



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil
Ano 2010

**TIAGO MOREIRA
RODRIGUES**

**INFLUÊNCIA DE JUNTAS NO COMPORTAMENTO DE
FACHADAS AZULEJADAS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Lomelino Velosa, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

“Deus quer, o Homem sonha e a obra nasce!”
Fernando Pessoa

o júri

presidente

Prof. Doutor Aníbal Guimarães da Costa
Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Fernando Joaquim Fernandes Tavares Rocha
Professor Catedrático de Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Devo agradecer em primeiro lugar a todos os que me incentivaram e deram à realização deste trabalho, sendo este o culminar de mais um esforço pessoal.

À Professora Doutora Ana Velosa pela sua orientação, paciência, disponibilidade, partilha de todo o conhecimento, apoio e toda a compreensão durante todo o desenrolar deste trabalho.

À Mestre Isabel Moura, responsável pelo ACRA – Atelier de Conservação e Restauro do Azulejo pela sua troca de conhecimento, disponibilidade e ajuda na recolha de amostras nas mais variadas fachadas da Cidade de Ovar, assim como ao técnico Gil, pelo profissionalismo e boas ideias.

À Engenheira Maria Carlos e ao Técnico Raul Barros, por parte do Laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro pela orientação e pronta disponibilidade em todos os trabalhos.

Ao Senhor Pinheiro pela pronta disponibilidade em conseguir uma visita à fábrica Lovetiles, e à mesma pela recepção, acompanhamento e divulgação de informação relativa ao fabrico de azulejos.

Aos meus superiores e colegas de trabalho, quer na AICCOPN no nome da Engenheira Cristina, do Filipe, da Renata e do Hélder, ou no CICCOPN por parte do Moreno, da Carina, da Lídia, da Maria José e do engenheiro Magalhães, pela compreensão e disponibilidade prestada para que assim tivesse tempo e orientação.

Aos meus amigos da Universidade, por todo o apoio e desconfinança, pois foi assim que por vezes consegui ter ânimo para levar o trabalho avante.

Aos meus amigos particulares que tantas vezes me perguntaram se já estava pronto, nomeadamente o Cantilil, a Patrícia, o Chico e o Marquinho.

A toda a minha família, em especial a todos aqueles que mais se preocuparam e se dispuseram a ajudar no que fosse necessário, e claro à minha Avó Maria por todo o carinho, desabafo, encorajamento e todas as delicias.

Por fim, mas não menos importantes, aos meus criadores, Abel Rodrigues e Ana Maria Rocha, sabendo eles todo o meu historial de vida, quer seja de âmbito físico ou sentimental, por todo o carinho, encorajamento, amor e disponibilidade. Todo este amor em consonância com o amor divino é que me levaram a este ponto.

palavras-chave

Juntas; azulejos; argamassa; dimensões; absorção de água; comportamento face à água; Tubo de Karsten

resumo

O presente trabalho teve como base a preocupação do comportamento face à água das fachadas azulejadas, sendo o principal estudo relativo a dimensões de juntas e quantidade de absorção de água por estas. O estudo foi baseado em ensaios "*In Situ*", na Cidade de Ovar, e ensaios laboratoriais, no Laboratório da Universidade de Aveiro. No primeiro estudo foi efectuado um levantamento das características das fachadas relativamente às juntas e posterior tratamento informático dos dados obtidos relativamente à absorção de água. No segundo caso, procedeu-se à realização de ensaios laboratoriais, nos quais realizou-se o assentamento de azulejos, com várias dimensões de junta, para análise do comportamento destas. Todos estes ensaios foram realizados com o auxílio do Tubo de Karsten. Estes ensaios foram realizados com o intuito de perceber qual o comportamento das juntas relativamente à absorção de água.

keywords

Joints; tiles; mortar; water absorption; handling water; Karsten tube.

abstract

This assignment is based primarily on the concern of how tile facades handle water, the main study being in relation to the dimensions of the joints and the quantity of water absorption by these. The case studies were based on tests "In Situ" in the city of Ovar and test in laboratories, in the Laboratory of the University of Aveiro. In the first study we sorted out the characteristics of the facades in relation to the joints and then computerised the data we obtained in relation to water absorption. In the second case we proceeded with laboratories tests, in which we set the tiles with various joint dimensions to see how these behaved. All of these tests were carried out with the help of the Karsten Tube. These tests were carried out in order to understand how the joints behaved in relation to water absorption.

Índice Geral

I. Introdução	1
I.1. Enquadramento	1
I.2. Objectivo.....	2
I.3. Estrutura.....	2
II. Azulejaria de fachada	5
II.1. Características / vantagens do azulejo	5
II.2. Função dos revestimentos.....	9
II.3. Processo de industrialização.....	10
II.3.1. Materiais constituintes dos azulejos	10
II.3.2. Evolução dos azulejos – fabrico artesanal	13
II.3.3. Evolução dos azulejos – fabrico recente.....	17
III. Argamassa em fachadas azulejares	25
III.1. Caracterização (actualidade VS antiguidade).....	27
III.2. Tipos de argamassas.....	28
III.3. Composição de argamassas para revestimentos	30
III.4. Fabrico de argamassa	33
III.4.1 – Ligantes	35
III.4.2 – Agregados.....	35
III.4.3 – Água	36
IV. Juntas em fachadas.....	37
V. Ensaios.....	41
V.1 – Ensaios “ <i>In situ</i> ”	41
V.1.1 – Procedimento de ensaios “ <i>In situ</i> ”	49
V.1.2 – Resultados dos ensaios	51
V.2 – Ensaios laboratoriais.....	67

V.2.1 – Procedimento de ensaios	74
V.2.2 – Resultados dos ensaios	76
VI – Conclusão.....	87
Referências Bibliográficas:	89
Anexo I.....	93
Anexo II.....	96
Anexo III	124

Índice de figuras

FIGURA 1: AZULEJO PADRÃO.....	5	
FIGURA 2: DIMENSÕES DE UM AZULEJO ANTIGO.....	6	
FIGURA 3: AZULEJO DE RELEVO	FIGURA 4: AZULEJO COM DESENHO.....	6
FIGURA 5: AZULEJO EM CHACOTA.....	7	
FIGURA 6: TARDOZ DE UM AZULEJO.....	8	
FIGURA 7: BARREIRA.....	13	
FIGURA 8: MATÉRIA-PRIMA: BARRO	FIGURA 9: MOLDAGEM (CONFORMAÇÃO).....	14
FIGURA 10: 1ª E 2ª SECAGEM	FIGURA 11: DISPOSIÇÃO DOS AZULEJOS NO FORNO.....	14
FIGURA 12: 1ª COZEDURA – FORNOS.....	15	
FIGURA 13: VIDRAGEM MANUAL	FIGURA 14: PINTURA MANUAL.....	15
FIGURA 15: COZEDURA FINAL.....	16	
FIGURA 16: MATÉRIA-PRIMA DA PASTA DOS AZULEJOS.....	17	
FIGURA 17: MOINHO ROTATIVO HORIZONTAL.....	18	
FIGURA 18: PRIMEIRO FILTRO	FIGURA 19: SEGUNDO FILTRO.....	18
FIGURA 20: ATOMIZADOR	FIGURA 21: SAÍDA DO PÓ.....	19
FIGURA 22: COLOCAÇÃO DO PÓ NAS MANGAS	FIGURA 23: TRANSPORTE DO PÓ.....	19
FIGURA 24: PRENSAGEM.....	20	
FIGURA 25: SECADOR VERTICAL	FIGURA 26: PRODUTO APÓS PRENSAGEM E SECAGEM.....	20
FIGURA 27: SECÇÃO DE VIDRAGEM.....	21	
FIGURA 28: VIDRAGEM COM CAMPÂNULA.....	21	
FIGURA 29: VIDRAGEM COM FIEIRA.....	21	
FIGURA 30: CORTE	FIGURA 31: DESGASTE.....	22
FIGURA 32: PROCESSO DE FABRICO COM PRENSAGEM A SECO [3].....	23	
FIGURA 33: FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICO COM PRENSAGEM A SECO [3].....	24	
FIGURA 34: PRODUÇÃO DE ARGAMASSA NA CONSTRUÇÃO NO PÓS-GUERRA.....	25	
FIGURA 35: FOTOGRAFIA DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO NO MEV [18].....	27	
FIGURA 36: AREIA DE RIO.....	31	
FIGURA 37: CAL.....	31	
FIGURA 38: POZOLANA ARTIFICIAL	FIGURA 39: POZOLANA NATURAL.....	32
FIGURA 40: ÁGUA.....	33	
FIGURA 41: FABRICO DE ARGAMASSA [26].....	33	
FIGURA 42: MISTURA A SECO [13].....	34	
FIGURA 43: MISTURA ADICIONADA COM ÁGUA [13].....	34	
FIGURA 44: JUNTAS DE ASSENTAMENTO (ENTRE LADRILHOS) [30].....	37	
FIGURA 45: FACHADA DA CASA RLC.....	43	
FIGURA 46: FACHADA DA CASA (RDC).....	43	
FIGURA 47: FACHADA DA CASA (RMA87).....	43	

FIGURA 48: FACHADA DA CASA (CCB)	44
FIGURA 49: FACHADA DA CASA (RPF)	44
FIGURA 50: FACHADA DA CASA (SJO).....	44
FIGURA 51: FACHADA DA CASA (RAH)	45
FIGURA 52: FACHADA DA CASA (REG)	45
FIGURA 53: FACHADA DA CASA (RAS).....	45
FIGURA 54: FACHADA DA CASA (RMA10)	46
FIGURA 55: TUBO DE KARSTEN	49
FIGURA 56: ESQUEMA TUBO DE KARSTEN	FIGURA 57: APLICAÇÃO VERTICAL
50	50
FIGURA 58: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	52
FIGURA 59: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	53
FIGURA 60: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	54
FIGURA 61: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	54
FIGURA 62: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA (ENSAIO VII)	55
FIGURA 63: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	56
FIGURA 64: JUNTAS VERTICAIS DE AZULEJOS ANTIGOS DE DIFERENTES DIMENSÕES.....	57
FIGURA 65: JUNTAS VERTICAIS DE AZULEJOS NOVOS DE DIFERENTES DIMENSÕES.....	58
FIGURA 66: JUNTAS VERTICAIS, NOVAS E ANTIGAS, DA MESMA DIMENSÃO (4 MM)	59
FIGURA 67: JUNTAS DE CRUZAMENTO "T", NOVAS E ANTIGAS, DA DIFERENTES DIMENSÕES	60
FIGURA 68: JUNTAS DE CRUZAMENTO DE FORMATO "+" ANTIGAS DE DIFERENTES DIMENSÕES	61
FIGURA 69: JUNTAS HORIZONTAIS ANTIGAS DE DIFERENTES DIMENSÕES	62
FIGURA 70: JUNTAS DE CRUZAMENTO, NOVO E ANTIGO, COM A MESMA DIMENSÃO	64
FIGURA 71: JUNTAS DE CRUZAMENTO, NOVO E ANTIGO, COM A MESMA DIMENSÃO (3 MM).....	65
FIGURA 72: PREPARAÇÃO DO CHAPISCO	FIGURA 73: COLOCAÇÃO DO CHAPISCO
67	67
FIGURA 74: EQUIPAMENTO LABORATORIAL (BALANÇA ELECTRÓNICA,	68
FIGURA 75: ASPECTO FINAL DOS AZULEJOS, ANTES DA COLOCAÇÃO DA ARGAMASSA DE JUNTA	71
FIGURA 76: ASPECTO FINAL DE AZULEJOS COM ESPAÇAMENTO DE JUNTA 1 MM.....	71
FIGURA 77: ASPECTO FINAL DE AZULEJOS COM ESPAÇAMENTO DE JUNTA 2 MM.....	72
FIGURA 78: ASPECTO FINAL DE AZULEJOS COM ESPAÇAMENTO DE JUNTA 3 MM.....	72
FIGURA 79: ASPECTO FINAL DE AZULEJOS COM ESPAÇAMENTO DE JUNTA 4 MM.....	72
FIGURA 80: ASPECTO FINAL DE AZULEJOS COM ESPAÇAMENTO DE JUNTA 5 MM.....	73
FIGURA 81: ASPECTO FINAL DE AZULEJOS DE RELEVO.....	73
FIGURA 82: ESQUEMA TUBO DE KARSTEN	FIGURA 83: APLICAÇÃO HORIZONTAL
74	74
FIGURA 84: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	77
FIGURA 85: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA LINEAR)	77
FIGURA 86: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	78
FIGURA 87: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA LINEAR)	78
FIGURA 88: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	79

FIGURA 89: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA LINEAR)	79
FIGURA 90: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	80
FIGURA 91: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA LINEAR)	80
FIGURA 92: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	81
FIGURA 93: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA LINEAR)	81
FIGURA 94: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	82
FIGURA 95: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA LINEAR)	82
FIGURA 96: JUNTA DE CRUZAMENTO 3MM.....	83
FIGURA 97: JUNTA LINEAR 3MM.....	83
FIGURA 98: JUNTA LINEAR	84
FIGURA 99: JUNTA DE CRUZAMENTO	84
FIGURA 100: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4 MM.....	96
FIGURA 101: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 10+5+6.....	96
FIGURA 102: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	97
FIGURA 103: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	97
FIGURA 104: AZULEJO NOVO COM JUNTA 3.....	98
FIGURA 105: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA E SEM VIDRADO	98
FIGURA 106: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM	99
FIGURA 107: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	99
FIGURA 108: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	100
FIGURA 109: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	100
FIGURA 110: AZULEJO NOVO COM JUNTA 3.....	101
FIGURA 111: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	101
FIGURA 112: AZULEJO NOVO COM JUNTA 5+4.....	102
FIGURA 113: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM	102
FIGURA 114: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	103
FIGURA 115: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	103
FIGURA 116: AZULEJO NOVO + ANTIGO COM JUNTA 3	104
FIGURA 117: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	104
FIGURA 118: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	105
FIGURA 119: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3 MM.....	105
FIGURA 120: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	106
FIGURA 121: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	106
FIGURA 122: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	107
FIGURA 123: AZULEJO NOVO COM JUNTA 3.....	107
FIGURA 124: AZULEJO NOVO COM JUNTA 4+3.....	108
FIGURA 125: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	108
FIGURA 126: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	109

FIGURA 127: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM	109
FIGURA 128: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	110
FIGURA 129: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	110
FIGURA 130: AZULEJO NOVO SEM JUNTA	111
FIGURA 131: AZULEJO NOVO COM JUNTA 4.....	111
FIGURA 132: AZULEJO NOVO COM JUNTA 5+5+3	112
FIGURA 133: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	112
FIGURA 134: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	113
FIGURA 135: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	113
FIGURA 136: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	114
FIGURA 137: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	114
FIGURA 138: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM	115
FIGURA 139: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	115
FIGURA 140: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	116
FIGURA 141: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	116
FIGURA 142: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	117
FIGURA 143: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	117
FIGURA 144: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	118
FIGURA 145: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	118
FIGURA 146: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	119
FIGURA 147: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3+3+3.....	119
FIGURA 148: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	120
FIGURA 149: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	120
FIGURA 150: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	121
FIGURA 151: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	121
FIGURA 152: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	122
FIGURA 153: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3+3+3.....	122
FIGURA 154: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	123
FIGURA 155: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 5	123
FIGURA 156: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	124
FIGURA 157: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA LINEAR)	124
FIGURA 158: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM (JUNTA LINEAR)	125
FIGURA 159: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	126
FIGURA 160: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	126
FIGURA 161: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	127
FIGURA 162: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	127
FIGURA 163: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	128
FIGURA 164: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA LINEAR)	128

FIGURA 165: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM (JUNTA LINEAR)	129
FIGURA 166: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	130
FIGURA 167: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	130
FIGURA 168: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	131
FIGURA 169: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	131

Índice de tabelas

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DE PAVIMENTOS E REVESTIMENTOS CERÂMICOS [5]	9
TABELA 2: TIPOS DE ARGAMASSA	29
TABELA 3: ESPESSURA RECOMENDADA PARA JUNTAS ENTRE LADRILHOS [5].....	38
TABELA 4: ESPESSURA RECOMENDADA PARA JUNTAS ENTRE LADRILHOS, TENDO EM CONTA AS DIMENSÕES E ÁREA DOS MESMOS [30]	38
TABELA 5: PROBLEMAS E PROVÁVEIS CAUSAS RELACIONADAS COM JUNTAS [8, 28].....	40
TABELA 6: CARACTERÍSTICAS DOS AZULEJOS DE FACHADA	42
TABELA 7: LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO COM O TUBO DE KARSTEN NO AZULEJO.....	47
TABELA 8: CARACTERÍSTICAS DAS JUNTAS	48
TABELA 9: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	52
TABELA 10: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	52
TABELA 11: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	53
TABELA 12: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	54
TABELA 15: JUNTAS VERTICAIS DE AZULEJOS ANTIGOS DE DIFERENTES DIMENSÕES	57
TABELA 16: JUNTAS VERTICAIS DE AZULEJOS NOVOS DE DIFERENTES DIMENSÕES	58
TABELA 17: JUNTAS VERTICAIS, NOVAS E ANTIGAS, DA MESMA DIMENSÃO (4 MM).....	59
TABELA 18: JUNTAS VERTICAIS, NOVAS E ANTIGAS, DA MESMA DIMENSÃO (3 MM).....	59
TABELA 19: JUNTAS DE CRUZAMENTO "T", NOVAS E ANTIGAS, DA DIFERENTES DIMENSÕES	60
TABELA 20: JUNTAS DE CRUZAMENTO DE FORMATO "+" ANTIGAS DE DIFERENTES DIMENSÕES	61
TABELA 21: JUNTAS HORIZONTAIS ANTIGAS DE DIFERENTES DIMENSÕES.....	62
TABELA 22: JUNTAS DE CRUZAMENTO ANTIGAS.....	63
TABELA 23: JUNTAS DE CRUZAMENTO NOVO.....	63
TABELA 24: JUNTAS DE CRUZAMENTO, NOVO E ANTIGO, COM A MESMA DIMENSÃO (4+3 MM).....	64
TABELA 25: JUNTAS DE CRUZAMENTO, NOVO E ANTIGO, COM A MESMA DIMENSÃO (3 MM).....	65
TABELA 26: CARACTERÍSTICAS DOS AZULEJOS UTILIZADOS.....	69
TABELA 27: CARACTERÍSTICAS DAS JUNTAS	70
TABELA 28: LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO COM O TUBO DE KARSTEN NO AZULEJO.....	75
TABELA 29: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO)	77
TABELA 30: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA LINEAR).....	77
TABELA 31: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO)	78
TABELA 32: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA LINEAR).....	78
TABELA 33: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO)	79
TABELA 34: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA LINEAR).....	79
TABELA 35: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO)	80
TABELA 36: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM (JUNTA LINEAR).....	80
TABELA 37: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO)	81
TABELA 38: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM (JUNTA LINEAR).....	81

TABELA 39: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO)	82
TABELA 40: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM (JUNTA LINEAR).....	82
TABELA 41: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4 MM.....	96
TABELA 42: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 10+5+6.....	96
TABELA 43: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	97
TABELA 44: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	97
TABELA 45: AZULEJO NOVO COM JUNTA 3	98
TABELA 46: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA E SEM VIDRADO	98
TABELA 47: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM.....	99
TABELA 48: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	99
TABELA 49: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	100
TABELA 50: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	100
TABELA 51: AZULEJO NOVO COM JUNTA 3	101
TABELA 52: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	101
TABELA 53: AZULEJO NOVO COM JUNTA 5+4.....	102
TABELA 54: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM.....	102
TABELA 55: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4	103
TABELA 56: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	103
TABELA 57: AZULEJO NOVO + ANTIGO COM JUNTA 3	104
TABELA 58: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	104
TABELA 59: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	105
TABELA 60: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3 MM.....	105
TABELA 61: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	106
TABELA 62: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	106
TABELA 63: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	107
TABELA 64: AZULEJO NOVO COM JUNTA 3	107
TABELA 65: AZULEJO NOVO COM JUNTA 4+3.....	108
TABELA 66: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	108
TABELA 67: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	109
TABELA 68: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM.....	109
TABELA 69: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3	110
TABELA 70: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	110
TABELA 71: AZULEJO NOVO SEM JUNTA.....	111
TABELA 72: AZULEJO NOVO COM JUNTA 4	111
TABELA 73: AZULEJO NOVO COM JUNTA 5+5+3.....	112
TABELA 74: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	112
TABELA 75: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	113
TABELA 76: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	113

TABELA 77: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	114
TABELA 78: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	114
TABELA 79: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4+3 MM.....	115
TABELA 80: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4.....	115
TABELA 81: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4.....	116
TABELA 82: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	116
TABELA 83: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	117
TABELA 84: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	117
TABELA 85: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	118
TABELA 86: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	118
TABELA 87: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	119
TABELA 88: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3+3+3.....	119
TABELA 89: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4.....	120
TABELA 90: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3.....	120
TABELA 91: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	121
TABELA 92: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	121
TABELA 93: AZULEJO ANTIGO SEM JUNTA.....	122
TABELA 94: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 3+3+3.....	122
TABELA 95: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 4.....	123
TABELA 96: AZULEJO ANTIGO COM JUNTA 5.....	123
TABELA 97: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	124
TABELA 98: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA LINEAR).....	124
TABELA 99: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 5 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	125
TABELA 100: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 5 MM (JUNTA LINEAR).....	125
TABELA 101: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM (JUNTA LINEAR).....	125
TABELA 102: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	126
TABELA 103: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	126
TABELA 104: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	127
TABELA 105: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	127
TABELA 106: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA DE CRUZAMENTO).....	128
TABELA 107: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 4 MM (JUNTA LINEAR).....	128
TABELA 108: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 5 MM.....	129
TABELA 109: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM (JUNTA LINEAR).....	129
TABELA 110: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 0 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	130
TABELA 111: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 1 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	130
TABELA 112: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 2 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	131
TABELA 113: ESPAÇAMENTO DE JUNTA DE 3 MM EM AZULEJO DE RELEVO (JUNTA LINEAR).....	131

I. Introdução

I.1. Enquadramento

Datam já de há muitos séculos os primeiros vestígios da utilização de elementos cerâmicos no seio português, que após a revolução industrial e com a mudança de condições sociais, políticas e económicas, deram o verdadeiro salto publicitário e de utilização.

Sendo Portugal o país europeu mais utilizador deste tipo de revestimento de fachada, torna-se imperativo dar-lhe a devida atenção, tentando perceber o seu comportamento e arriscando evoluir quer em termos matérias-primas quer em termos qualidade de assentamento.

Sendo assim, torna-se fulcral reflectir, pois este revestimento apesar de ainda hoje ser utilizado, contribui também para a valorização do edificado, quer pela sua beleza estética imprimida nos edifícios, quer pela sua durabilidade e funcionalidade.

Ainda assim, existem problemas e dúvidas sobre o comportamento dos azulejos nas fachadas, nomeadamente relacionados com infiltrações e humidades, devido ao mau estado de conservação do edificado histórico português.

Relacionada, está a influência de juntas entre azulejos, pois podem ser consideradas o foco de troca de água entre exterior e interior, mas podem também ter a sua importância nas características de comportamento mecânico da fachada, resistindo a esforços e permitindo aos azulejos dilatar.

I.2. Objectivo

Pretende-se com este trabalho determinar qual a influência das juntas no comportamento azulejar das fachadas, nomeadamente da azulejaria de fachada da Cidade de Ovar.

Determinando assim qual a diferença de comportamento nas diversas larguras de junta, e nos diferentes tipos de azulejos, novos e antigos, e também a colocação com diferentes tipo de argamassa.

O recurso a materiais e técnicas de estudo será através de trabalho de campo e laboratorial, tendo sido efectuada a recolha de dados “*in situ*” em 10 edificações da Cidade de Ovar, para posterior tratamento informático, e também a realização de um ensaio laboratorial com base no assentamento de azulejos sob tijolos argamassados e tratamento diferencial das juntas permitindo recolha de dados e comparação com o primeiro.

Um melhor conhecimento sobre a influência das juntas na absorção de água, tendo em vista um melhor trabalho de profissionais e comportamento das fachadas é também finalidade deste trabalho.

I.3. Estrutura

A presente dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos principais.

O Capítulo I destina-se à Introdução, juntamente com objectivos e estrutura. No Capítulo II referem-se características, funções e processos de industrialização dos azulejos de fachada.

No Capítulo III, intrinsecamente relacionado com azulejos, descreve-se de um modo geral as argamassas em fachadas azulejares, fazendo referência aos seus constituintes e métodos de fabrico.

No Capítulo IV foca-se e caracteriza-se as juntas em fachadas, relacionado com o Capítulo V, no qual se descrevem os ensaios e se efectua o tratamento de resultados, fazendo uma análise geral. Por último o Capítulo VI composto pela conclusão do trabalho.

