	256	1,8916			0,060	2,540	2,950	0,140	1,588	1,844	1,7					
				AHL1,3	498,08	256	1,9456			0,064	2,950	2,930	0,150	1,844	1,831	1,8					
14/03/2016	11/04/2016	ACE	28 d	ACE1,1	535,78	256	2,0929	2,117	0,014	1,001	23,280	25,680	2,346	14,550	16,050	15,3	1,9	0,4	15,4	0,5	
				ACE1,2	542,4	256	2,1188			0,724	24,710	24,710	1,697	15,444	15,444	15,4					
				ACE1,3	541,95	256	2,1170			0,726	24,910	24,250	1,702	15,569	15,156	15,4					
17/03/2016	14/04/2016	AWC	28 d	AWC1,1	408,71	256	1,5965	1,584102	0,00656	0,359	3,390	3,390	0,841	2,119	2,119	2,1	0,7	0,1	2,1	0,1	
				AWC1,2	408,05	256	1,5939			0,299	3,240	3,530	0,701	2,025	2,206	2,1					
				AWC1,3	405,53	256	1,5841			0,299	3,480	3,310	0,701	2,175	2,069	2,1					

Tabela A.2 – Registo dos valores do ensaio da resistência à flexão e compressão das argamassas estudadas aos 56 dias.

DATA DE AMASSADURA	DATA DO ENSAIO	ARGAMASSA	Tempo (dias)	Provete	Peso (g)	Volume (cm ³)	Massa volumica do provete (g/cm ³)	Massa volúmica média(g/cm ³)	Desvio padrão (g/cm ³)	Flexão (kN)	Compressão (kN)	Tensão de Flexão (MPa)	Tensão de Compressão (MPa)	Tensão de compressão média do provete (MPa)	Rf (MPa)	Desvio Padrão Rf (MPa)	Rc (MPa)	Desvio Padrão Rc (MPa)		
11/03/2016	06/05/2016	AHL	56 d	AHL1,1	480,2	256	1,8758	1,939727	0,03273	0,405	3,770	3,390	0,949	2,356	2,119	0,9	0,1	2,3	0,1	
				AHL1,2	485,28	256	1,8956			0,425	3,720	3,720	0,996	2,325	2,325					
				AHL1,3	496,57	256	1,9397			0,379	3,300	3,890	0,888	2,063	2,431					2,2
14/03/2016	09/05/2016	ACE	56 d	ACE1,1	539,42	256	2,1071	2,156563	0,02557	1,576	28,070	28,410	3,694	17,544	17,756	4,2	0,7	16,9	0,74	
				ACE1,2	548,63	256	2,1431			1,595	25,680	26,700	3,738	16,050	16,688					16,4
				ACE1,3	552,08	256	2,1566			2,023	25,810	27,870	4,741	16,131	17,419					16,8
17/03/2016	12/05/2016	AWC	56 d	AWC1,1	401,82	256	1,5696	1,542344	0,01448	0,400	3,380	3,190	0,938	2,113	1,994	0,9	0,0	2,1	0,09	
				AWC1,2	400,5	256	1,5645			0,386	3,530	3,250	0,905	2,206	2,031					2,1
				AWC1,3	394,84	256	1,5423			0,386	3,180	3,230	0,905	1,988	2,019					2,0

Tabela A.3 – Registo dos valores do ensaio da resistência à flexão e compressão das argamassas estudadas aos 70 dias.

DATA DE AMASSADURA	DATA DO ENSAIO	ARGAMASSA	Tempo (dias)	Provete	Peso (g)	Volume (cm ³)	Massa volumica do provete (g/cm ³)	Massa volúmica média(g/cm ³)	Desvio padrão (g/cm ³)	Flexão (kN)	Compressão (kN)	Tensão de Flexão (MPa)	Tensão de Compressão (MPa)	Tensão de compressão média do provete (MPa)	Rf (MPa)	Desvio Padrão Rf (MPa)	Rc (MPa)	Desvio Padrão Rc (MPa)		
11/03/2016	20/05/2016	AHL	70 d	AHL1,1	484,36	256	1,8920	1,865195	0,0158	0,420	4,940	4,840	0,984	3,088	3,025	1,0	0,0	2,8	0,2	
				AHL1,2	477,23	256	1,8642			0,443	4,070	4,270	1,038	2,544	2,669					2,6
				AHL1,3	477,49	256	1,8652			0,414	4,610	4,620	0,970	2,881	2,888					2,9
14/03/2016	09/05/2016	ACE	70 d	ACE1,1	534,34	256	2,0873	2,092	0,007	1,809	29,920	29,450	4,240	18,700	18,406	4,6	0,6	18,4	0,3	
				ACE1,2	537,81	256	2,1008			1,747	28,890	28,160	4,095	18,056	17,600					17,8
				ACE1,3	535,48	256	2,0917			2,152	29,260	28,900	5,044	18,288	18,063					18,2
17/03/2016	12/05/2016	AWC	70 d	AWC1,1	401,8	256	1,5695	1,575898	0,01171	0,453	3,300	3,250	1,062	2,063	2,031	1,0	0,0	2,1	0,05	
				AWC1,2	407,61	256	1,5922			0,42	3,250	3,480	0,984	2,031	2,175					2,1
				AWC1,3	403,43	256	1,5759			0,423	3,430	3,360	0,991	2,144	2,100					2,1

Anexo II – Tabelas com os valores do ensaio de absorção por capilaridade das argamassas em estudo.

Tabela A.4 – Registo dos valores do ensaio de absorção por capilaridade da argamassa de cal hidráulica 5 (AHL)

AHL								
AHL 1,1			AHL 1,2			AHL 1,3		
Peso no tempo (g)	mg/mm ²	vt	Peso no tempo (g)	mg/mm ²	vt	Peso no tempo (g)	mg/mm ²	vt
456,11	0	0,00	447,21	0	0,00	448,23	0	0,00
462,25	3,8375	2,24	455,49	5,175	2,24	454,34	3,81875	2,24
464,08	4,98125	3,16	456,33	5,7	3,16	456,91	5,425	3,16
468,87	7,975	4,47	460,43	8,2625	4,47	460,44	7,63125	4,47
471,33	9,5125	5,48	462,78	9,73125	5,48	462,63	9	5,48
477,77	13,5375	7,75	468,93	13,575	7,75	468,68	12,78125	7,75
482,88	16,73125	9,49	474,06	16,78125	9,49	473,15	15,575	9,49
487,09	19,3625	10,95	478,24	19,39375	10,95	477,08	18,03125	10,95
493,93	23,6375	13,42	485,1	23,68125	13,42	483,58	22,09375	13,42
499,62	27,19375	15,49	491,2	27,49375	15,49	489,08	25,53125	15,49
502,19	28,8	16,43	493,93	29,2	16,43	491,46	27,01875	16,43

Tabela A.5 – Registo dos valores do ensaio de absorção por capilaridade da argamassa de cimento (ACE).

ACE								
ACE 1,1			ACE 1,2			ACE 1,3		
Peso no tempo (g)	mg/mm ²	vt	Peso no tempo (g)	mg/mm ²	vt	Peso no tempo (g)	mg/mm ²	vt
503,36	0	0,00	505,95	0	0,00	502,55	0	0,00
506,05	1,68125	2,24	509,13	1,9875	2,24	505,24	1,68125	2,24
507,07	2,31875	3,16	510,36	2,75625	3,16	506,53	2,4875	3,16
509,64	3,925	4,47	512,23	3,925	4,47	508,45	3,6875	4,47
510,62	4,5375	5,48	513,23	4,55	5,48	509,43	4,3	5,48
513,27	6,19375	7,75	515,69	6,0875	7,75	511,98	5,89375	7,75
515,05	7,30625	9,49	517,32	7,10625	9,49	513,75	7	9,49
516,44	8,175	10,95	518,59	7,9	10,95	515,18	7,89375	10,95
518,67	9,56875	13,42	520,7	9,21875	13,42	517,51	9,35	13,42
520,62	10,7875	15,49	522,64	10,43125	15,49	519,44	10,55625	15,49
521,49	11,33125	16,43	523,43	10,925	16,43	520,19	11,025	16,43

Tabela A.6 – Registo dos valores do ensaio de absorção por capilaridade da argamassa prefabricada da weber.cal classic (AWC).