II. Azulejaria de fachada

II.1. Características / vantagens do azulejo

Os azulejos apareceram em Portugal há mais de cinco séculos como arte decorativa, e embora tenha sofrido a influência de várias correntes de opinião e mãos, ocupam ainda uma posição de destaque dentro dos revestimentos e arte decorativa nacional, tendo como exemplo, a Figura 1. [1]



Figura 1: Azulejo padrão

Fonte - http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Praca_jose_da_costa_1900.jpg

Inicialmente os azulejos eram considerados “grandes placas de barro quadrangular com uma face vidrada lisa ou decorada com desenhos coloridos”, sendo possível aplicar esta definição até aos dias de hoje. [1, 2]

Sendo a terminologia azulejo confusa, e por vezes com várias representações, esta palavra deriva do árabe, significando “placa pintada e vidrada em uma das faces, possuindo na outra face fendas ou um tipo de relevo que facilita o assentamento”. [3, 4]

No quotidiano o azulejo conhecido como um elemento de forma, com certa liberdade de aplicação devido aos seus planos, desenhos de traçado, conservando uma fidelidade na textura, o azulejo é também conhecido devido à sua coloração que lhe dá qualidade decorativa para além das qualidades de revestimento. [3, 4]

Inicialmente os azulejos eram fabricados com medidas standardizadas de (14 x 14) cm, Figura 2, e tinham uma razão óbvia, pois era da maneira que se cobria um metro quadrado de parede com sete fiadas de sete peças cada, como resultado de uma aplicação de 49 ou 50 azulejos, sem esquecer os cortes e remates. [5]

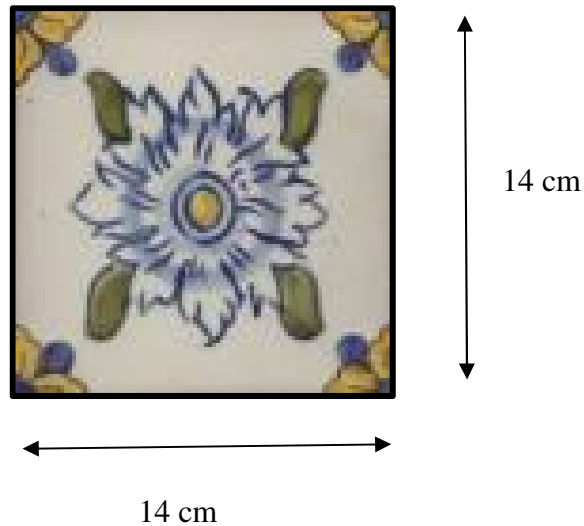


Figura 2: Dimensões de um azulejo antigo

Hoje, os azulejos já sofreram algumas alterações no que respeita às suas dimensões, existindo nos formatos de (10 x 10) cm, (11 x 11) cm, entre outras. Sendo igualmente diversificadas as suas formas mas ainda reinando a quadrada, havendo em várias cores, com diferentes desenhos e relevo, como comprovam a Figura 3 e 4. [6]

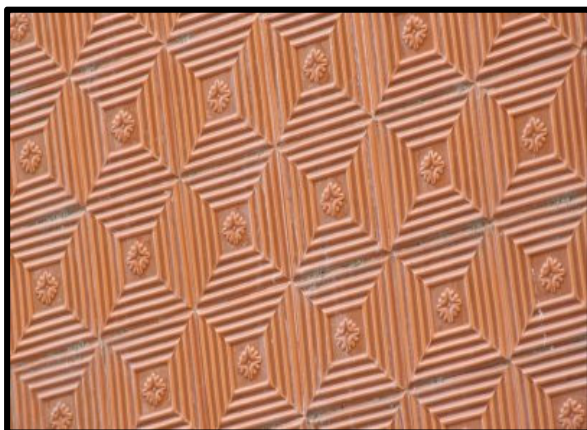


Figura 3: Azulejo de relevo

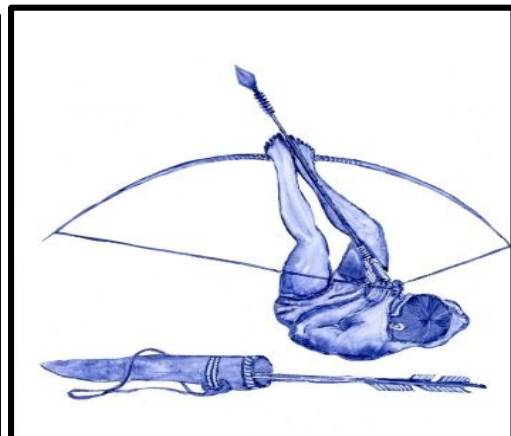


Figura 4: Azulejo com desenho

Existem algumas características e vantagens na sua aplicação em fachadas de edifícios tais como: facilidade de aplicação; substituição a baixo custo; existência com variedade de cores e desenhos; adesão mecânica às argamassas melhorada; baixa expansão térmica; impermeabilidade (água e salinidade); resistência ao ataque de ácidos (agentes erosivos); facilidade de limpeza (resistência às manchas) e garantia de melhor e mais longa conservação (durabilidade). [1, 4]

Assim, não faltam razões que justifiquem a opção por revestimentos cerâmicos em fachadas. Embora inconscientemente o dono de obra procure ainda hoje revestimento cerâmico, a verdade é que as já apresentadas razões juntamente com o valor cultural serão as mais fortes, juntamente com o fenómeno da moda. [7]

Em resumo, o azulejo é um revestimento com tipo de grão grosseiro, com uma superfície vidrada, poroso com cor de pasta de branco a rosa sendo utilizado para aplicação em alvenarias. [5]

Os azulejos são peças cerâmicas constituídas por uma superfície superior vidrada e pela chacota, Figura 5. Chacota é a peça de azulejo antes de ser vidrada e tardo, Figura 6, é a face oposta ao vidrado, a qual vai ser a zona de aderência à argamassa. [8]

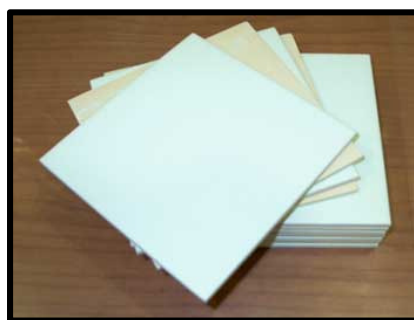


Figura 5: Azulejo em chacota

Fonte: <http://www.eb23-ribeira-neiva.rcts.pt/evt/3period.htm>



Figura 6: Tardoz de um azulejo

Em suma, como em qualquer material, a escolha de cerâmica para revestimento de edifício será tida em conta devido a factores históricos, culturais, arquitectónicos e técnicos ou funcionais. [4, 7]

II.2. Função dos revestimentos

Uma das características mensuráveis nos azulejos é a absorção de água. [4]

Relacionado com a absorção de água está a sua classificação dentro da categoria dos pavimentos e revestimentos de acordo com as características técnicas e de adequação de uso, no Grupo CIII ou BIII segundo a norma EN 1441 – *Ceramic Tiles – Definitions, classification, characteristics and marking: 2003* [9], classificação esta, surgindo consoante o processo de fabrico e a absorção de água (E). Explicando, “C” surge do processo de fabrico (moldagem manual), “B” de prensagem a seco e “III” surge da percentagem de absorção de água ser superior a 10% ($E > 10\%$), conforme exposto na Tabela 1. [5]

Tabela 1: Classificação de pavimentos e revestimentos cerâmicos [5]

Processo de fabrico	Grupo AI $E \leq 3\%$		Grupo AIIa $3\% < E \leq 6\%$	Grupo AIIb $6\% < E \leq 10\%$	Grupo BIII $E > 10\%$
A Extrudido	Grés extrudido		Grés extrudido Clinker Tijoleira rústica	Tijoleira rústica Terracota	Tijoleira rústica
Processo de fabrico	Grupo BIa $E \leq 0,5\%$	Grupo BIb $0,5\% < E \leq 3\%$	Grupo BIIa $3\% < E \leq 6\%$	Grupo BIIb $6\% < E \leq 10\%$	Grupo BIII $E > 10\%$
B Prensado a seco	Pavimento em grés Clinker Porcelânico	Pavimento em grés Clinker Pavimento de bicozedura	Pavimento de mono-cozedura	Revestimento de mono-cozedura	Azulejo (faiança)
Processo de fabrico	Grupo CI $E \leq 3\%$		Grupo CIIa $3\% < E \leq 6\%$	Grupo CIIb $6\% < E \leq 10\%$	Grupo CIII $E > 10\%$
C Outros processos (moldagem manual)	-		Pavimento rústico	Pavimento rústico	Azulejo Pavimento rústico

As funções dos azulejos como revestimento são:

- ∴ Proporcionar impermeabilização;
- ∴ Corrigir irregularidades;
- ∴ Facilitar a limpeza;
- ∴ Melhoria do aspecto estético;
- ∴ Evitar agentes erosivos;
- ∴ Ausência quase total de manutenção a curto prazo;
- ∴ Longa durabilidade do edifício.

A necessidade de que os edifícios possuam características que permitam a satisfação das necessidades dos seus utilizadores, em condições aceitáveis é algo que se deve exigir da funcionalidade do mesmo. Também se deve dar importância aos custos, quer de funcionamento e manutenção cuja relevância é sempre elevada.

Existem algumas exigências funcionais de relevante importância a apontar aos azulejos tais como relativamente à segurança, quer de estabilidade ou de incêndio, estanquidade à água, isolamento térmico, influência nula da qualidade do ar, conforto visual, elevada resistência às acções de limpeza e a economia. [10]

II.3. Processo de industrialização

II.3.1. Materiais constituintes dos azulejos

Os azulejos na actualidade surgem a partir de uma mistura de várias matérias-primas argilosas, tal como a argila e o caulino, soldados com a areia e o feldspato e com um acabamento natural, polido ou vidrado. [5]

Estas argilas tiveram dois caminhos de preparação, manual ou industrial, sendo que o primeiro pode ser preparação artesanal por via húmida (mão-de-obra humana com força

animal), e o segundo pode ser via húmida, decantação e “*tamizado*”, via seca e mista. [11]

Segundo Pedro Prostes, existe outro método de preparação de argila, que é o da deposição em camadas, estando estas humedecidas. Permaneciam no exterior para que as intempéries removam as impurezas, levando este processo meses. [11, 15, 16]

Uma vez que também se tratara de um processo muito moroso, as fábricas tiveram que arranjar soluções mais rápidas, assim, criaram regadios artificiais para que o tempo não fosse um entrave. [11]

A intenção deste processo era conseguir a oxidação das piritas, obtendo-se assim compostos sulfúricos solúveis capazes de serem removidos pela água, pois como estes têm um coeficiente de dilatação diferente dos restantes compostos, quando fossem ao forno provocariam danos irreparáveis nas peças. [11, 15]

Uma outra técnica de preparação de argilas, e adoptado por grande parte das fábricas do Douro, devido a grandes quantidades de água utilizadas, remonta aos tempos dos romanos. [11]

Inicia-se com a colocação de argila em tanques primários juntamente com água, ocorrendo a suspensão da barbotina, que por sua vez é decantada através de canais próprios com filtros. Existem dois tipos destes, o primário para retirar as partes grosseiras, e um segundo (linho) para retenção das partículas mais pequenas. [11, 15]

As partículas retidas nestes filtros serão moídas da mesma forma que nos outros métodos, e adicionadas à barbotina inicial, sendo posteriormente retirado o excesso de água.

Este processo era muito apreciado uma vez que permitia ter um controlo muito rigoroso da granulometria dos duros. De seguida teria que se deixar secar a argila para que esta fosse manuseada devidamente por forma a obter o formato desejado. [11]

Este método de seca é em tudo idêntico ao dos outros métodos, indo as argilas para o forno, para que haja evaporação forçada, no caso de via húmida.

Resumindo:

- ∴ Colocação de argilas em tanques;
- ∴ Adição de água;
- ∴ Desagregação das partículas e formação da barbotina;
- ∴ Decantação;
- ∴ Ligeira secagem para colocar argilas no estado plástico;
- ∴ Confirmação das medidas e formato;
- ∴ Cozedura final.

O princípio técnico, aparentemente simples nos dias de hoje mas que noutros tempos seriam técnicas mais complexas, consistia na selecção de determinadas terras naturais que conseqüentemente eram submetidas à acção da temperatura, para que assim perdesse a sua actividade plástica para surgir um material duro, com propriedades físicas e químicas resistentes. [11]

Depois de uma visita à fábrica LOVETILES (antiga NOVAGRÉS), e conseqüente esclarecimento de dúvidas, notou-se a importância das matérias-primas agrupadas em quatro grupos: a areia, considerada matéria-prima dura, o feldspato enquanto matéria-prima mãe, o carbonato de cálcio funcionando como fundente e a argila como matéria-prima argilosa.

Os materiais constituintes dos azulejos novos não diferem em termos de constituintes, mas sim em termos de manufactura (técnica).

Pode também haver alguma diferença em termos de percentagens das matérias-primas, mas a diferença não é significativa.

II.3.2. Evolução dos azulejos – fabrico artesanal

Retratado já nos pontos anteriores, a grande diferença ao longo do tempo em relação ao fabrico de azulejos parte do método de fabrico destes, tal como comprova o processo de fabrico dos azulejos da Fábrica Sant'Anna, fundada em 1741, sita na Ajuda.

Começando pelo processo de captação e trabalho do barro, sendo a matéria-prima dos azulejos, Figura 7, e passando pela moldagem destes, de modo manual, método trabalhoso e moroso [12].



Figura 7: Barreira

Antigamente extraía-se o barro da barreira e era posteriormente depositado em alpendres, ao ar livre, durante cerca de oito meses, sendo este remexido diariamente para que todo o ar fosse retirado e para a sua conseqüente purificação. [11, 12]

Este barro era amassado por um período de cerca de vinte dias com a ajuda de bois e adicionava-se água. [11, 12]

Depois de preparado o barro, Figura 8, este passava por um sistema de moldagem, Figura 9, para se obter o tamanho e figuração desejada.



Figura 8: Matéria-prima: barro



Figura 9: Moldagem (conformação)

De seguida, o processo de secagem (para solidificação), Figura 10, dispendo-se os azulejos em forno conforme Figura 11, de modo a que a forma já fique solidificada.



Figura 10: 1ª e 2ª secagem



Figura 11: Disposição dos azulejos no forno

Seguidamente passam os azulejos pelo primeiro processo de cozedura a 1020 °c, sendo este o processo de chacoamento, para uma conformação dos mesmo, Figura 12.



Figura 12: 1ª cozedura – fornos

A vidragem é o passo seguinte, processo este também manual, Figura 13, para de seguida se proceder à pintura manual conforme Figura 14.



Figura 13: Vidragem manual



Figura 14: Pintura manual

Finda a pintura e todo o toque artístico, passa por um segundo processo de cozedura, a cerca de 980 °C, Figura 15.



Figura 15: Cozedura final

De seguida o processo de monitorização e embalagem finalizaria todo o esquema.

Apesar da evolução dos mecanismos, este processo é aquele que mais se relaciona e enquadra com a azulejaria do século XIX.

II.3.3. Evolução dos azulejos – fabrico recente

A determinação de que o azulejo surge a partir de um processo de fabrico com prensagem a seco com mono ou bicozedura é através dos processos construtivos.

Dentro do processo de fabrico dos azulejos com prensagem a seco existem dois caminhos. O primeiro, e mais avançado, a monocozedura, onde os produtos passam uma única vez no forno para cozedura da pasta cerâmica, fixação do vidrado e decoração.

No processo de bicozedura é primeiro cozida a pasta, surgindo o biscoito, seguido da vidragem e decoração, sendo cozido uma vez mais no final. [5]

Inicia-se assim, actualmente, o longo ciclo do fabrico dos azulejos aquando da moagem dos materiais duros para diminuir a sua granulometria até chegar à ordem dos *microns*, sendo estes as matérias-primas dos azulejos, Figura 16, através de enormes moinhos rotativos, horizontais, com esferas de alubite (Al_2O_3), Figura 17. [5, 11]



Figura 16: Matéria-prima da pasta dos azulejos



Figura 17: Moinho rotativo horizontal

O produto final desta moagem (duros em estado de pó) será diluído em tanques próprios (turbos diluidores) com a argila, resultando a barbotina.

Esta barbotina é peneirada no primeiro filtro, Figura 18, e segundo filtro, Figura 19, para uma homogeneização e passando depois para o atomizador (passa por um processo de pulverização a pressão) para a secar com intuito de obter o pó para prensar, Figura 20.



Figura 18: Primeiro filtro



Figura 19: Segundo filtro



Figura 20: Atomizador



Figura 21: Saída do pó

De seguida o pó sai do atomizador, Figura 21, é encaminhado através de mangas para a fase de prensagem, Figura 22 e 23.



Figura 22: Colocação do pó nas mangas



Figura 23: Transporte do pó

Neste local o pó atomizado é prensado com cunhos (moldes) adequados a cada azulejo, dependendo das dimensões, formas e efeitos desejados, conforme Figura 24.

A prensagem é feita com o pó atomizado mais 5,5% de humidade para que as partículas se unam, sendo muito importante ter em atenção a densidade da prensagem e o desgaste dos moldes pois pode reflectir-se perda de material.



Figura 24: Prensagem

De seguida, este material prensado passa por secadores a cerca de 140 °C para perder a humidade e aumentar a resistência, comprovado na Figura 25, ficando com o aspecto da Figura 26.

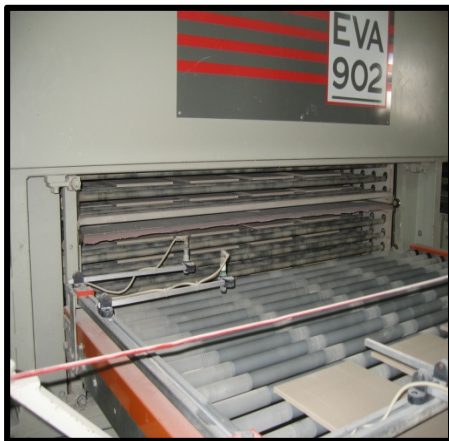


Figura 25: Secador vertical



Figura 26: Produto após prensagem e secagem

Perto do final surge a vidragem, Figura 27, para a qual é necessário humedecer a peça com pequenos jactos de água para então se proceder à aplicação do engobe, sendo este constituído por metade da pasta inicial e metade de vidro. Esta é feita de duas formas, uma primeira através de campânula, Figura 28, e uma outra através de fieira, Figura 29, embora possam ser utilizados ainda os métodos de pistola, disco e pulverização.



Figura 27: Secção de vidragem



Figura 28: Vidragem com campânula



Figura 29: Vidragem com fieira

O passo seguinte é a decoração, através de um rolo de silicone, do desenho e serigrafia desejados.

Após todos estes passos chega-se finalmente à cozedura, ou secagem, através de fornos contínuos de rolos, com uma temperatura a rondar os 1150 °C durante cerca de 45-90 minutos.

Com o evoluir dos tempos e das exigências, após cozedura, este material passa ainda por uma secção de corte, Figura 30, e desgaste, Figura 31, para assim rectificar o material em cerca de 1,5 cm de cada lado.



Figura 30: Corte



Figura 31: Desgaste

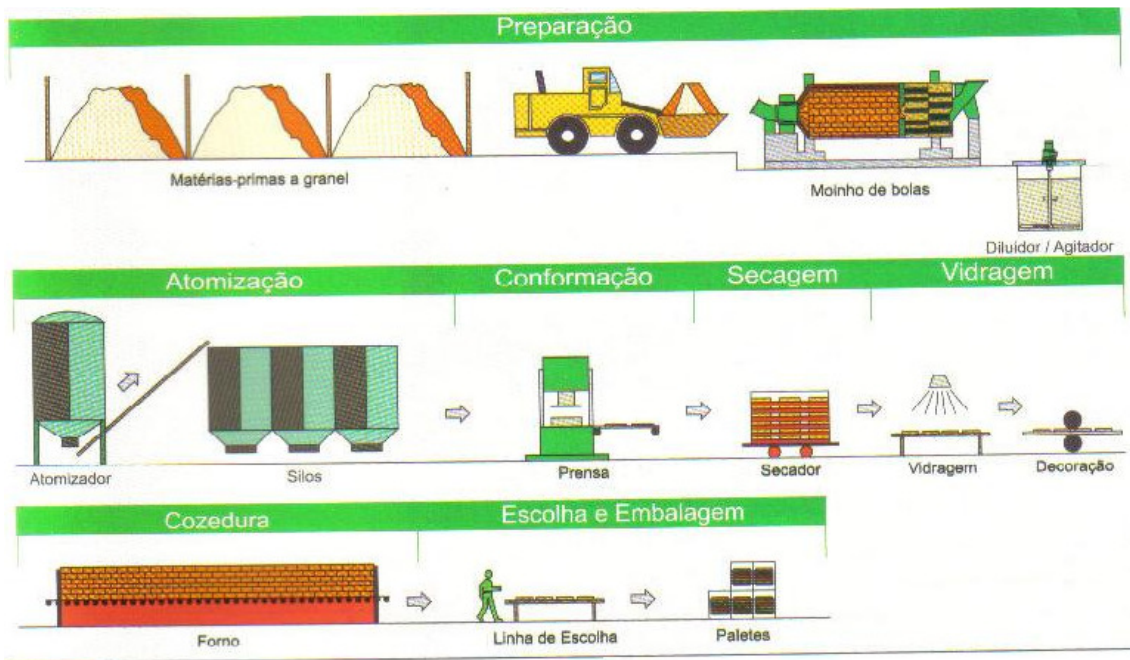
Por fim procede-se à monitorização, sendo os produtos classificados quanto aos seus defeitos visuais (tonalidade, desenho, cantos, ...) e sendo classificados da seguinte forma:

- ∴ Primeira categoria – sem defeito (aproximadamente 85%)
- ∴ Segunda categoria – um defeito pequeno (aproximadamente 10%)
- ∴ Terceira categoria (saldo) – grande defeito (aproximadamente 5%)

Realizada a acção de monitorização, procede-se à embalagem dos azulejos, com o descritivo do nome do produto, a sua classificação (primeira, segunda ou terceira categoria), o calibre (dimensões da peça) e o respectivo distintivo do controlo de qualidade (referenciando o dia e o código dos escolhedores).

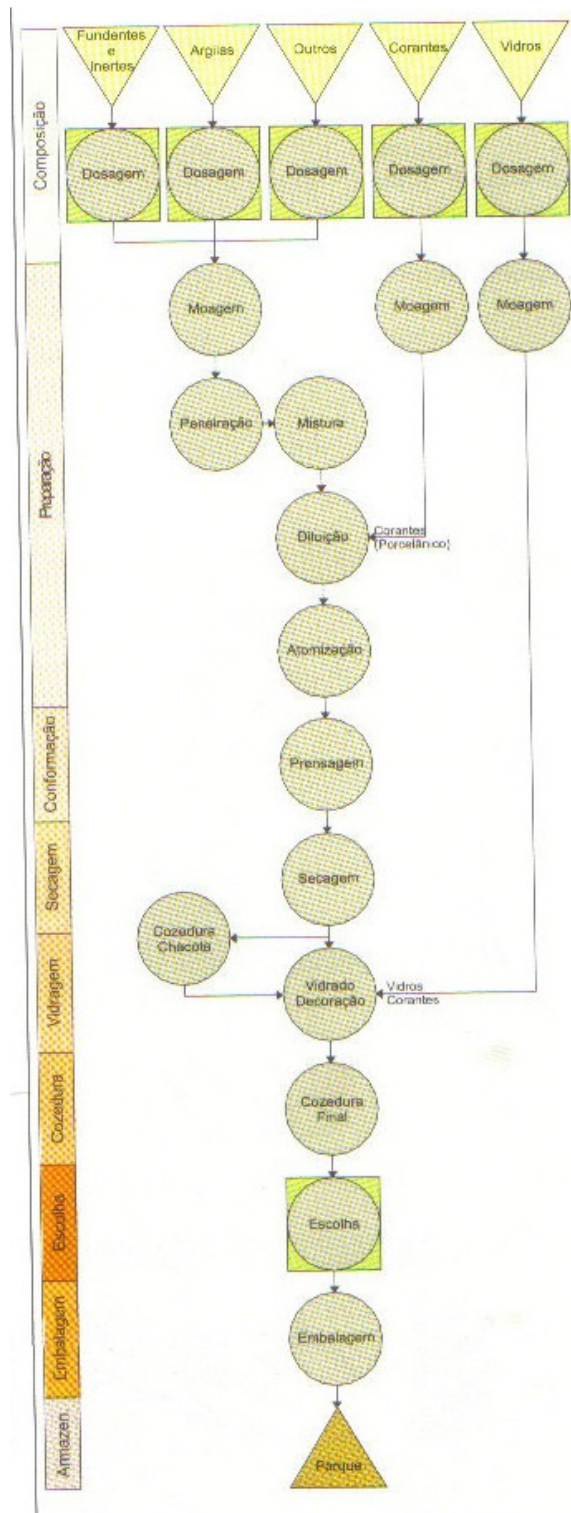
Na Figura 32, esquematize-se todo o processo de fabrico com prensagem a seco, ressaltando todas as actividades descritas anteriormente.

Figura 32: Processo de fabrico com prensagem a seco [3]



Da mesma forma, apresenta-se na Figura 33, o fluxograma do processo de fabrico com prensagem a seco, ressaltando os constituintes (matérias-primas e dosagem), a preparação (moagem, peneiração e mistura), a conformação (prensagem), secagem (primeira cozedura), vidragem, cozedura final, monitorização, embalagem e armazenagem.

Figura 33: Fluxograma do processo de fabrico com prensagem a seco [3]



III. Argamassa em fachadas azulejares

A palavra “argamassa” surge do castelhano, de *arga* referindo argila, com *massa* vindo de pasta (argila + pasta), sendo utilizada na construção, Figura 34, formada por cal e/ou cimento, juntando-se água e areia, sendo conhecida há mais de 8000 anos. [14]



Figura 34: Produção de argamassa na construção no pós-guerra

Fonte: <http://www.apfac.pt/layout.asp?area=3000>

Nos primórdios, argamassa resultava da mistura de um ligante e areia, amassada com água. A mistura dá lugar a uma pasta plástica ou fluida que depois de seca, endurece em resultado das reacções que nela se processam. [15]

A função da argamassa inicialmente era a protecção e reforço das construções como revestimentos de superfície, mesmo antes de as utilizar como assentamento com o fim de melhorar a fixação das pedras entre si. [16]

Assim sendo, e porque as matérias-primas eram escassas, utilizou-se barro, com base nas matérias-primas existentes em cada local, e posteriormente este foi misturado com fibras vegetais e palha, na tentativa de lhe conferir maior resistência.

Mais tarde, passou-se a adicionar-lhe areia em certas proporções, pois compreendeu-se que resultava um aglomerado final de maior resistência e mais duro, o que reduzia consideravelmente a retracção dos materiais.

Este processo de fabrico da argamassa e também colocação, era como se percebe, um processo moroso e trabalhoso, baseado na experiência. [17]

Actualmente, devido à evolução, a argamassa é uma mistura de ligantes, agregados, aditivos, adjuvantes e água. Sendo o agregado mais comum a areia, também se pode utilizar agregados britados, de várias dimensões, e outro tipos de pó, por exemplo pó de pedra, sempre dependendo de qual a finalidade. Como ligante podem ser utilizados ligantes aéreos como a cal aérea, ligantes hidráulicos (cimento, gesso e cal hidráulica) e ligantes sintéticos, como é o caso da resina. [8, 16]

Assim, a função da argamassa é ligar os diferentes materiais de construção entre os quais é colocada. Esta ligação só será eficaz desde que se utilize uma argamassa que venha a tornar-se resistente, em função do tempo, pois esta mistura inicial é pastosa sendo que no momento da sua utilização será plástica, a qual secará e endurecerá.