AWC								
AWC 1,1			AWC 1,2			AWC 1,3		
Peso no tempo (g)	mg/mm ²	√t	Peso no tempo (g)	mg/mm ²	√t	Peso no tempo (g)	mg/mm ²	√t
360,8	0	0,00	364,14	0	0,00	360,33	0	0,00
365,71	3,06875	2,24	368,99	3,03125	2,24	364,44	2,56875	2,24
367,04	3,9	3,16	370,58	4,025	3,16	366,08	3,59375	3,16
370,18	5,8625	4,47	373,04	5,5625	4,47	368,87	5,3375	4,47
371,55	6,71875	5,48	374,4	6,4125	5,48	370,31	6,2375	5,48
375,1	8,9375	7,75	377,62	8,425	7,75	373,9	8,48125	7,75
377,43	10,39375	9,49	379,93	9,86875	9,49	376,29	9,975	9,49
379,26	11,5375	10,95	381,73	10,99375	10,95	378,16	11,14375	10,95
382,15	13,34375	13,42	384,64	12,8125	13,42	381,17	13,025	13,42
384,37	14,73125	15,49	386,9	14,225	15,49	383,53	14,5	15,49
385,37	15,35625	16,43	387,88	14,8375	16,43	384,48	15,09375	16,43

Tabela A.7 – Tempo quando se realizou o ensaio

Área da base (mm ²)		1600		
	Tempo (min)	Tempo em Decimal	Hora	√t
10:19:00	0	0,00	10:03:00	0,00
	5	0,08	10:08:00	2,24
	10	0,17	10:13:00	3,16
	20	0,33	10:23:00	4,47
	30	0,50	10:33:00	5,48
1h30	60	1,00	11:03:00	7,75
1h30	90	1,50	11:33:00	9,49
2h	120	2,00	12:03:00	10,95
3h	180	3,00	13:03:00	13,42
4h	240	4,00	14:03:00	15,49
4h30	270	4,50	14:33:00	16,43

Anexo III – Verificação do ensaio de absorção de água por absorção às 48h (pressão atmosférica)

Tabela A.8- Verificação do ensaio tendo em conta a massa do provete saturado ao ar (m1)

Argamassas	m ₁				Verificação	
	24 Horas	48 Horas	Média	Diferença entre as leituras	<0,1% da média entre as duas leituras	
AHL 1,1	510,12	510,32	510,22	0,2	0,51022%	OK
AHL 1,2	509,64	509,83	509,74	0,19	0,50974%	OK
AHL 1,3	519,2	519,68	519,44	0,48	0,51944%	OK
ACE 1,1	558,64	559,12	558,88	0,48	0,55888%	OK
ACE 1,2	560,12	560,41	560,27	0,29	0,56027%	OK
ACE 1,3	556,05	556,52	556,29	0,47	0,55629%	OK
AWC 1,1	430,66	431,09	430,88	0,43	0,43088%	OK
AWC 1,2	433,77	433,88	433,83	0,11	0,43383%	OK
AWC 1,3	428,91	429,27	429,09	0,36	0,42909%	OK

Tabela A.9 – Verificação do ensaio tendo em conta a massa do provete seco (m3)

Argamassas	m ₃				Verificação	
	24 Horas	48 Horas	Média	Diferença entre as leituras	<0,1% Da média entre as duas leituras	
AHL 1,1	456,86	456,47	456,665	0,39	0,456665%	OK
AHL 1,2	443,76	443,51	443,635	0,25	0,443635%	OK
AHL 1,3	443,09	442,86	442,975	0,23	0,442975%	OK
ACE 1,1	497,24	496,92	497,08	0,32	0,49708%	OK
ACE 1,2	500,51	500,25	500,38	0,26	0,50038%	OK
ACE 1,3	498,02	497,71	497,865	0,31	0,497865%	OK
AWC 1,1	357,06	356,86	356,96	0,2	0,35696%	OK
AWC 1,2	360,99	360,8	360,895	0,19	0,360895%	OK
AWC 1,3	357,68	357,52	357,6	0,16	0,3576%	OK

MARTINGANÇA HL 5

HL 5 – CAL HIDRÁULICA

TC.E.035.4

1. DESCRIÇÃO

A cal hidráulica **MARTINGANÇA HL 5** é um ligante hidráulico constituído por silicatos e aluminatos de cálcio e um baixo teor em hidróxido de cálcio. Obtém-se por cozedura de calcário margoso, seguida de moagem. A **MARTINGANÇA HL 5** é classificada como HL 5 segundo a NP EN 459-1.

A **MARTINGANÇA HL 5** é um ligante que apresenta maioritariamente uma presa hidráulica, mas apresenta alguma presa aérea.

2. DOMÍNIO DE UTILIZAÇÃO

Aplica-se como substituto do fíler nos pavimentos betuminosos, a utilizar segundo o procedimento preconizado no caderno de encargos da obra onde vai ser aplicado. Na fabricação de argamassas, como único ligante ou em mistura com outros ligantes hidráulicos ou aéreos, conferindo-lhes trabalhabilidade e flexibilidade, reduzindo significativamente a retracção das argamassas hidráulicas (p.ex. argamassas de alvenaria, argamassas de reboco e acabamentos).

Na produção de produtos para a construção, como, elementos de alvenaria e outros tipos de produtos pré-fabricados.

Em diferentes utilizações de engenharia civil tais como tratamento de solos ou misturas asfálticas.

3. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	VALOR	NORMA
Cal disponível Ca(OH) ₂	≥ 4,0 %	EN 459-1
Sulfato	≤ 3,0 %	EN 459-1
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	NORMA
Água livre	≤ 1,0 %	EN 459-1
Finura	90 µm ≤ 15,0 % 200 µm ≤ 5,0 %	EN 459-1
Expansibilidade	≤ 2,0 mm	EN 459-1
Penetração	> 10 mm e < 50 mm	EN 459-1
Teor de ar	≤ 25,0 %	EN 459-1
Início de presa	> 1 h	EN 459-1
Fim de presa	≤ 15 h	EN 459-1
CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS	VALOR	NORMA
Resistência à compressão (28dias)	≥ 5,0 MPa	EN 459-1

4. APLICAÇÃO

FABRICAÇÃO DE ARGAMASSAS

A dosagem de **MARTINGANÇA HL 5** numa argamassa deve adequar-se ao fim a que se destina. Nas argamassas de reboco e de assentamento, a **MARTINGANÇA HL 5** tem um papel preponderante como ligante único ou conjugado com outros.

Misturar previamente a **MARTINGANÇA HL 5** com o agregado e posteriormente adicionar água na quantidade adequada de forma a obter uma boa trabalhabilidade.

Restrições

Não aplicar argamassas a temperaturas inferiores a 5 °C e superiores a 30 °C, evitando a aplicação em situações de elevada exposição solar e/ou sob ventos fortes.

Não utilizar argamassas amolentadas ou que tenham iniciado a sua presa.

Evitar a secagem rápida das argamassas, regando o suporte, 1 a 2 horas antes da aplicação e voltando a regar logo que a argamassa se apresente suficientemente resistente. Repetir a rega 1, 2 e 7 dias depois.