Também é importante a sua aplicação em obras de conservação e restauro. Sempre que necessária, a sua aplicação deve ser compatível com as paredes existentes, utilizando produtos disponíveis no mercado, e ao mesmo tempo adequados à prática construtiva actual, para que se mantenham as características da construção portuguesa e não se percam boas práticas de outros tempos. [17]

III.1. Caracterização (actualidade VS antiguidade)

Inicialmente as argamassas eram utilizadas para construir casas sem haver preocupação de distinguir as mesmas, entre argamassas de estrutura e argamassas de revestimento, Figura 35. [8]

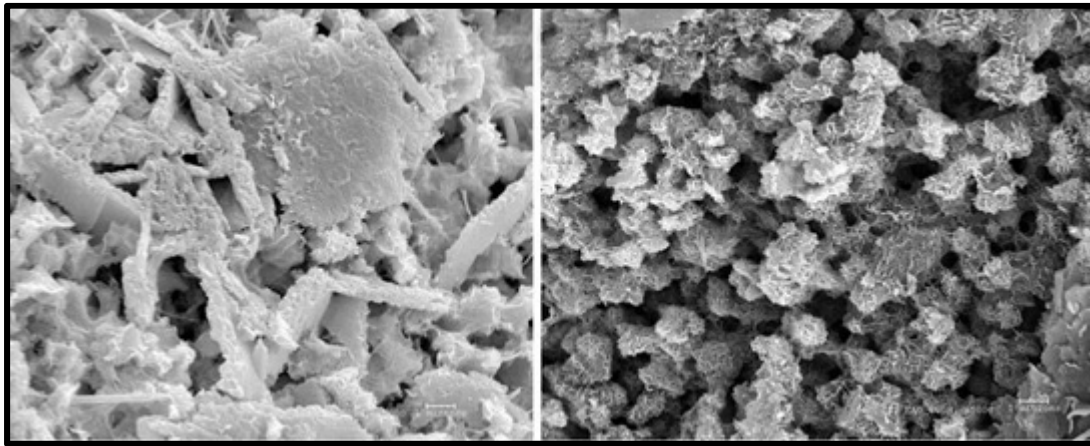


Figura 35: Fotografia de argamassa de revestimento no MEV [18]

Desde os tempos dos Romanos e dos Gregos que a cal calcinada foi utilizada como ligante, até que se reparou que a calcinação da rocha que contivesse alguma percentagem de argila reflectia um certo carácter hidráulico e maior resistência do produto final. [8, 19]

Este carácter hidráulico foi então aprofundado, da maneira que se começaram a utilizar aditivos, entre eles a “pozolana”, cuja ao ser adicionada à argamassa de cal lhe facultou um carácter pozolânico forte, proporcionando assim uma impermeabilidade boa para rebocos exteriores. [19]

Dentro da gama das “pozolanas” incluem-se outros aditivos, como fragmentos de tijolo ou cinzas vulcânicas, tendo em comum estes materiais, grande percentagem de aluminatos e silicatos reactivos, os quais, na presença de humidade (ou água) e a temperaturas relativamente baixas (temperatura ambiente) formam compostos com elevada resistência e durabilidade.

Hoje em dia, cada argamassa tem as suas propriedades e é utilizada para um fim específico. Assim, e após a descoberta de diferentes agregados e ligantes, a resistência das argamassas nas diferentes situações depende das quantidades utilizadas dos componentes e da sua finalidade.

Este cimento surgiu após a maior exigência em qualidade e rapidez de execução por parte da construção cada vez mais moderna e industrial, obrigando assim à substituição da mistura normal das argamassas por argamassas prontas.

Contudo a degradação de fachadas com revestimento azulejar continua a ser problemática, com a ocorrência frequente de destacamento das peças ou painéis.

III.2. Tipos de argamassas

Ao longo dos tempos os métodos de aplicação de revestimentos têm evoluído em parceria com os produtos cerâmicos e de fixação.

Assim, existem actualmente argamassas com propriedades específicas para cada tipo de situação de aplicação, em função da finalidade do revestimento e do tipo de material a aplicar.

Dentro dos vários tipos de argamassas existentes utilizadas em fachadas de edifícios, como a argamassa de cal aérea (podendo conter aditivos), argamassa de cal aérea e cimento, argamassas de cal hidráulica (natural e artificial) e argamassa de cimento, as mais convencionais e mais parecidas com as argamassas utilizadas até meados do século XX são as primeiras (argamassas de cal aérea), quer devido à sua composição, quer às suas propriedades. [8, 20]

Note-se que a cal aérea foi utilizada nos primórdios dos tempos em locais e obras por todo o mundo ainda hoje verdadeiros testemunhos da durabilidade desta, tal como as Pirâmides de Gizé no Egipto, em meados de 2500 A.C., nos Templos Gregos a Apolo e Elis, em 450 A.C., e nas Muralhas da China, e apresenta um aspecto final muito diferente das argamassas de cimento, assim como na sua composição. [17, 20].

Permite-se assim confirmar, que uma das funções das argamassas é permitir a fixação, tendo a ver com o desenvolvimento de estruturas cristalinas criando microestruturas rígidas que se incorporam nos poros vazios dos materiais e os mantêm unidos. [11]

Assim, no sistema tradicional de aplicação de revestimentos, as camadas são sempre espessas (5 a 20 mm). No caso de paredes o revestimento mais utilizado em edifícios antigos é 1:3 o traço em volume (cal aérea e areia). [21, 22]

Ter-se-á assim em conta a argamassa cal aérea neste estudo, como argamassa de assentamento. Como argamassa de junta, será utilizada uma argamassa composta por cal aérea e pó de pedra, com traço em volume de 1:1, Tabela 2.

Tabela 2: Tipos de argamassa

Argamassa	Assentamento	Cal aérea (1:3)
	Junta	Cal aérea + Pó de pedra (1:1)

III.3. Composição de argamassas para revestimentos

Os revestimentos têm grande importância na vida quotidiana, pois caracterizam o bem-estar de uma habitação e interferem com a imagem do edificado.

No caso de fachadas, estas têm um importante papel, pois têm várias funções, tal como a protecção do espaço interior relativamente aos agentes exteriores em geral, associando também a função da resistência, e consolidação com materiais, no caso, azulejos. [23]

As argamassas de revestimento, seguindo as linhas orientadoras de antigamente, devem ser compostas por agregados (areia), ligante (cal aérea), aditivos (não utilizados neste caso) e água.

✓ Agregados:

A qualidade deste é um factor muito importante, pois influencia directamente as propriedades finais da resistência e estabilidade da argamassa. A durabilidade, a forma e dimensão das partículas são igualmente tidas em conta, para a forma e local de aplicação.

Existem dois campos de agregados, os naturais e artificiais, sendo os naturais normalmente de aspecto liso e arredondado, devido a acções da natureza, e os artificiais angulosos, resultantes de decomposição de rocha. [8,19]

No entanto, os agregados mais utilizados são a areia de rio lavada, Figura 36, sendo este o agregado utilizado na parte de ensaios deste trabalho.



Figura 36: Areia de rio

Fonte: http://i01.i.aliimg.com/photo/v0/109039385/River_Sand_and_Sea_Sand.jpg

✓ Ligante:

Existem vários tipos de ligantes, mas o focado neste trabalho será o ligante aéreo (cal aérea). Esta tem como função ocupar os espaços vazios entre os agregados, ligando todo o conjunto até à coesão deste. [8,19]

Tal como o nome designa, esta cal, Figura 37, endurece em contacto com o ar, justificado por reacções químicas (1) e (2), mas note-se que a sua presa lenta poderá ser um entrave para a sua utilização. [8,18, 20]

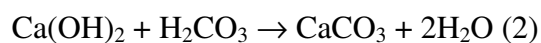
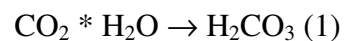


Figura 37: Cal

Fonte: http://conservarcal.lnec.pt/portuguese/Tarefas/Tarefa_3.htm

✓ Aditivos

Não sendo utilizados neste trabalho, é de igual modo conveniente referir, pois actualmente é prática corrente no meio da construção.

Os aditivos são substâncias que permitem melhorar o comportamento dos restantes constituintes, no que respeita à presa, ou outras características em função da finalidade desejada. [8,19] As pozolanas artificiais ou naturais, Figura 38 e Figura 39, são exemplos de aditivos.

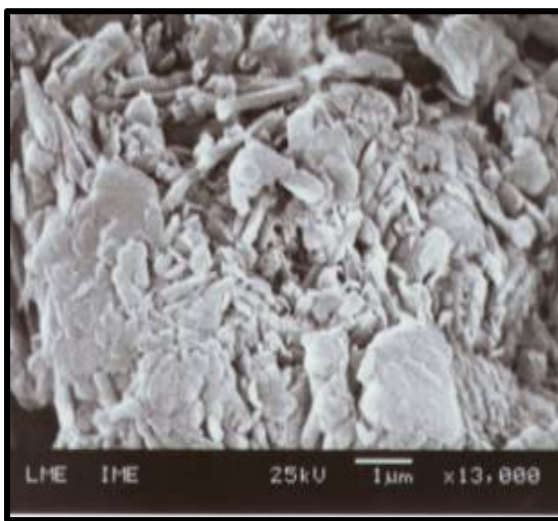


Figura 38: Pozolana artificial



Figura 39: Pozolana natural

Fonte : <http://www.materia.coppe.ufrj.br/mirror/sarra/artigos/artigo10055/image002.jpg>

✓ Água:

É importante que a água, Figura 40, utilizada seja natural, para não conter resíduos de nenhuma espécie e a temperatura seja mediana pois pode influenciar no resultado final. A quantidade deve ser a suficiente para colocar todos os constituintes em ligação, funcionando assim a água como elemento aglutinador entre ligante e agregado. [8, 24].

Esta é essencial para que a argamassa ganhe trabalhabilidade e possa ser aplicada convenientemente. Deverá assim ser evitada água do mar, e águas sujas, pois o seu teor de sais é diferente podendo retardar a presa ou influenciar no comportamento da argamassa. [24]

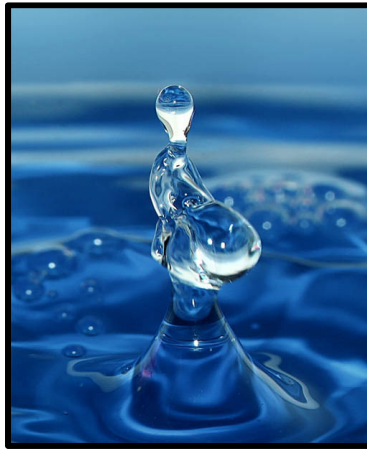


Figura 40: Água

Fonte: <http://blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente/wp-content/uploads/2009/07/water.jpg>

III.4. Fabrico de argamassa

Sem ser alvo de um bom fabrico (amassadura e dosagem), Figura 41, a argamassa não pode ser considerada aconselhável para a execução do trabalho, nem terá uma boa acção de presa e efeito final.

Este efeito final pode ser a protecção do suporte onde está aplicada a argamassa, sendo por isso importante a sua compatibilidade com os materiais existentes no edifício, quer seja do ponto de vista físico, quer seja mecânico, no que se refere aos constituintes ou a produtos de reacção envolvidos. [18, 25]

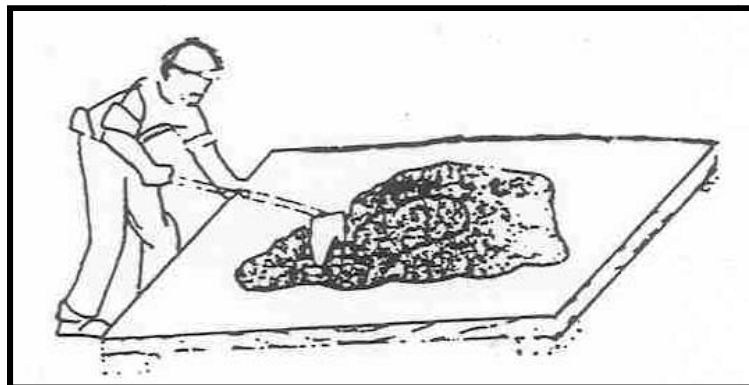


Figura 41: Fabrico de argamassa [26]

As argamassas podem ser fabricadas manual ou mecanicamente, havendo à partida diferenças no resultado final, pois a amassadura mecânica produzirá uma argamassa distinta.

Em qualquer dos casos deve-se ter em atenção a base do local onde se está a fabricar a argamassa, para que não haja contacto com materiais susceptíveis de causar deficiências na argamassa e por consequente não haja deficiências no revestimento. [23]

Procede-se então à colocação do agregado juntamente com o ligante, realiza-se uma mistura a seco, e abre-se uma cova no centro, onde se irá adicionar água, no caso de fabrico manual, expresso na Figura 42 e Figura 43.

Se por sua vez for fabrico mecânico, recorre-se à ajuda da betoneira, misturando os componentes dentro do tambor, mas na mesma ordem. A argamassa será doseada conforme as características da sua necessária e o objecto de finalização. [16, 27]



Figura 42: Mistura a seco [13]



Figura 43: Mistura adicionada com água [13]

III.4.1 – Ligantes

As argamassas podem ter um ou mais ligantes incorporados, dependendo da tarefa a executar, tal como a cal aérea, cal hidráulica e o cimento. [27]

A função destes, quando em contacto com a água, ou ar, é garantir a união dos grãos dos agregados formando uma pasta que ganha presa e endurece, como por exemplo a cal, o gesso ou o cimento, podendo ser utilizados em argamassa de revestimento, assentamento e decoração [19, 28]

III.4.2 – Agregados

Como agregados, pode-se tomar o exemplo das areias, que reduzem significativamente o aparecimento de fissuras, verificadas sempre que se aplica elevada quantidade de ligante, e são geralmente o componente maioritário da argamassa, sendo que qualquer variação na sua qualidade poderá ter efeitos consideráveis no resultado final. [27, 28]

Existem três tipos de areias, a areia do mar, do rio e do areeiro. Normalmente a mais utilizada é a do rio, pois é a mais pura e de boa qualidade, sendo captada por dragagem. [16]

A areia de areeiro, normalmente mais terrosa, deve ser lavada antes da utilização, o que acontece também com a areia do mar, sendo de fraca qualidade e problemática devido à sua concentração de salitre, na falta de outras, poderá ser utilizada desde que previamente lavada e até colocada à chuva, para que limpe parte do sal que contenha. [16, 27]

Nas zonas em que não se encontra areia natural, pode-se utilizar areia artificial, resultado da britagem de rochas duras, obtendo-se assim uns grãos angulosos, devendo ser limpos antes de serem utilizados. O factor dinheiro aumenta nesta situação, pelo que estas areias apenas são utilizadas em zonas que não exista areia natural. [16, 27]

III.4.3 – Água

Uma vez que a resistência à compressão diminui com a quantidade de água, é fundamental usar a quantidade de água apenas necessária para assegurar que a argamassa está no ponto de plasticidade, para se aproveitar as suas melhores condições, nomeadamente de trabalhabilidade. [27]

Qualquer excesso de água tornará a argamassa mais porosa, e por consequente, diminuirá a sua resistência, assim como o oposto poderá provocar uma mistura imperfeita. [16, 27]

A argamassa é aplicada nos constituintes de uma alvenaria, que normalmente são porosos (tijolo, bloco, pedra), e que tendem a absorver a água da mistura, daí, se antes de aplicar a argamassa, haver o cuidado de molhar a superfície da parede esta fica saturada e a argamassa secar em boas condições. [27]

IV. Juntas em fachadas

A protecção e vedação dos edifícios contra a acção de agentes erosivos é a principal propriedade a que os revestimentos se destinam.

Sendo as juntas entre azulejos causadoras de infiltração de água, funcionam também para acomodar variações dimensionais causadas por variações de temperatura e humidade. [29, 30]

Estas têm o propósito de acomodar os movimentos do revestimento, garantindo a sua estabilidade e ao mesmo tempo permitir as trocas gasosas do mesmo, que ocorrem entre interior e exterior, Figura 44. [30]

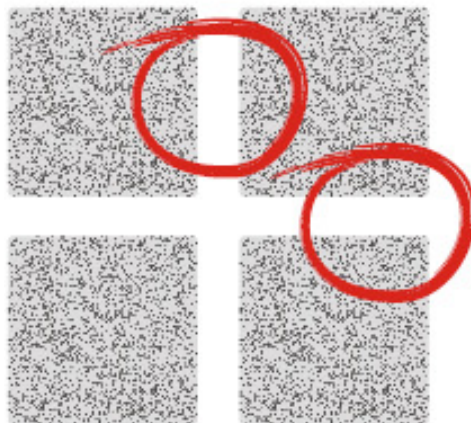


Figura 44: Juntas de assentamento (entre ladrilhos) [30]

O Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos [5] refere que a largura das juntas entre ladrilhos deve ser definida pelo fabricante em função do tipo de aplicação desejada e também às características do ladrilho, referido na Tabela 3.

Tabela 3: Espessura recomendada para juntas entre ladrilhos [5]

Superfície a revestir	Tipo de ladrilho	Espessura mínima das juntas entre ladrilhos [mm]
Paredes exteriores	Ladrilhos e placas de terracota e ladrilhos extrudidos	6
	Restantes materiais	4

Outros autores [29, 30], pormenorizam de forma diferente, tendo em atenção a área do ladrilho e o comprimento dos lados da placa cerâmica, obtendo assim valores mínimos e máximos para a espessura de juntas, descritos na Tabela 4.

Tabela 4: Espessura recomendada para juntas entre ladrilhos, tendo em conta as dimensões e área dos mesmos [30]

Comprimento do maior lado da placa cerâmica (cm)	Área de placa cerâmica (cm ²)	Junta de assentamento	
		Mínimo (mm)	Máximo (mm)
10	Até 225	3	8
15	Até 250	4	8
20	Até 400	6	10
25	Até 625	7	10
30	Até 900	8	112
40	Até 1600	10	12

O preenchimento das juntas pode ser feito de formas diferentes: através de calda de cimento, para juntas pequenas, de 1 a 4 mm; argamassa de cimento para juntas (dois volumes de cimento para um de areia), em juntas com mais de 4 mm; argamassa de cal e pó de pedra no traço 1:1; produtos industriais especializados. [5]

O espaçamento e a argamassa de juntas é importante na aplicação e durabilidade do revestimento, como comprova a Tabela 5, daí ser importante referir as patologias mais frequentes, assim como as causas dos problemas.

Tabela 5: Problemas e prováveis causas relacionadas com juntas [8, 28]

Problema	Causa
Perda de aderência e desprendimento relativamente ao suporte ou deslocamento dos ladrilhos em áreas extensas ou com grande probabilidade de concentração de cargas	Elevadas tensões de corte nos planos de colagem
	Falta de juntas no contorno dos revestimentos
	Pressão de vapor de água
	Expansão dos ladrilhos
	Movimentos no suporte (elasticidade da argamassa superior à dos azulejos)
Desprendimento isolado de peças	Infiltração permanente de água
	Falta de estanquidade das juntas
	Aplicação deficiente (argamassa e azulejo)
Pequenas fissurações	Pequenos e lentos movimentos dos azulejos diferenciados com a argamassa de assentamento
Fissuras de maiores proporções, com orientação bem definida	Rotura do material de suporte
	Incorrecto dimensionamento das dimensões das juntas entre azulejos
Esmagamento ou lascagem nos bordos dos ladrilhos	Movimentos diferenciais suporte - revestimento, resultando na compressão dos ladrilhos



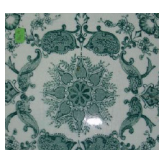





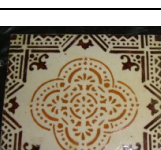
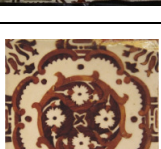
V. Ensaios

Neste capítulo será descrita a metodologia de ensaios implementada neste trabalho para determinar a influência de juntas no comportamento azulejar de fachadas, relativamente à água, assim como os resultados e conclusões, quer dos ensaios “*In Situ*” quer dos ensaios laboratoriais.

V.1 – Ensaios “*In situ*”

Estes ensaios tiveram lugar na Cidade de Ovar, considerada a Cidade Museu do Azulejo, sendo identificadas as características do azulejo e as fachadas pertencentes (10), identificadas de seguida com respectivo código de identificação, rua, tipo de azulejo, proveniência e fotografia, Tabela 6.

Tabela 6: Características dos azulejos de fachada

Descrição	Rua	Tipo de azulejo	Proveniência	Foto
RLC	Luís de Camões	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 10 mm	Desconhecida	
RDC	Dr. Cunha	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 8 mm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia, A. A. Costa)	
RMA87	Manuel Arala 87	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 5 mm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia, JPV e filhos)	
CCB	Camilo Castelo Branco	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 8 mm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia, A. A. Costa)	
RPF	Padre Ferrer	Alt/comp: 17,0 x 8,5cm Esp: 5 mm	Desconhecida	
SJO	São João de Ovar	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm	Desconhecida	
RAH	Alexandre Herculano	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 8 mm	Desconhecida	
REG	Elias Garcia	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia, JPV e filhos)	
RAS	António Sobreira	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia, A. A. Costa)	
RMA10	Manuel Arala 10	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 8 mm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia, JPV e filhos)	

- ✓ Rua Luís de Camões (RLC)



Figura 45: Fachada da casa RLC

- ✓ Rua Dr. Cunha (RDC)



Figura 46: Fachada da casa (RDC)

- ✓ Rua Manuel Arala 87



Figura 47: Fachada da casa (RMA87)

- ✓ Rua Camilo Castelo Branco (CCB)



Figura 48: Fachada da casa (CCB)

- ✓ Rua Padre Férrer (RPF)



Figura 49: Fachada da casa (RPF)

- ✓ São João de Ovar



Figura 50: Fachada da casa (SJO)

✓ Rua Alexandre Herculano (RAH)



Figura 51: Fachada da casa (RAH)

✓ Rua Elias Garcia (REG)



Figura 52: Fachada da casa (REG)

✓ Rua António Sobreira (RAS)



Figura 53: Fachada da casa (RAS)

- ✓ Rua Manuel Arala (10)




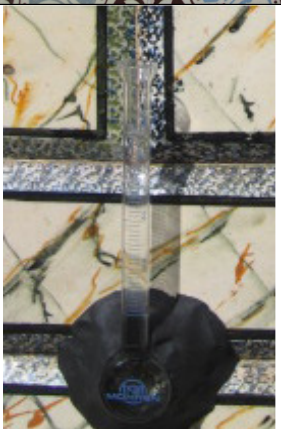


Figura 54: Fachada da casa (RMA10)

Todo o processo de ensaio em fachadas foi acompanhado pelo ACRA – Atelier de Conservação e Restauro de Azulejo, cuja finalidade é o estudo no âmbito dos materiais e técnicas tradicionais da envolvente dos azulejos. [31]

O estudo incidiu essencialmente em 4 locais das juntas das fachadas, junta horizontal, vertical, cruzamento de juntas e juntas em “T”, conforme demonstra a Tabela 7.

Tabela 7: Localização do estudo com o Tubo de Karsten no azulejo

Localização	Aspecto
Junta horizontal	
Junta vertical	
Cruzamento de juntas	
Juntas em “T”	

Foi assim efectuado um levantamento das dimensões das juntas, em cada fachada, que se resume na Tabela 8:

Tabela 8: Características das juntas

Fachada	Dimensão de juntas (mm)	Componente	Tipo de junta
RLC	4	Azulejo antigo	Cruzamento
	10+5+6		“T” invertido
	3	Horizontal	
	3	Azulejo novo	Vertical
RDC	4+3	Azulejo antigo	Cruzamento
	4		Horizontal
	3		Horizontal
	5+4	Azulejo novo	Cruzamento
	3		Vertical
RMA87	4+3	Azulejo antigo	Cruzamento
	4		Horizontal
	3	Azulejo novo + azulejo antigo	Cruzamento
CCB	3	Azulejo antigo	Cruzamento
	3		Vertical
	4+3	Azulejo novo	Cruzamento
	3		Vertical
RPF	4+3+4	Azulejo antigo	“T” invertido
	3		Vertical
	5+5+3	Azulejo novo	“T” voltado à direita
	4		Vertical
RAH	3+4+3	Azulejo antigo	Cruzamento
	4		Vertical
	4		Horizontal
RAS	4+3+4	Azulejo antigo	Cruzamento
	4		Horizontal
	3		Vertical
RMA10	4+3+4	Azulejo antigo	Cruzamento
	4		Horizontal
	5		Vertical

V.1.1 – Procedimento de ensaios “*In situ*”

O procedimento de ensaios foi o estabelecido na Ficha de Ensaio – Revestimentos de Paredes (ensaio de absorção de água sob baixa pressão) – Fe Pa 39, relativo a ensaios Tubo de Karsten, Figura 55, tendo como objectivo a determinação da permeabilidade à água por parte das juntas azulejares em superfícies verticais, conforme Anexo I. [32]



Figura 55: Tubo de Karsten

Uma vez que se trabalhou em fachadas (verticais), utilizou-se uma peça com o formato de cachimbo, graduado com o fundo cilíndrico, o qual estaria em contacto com a fachada, com a ajuda de plasticina.

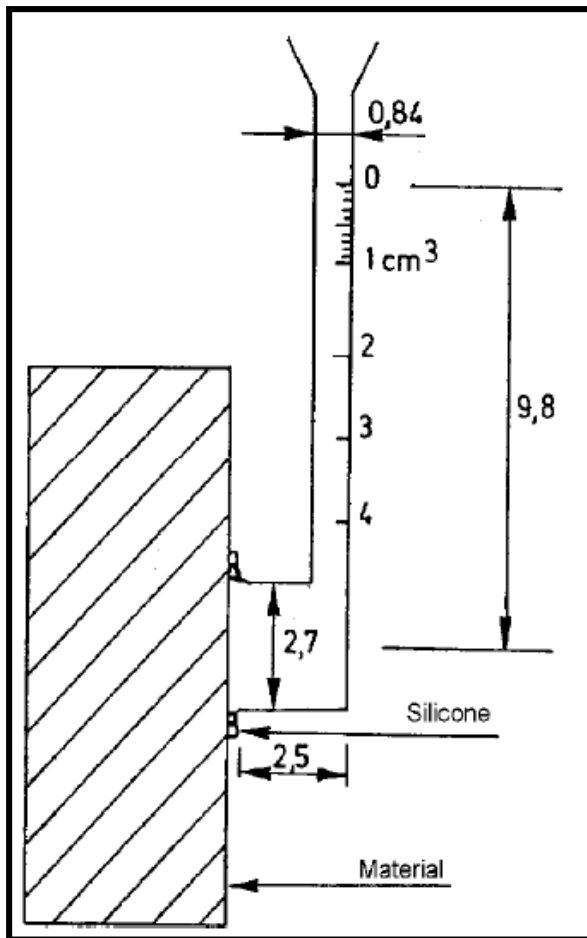


Figura 56: Esquema Tubo de Karsten

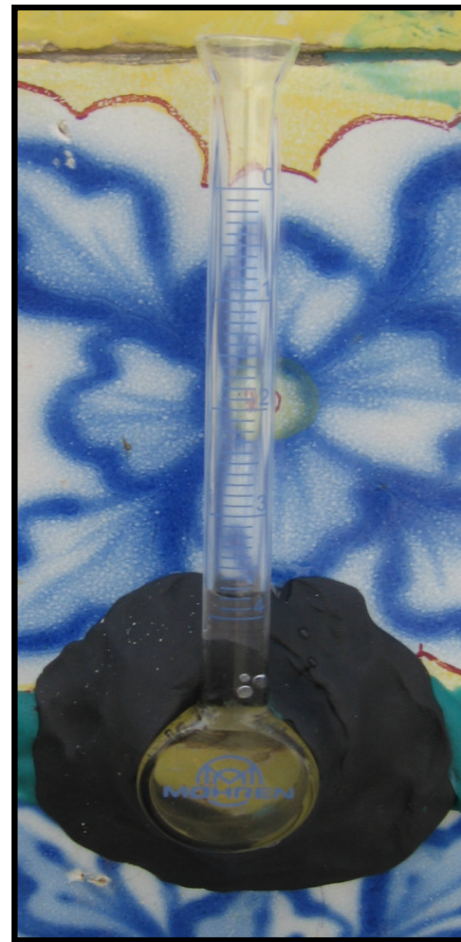


Figura 57: Aplicação vertical

De seguida junta-se água pelo orifício superior até ao ponto 0, Figura 56, aguardava-se e anotava-se o tempo de escoamento nos momentos 1cm^3 , 2cm^3 , 3cm^3 , 4cm^3 e por fim quando a água escoava toda do tubo e se infiltrava na junta, Figura 57.