Conselhos complementares

- ▶ O excesso de água de amassadura é prejudicial às características físicas do reboco;
- ▶ Deve ser sempre utilizada a quantidade mínima de água que permita boa trabalhabilidade;
- ▶ A água de amassadura deve estar isenta de quaisquer impurezas (argilas, matéria orgânica), devendo, de preferência, ser utilizada água potável;

Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maceira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



1/3

www.secilargamassas.pt

MARTINGANÇA HL 5

HL 5 – CAL HIDRÁULICA

TC.E.035.4



Pedreira



Fábrica de Cal Hidráulica



Pedra no interior do forno

- Uma vez determinado o traço a utilizar para uma argamassa, manter as dosagens constantes e o tempo de amassadura.

TRATAMENTO DE SOLOS

A adição de **MARTINGANÇA HL 5** a certos solos argilosos e húmidos permite a sua estabilização, melhorando a sua resistência, pela diminuição do índice de plasticidade e de uma maior compactação, a qual permite um aumento do CBR (Califórnia Bearing Ratio, índice de capacidade de suporte).

A adição de **MARTINGANÇA HL 5** reduz a humidade do solo contribuindo para a aglutinação das suas partículas e constituindo um aglomerado muito mais compacto.

Processo de aplicação

A quantidade de **MARTINGANÇA HL 5** a utilizar deve ser de 0,5 a 5 % (sendo 3% o valor típico) da massa de solo a tratar, de onde devem ser retiradas as pedras de grandes dimensões.

De seguida, espalhar a **MARTINGANÇA HL 5**, misturando-a e homogeneizando-a com o solo em tratamento. Depois, compactar o solo tratado, que ficará muito mais resistente à penetração das águas pluviais e mais apto a funcionar como base de fundações.

Estes procedimentos encontram-se documentados em suporte vídeo disponibilizado em www.secilargamassas.pt. Também poderá solicitar-se cópia aos nossos Serviços Comerciais.

SUBSTITUTO DE FÍLER

(Ver ficha técnica da Cal como filler comercial TC.E.055)

5. EMBALAGEM E VALIDADE

Embalagem

- Sacos de papel de 25 kg em paletes plastificadas;
- Granel para utilização em sistema de silo.

Validade

12 meses desde que permaneçam inalteradas as condições da embalagem originais e em condições de armazenagem ao abrigo de temperaturas extremas e da humidade.

6. HIGIENE E SEGURANÇA

(NÃO DISPENSA A CONSULTA DA FICHA DE SEGURANÇA DO PRODUTO)

- Provoca irritação da pele;
- Provoca danos graves nos olhos;
- Pode provocar irritação respiratória;
- Manter fora do alcance das crianças;
- Usar luvas de proteção/ vestuário de proteção/ proteção ocular/ proteção facial;
- Evitar respirar poeiras/ vapores.

Estando as condições de aplicação dos nossos produtos fora do nosso alcance não nos responsabilizamos pela sua incorrecta utilização. É dever do cliente verificar a idoneidade do produto para o fim previsto. Em qualquer caso a nossa responsabilidade está limitada ao valor da mercadoria por nós fornecida. A informação constante da presente ficha pode ser alterada sem aviso prévio. Em caso de dúvida, e se pretender esclarecimentos complementares solicitamos o contacto com os nossos serviços técnicos.

Revisão de Janeiro de 2014
TC.E.035.4

Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.
Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maceira – LRA – Portugal
Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



www.secilargamassas.pt

2/3

MARTINGANÇA HL 5

HL 5 – CAL HIDRÁULICA

TC.E.035.4



11

Cal Hidráulica Martingança HL 5

EN 459-1:2011

Certificado: 1328-CPR-0215

Cal hidráulica – HL 5

Declaração de desempenho TC.E.0920

Secil Argamassas

Secil Martingança, S.A.

Apoio ao Cliente: Apartado 2 | 2406 – 909 – Maceira – LRA – Portugal

Tel: +351 244 770 220 | Fax: +351 244 777 997 | E-mail: comercial@secilargamassas.pt



3/3

www.secilargamassas.pt

CEM II/B-L 32,5N

Cimento Portland de Calcário



Locais de Produção

Fábrica Secil-Outão
Fábrica Cibra-Pataias
Fábrica Maceira-Liz

Principais Aplicações

Principais Características

Advertências Específicas

Informação de Segurança

Última actualização

Embalagem

Granel
Sacos de 40kg
Sacos de 25kg

Certificação

Cimento certificado segundo a NP EN 197-1.
Certificados de Conformidade 0856-CPD-0130, 0856-CPD-0131 e 0856-CPD-0132.

Composição do Produto (Núcleo Cimento)

65% a 79% Clínquer Portland
21% a 35% Calcário
0% a 5% Outros Constituintes

O Cimento Portland de Calcário CEM II/B-L 32,5N é o cimento mais utilizado nas obras de construção civil. A sua excelente trabalhabilidade e baixo calor de hidratação tornam-no especialmente adaptado a todos os trabalhos correntes da construção.

O cimento CEM II/B-L 32,5N é principalmente utilizado em:

- argamassas e betão não armado para enchimentos e regularização;
- betão estrutural, pronto ou fabricado em obra de média resistência;
- argamassas de assentamento, reboco e reparação;
- fundações directas e indirectas em ambientes moderadamente agressivos;
- estabilização de solos e solo-cimento;
- prefabricação de blocos, tubos, manilhas e outros artefactos à base de cimento;
- prefabricação ligeira em regime de baixa rotatividade de moldes.

Cimento de cor cinzenta, com menor calor de hidratação e melhor trabalhabilidade que um cimento CEM I da mesma classe de resistência.

Desenvolvimento mais lento de resistências (menor resistência inicial).

Resistências finais dentro dos valores da classe indicada (resistências aos 28 dias).

Este cimento melhora a trabalhabilidade de betões e argamassas e permite uma redução da dosagem de água de amassadura. Porém, o correcto desenvolvimento de resistências é sensível ao processo de cura pelo qual deverão ser tomadas precauções para evitar a dissecação de peças betonadas muito expostas ao sol e ao vento (possível fendilhação).

Não se recomenda a utilização deste cimento em tempo muito frio, sem que se tomem medidas adequadas.

O manuseamento do cimento em pó pode causar irritação dos olhos e vias respiratórias. Quando misturado com água pode ainda causar sensibilização da pele. Aconselha-se o uso de máscara anti-poeiras para protecção respiratória, luvas de protecção das mãos, óculos de protecção dos olhos e fato de trabalho para protecção da pele.

Para informação detalhada consulte a Ficha de Dados de Segurança deste produto.

Setembro 2004 - Versão 3

pag. 1 | 2

Características Químicas

Propriedades	Método de Ensaio	Valor Especificado (1)
Teor de Sulfatos (em SO ₃)	NP EN 196-2	≤ 3,5%
Teor de Cloretos	NP EN 196-21	≤ 0,10%

(1) As percentagens são referidas à massa de cimento.

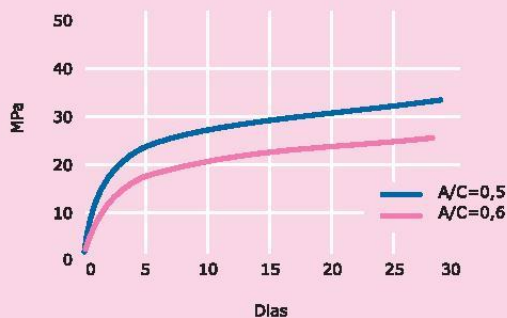
Características Mecânicas

Resistência à Compressão (MPa)			
Resistência aos primeiros dias		Resistência de referência	NP EN 196-1
2 dias	7 dias	28 dias	
-	≥ 16	≥ 32,5 e ≤ 52,5	

Características Físicas

Propriedades	Método de Ensaio	Valor Especificado
Princípio de Presa	NP EN 196-3	≥ 75 min
Expansibilidade	NP EN 196-3	≤ 10 mm

Valores médios indicativos da resistência à compressão de betão fabricado com 350 Kg/m³ de cimento CEM II/B-L 32,5N



Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A.

Habitação a custos controlados.
Quinta da Cabrinha, Lisboa.