V.1.2 – Resultados dos ensaios

Os resultados estão expressos em tabelas e também em gráficos de forma a obter uma rápida percepção das diferenças entre os vários ensaios, nomeadamente a largura das juntas.

Apresentam-se de seguida 3 exemplos dos resultados obtidos, bem como os respectivos gráficos, estando os restantes resultados no Anexo II.

➤ Rua Luís de Camões (RLC)



Tabela 9: Azulejo ANTIGO sem junta

A (cm ³)	Tempo (s)	
1	14	
2	39	* parou a meio do circulo
3	71	
4	149	
5	263	*

Figura 58: Azulejo ANTIGO sem junta

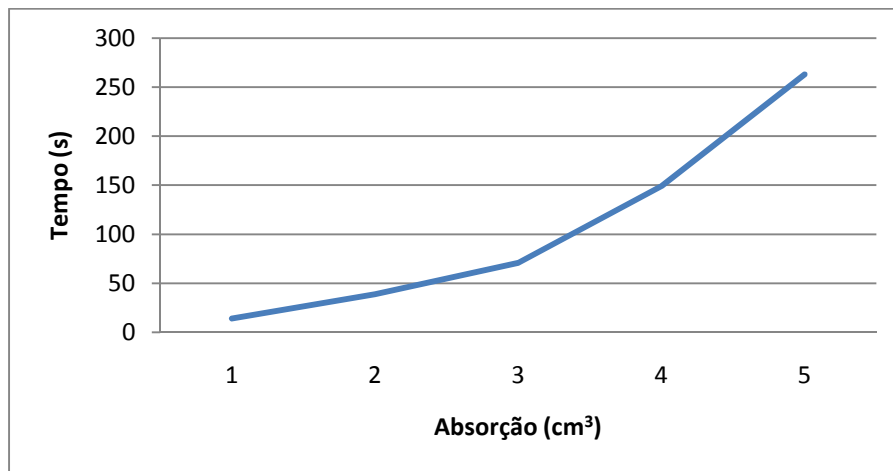
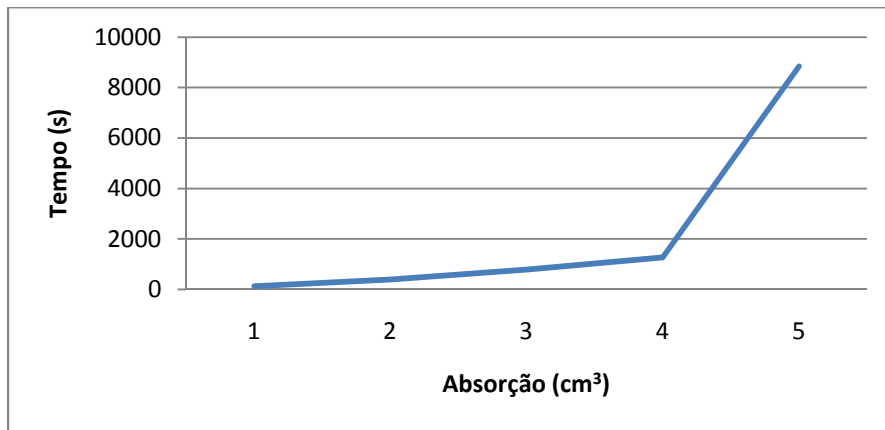


Tabela 10: Azulejo ANTIGO sem junta

A (cm ³)	Tempo (s)
1	122
2	391
3	790
4	1266
5	8844

Figura 59: Azulejo ANTIGO sem junta



➤ **Rua Doutor Cunha (RDC)**



Tabela 11: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	51
2	80
3	95
4	111
5	2636

Figura 60: Azulejo ANTIGO sem junta

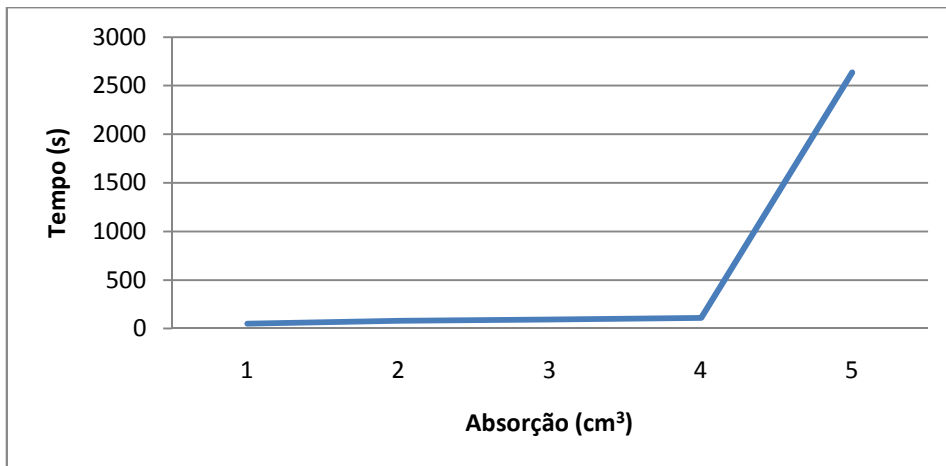
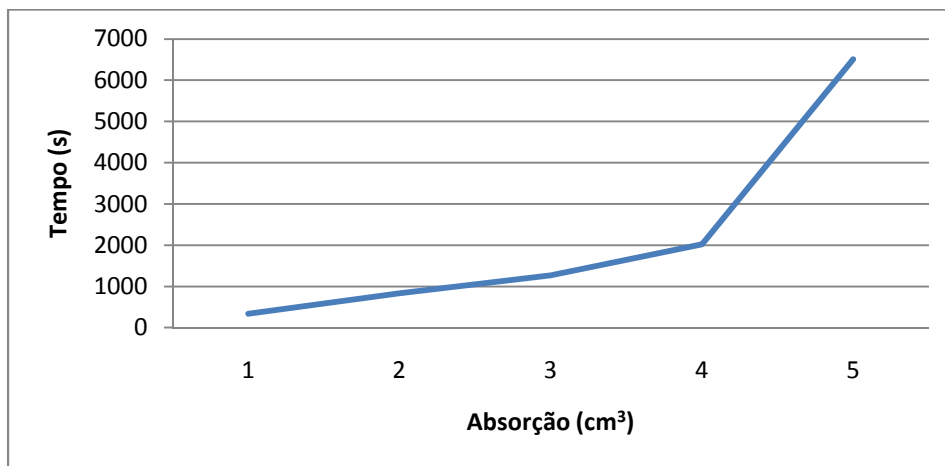


Tabela 12: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)	
1	338	
		*
2	835	estabilizou
3	1272	
4	2023	
5	6504	*

Figura 61: Azulejo ANTIGO sem junta



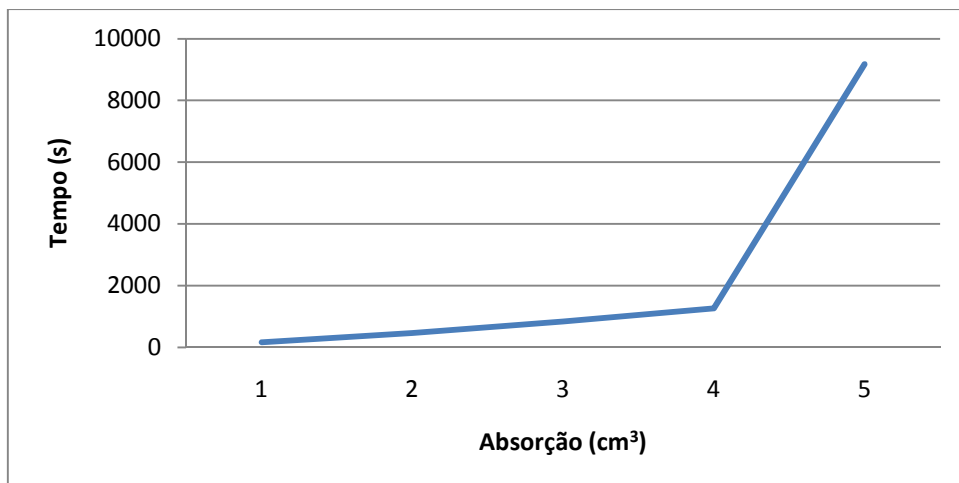
➤ Rua Manuel Arala 87 (RMA87)



Azulejo ANTIGO sem junta (ensaio VII)

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	170
2	469
3	844
4	1262
5	9171

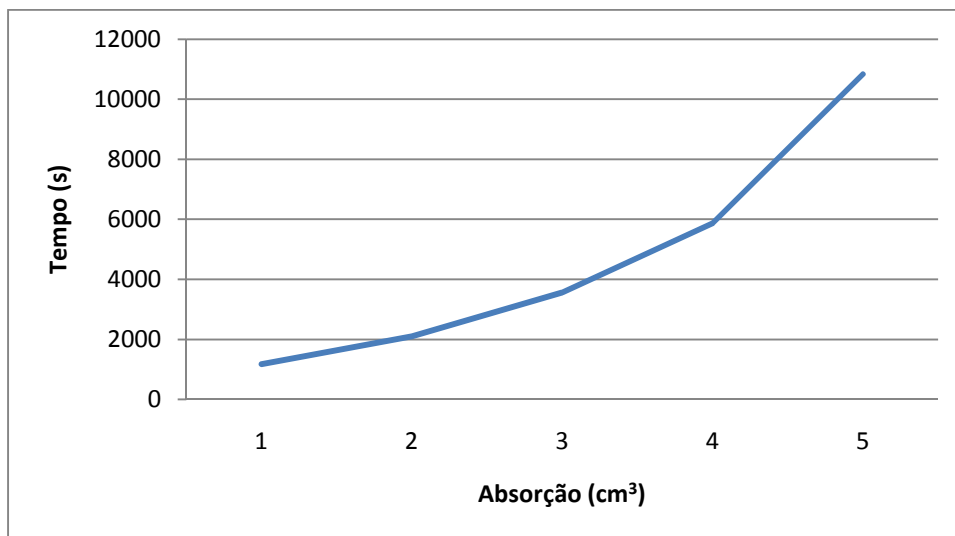
Figura 62: Azulejo ANTIGO sem junta (ensaio VII)



Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	1175
2	2104
3	3559
4	5869
5	10838

Figura 63: Azulejo ANTIGO sem junta



➤ Análise comparativa dos resultados

Tabela 13: Juntas verticais de azulejos antigos de diferentes dimensões

Dimensões	3 mm	4 mm	5 mm
Fachada	RPF	RAH	RMA10
	393	147	4
Tempo de absorção	498	322	10
	647	500	17
	817	714	28
	6651	3552	282

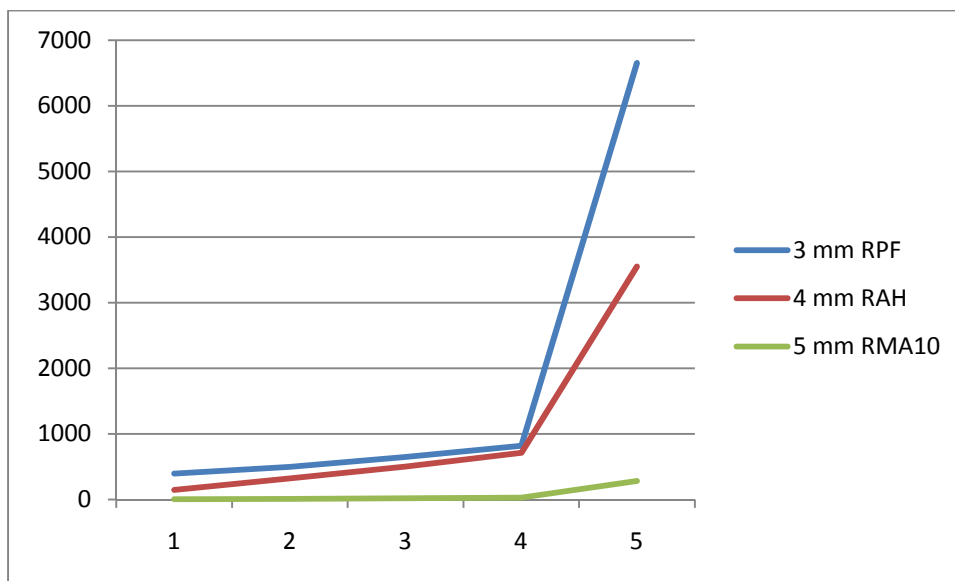


Figura 64: Juntas verticais de azulejos antigos de diferentes dimensões

Analisando a Tabela 15 e a Figura 64, nota-se que quanto maior for a dimensão das juntas verticais entre azulejos antigos, maior a capacidade de absorção de água por parte destas.

Tabela 14: Juntas verticais de azulejos novos de diferentes dimensões

Dimensões	3	3	4
Fachada	RLC	CCB	RPF
Tempo	20	25	32
	45	52	88
	80	85	159
	132	134	254
	2952	1678	4692

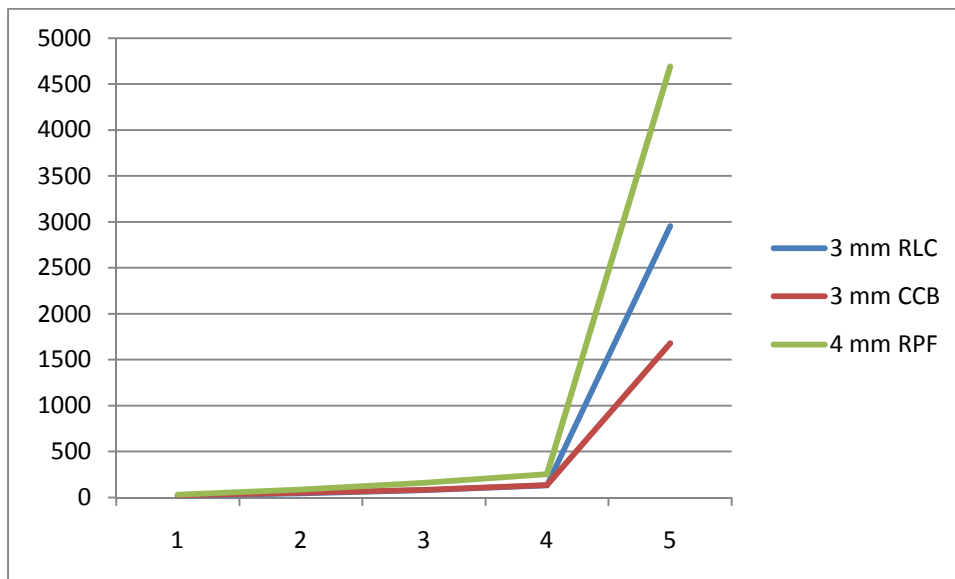


Figura 65: Juntas verticais de azulejos novos de diferentes dimensões

Através da análise da Tabela 16 e da Figura 65, verifica-se que a absorção em juntas verticais entre azulejos novos é superior nas juntas de menor dimensão.

➤ **Comparação de juntas verticais, novas e antigas, mesma dimensão (4 mm)**

Tabela 15: Juntas verticais, novas e antigas, da mesma dimensão (4 mm)

Azulejo	antigo	novo
Fachada	RAH	RPF
Tempo	147	32
	322	88
	500	159
	714	254
	3552	4692

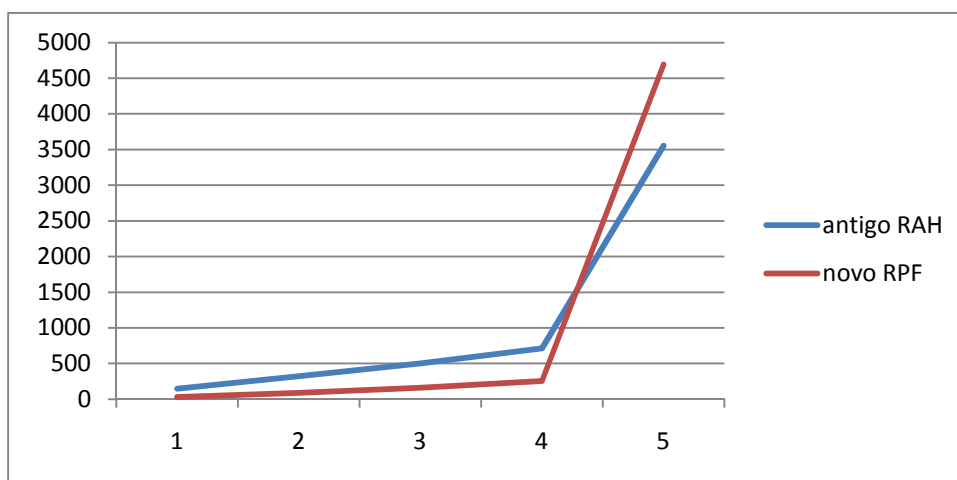


Figura 66: Juntas verticais, novas e antigas, da mesma dimensão (4 mm)

Tabela 16: Juntas verticais, novas e antigas, da mesma dimensão (3 mm)

Azulejo	antigo	antigo	antigo	novo	novo	novo
Dimensões	3	3	3	3	3	3
Fachada	CCB	RPF	RAS	RLC	RDC	CCB
Tempo	19	393	1	20	68	25
	46	498	4	45	164	52
	96	647	8	80	301	85
	166	817	18	132	589	134
	3401	6651	592	2952	5338	1678

Pela análise comparativa da Tabela 17 e 18, e da Figura 66, é importante salientar a superior absorção (mais rápida) por parte das juntas novas em comparação com juntas antigas, quer seja nas dimensões 3 mm ou 4 mm. Considera-se o caso RAS uma exceção, uma vez que o estado de degradação da fachada era enorme, o que justifica determinados valores.

➤ **Comparação de juntas de cruzamento “T”, novas e antigas, da diferentes dimensões**

Tabela 17: Juntas de cruzamento “T”, novas e antigas, da diferentes dimensões

Dimensões	10+5+6	4+3+4	5+5+3
Características	antiga	antiga	nova
Fachada	RLC	RPF	RPF
Tempo	16	388	1
	37	742	2
	64	1115	3
	98	1464	4
	1695	12292	132

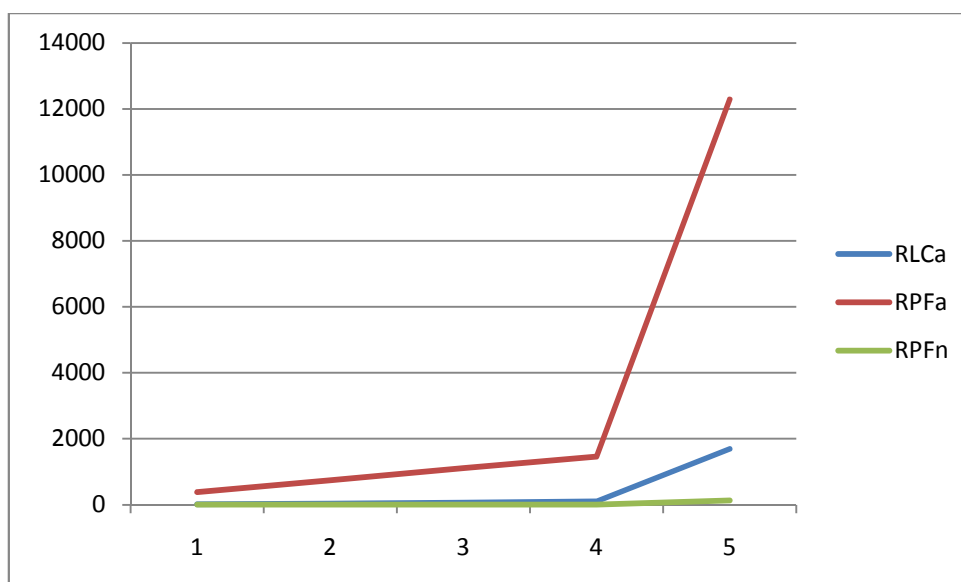


Figura 67: Juntas de cruzamento “T”, novas e antigas, da diferentes dimensões

Através da Tabela 19 e da Figura 67, percebe-se que apesar das dimensões das juntas serem diferentes, a fachada RLC tem dimensões superiores à fachada RPF, a absorção é superior na fachada RPF, a qual tem argamassa de junta nova.

➤ **Comparação de juntas de cruzamento de formato "+" antigas de diferentes dimensões**

Tabela 18: Juntas de cruzamento de formato "+" antigas de diferentes dimensões

Dimensões	4	4+3	4+3	3	3+4	4+3	4+3
Fachada	RLC	RDC	RMA87	CCB	RAH	RAS	RMA10
	63	37	86	270	165	6	6
	144	108	173	444	465	14	13
Tempo	246	226	264	906	813	25	22
	406	382	373	1256	1222	42	34
	7553	3742		8766	4812	866	1087

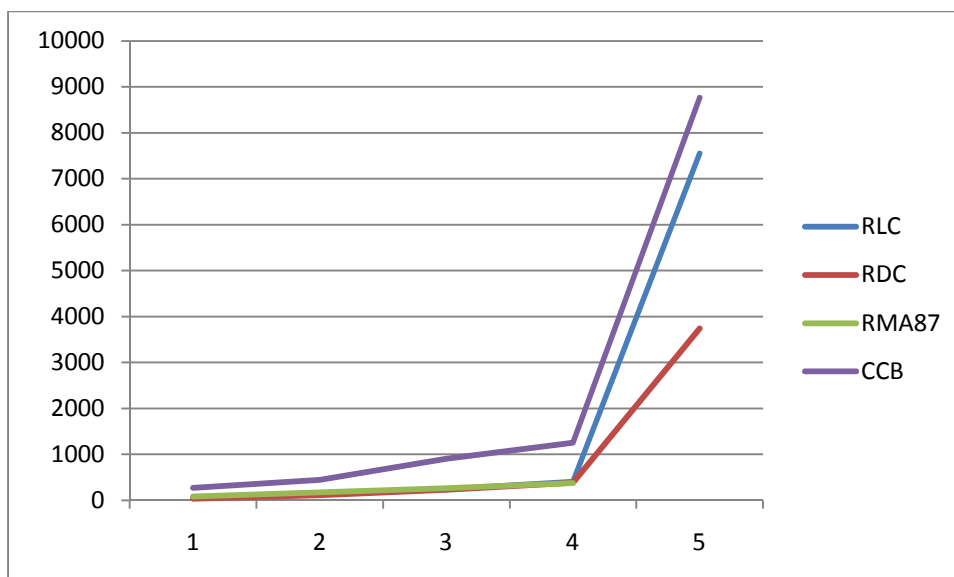


Figura 68: Juntas de cruzamento de formato "+" antigas de diferentes dimensões

Ao analisar a Tabela 20 e a Figura 68, denota-se que a fachada CCB com dimensões de junta 3 mm, demora mais tempo a absorver a água relativamente às restantes, que têm superiores dimensões. Assim as juntas de 3 mm absorvem menos água que as de 4 mm.

➤ **Comparação de juntas horizontais antigas:**

Tabela 19: Juntas horizontais antigas de diferentes dimensões

Dimensões	3	3	4	4	4
Fachada	RLC	RDC	RAH	RAS	RMA10
	2	2	7	8	9
	5	5	12	19	20
Tempo	8	8	21	42	33
	12	12	38	50	74
	185	185	269	594	1095

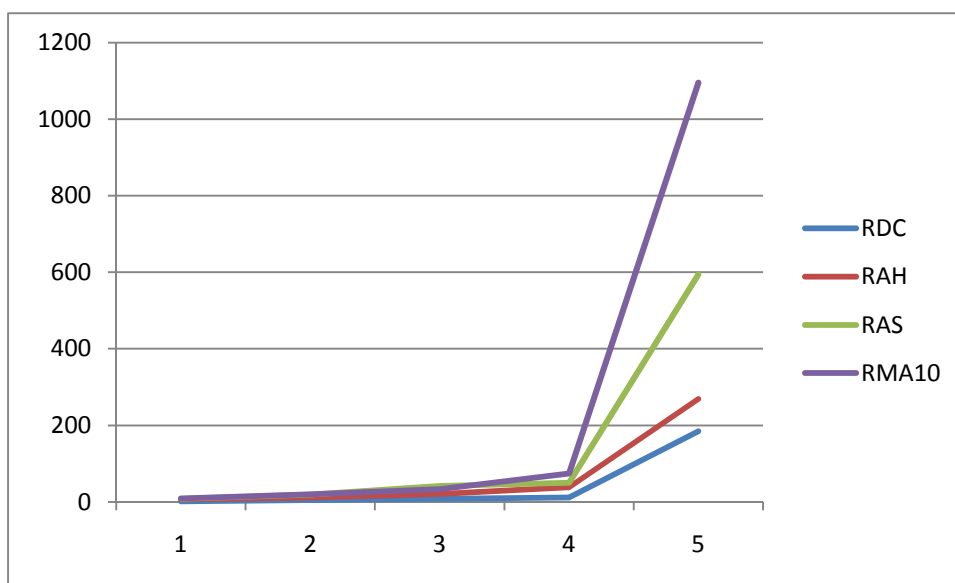


Figura 69: Juntas horizontais antigas de diferentes dimensões

No caso da Tabela 21 e na Figura 69, nota-se que no caso das juntas de 4 mm, o tempo de absorção de água é superior, o que reflecte uma maior impermeabilização. As juntas de menor dimensão absorvem mais água do que as de maior dimensão. Isto pode acontecer devido ao estado de degradação das fachadas e à orientação solar.

- **Comparação de juntas de cruzamento “+”, novas e antigas, da mesma dimensões:**

Tabela 20: Juntas de cruzamento antigas

Dimensões	4	4+3	4+3	3	3+4	3	4+3
Fachada	RLC	RDC	RMA87	CCB	RAH	RAS	RMA10
	63	37	86	270	165	6	6
	144	108	173	444	465	14	13
Tempo	246	226	264	906	813	25	22
	406	382	373	1256	1222	42	34
	7553	3742		8766	4812	866	1087

Tabela 21: Juntas de cruzamento novo

Dimensões	5+4	3	4+3
Fachada	RDC	RMA87	CCB
	1	22	33
	2	58	78
Tempo	4	112	132
	11	180	196
	403	2194	1960

A partir da análise das Tabelas 22 e 23, em geral nota-se que a infiltração é superior no caso das juntas de cruzamento entre azulejos novos, relativamente a juntas de cruzamento entre azulejos antigos, pois a argamassa é igualmente nova.