Direção Comercial
Av. das Forças Armadas, 125 6º
1600-079 LISBOA
Tel. 217 927 100 . Fax. 217 936 200

Vendas Norte
Tel. 226 078 410 . Fax. 226 078 411

Vendas Centro
Tel. 244 779 500 . Fax. 244 777 455

Vendas Sul
Tel. 212 198 280 . Fax. 212 198 229

Cimento Branco
Tel. 244 587 700 . Fax. 244 589 652

Departamento Técnico-Comercial
Tel. 212 198 280 . Fax. 212 198 229

E-mail - comercial@secil.pt
Site - www.secil.pt

Anexo VI – Ficha técnica da Weber cal.classic



weber.cal classic – Pág 1/3

weber.cal classic

Reboco mineral para regularização e proteção de paredes antigas, na reabilitação de edifícios antigos correntes.

UTILIZAÇÕES

- Regularização e proteção de paredes em edifícios antigos, em intervenções de reabilitação na fachada ou no interior.
- **Suportes (paredes antigas):** alvenaria de pedra e/ou tijolo, adobe, taipa, tabique, suportes antigos de um modo geral incorporando argamassas de cal.

LIMITES DE UTILIZAÇÃO

- Garantir a proteção superior do revestimento (rufos, capeamentos, beirados), para impedir que a água escorra diretamente sobre a superfície.
- Em presença de suportes contaminados com sais solúveis ("salitres") usar **weber.cal sane**.
- Não aplicar sobre pintura ou gesso.

COMPOSIÇÃO

- Cal hidratada, ligante pozolânico e hidráulico, cargas minerais, fibras sintéticas e adjuvantes específicos.

CONSUMO

- Aprox. 14 kg/m² por cm de espessura

RECOMENDAÇÕES

- Molhar sempre os suportes antes da aplicação.
- Temperaturas de aplicação: 5 a 30 °C.
- A utilização de uma rede de fibra de vidro com tratamento antialcalino como reforço anti fissuração pode ser aconselhável sobre certo tipo de suportes com menor estabilidade e no reforço de pontos singulares das paredes (envolvente de vãos e ligação entre suportes diferentes).
- Não aplicar o produto com tempo muito húmido, sob chuva ou com risco de gelo nas horas seguintes.
- Em aplicação manual, respeitar em cada mistura a quantidade de água recomendada, para que seja conseguida homogeneidade na consistência do produto depois de endurecido.
- O uso de máquina de projeção mecânica contínua aumenta a rentabilidade da aplicação.
- Não permitir que haja infiltrações de água pelo interior das paredes, durante a execução da obra, nomeadamente a partir de coberturas ou zonas horizontais ainda por impermeabilizar.

MOD.FT.145 /00

28-01-2015



Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. • NIF 502 208 546 • Zona Industrial de Taboira, 3800-055 Aveiro
 telf. : +351 234 10 10 10 • fax : +351 234 30 11 48 • www.weber.com.pt





weber.cal classic – Pág 2/3

CARACTERÍSTICAS DE UTILIZAÇÃO

- Espessura mínima de aplicação: 1,5 cm
- Espessura máxima de aplicação por camada: 3 cm
- Espessura máxima de aplicação: 5 cm
- Tempo médio para acabamento: 3 a 6 horas
- Tempo de espera entre camadas: 12 a 24 horas
- Tempo mínimo de espera para revestir: 3 semanas

Os tempos indicados, obtidos em condições ambientais normalizadas, poderão ser alongados a baixas temperaturas e encurtados a temperaturas mais elevadas.

PRESTAÇÕES (*)

Propriedade	Norma / método aplicável	Prestação
Classificação	EN 998-1	R (Reboco de reabilitação)
Massa Volúmica endurecido	EN 1015-10	1550 – 1600 kg/m ³
Resistência a compressão	EN 1015-11	≤ 3,5 N/mm ² (CSII)
Resistência a flexão	EN 1015-11	≤ 1,5 N/mm ²
Aderência	EN 1015-12	≥ 0,20 N/mm ² – FP:B
Módulo de Elasticidade dinâmico	CSTB 2669-4	≤ 5000N/mm ²
Absorção de água por capilaridade	EN 1015-18	≥ 0,3 kg/m ² (24h)
Penetração de água após ensaio de capilaridade	EN 1015-18	≤ 5mm
Coefficiente de permeabilidade ao vapor de água (μ)	EN 1015-19	≤ 15
Condutibilidade térmica (λ _{100°F})	EN 1745 (P=50%)	0,82 W/m.K (valor tabelado)
Reação ao fogo	EN 13501-1	Classe A1

(*) Os resultados foram obtidos em ensaios realizados em laboratório, e podem variar em função das condições de aplicação.

PREPARAÇÃO DO SUPORTE

- Lavar com jato de água a baixa pressão, para eliminar materiais soltos e ou em desagregação;
- Preencher os buracos existentes com pedaços de tijolo ou pedra e argamassa **weber.cal chapisco** (encasques);
- No caso de suportes com superfícies em forte desagregação, aplicar camada de consolidação com **weber.cal chapisco** sobre a parede previamente molhada, numa espessura de 5 a 10 mm, manualmente (à colher) ou utilizando máquina de projeção com mistura contínua, usando fluxo de projeção aberto, em consistência relativamente fluida; a superfície deverá resultar rugosa para facilitar a aderência da camada posterior; deixar endurecer pelo menos 3 dias.
- Quando o suporte apresentar deficiências importantes de estabilidade, realizar reforço geral da superfície através da aplicação de rede de aço galvanizado, zincado ou inoxidável, fixada mecanicamente ao suporte com elementos também galvanizados ou inoxidáveis, com cerca de 1cm de afastamento, e envolvê-la com argamassa **weber.cal chapisco**; deixar endurecer pelo menos 7 dias.

MOD.FT.145 /00

28-01-2015




 Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. • NIF 502 208 546 • Zona Industrial de Taboira, 3800-055 Aveiro
 Telf. : +351 234 10 10 10 • fax : +351 234 30 11 48 • www.weber.com.pt





weber.cal classic – Pág 3/3

APLICAÇÃO

- Molhar bem o suporte na véspera da aplicação do reboco e novamente antes da aplicação.
- **weber.cal classic** deve ser amassado com 4 a 4,5 litros de água por cada saco no caso de aplicação manual ou com regulação do caudal de água para a consistência adequada de aplicação se realizada com projeção mecânica.
- A aplicação projetada deve ser realizada com o bico de projeção perpendicular à superfície, formando cordões encostados, contínuos e paralelos, em camadas sucessivas de menor espessura com o máximo de 3 cm por camada e mínimo de 1cm.
- Alisar e apertar a superfície com régua metálica e deixar endurecer.
- Após início do endurecimento raspar a superfície do reboco com régua metálica e talochar, para desempenar e preparar o posterior acabamento com **weber.cal decor**. Se o acabamento previsto for uma pintura, arear suavemente a superfície com esponja.

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA NA UTILIZAÇÃO

- Consultar Ficha de Dados de Segurança em www.weber.com.pt.

APRESENTAÇÃO

Saco de 25 kg

COR

Terra

CONSERVAÇÃO

12 meses a partir da data de fabrico em embalagem original fechada e ao abrigo da humidade



As indicações de utilização e dados técnicos sobre o produto são apresentados de boa-fé e baseiam-se na experiência e conhecimento acumulados, em situações de utilização tipificadas. As condições de aplicação e utilização poderão influenciar o comportamento do produto, pelo que será aconselhável realizar verificações e testes em cada situação específica.

MOD.FT.145 /00

28-01-2015




 Saint-Gobain Weber Portugal, S.A. • NIF 502 208 546 • Zona Industrial de Taboira, 3800-055 Aveiro
 telf. : +351 234 10 10 10 • fax : +351 234 30 11 48 • www.weber.com.pt