Tabela 22: Juntas de cruzamento, novo e antigo, com a mesma dimensão (4+3 mm)

Azulejo	antigo		novos
	4+3	4+3	4+3
Dimensões	RDC	RMA87	CCB
Tempo	37	86	33
	108	173	78
	226	264	132
	382	373	196
	3742		1960

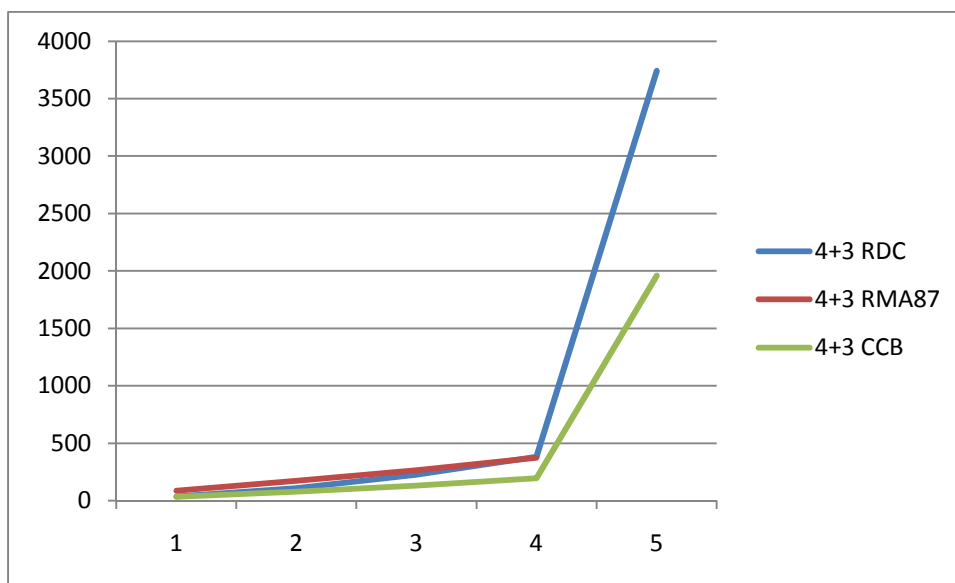


Figura 70: Juntas de cruzamento, novo e antigo, com a mesma dimensão

Ao analisar a Tabela 24 e a Figura 70, percebe-se a diferença entre juntas da mesma dimensão (4+3 mm) entre azulejos antigos VS novos. Assim, o tempo de absorção de água nas juntas é superior nas juntas de azulejos antigos, o que significa que a absorção é superior nas juntas de azulejo novo.

Tabela 23: Juntas de cruzamento, novo e antigo, com a mesma dimensão (3 mm)

Azulejo	antigo	novo
Dimensões	3	3
Fachada	CCB	RMA87
	270	22
	444	58
Tempo	906	112
	1256	180
	8766	2194

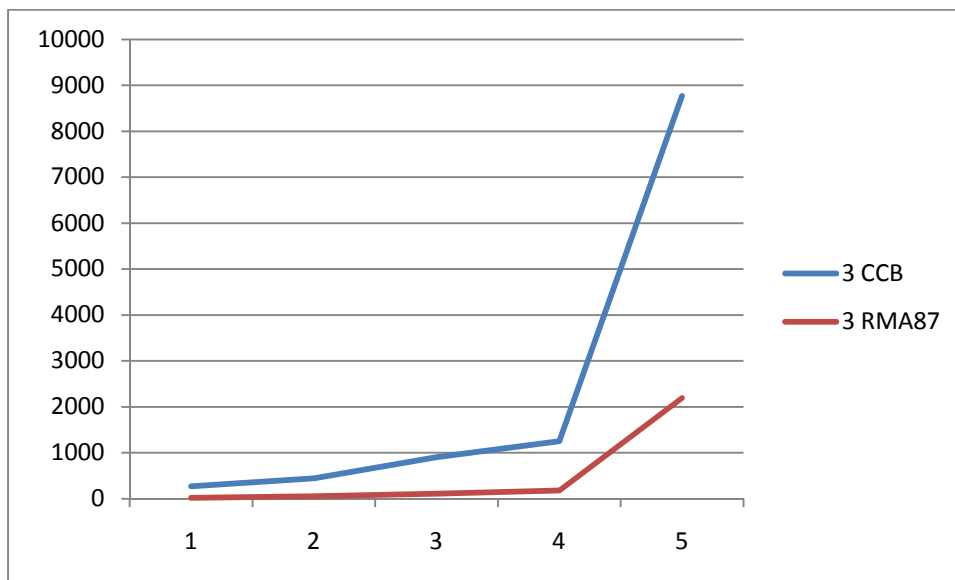


Figura 71: Juntas de cruzamento, novo e antigo, com a mesma dimensão (3 mm)

Estudadas as diferença entre juntas da mesma dimensão (3 mm) entre azulejos antigos VS novos, na Tabela 25 e na Figura 71, verificou-se que o tempo de absorção de água por parte das juntas de azulejos antigos é superior às juntas dos azulejos novo, significando que a infiltração de água é superior nas juntas entre azulejos novos.

V.2 – Ensaio laboratoriais

Estes ensaios tiveram lugar no Laboratório do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Inicialmente calculou-se a quantidade de argamassa necessária em função da área e massas volúmicas dos constituintes (areia, cal e água), 1:3, preparando também uma argamassa de chapisco, Figura 93 e 94, igualmente 1:3, mas mais diluída. A argamassa de chapisco teve um período de secagem de 3 dias após aplicação.

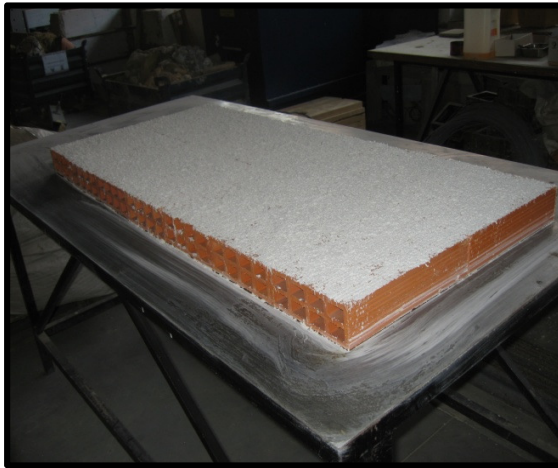


Figura 72: Preparação do chapisco



Figura 73: Colocação do chapisco

Assim, tendo em conta a regulamentação em vigor, o primeiro passo foi secar a areia com a ajuda de uma estufa a $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durante 3 dias, e pesá-la (5 vezes) retirando a média [33]. No caso da cal e da água a pesagem foi directa.

Retirados os dados, iniciou-se a mistura dos componentes da argamassa. [34]

Depois de a mistura estar pronta, foi-se confirmar a fluidez da argamassa através da mesa de espalhamento, medindo o diâmetro de uma amostra de argamassa fresca, com o auxílio de um molde cónico sujeito a 15 impactos consecutivos com uma frequência constante de aproximadamente 1 segundo. [35]

Os valores finais do diâmetro foram: 175, 175, 170, 165: resultado S4. O valor está muito próximo de 160 (valor recomendado) pelo que se decidiu dar continuidade ao trabalho, uma vez que não era factor fundamental para o desenrolar da investigação. Na Figura 95 apresenta-se a imagem da balança electrónica, da mesa de espalhamento e da misturadora.


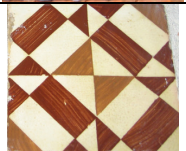







Figura 74: Equipamento laboratorial (balança electrónica, mesa de espalhamento e misturadora)

Preparou-se em seguida uns moldes em madeira para delimitar a zona de argamassa, procedeu-se ao assentamento e regularização dos azulejos. Estes são todos antigos.

Para este trabalho, fez-se também um levantamento das características dos azulejos utilizados, entre estas o estado de degradação e o tipo de azulejo, conforme Tabela 47.

Tabela 24: Características dos azulejos utilizados

Descrição	Tipo de azulejo	Proveniência	Degradação	Foto
EL1	Alt/comp: 15,0 x 15,0 cm Esp: 10 mm	Desconhecida	Destacamento e empolamento do vidrado	
EL2	Alt/comp: 14,0 x 14,0 cm Esp: 8 mm	Desconhecida	Lacunas	
EL3	Alt/comp: 14,0 x 14cm Esp: 8 mm	Desconhecida	Nula	
EL4	Alt/comp: 14,0 x 14cm Esp: 8 mm	Desconhecida	Nula	
EL5	Alt/comp: 14,0 x 14cm Esp: 8 mm	Desconhecida	Dois lados de junta degradados	
EL6	Alt/comp: 14,0 x 14cm Esp: 8 mm	Fábrica de Cerâmica das Devesas (Vila Nova de Gaia)	Cortes laterais nos azulejos	
EL7	Alt/comp: 17,0 x 8,5cm Esp: 5 mm	Desconhecida	Lacuna de vidrado e chacota	

O assentamento teve intervenção de cruzetas de espaçamento de 1mm, 2mm, 3mm, 4mm e 5 mm, de forma a se obter o resultado final, segundo Tabela 48.

Tabela 25: Características das juntas

Descrição	Dimensão de junta (mm)	Foto
EL1	0	
EL2	1	
EL3	2	
EL4	3	
EL5	4	
EL6	5	
EL7	0, 1, 2, 3	

Ficando o trabalho com o seguinte aspecto, Figura 96, o qual repousaria uma semana até à colocação da argamassa de junta.



Figura 75: Aspecto final dos azulejos, antes da colocação da argamassa de junta

Por fim foi colocada a argamassa de junta, composta por cal aérea e pó de pedra, com traço em volume de 1:1, ficando a secar alguns minutos, retirado o excesso e limpos os azulejos, ficando com o aspecto das Figuras 97, 98, 99, 100, 101 e 102..



Figura 76: Aspecto final de azulejos com espaçamento de junta 1 mm



Figura 77: Aspecto final de azulejos com espaçamento de junta 2 mm



Figura 78: Aspecto final de azulejos com espaçamento de junta 3 mm



Figura 79: Aspecto final de azulejos com espaçamento de junta 4 mm



Figura 80: Aspecto final de azulejos com espaçamento de junta 5 mm



**Figura 81: Aspecto final de azulejos de relevo
com espaçamento de junta 1, 2, 3 mm**

V.2.1 – Procedimento de ensaios

O procedimento de ensaios foi o estabelecido na Ficha de Ensaio – Revestimentos de Paredes (ensaio de absorção de água sob baixa pressão) – Fe Pa 39, relativo a ensaios Tubo de Karsten, tendo como objectivo a determinação da permeabilidade à água por parte das juntas azulejares em superfícies horizontais, conforme Anexo I. [32]

Utilizou-se assim uma peça vertical, graduado com o fundo cilíndrico, o qual estaria em contacto com os azulejos, com a ajuda de plasticina/silicone, conforme Figura 103 e Figura 104.

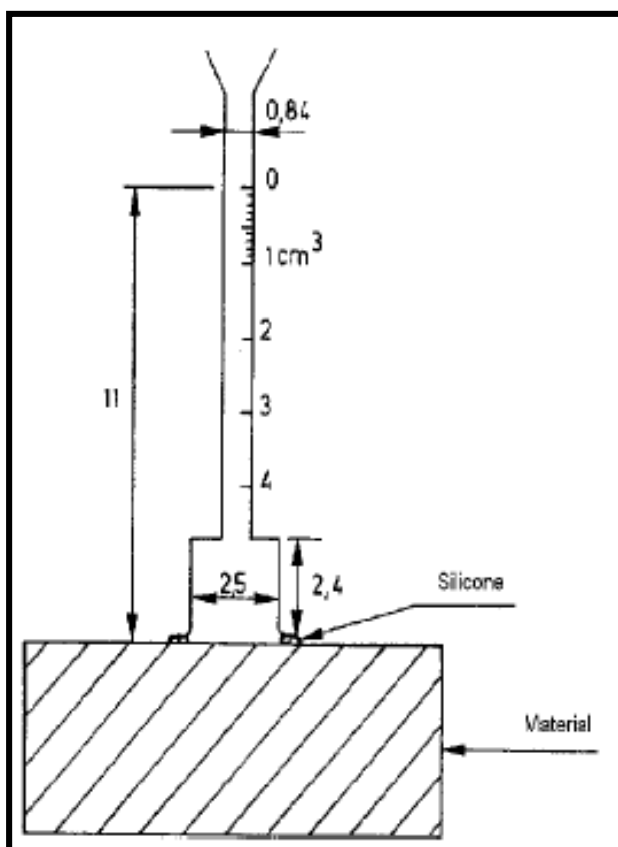


Figura 82: Esquema Tubo de Karsten





Figura 83: Aplicação horizontal

De seguida junta-se água pelo orifício superior, aguardava-se e anotava-se o tempo de escoamento nos momentos 1cm^3 , 2cm^3 , 3cm^3 , 4cm^3 .

Neste caso é difícil anotar o momento de escoamento total da água, pois a plasticina não permite identificar correctamente o momento.

Os ensaios foram realizados com tempo inicial $t_0 = 6$ dias e final $t_f = 36$ dias, para que haja comparação de dados da absorção de água nas dimensões das juntas, e nos locais da junta (linear e cruzamento) conforme Tabela 49.

Tabela 26: Localização do estudo com o Tubo de Karsten no azulejo

Localização	Aspecto
Cruzamento de juntas	
Junta linear	

V.2.2 – Resultados dos ensaios

Os resultados estão expressos em tabelas e também em gráficos de forma a obter uma rápida percepção das diferenças entre os vários ensaios, nomeadamente a largura das juntas.

Note-se que no ensaio EL1 (dimensão de junta 0 mm), apenas se procedeu a leitura dos valores da absorção na junta lisa, porque uma das faces de contacto dos azulejos abriu fissura aquando da troca de bancadas.

Também, no ensaio EL6 (dimensão de junta 5mm) não há qualquer registo de valores, pois quando se acrescentava água, esta infiltrava imediatamente, não permitindo a leitura, e concluindo assim que a essa dimensão a infiltração de água é instantânea.

Apresenta-se de seguida 3 exemplares de leitura no tempo inicial e final, estando os restantes no Anexo III, com seguinte comparação dos valores relativamente a cada espaçamento de junta.

$t_0 = 6$ dias

Tabela 27: Espaçamento de junta de 1 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	6
3	12
4	19

Figura 84: Espaçamento de junta de 1 mm (junta de cruzamento)

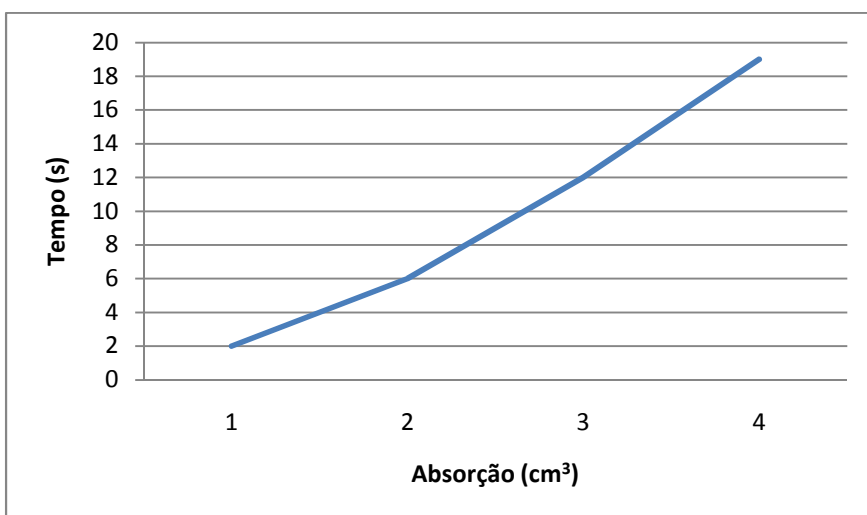


Tabela 28: Espaçamento de junta de 1 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	10
2	23
3	40
4	63

Figura 85: Espaçamento de junta de 1 mm (junta linear)

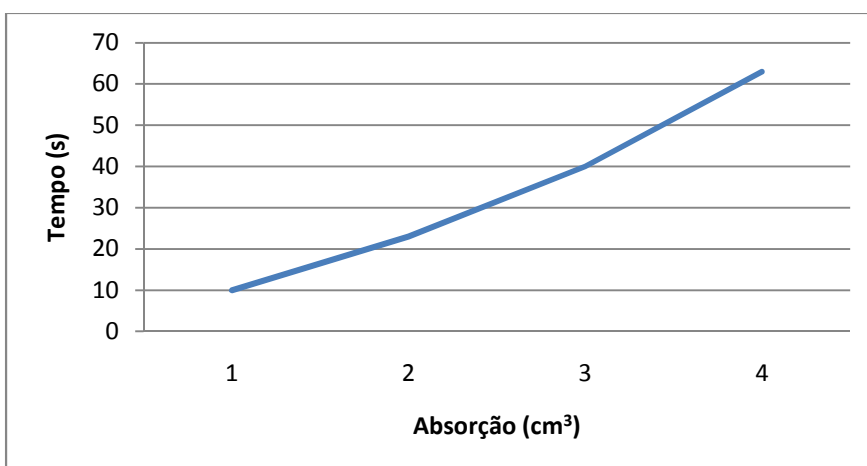


Tabela 29: Espaçamento de junta de 2 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	5
3	9
4	13

Figura 86: Espaçamento de junta de 2 mm (junta de cruzamento)

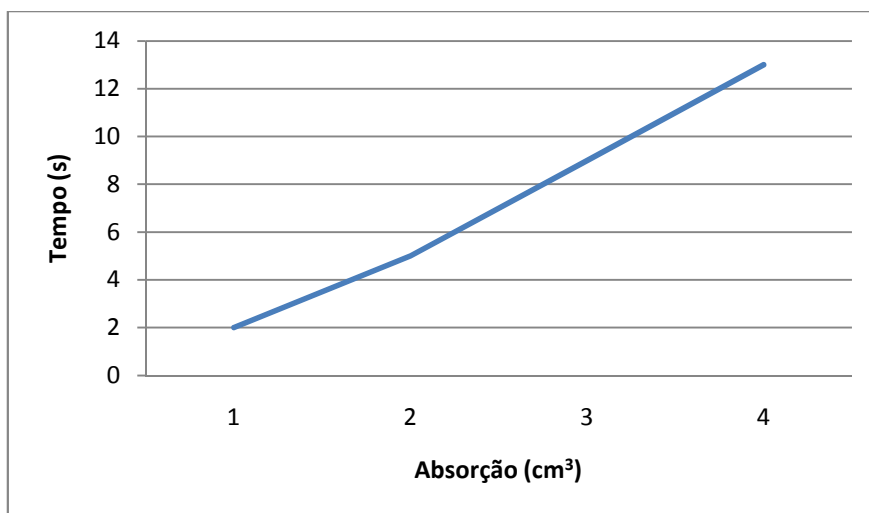


Tabela 30: Espaçamento de junta de 2 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	8
2	18
3	31
4	45

Figura 87: Espaçamento de junta de 2 mm (junta linear)

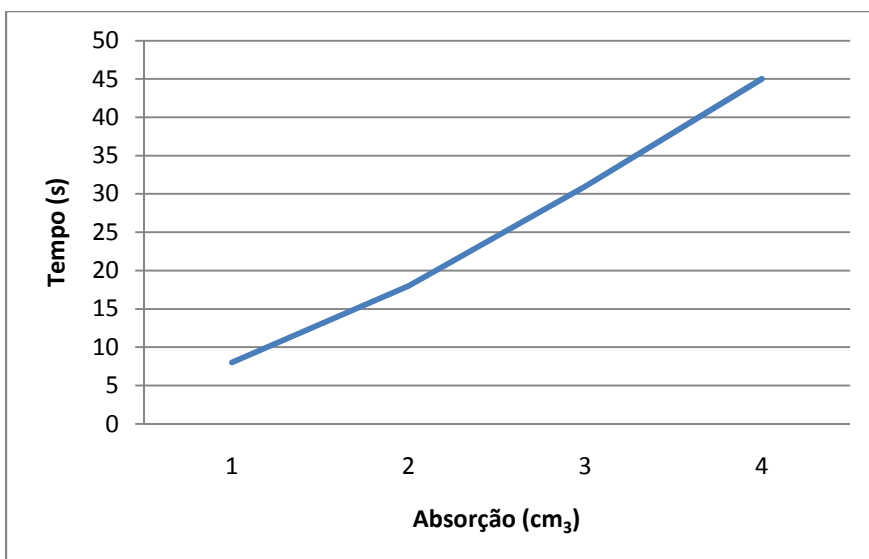


Tabela 31: Espaçamento de junta de 3 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	5
3	7
4	11

Figura 88: Espaçamento de junta de 3 mm (junta de cruzamento)

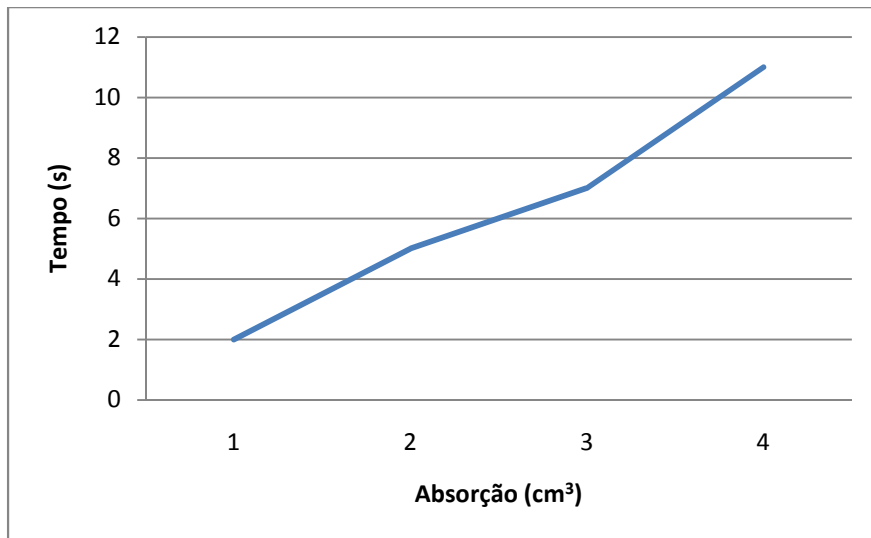
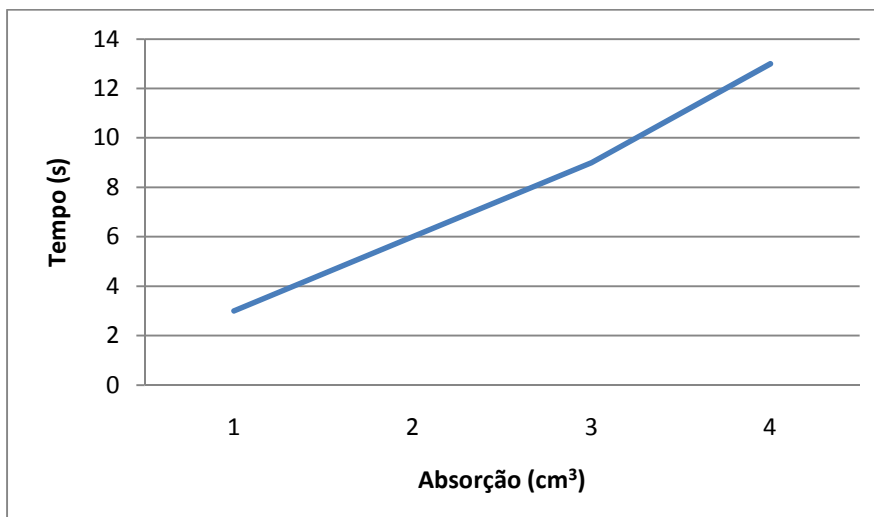


Tabela 32: Espaçamento de junta de 3 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	3
2	6
3	9
4	13

Figura 89: Espaçamento de junta de 3 mm (junta linear)



$t_f = 36$ dias

Tabela 33: Espaçamento de junta de 1 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	5
2	11
3	18
4	27

Figura 90: Espaçamento de junta de 1 mm (junta de cruzamento)

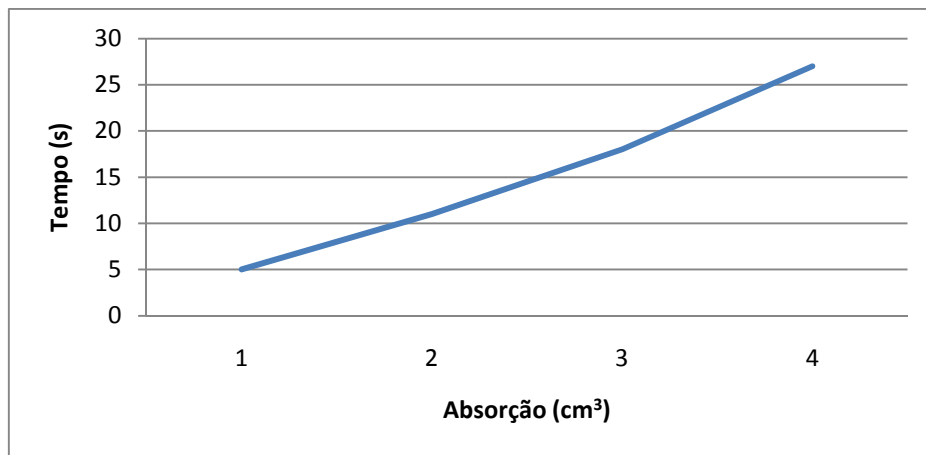


Tabela 34: Espaçamento de junta de 1 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	9
2	22
3	37
4	57

Figura 91: Espaçamento de junta de 1 mm (junta linear)

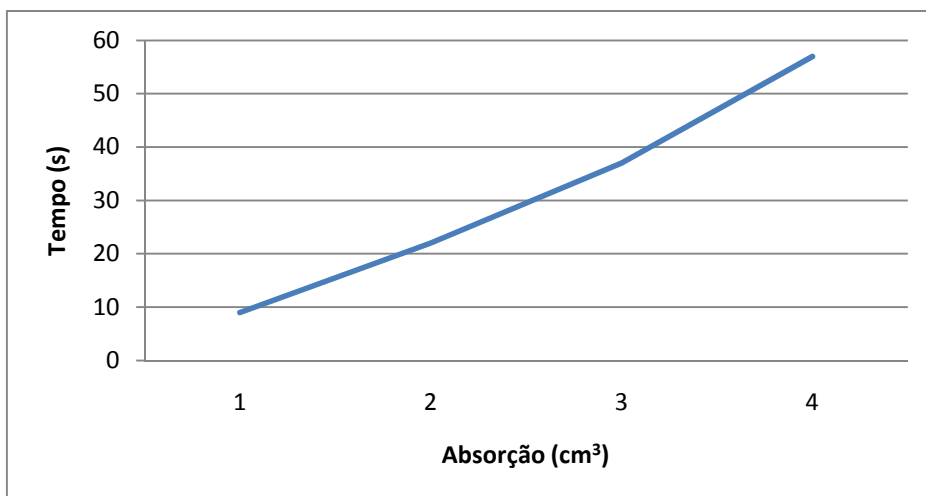


Tabela 35: Espaçamento de junta de 2 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	4
3	6
4	8

Figura 92: Espaçamento de junta de 2 mm (junta de cruzamento)

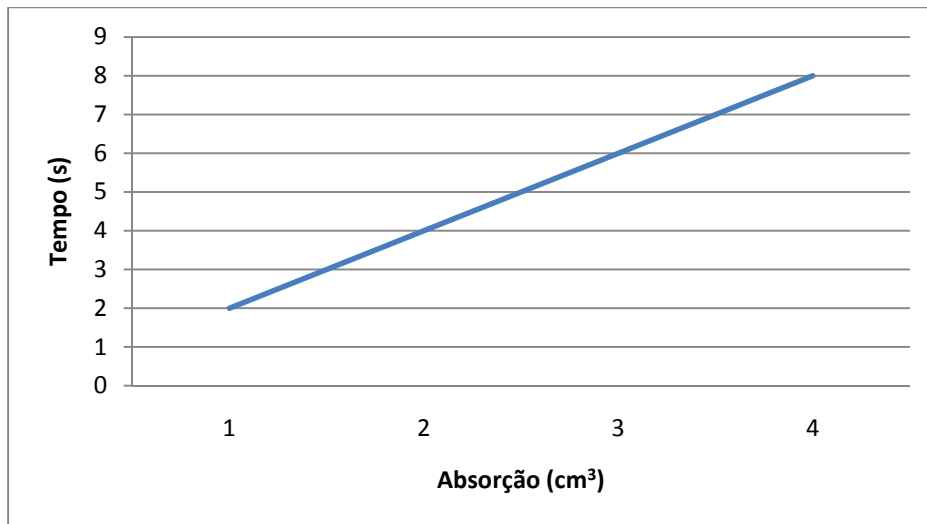


Tabela 36: Espaçamento de junta de 2 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	5
2	12
3	21
4	36

Figura 93: Espaçamento de junta de 2 mm (junta linear)

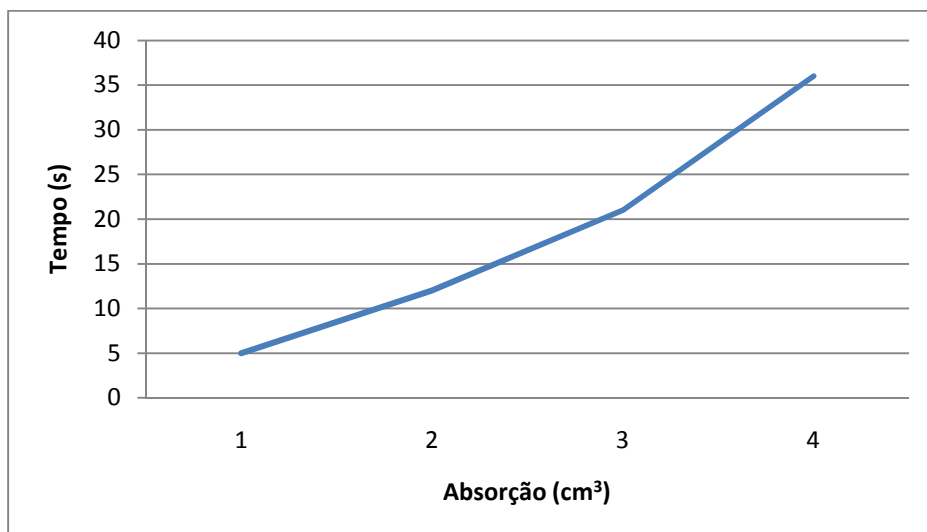


Tabela 37: Espaçamento de junta de 3 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	4
3	7
4	10

Figura 94: Espaçamento de junta de 3 mm (junta de cruzamento)

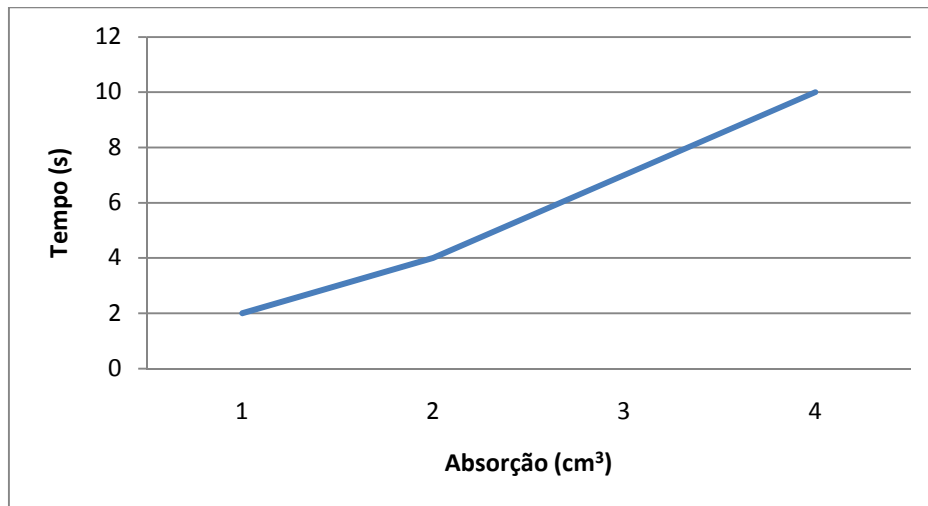
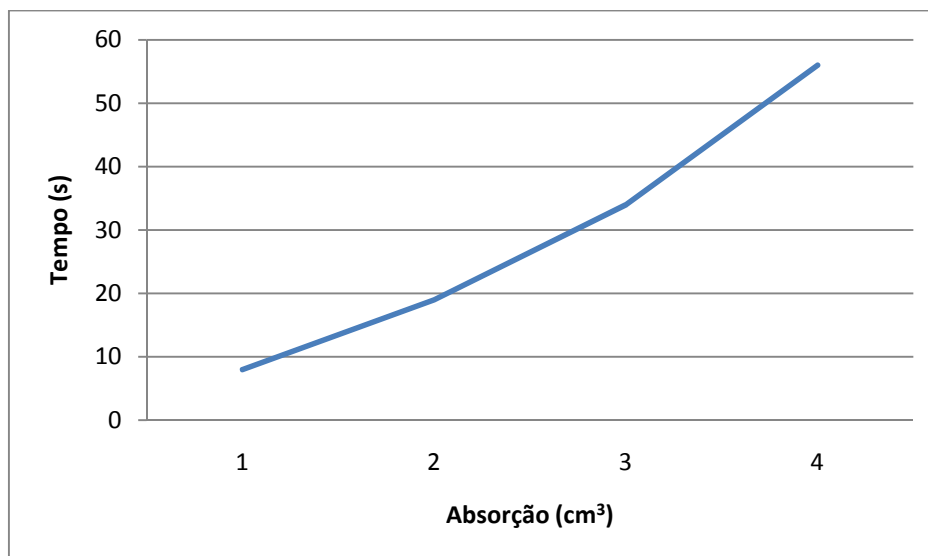


Tabela 38: Espaçamento de junta de 3 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	8
2	19
3	34
4	56

Figura 95: Espaçamento de junta de 3 mm (junta linear)



- **Análise comparativa da absorção de água de juntas com espaçamento 3mm, em ensaios laboratoriais:**

Figura 96: Junta de cruzamento 3mm

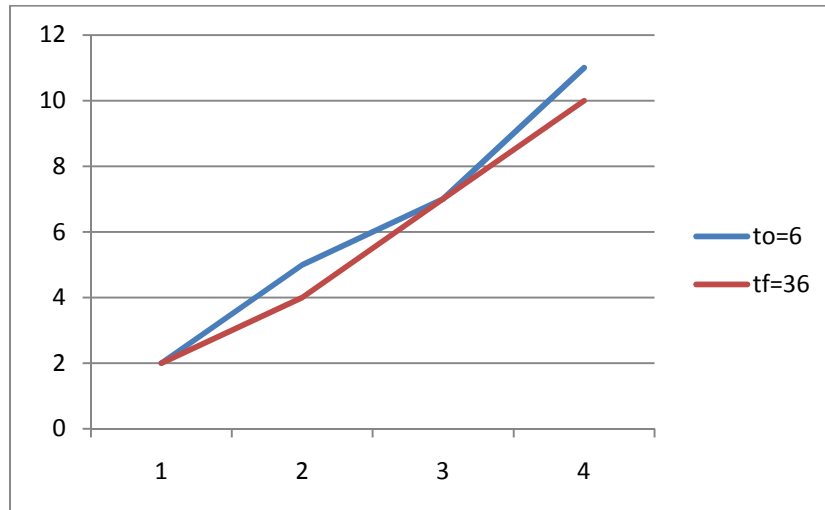
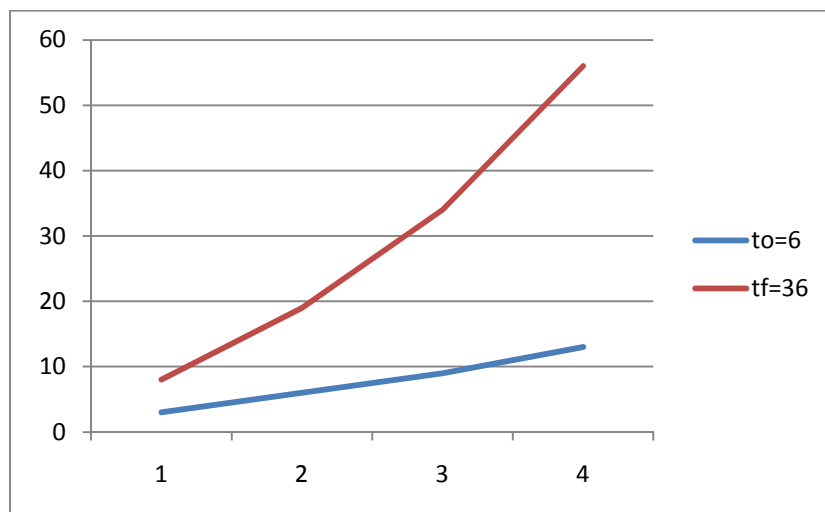


Figura 97: Junta linear 3mm



Analisando a Figura 96, denota-se uma absorção de água nas juntas de cruzamento mais rápida ao fim dos 36 dias, enquanto na Figura 97, relativa a juntas lineares, a absorção é mais rápida no tempo inicial de 6 dias. Em global, a absorção é mais rápida em junta de cruzamento.

- **Análise comparativa da absorção de água de juntas com o espaçamento 3mm (ensaio laboratorial, azulejo antigo de fachada e azulejo novo de fachada)**

Figura 98: Junta linear

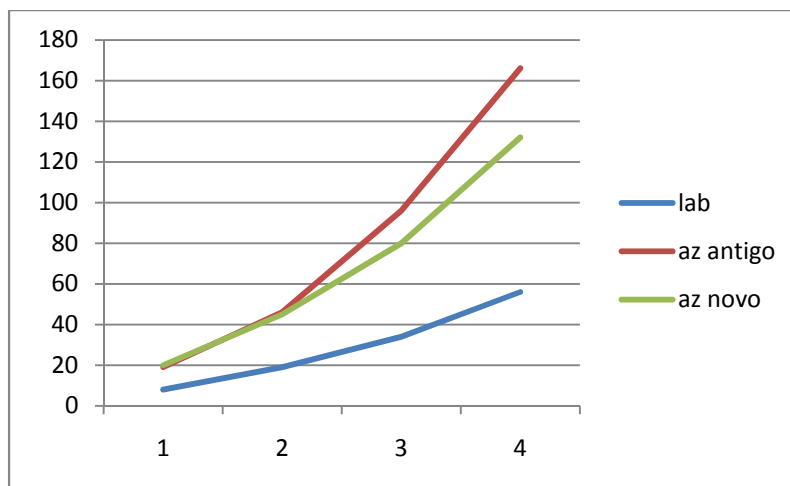
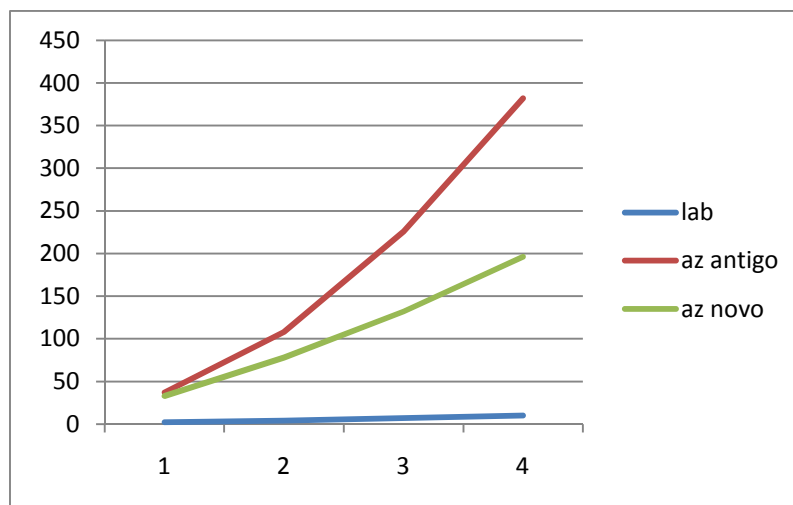


Figura 99: Junta de cruzamento



Na análise da Figura 98 e Figura 99, comparativa a absorção de água de juntas, com o espaçamento 3mm, nas três situações definidas, pode-se concluir que existe uma maior capacidade de resistência à absorção de água por parte do azulejo antigo, ou seja, com argamassa igualmente antiga.

Confirma-se assim, que quanto maior for a dimensão das juntas, mais rápida a absorção de água e maior será a quantidade de água por estas absorvida.

Determina-se também que a absorção é mais rápida em juntas de cruzamento do que em juntas lineares, Figura 96 e 97, analisando os resultados dos ensaios laboratoriais.

Também, existe uma maior capacidade de resistência à absorção de água por parte do azulejo antigo do que azulejo novo, ou seja, a argamassa antiga não absorve tanta água como a argamassa nova, Figura 98 e 99.

O tempo de absorção é superior no caso do espaçamento de junta 0 mm do que em todos os outros ensaios, detendo assim uma maior resistência à absorção de água as fachadas azulejares sem junta.

VI – Conclusão

O trabalho efectuado teve o intuito de ajudar a compreender a influência de juntas no comportamento azulejar das fachadas relativamente à absorção de água, para se tentar perceber qual a importância destas e qual a sua ajuda no que respeita às infiltrações.

Assim, todo este documento pretende concluir um importante tentáculo sobre a azulejaria de fachadas.

Cumpriu-se o trabalho prático dos ensaios “*In situ*” e laboratoriais, sendo estes o objectivo da presente dissertação, trabalhados em fachadas da Cidade de Ovar e no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Relativamente a ensaios “*In situ*” é importante referir que cada fachada tinha as suas próprias características, já referidas, mas relembre-se as diferentes posições solares de cada fachada, pois influencia directamente.

No caso de juntas verticais, entre azulejos antigos notou-se que quanto maior forem as dimensões da junta, maior será a infiltração de água, enquanto no caso de azulejos novos a absorção torna-se superior nas juntas de menor dimensão. Ainda, neste caso, a absorção de água é superior nas juntas entre azulejos novos, relativamente aos azulejos antigos.

A infiltração da água, quer em azulejos antigos quer em novos, é mais rápida nos azulejos com junta, tornando-se mais evidente quando as dimensões desta passam os 3 mm.

No caso de infiltração de água em juntas de cruzamento de formato “T”, observou-se que independentemente das dimensões destas a absorção é superior nas fachadas com azulejo novo, o que reflecte novas juntas. Ainda, no assunto de juntas de cruzamento do formato “+” antigas, observou-se que juntas de dimensões menores têm uma menor absorção, e que a absorção comparativamente com juntas novas é menor.

Os resultados foram variando conforme as fachadas, embora houvesse resultados que indicassem um comportamento mais uniforme em certos casos.

Concluindo os ensaios laboratoriais, é notório que quanto maior for a dimensão das juntas, mais rápida a absorção de água e maior a quantidade de água por estas absorvida.

No caso de estudo de dimensão de juntas de 3 mm, ao confrontar juntas lineares com juntas de cruzamento do formato “+”, observou-se que as juntas de cruzamento têm uma absorção mais rápida ao fim de 36 dias, enquanto ao fim de 6 dias a absorção é superior nas juntas lineares.

Uma das análises mais consideradas, é comparativa da absorção de água de juntas com o espaçamento 3mm (ensaio laboratorial, azulejo antigo de fachada e azulejo novo de fachada), a qual permitiu concluir que a maior capacidade de resistência contra a água é das fachadas antigas, ou seja, da argamassa antiga, enquanto as juntas dos ensaios laboratoriais foram aquelas que reflectiram uma superior absorção. Assim é superior a infiltração de água em juntas com argamassa nova do que em juntas com argamassa antiga.

Estes ensaios foram feitos no tempo $t_0 = 6$ dias e $t_f = 36$ dias, os quais seria conveniente efectuar a 60 e 90 dias para se ter uma noção mais exacta da absorção de água.

Assim, era relevante dar continuidade a este trabalho, aprofundando ainda mais o estudo sobre juntas no comportamento azulejar de fachadas pois existem outros factores influentes.

Aproveitando para sugerir futuros trabalhos, é importante analisar o estudo da influência da disposição solar das fachadas com vista a saber qual a influência do sol quer nos azulejos, quer nas juntas, através das argamassas; o estudo da influência das juntas no comportamento do edifício enquanto possíveis transmissoras de calor interior VS exterior; ou saber qual a influência que os agente ácidos (líquidos de limpeza/agentes erosivos), têm nas fachadas, mais precisamente nas juntas.

Referências Bibliográficas:

- [1] www.oazulejo.net – Dra. Maria Isabel Alves Planas Almasqué e Dr. António José de Barros Veloso
- [2] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Azulejo>
- [3] WANDERLAY, Ingrid Moura; Sichieri, Eduvaldo Paulo – “Azulejo – Revestimento Cerâmico em Áreas Externas” – EESP/USP, Julho/Agosto 2005
- [4] TEIXEIRA, B., VALENTE, C., VELOSA, A. L., VEIGA, M. R., FERREIRA, I. M. (2008) – Development of lime based mortars for repairing glazed tile coatings of historic buildings in the city of Ovar, Portugal. *Conservar Património* 7, pp. 21-28.
- [5] Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos – Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica (Apicer), Centro tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV), Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2003
- [6] Produtos cerâmicos – Materiais e processos construtivos – Centro de Formação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (CICCOPN), 2006
- [7] LOTURCO, Bruno – Capa Cerâmica – Detalhes de especificação e de execução são os factores que mais influenciam o desempenho dos revestimentos aderidos, Brasil 2006
- [8] VALENTE, Carla Sofia Santos – “Conservação de fachadas azulejares em Ovar: comportamento face à água”, Tese de mestrado na Universidade de Aveiro, 2008
- [9] EN 14411 – Ceramic Tiles – Definitions, classification, characteristics and marking: 2003

[10] Revestimentos – Materiais e processos construtivos – Centro de Formação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (CICCOPN), 2006

[11] FERREIRA, Luís Filipe Mariz de Matos – “El azulejo en la arquitectura de la ciudad de Oporto [1850 – 1920] – Caracterización e intervención”. Tese de Doutoramento na Universidad del País Vasco – Facultad de Bellas Artes, 2009

[12] EAMES, E. – English Tilers – Medieval craftsmen, British Museum Press, pp. 11-17.

[13] PROSTES, Pedro. Indústria Cerâmica. Lisboa, Paris: Livrarias Aillaud e Bertrand, 1907

[14] COSTE, J. Costa, MELO, A. Sampaio - Dicionário da Língua Portuguesa – Porto Editora – 6ª edição,

[15] Argamassas – Materiais e processos construtivos – Centro de Formação dos Industriais da Construção Civil e Obras Públicas (CICCOPN), 2006

[16] GUERRA. João, ASSUNÇÃO, Joaquim, - Argamassas e rebocos – 2004. 1ª edição

[17] VELOSA, Ana Luísa Pinheiro Lomelino – Argamassas de cal com pozolanas para revestimento de paredes antigas. Tese de Doutoramento na Universidade de Aveiro – Engenharia Civil, Aveiro, 2006

[18] <http://www.engenhariacivil.com/argamassas-de-revestimento-para-alvenarias-antigas>

[19] MARQUES, Sofia – Estudo de Argamassas de Reabilitação de Edifícios Antigos – Tese de Mestrado pela Universidade de Aveiro, 2005

[20] VEIGA, M. Rosário – Argamassas para revestimento de paredes de edifícios antigos. Características e campo de aplicação de algumas formulações correntes. *Actas*

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

[21] EN 12004 – Adhesives for tiles – Definitions and specifications, March 2001

[22] Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) – *Détermination sur Chantier de la Charge Maximale Admissible Applicable a Une Fixation Mécanique de Bardage Rapporté*. CSTB, 1980

[23] VEIGA, M. Rosário – As argamassas na construção. In Acta das 1ªs Jornadas de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Avaliação e Reabilitação das Construções existentes. Aveiro, 26 de Novembro de 2003. Conferência convidada. Coleção Comunicações, COM 103, LNEC, Lisboa, 2003

[24] CAVACO, S. R.G. Luís – Técnicas de aplicação de argamassas de revestimento em edifícios antigos. Influência no desempenho. Tese de Mestrado na Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico – Engenharia Civil, Lisboa, 2005

[25] TAVARES, L. Martha, VEIGA, M. Rosário – A conservação de rebocos antigos – restituir a coesão perdida através da consolidação com materiais tradicionais e sustentáveis. LNEC, Lisboa, 2004

[26] MONTEIRO, David Manuel Pereira – Avarias em argamassas – Causas, prevenção e reparação. Monografia apresentada à Universidade Fernando Pessoa, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Civil, Porto, 2008

[27] ASSUNÇÃO, Joaquim Soares do Santos – Argamassas. Monografia apresentada à Universidade Fernando Pessoa, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciado em Engenharia Civil, Porto, 2004

[28] PAULO, Raquel Sofia V. M. Nascimento – Caracterização de argamassas industriais. Tese de mestrado da Universidade de Aveiro. Aveiro, 2006

[29] TOSIN, Isabella, Manual de assentamento de revestimentos cerâmicos: fachadas.

[30] http://www.ccb.org.br/assentamento/manual_fachadas.pdf

[31] <http://www.sosazulejo.com/bancos.php?id=3>

[32] LNEC – Revestimentos de paredes. Ensaio de absorção de água sob baixa pressão. Fe Pa 39, LNEC, Lisboa, 2002

[33] NP EN 1097-3:2002 - Determinação da massa volúmica

[34] EN 1015-2:1998 – Methods of test for mortar for masonry – Part 2: Bulk sampling of mortars and preparation of test mortars

[35] NP EN 12350-5:2003 – Mesa de espalhamento

Anexo I

Ficha de Ensaio – Revestimentos de Paredes
(ensaio de absorção de água sob baixa pressão) – Fe Pa 39

Pa 39.1

FE Pa 39

MOPHT- LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - PORTUGAL
DEPARTAMENTO DE EDIFÍCIOS – NÚCLEO DE COMPORTAMENTO DE
CONSTRUÇÕES

FICHA DE ENSAIO

SfB (41)Pr4

(42)Pr4

REVESTIMENTOS DE PAREDES

ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA SOB BAIXA PRESSÃO

CDU 693.62

REVESTIMENTO DE PAREDES

REVÊTEMENT DE MUR

WALL COVERING

JUNHO DE 2002

1 - OBJECTO

A presente Ficha de Ensaio destina-se a fixar o modo de determinar a permeabilidade à água de revestimentos tradicionais ou não tradicionais para paramentos exteriores ou interiores de paredes, com base em ligantes minerais ou mistos.

A medida da permeabilidade por meio deste método pode ser usada para caracterizar, qualitativamente, o estado em que se encontra o reboco e estimar o grau de degradação do material, por meio de comparações visando avaliar as alterações superficiais que modificam a absorção de água pelo reboco.

2 - RESUMO DO PROCESSO

Determinação do volume de água absorvido, sob baixa pressão, pela superfície de um revestimento, após decorridos determinados períodos de tempo: 5, 10, 15, 30 e 60 minutos.

3 – APARELHOS E UTENSÍLIOS

3.1 – Conjunto de, no mínimo, três pequenos tubos de vidro graduados, denominados Tubos de Carsten.

O ensaio com os Tubos de Carsten pode ser realizado “in situ” ou em laboratório e estes podem ainda ser encontrados em duas formas diferentes, conforme a superfície do material a ser ensaiada: tubos para medição da permeabilidade em superfícies verticais ou em superfícies horizontais.

Para superfícies verticais é usada uma peça em forma de cachimbo (ver figura 1), que consiste num tubo graduado de 0 a 4 cm³ com uma parte inferior em formato cilíndrico

cujo fundo é fechado. A secção do tubo que encosta à superfície de ensaio (ver fig. 1) é aberta, tem uma superfície de 5,7cm² e constitui um bordo circular plano por onde é fixado o tubo à superfície a ensaiar.

O total da altura da coluna de água aplicada à superfície, medida desde o meio da secção até a graduação superior, é de 9,8 cm, o que corresponde a uma pressão de 961,38 Pa, ou ainda a uma pressão dinâmica de vento de 39,6 m/s ou 142,6 Km/h [1].

Em superfícies horizontais o tubo a utilizar difere um pouco do formato do tubo utilizado para superfícies verticais. A forma correcta de uso do tubo está ilustrada na figura 2.

3.2 – Silicone e respectiva pistola manual ou de ar comprimido, para fixação dos tubos às superfícies a ensaiar.

4 - TÉCNICA

A técnica de ensaio envolve a seguinte sequência de operações:

- Cobre-se com silicone a superfície do bordo do tubo que irá ficar em contacto com o revestimento, evitando o excesso de silicone para que este não influencie posteriormente a área real de material que se presume estar em contacto com a água.
- Fixam-se os tubos às zonas de parede a serem ensaiadas, pressionando-os sobre a parede.
- Deixa-se o silicone secar durante, pelo menos, 20 minutos, à temperatura ambiente.
- Enchem-se os tubos com água até à graduação 0 cm³ e esperam-se 5 minutos para efectuar a primeira leitura em cada um dos (três) tubos, com base no abaixamento do nível da água observado nos tubos.
- Repetem-se as leituras aos 10, 15, 30 e 60 minutos seguintes.

5 – RESULTADOS

O resultado do ensaio exprime-se pelos valores de água absorvida, em cm³, em cada uma das três zonas ensaiadas, e pela respectiva média aritmética.

6 - BOLETIM DE ENSAIO

O Boletim de Ensaio deve fazer referência à presente Ficha de Ensaio e incluir ainda a seguinte informação:

- a) designação identificativa da superfície a ensaiar e, se possível, idade de aplicação do revestimento;
- b) descrição da superfície ensaiada;
- c) informação sobre qualquer alteração eventualmente introduzida na execução do ensaio;
- d) designação identificativa do material utilizado para a fixação do tubo ao revestimento;
- e) número de Tubos de Carsten usados para a realização do ensaio;
- f) valores individuais e médios do volume de água absorvida;
- g) gráfico do volume de água absorvida, em centímetros cúbicos, em função do tempo, em minutos.

BIBLIOGRAFIA

1 - RILEM - Water absorption under low pressure. Pipe method. Test N° II.4. Recommendations provisoires, Paris, 1980.

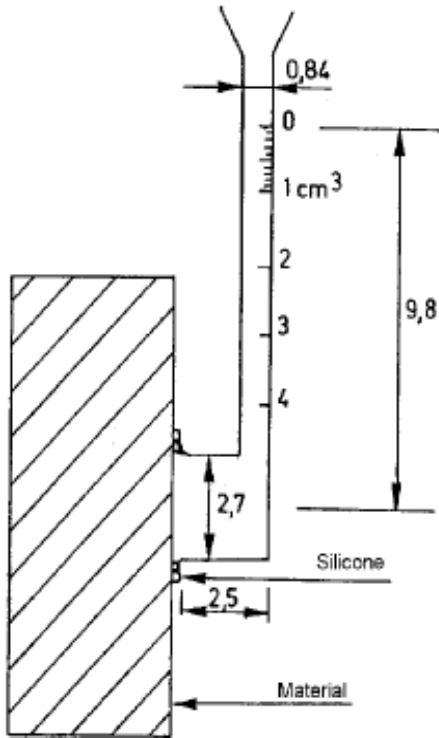


Fig. 1 - Esquema do Tubo de Carsten para superfícies verticais

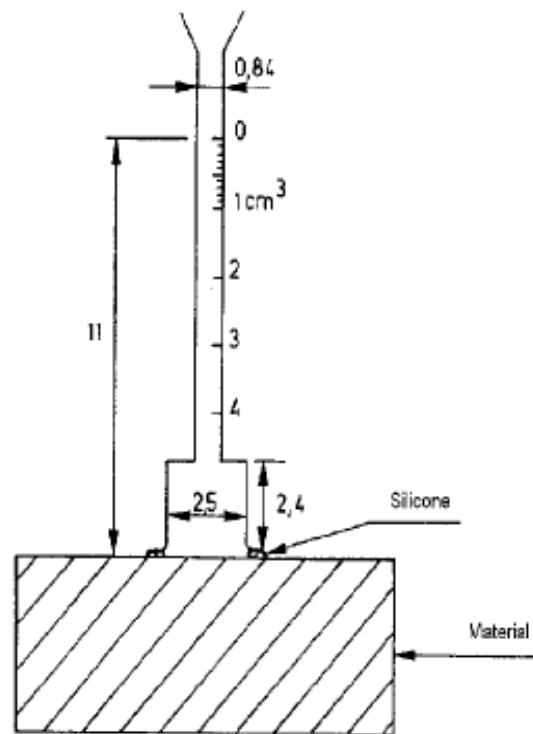


Fig.2 - Esquema do Tubo de Carsten para superfícies horizontais

Anexo II

➤ Rua Luís de Camões (RLC)

Tabela 39: Azulejo ANTIGO com junta 4 mm

A (cm ³)	Tempo (s)
1	63
2	144
3	246
4	406
5	7553

Figura 100: Azulejo ANTIGO com junta 4 mm

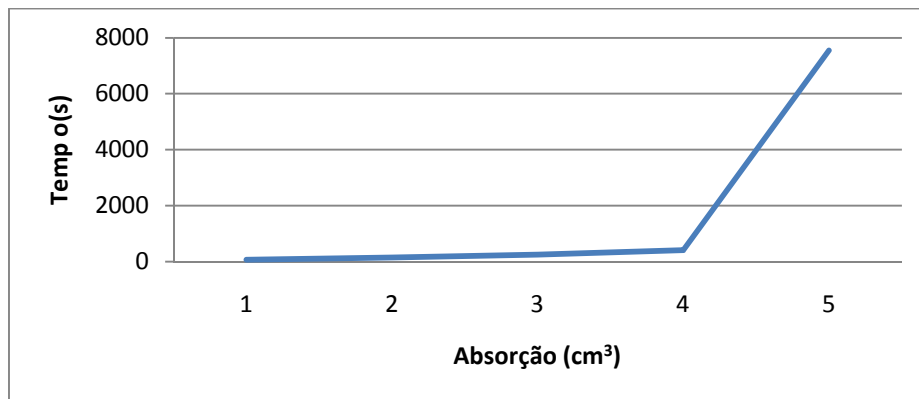


Tabela 40: Azulejo ANTIGO com junta 10+5+6

A (cm ³)	Tempo (s)
1	16
2	37
3	64
4	98
5	1695

Figura 101: Azulejo ANTIGO com junta 10+5+6

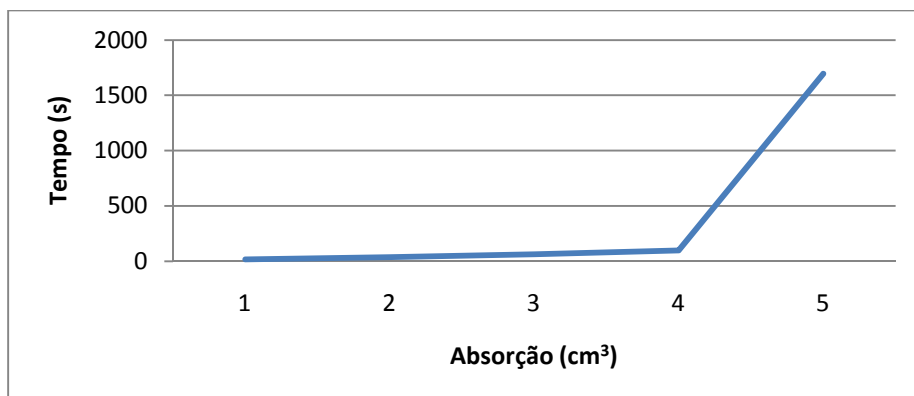


Tabela 41: Azulejo ANTIGO com junta 3

A (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	5
3	8
4	12
5	185

Figura 102: Azulejo ANTIGO com junta 3

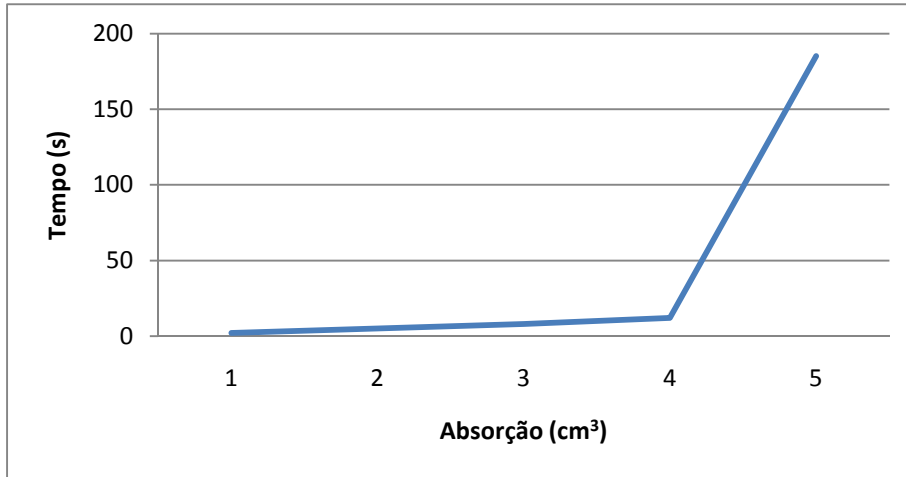


Tabela 42: Azulejo NOVO sem junta

A (cm ³)	Tempo (s)
1	4
2	9
3	16
4	27
5	476

Figura 103: Azulejo NOVO sem junta

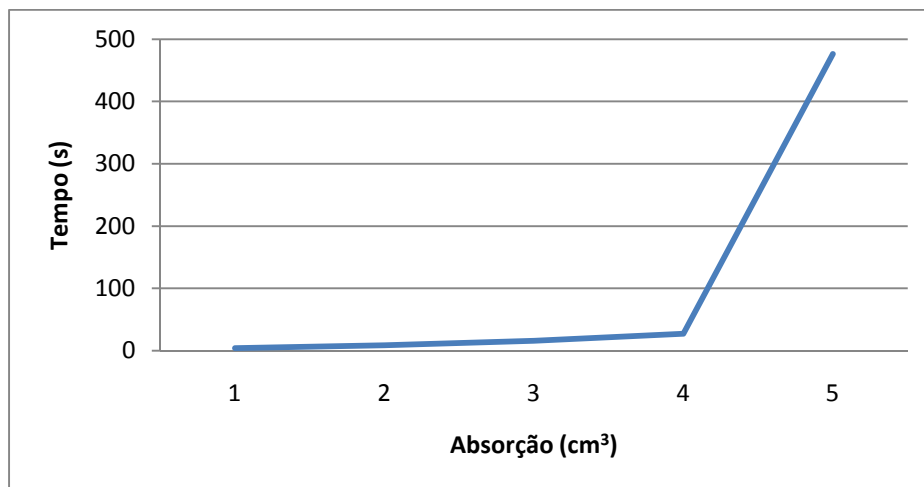


Tabela 43: Azulejo NOVO com junta 3

A (cm ³)	Tempo (s)
1	20
2	45
3	80
4	132
5	2952

Figura 104: Azulejo NOVO com junta 3

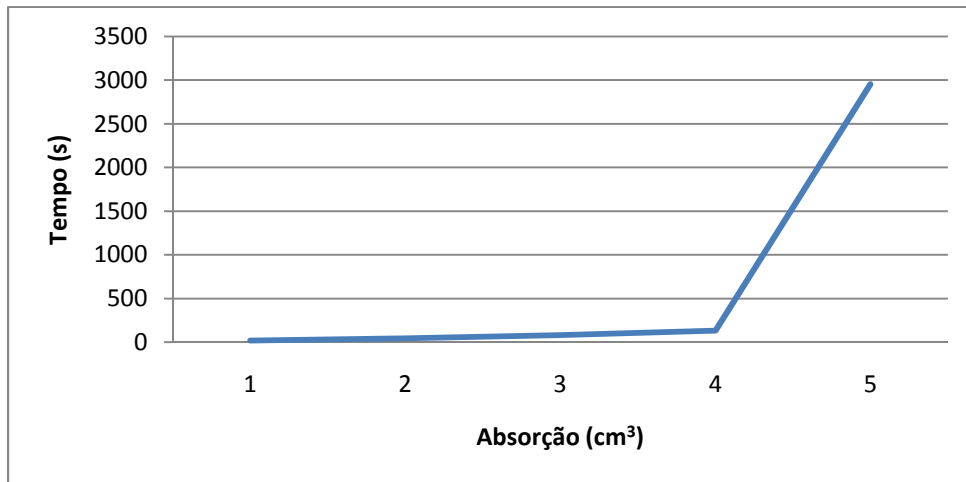
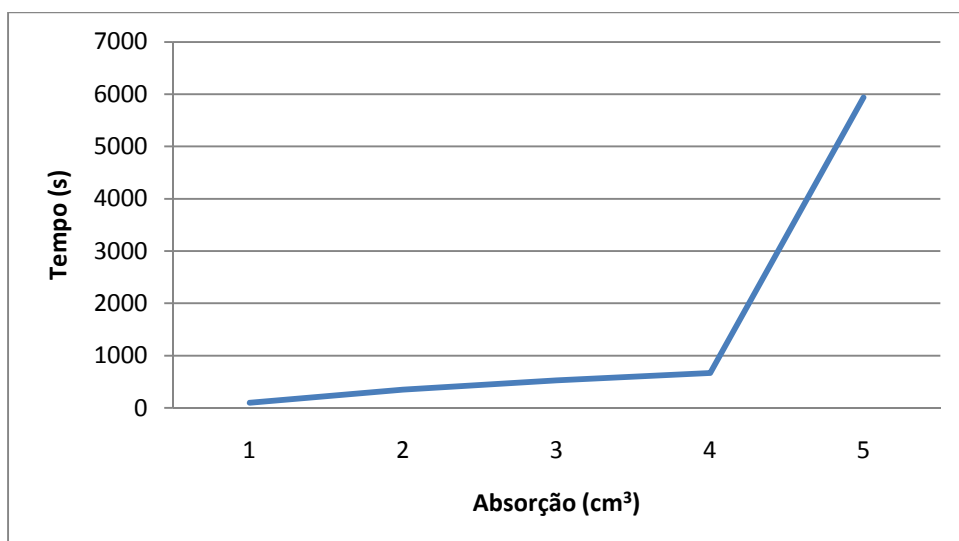


Tabela 44: Azulejo ANTIGO sem junta e sem vidrado

A (cm ³)	Tempo (s)
1	98
2	352
3	528
4	667
5	5937

Figura 105: Azulejo ANTIGO sem junta e sem vidrado



➤ **Rua Doutor Cunha (RDC)**

Tabela 45: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	37
2	108
3	226
4	382
5	3742

Figura 106: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

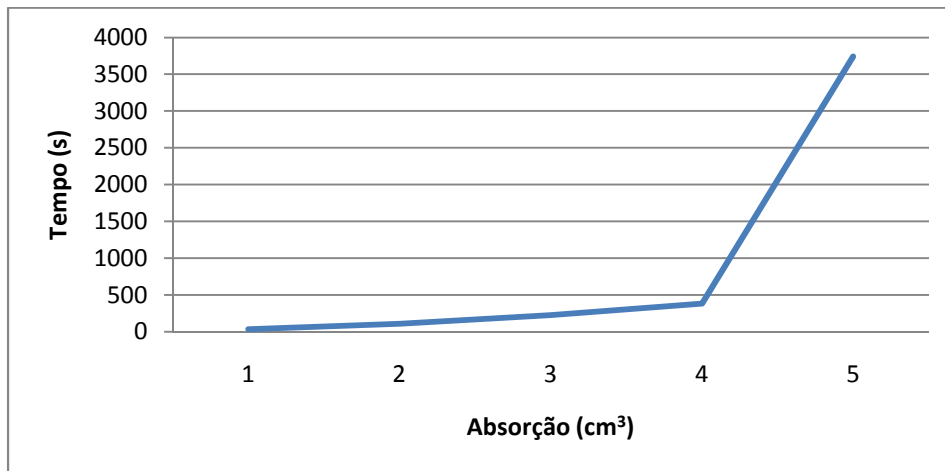


Tabela 46: Azulejo ANTIGO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	8
2	27
3	65
4	132
5	2456

Figura 107: Azulejo ANTIGO com junta 4

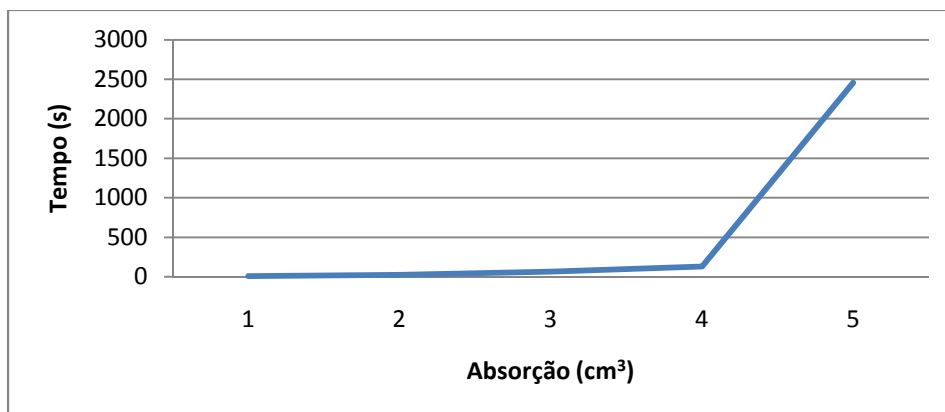


Tabela 47: Azulejo ANTIGO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	5
3	8
4	12
5	185

Figura 108: Azulejo ANTIGO com junta 3

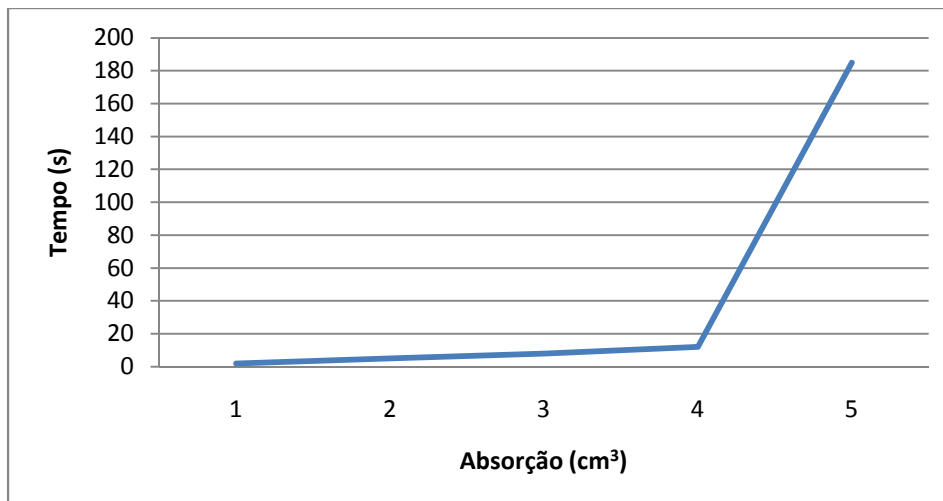


Tabela 48: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	58
2	86
3	111
4	187
5	4378

Figura 109: Azulejo NOVO sem junta

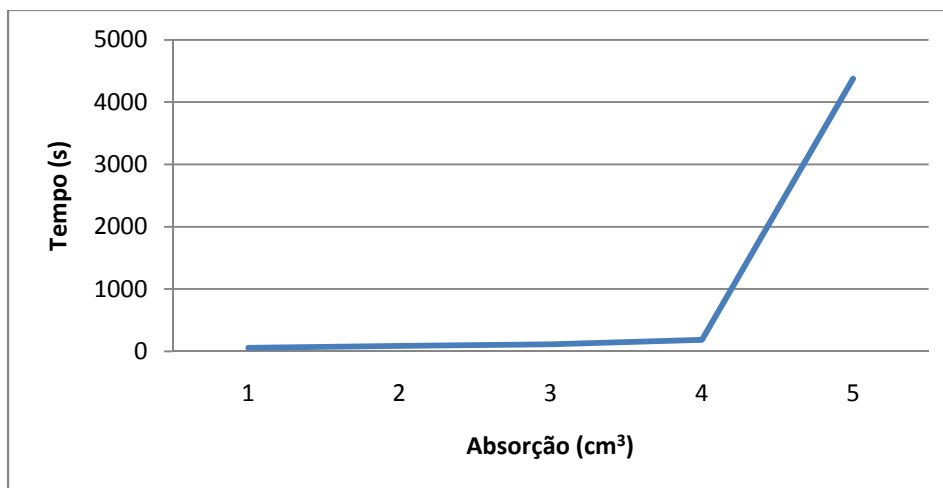


Tabela 49: Azulejo NOVO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)	
1	68	
2	164	
3	301	3
4	589	
5	5338	

Figura 110: Azulejo NOVO com junta 3

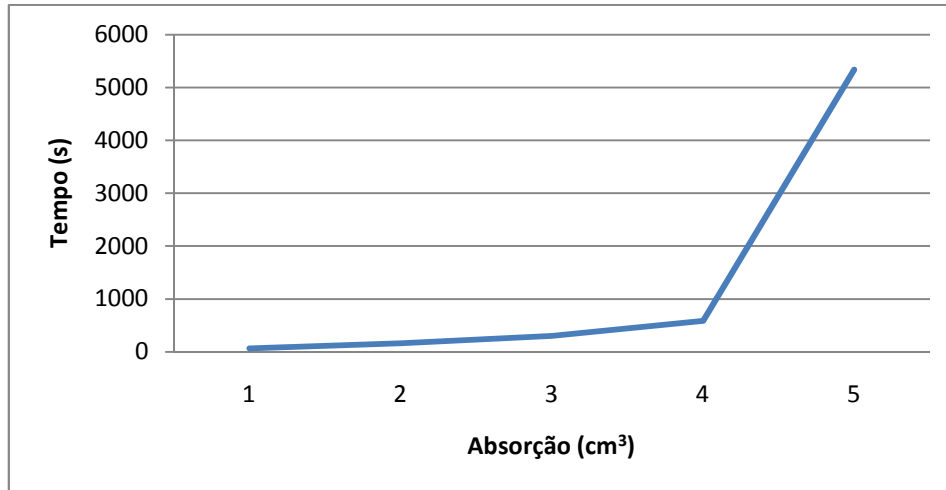


Tabela 50: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)	
1	2	* escorreu água por
2	8	trás dos azulejos
3	12	
4	18	
5	3559	*

Figura 111: Azulejo NOVO sem junta

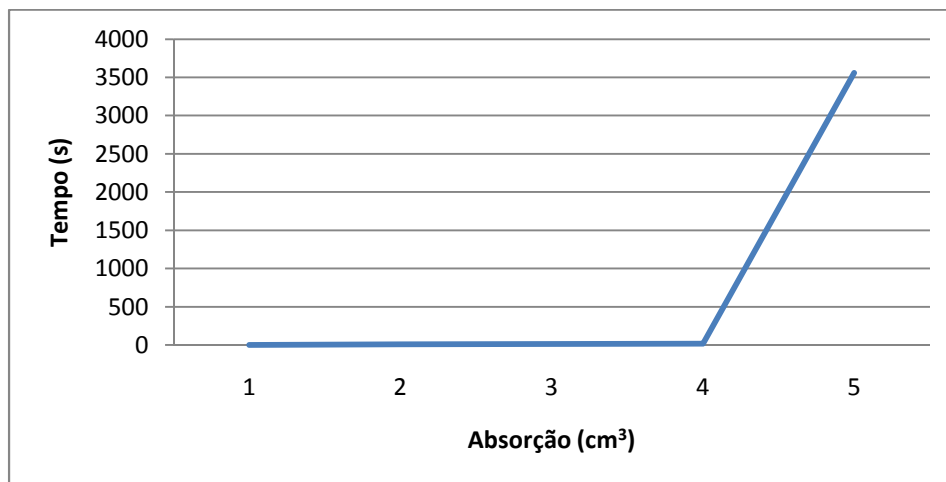
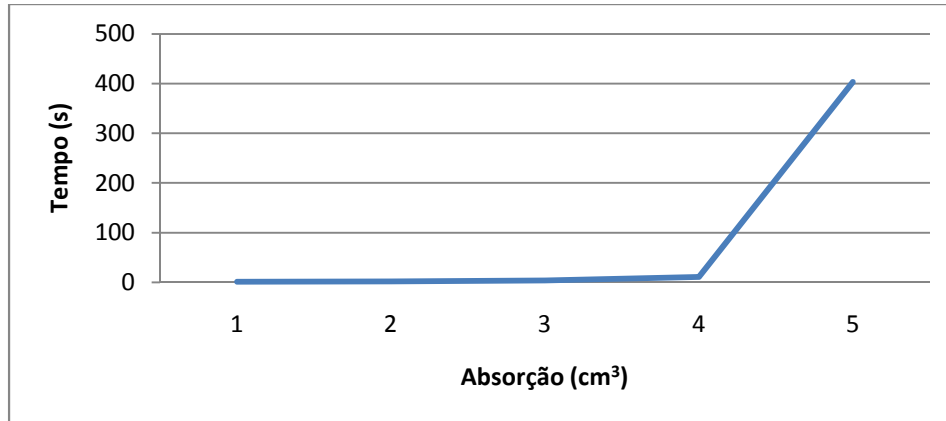


Tabela 51: Azulejo NOVO com junta 5+4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1
2	2
3	4
4	11
5	403

Figura 112: Azulejo NOVO com junta 5+4



➤ **Rua Manuel Arala 87 (RMA87)**

Tabela 52: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	86
2	173
3	264
4	373
5	*estragou

Figura 113: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

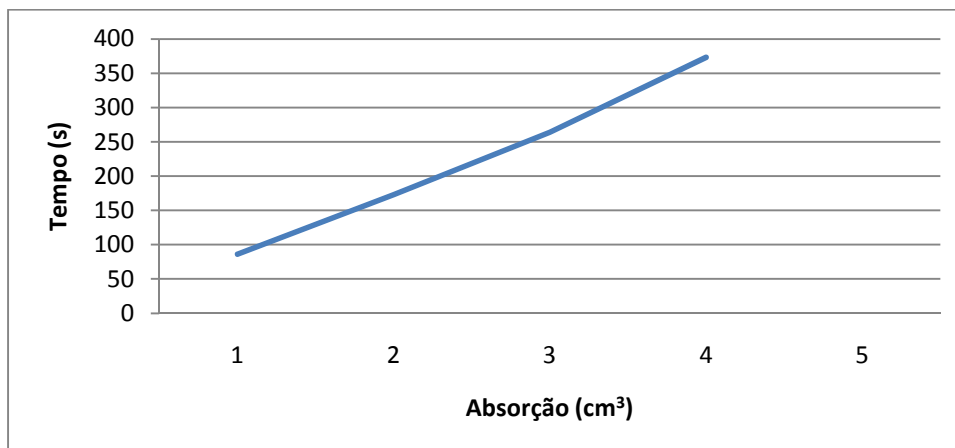


Tabela 53: Azulejo ANTIGO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	138
2	317
3	521
4	732
5	3902

Figura 114: Azulejo ANTIGO com junta 4

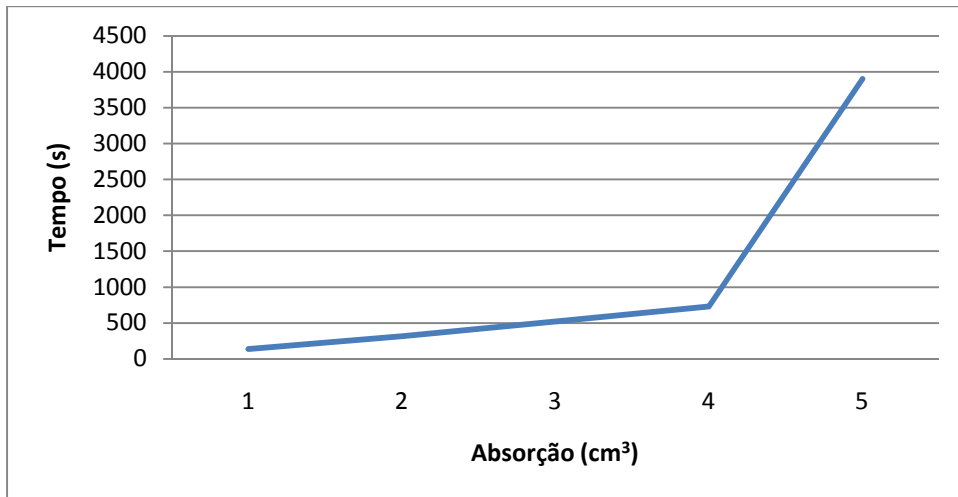


Tabela 54: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	238
2	511
3	830
4	1195
5	4303

Figura 115: Azulejo NOVO sem junta

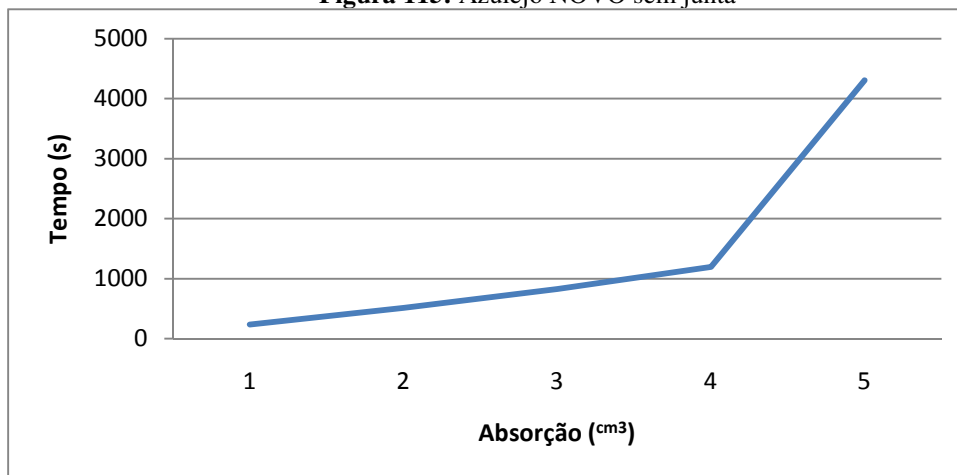
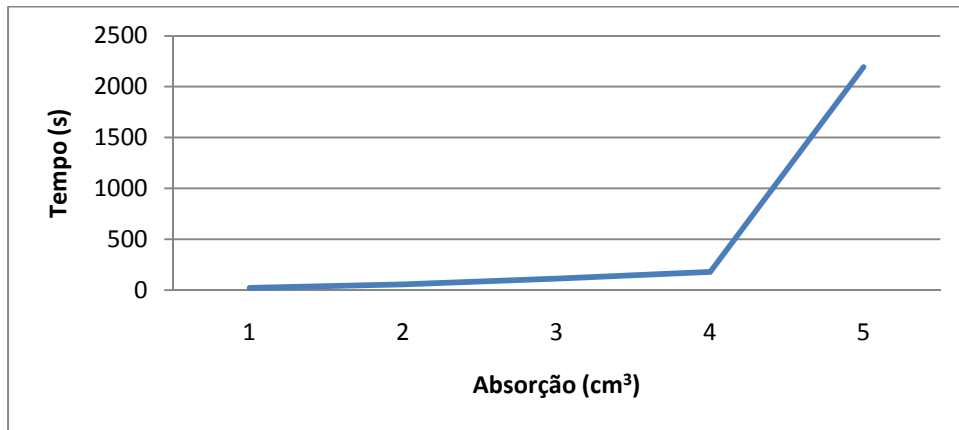


Tabela 55: Azulejo NOVO + ANTIGO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	22
2	58
3	112
4	180
5	2194

Figura 116: Azulejo NOVO + ANTIGO com junta 3



➤ **Rua Camilo Castelo Branco (CCB)**

Tabela 56: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	348
2	781
3	1315
4	1785
5	9860

Figura 117: Azulejo ANTIGO sem junta

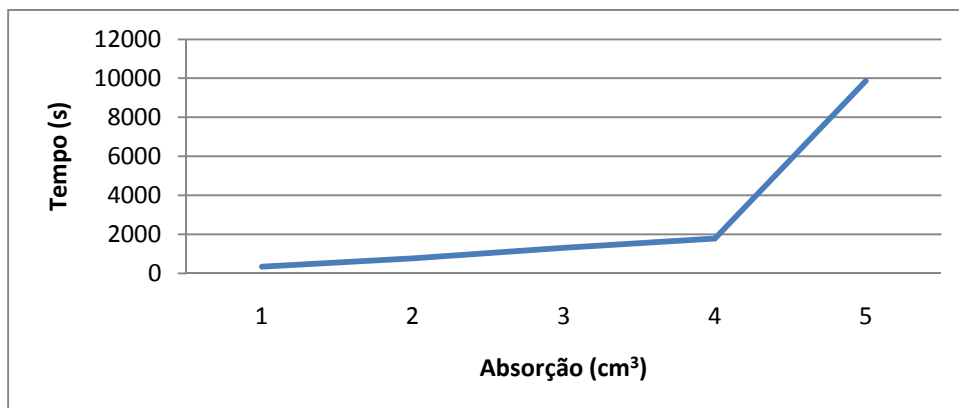


Tabela 57: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)	
1	7346	
2	9271	* água desapareceu

Figura 118: Azulejo ANTIGO sem junta

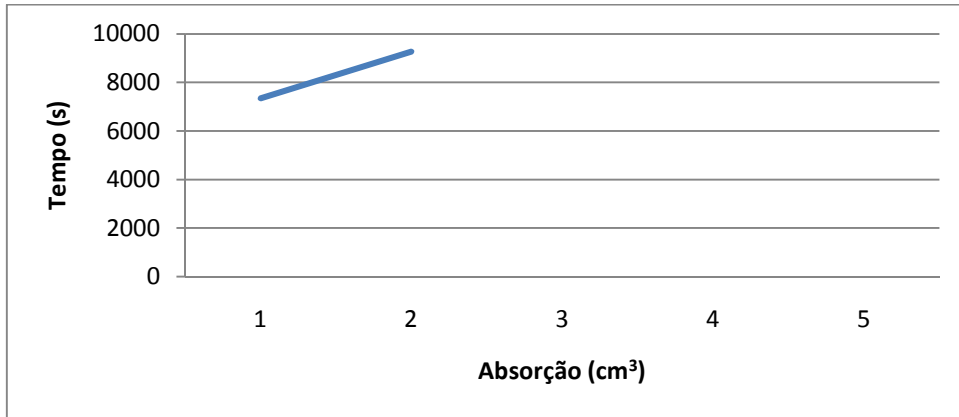


Tabela 58: Azulejo ANTIGO com junta 3 mm

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	270
2	444
3	906
4	1256
5	8766

Figura 119: Azulejo ANTIGO com junta 3 mm

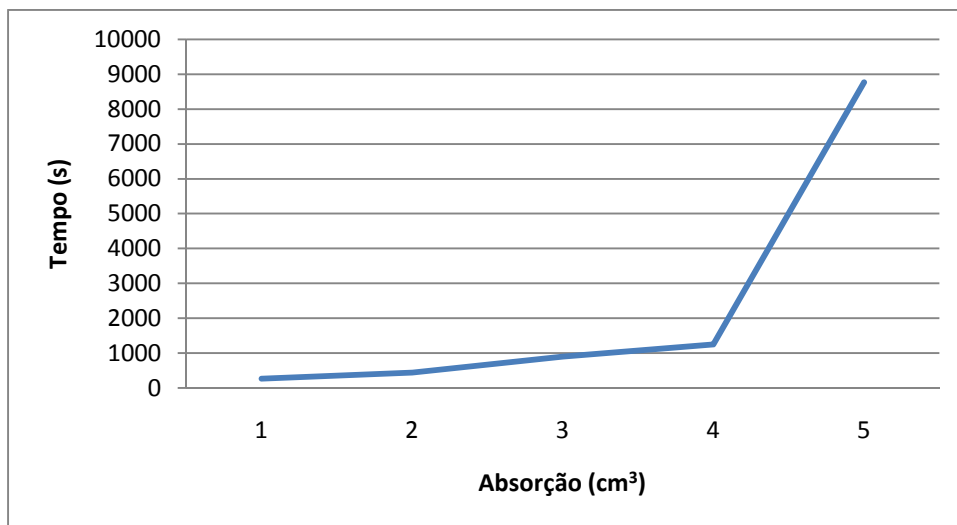


Tabela 59: Azulejo ANTIGO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	19
2	46
3	96
4	166
5	3401

Figura 120: Azulejo ANTIGO com junta 3

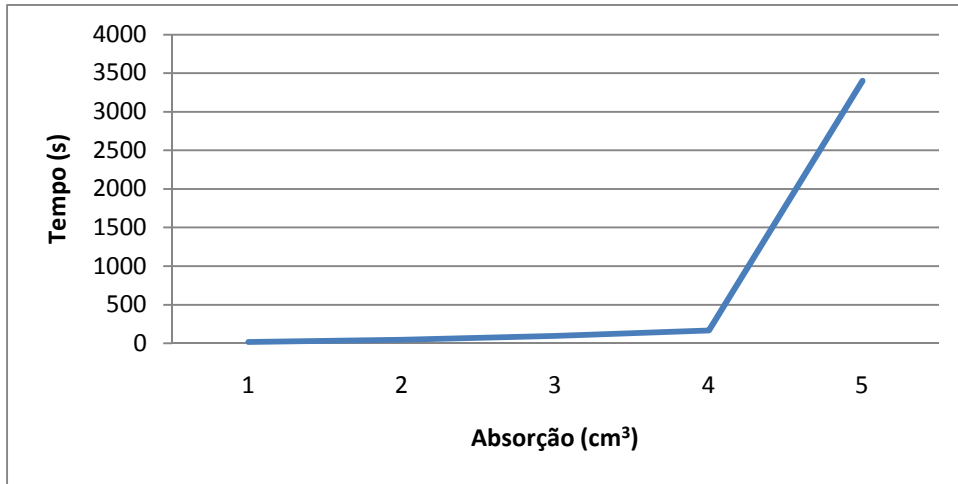


Tabela 60: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	8
2	18
3	29
4	43
5	394

Figura 121: Azulejo NOVO sem junta

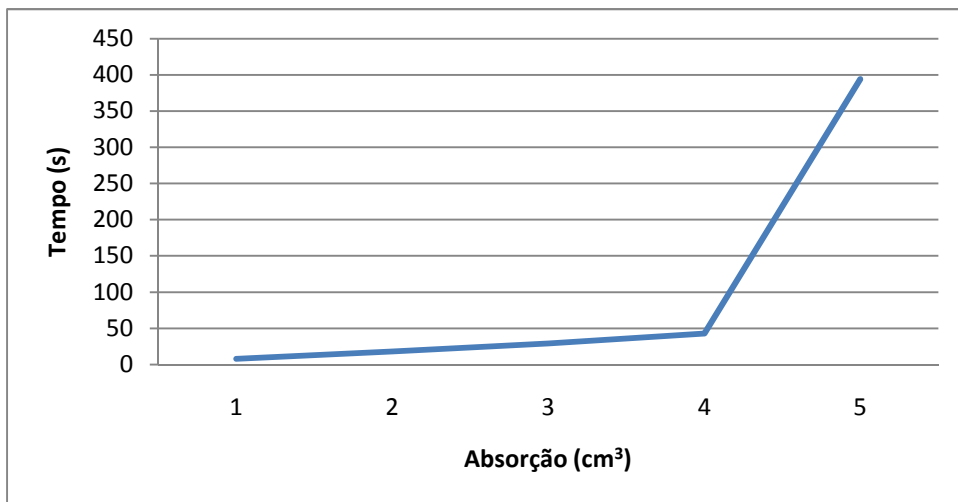


Tabela 61: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	17
2	37
3	62
4	94
5	1932

Figura 122: Azulejo NOVO sem junta

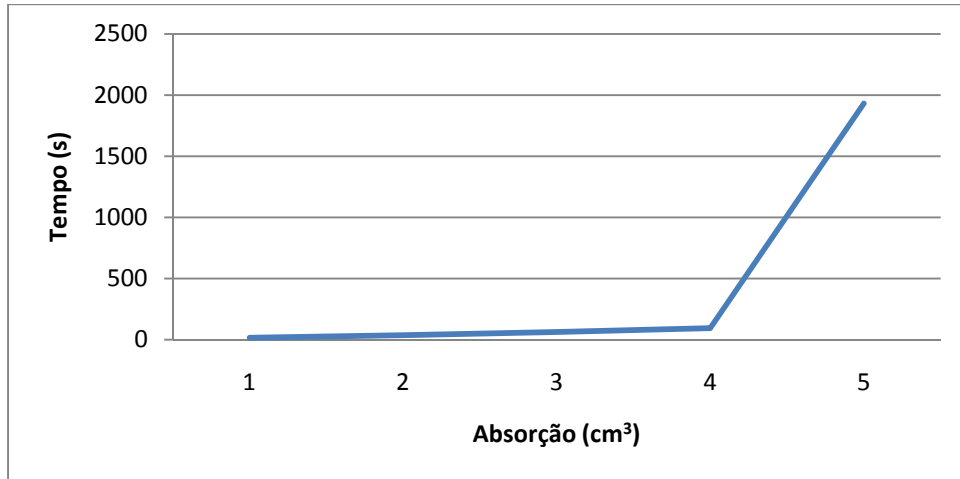


Tabela 62: Azulejo NOVO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	25
2	52
3	85
4	134
5	1678

Figura 123: Azulejo NOVO com junta 3

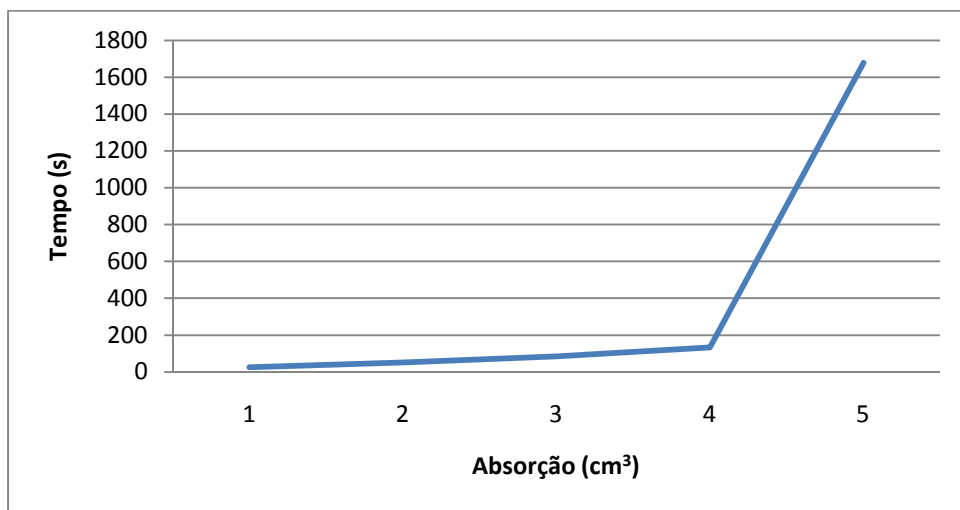
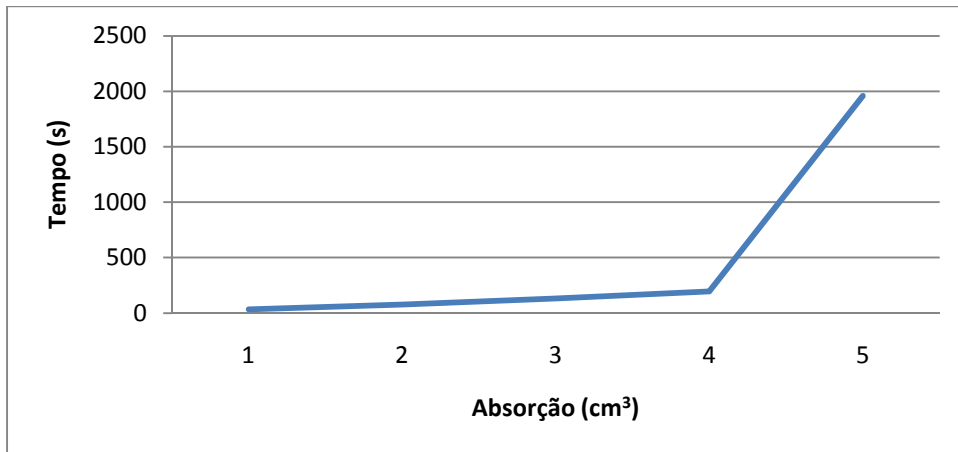


Tabela 63: Azulejo NOVO com junta 4+3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	33
2	78
3	132
4	196
5	1960

Figura 124: Azulejo NOVO com junta 4+3



➤ **Rua Padre Ferrer (RPF)**

Tabela 64: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	455
2	1024
3	1370
4	1828
5	10604

Figura 125: Azulejo ANTIGO sem junta

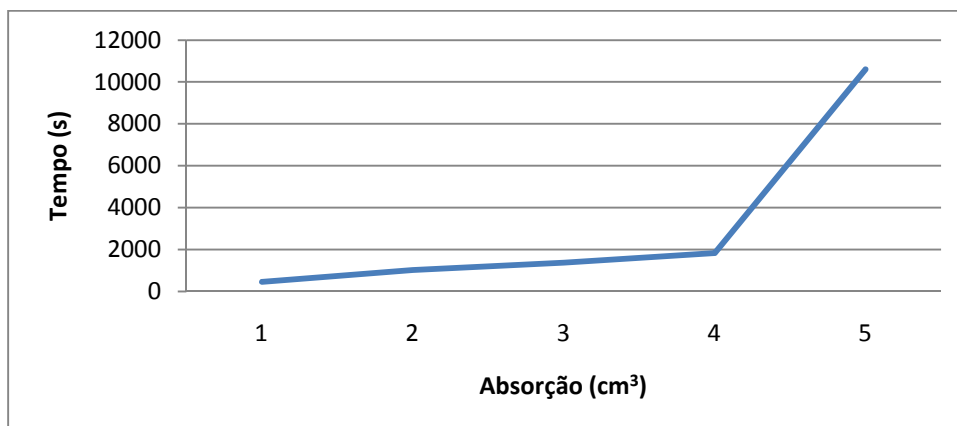


Tabela 65: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1357
2	2093
3	3082
4	3182
5	8857

Figura 126: Azulejo ANTIGO sem junta

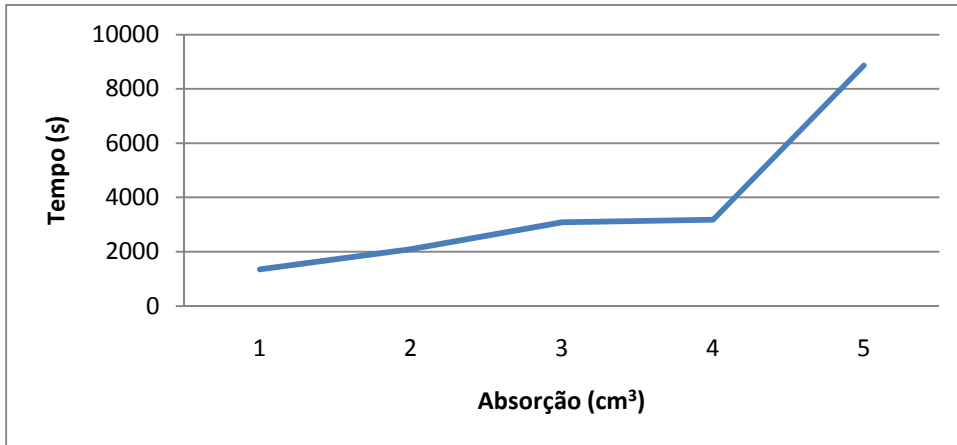


Tabela 66: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	388
2	742
3	1115
4	1464
5	12292

Figura 127: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

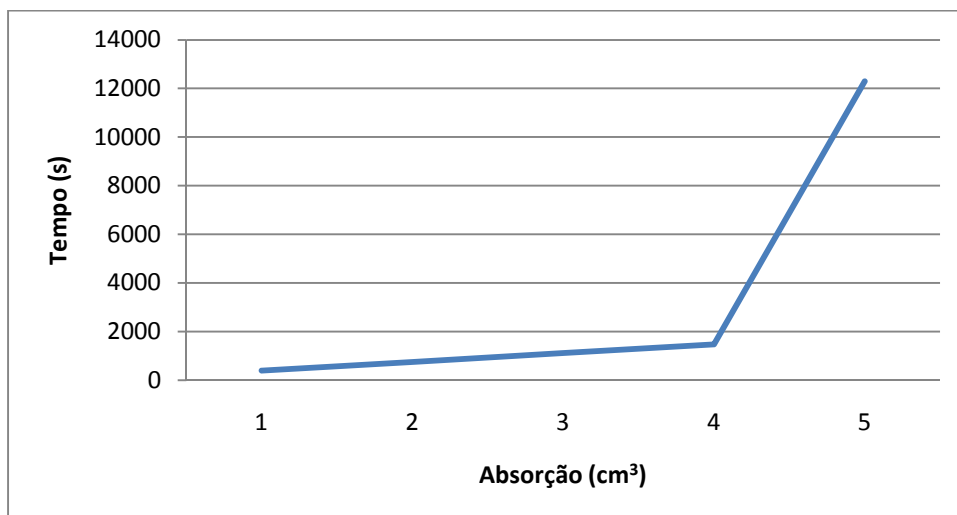


Tabela 67: Azulejo ANTIGO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	393
2	498
3	647
4	817
5	6651

Figura 128: Azulejo ANTIGO com junta 3

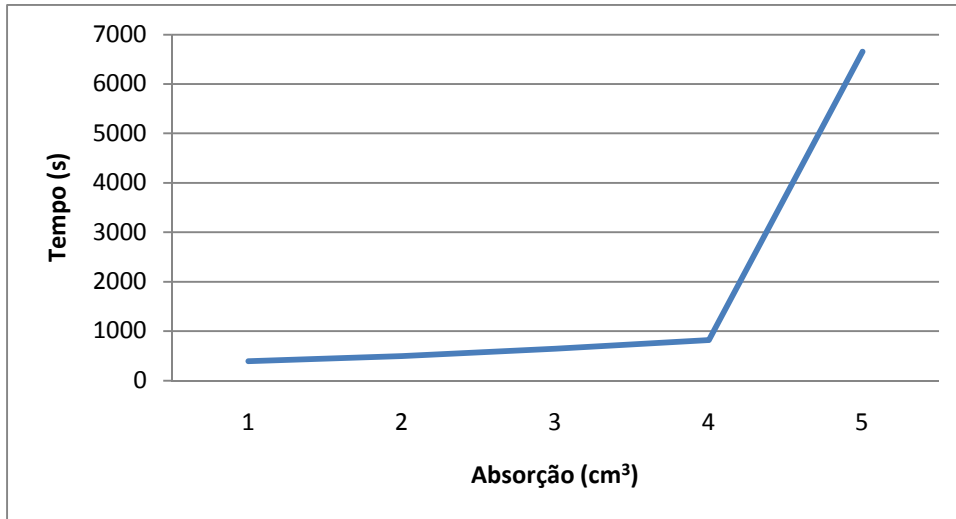


Tabela 68: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	301
2	1215
3	2259
4	3460
5	6751

Figura 129: Azulejo NOVO sem junta

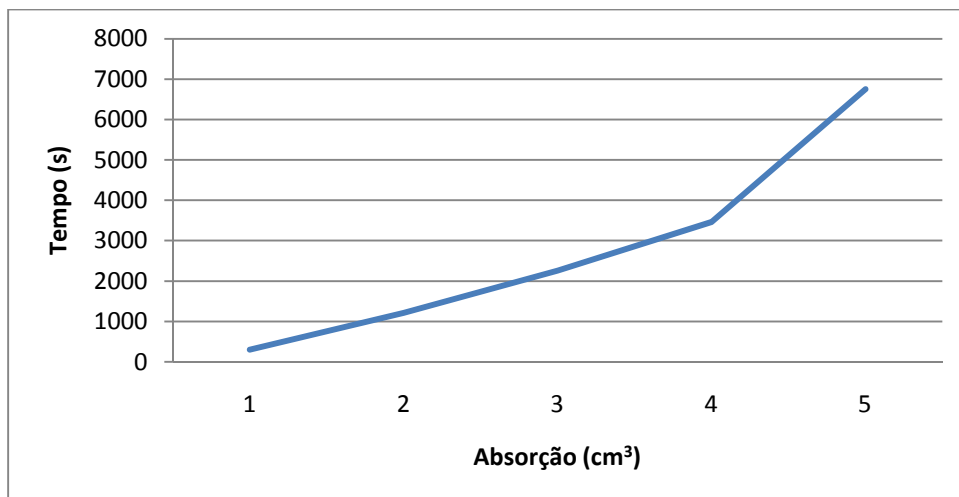


Tabela 69: Azulejo NOVO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	5
2	15
3	25
4	38
5	501

Figura 130: Azulejo NOVO sem junta

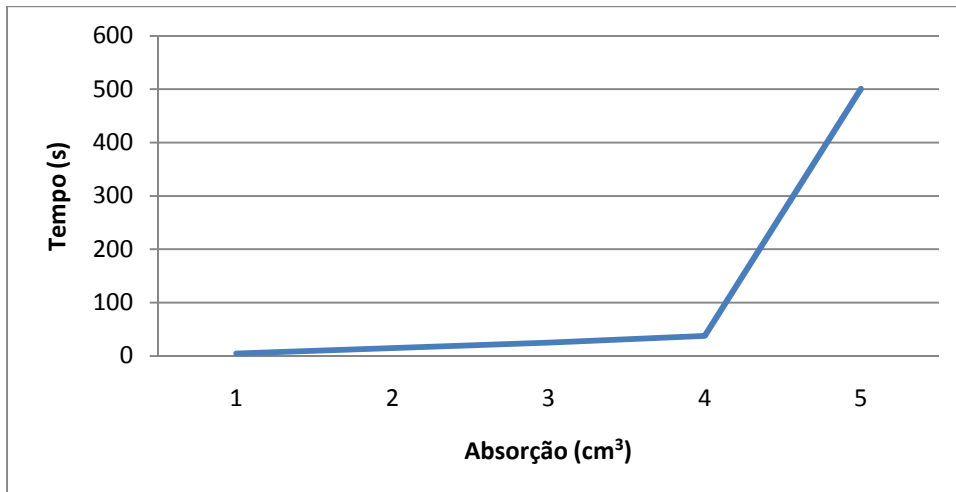


Tabela 70: Azulejo NOVO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	32
2	88
3	159
4	254
5	4692

Figura 131: Azulejo NOVO com junta 4

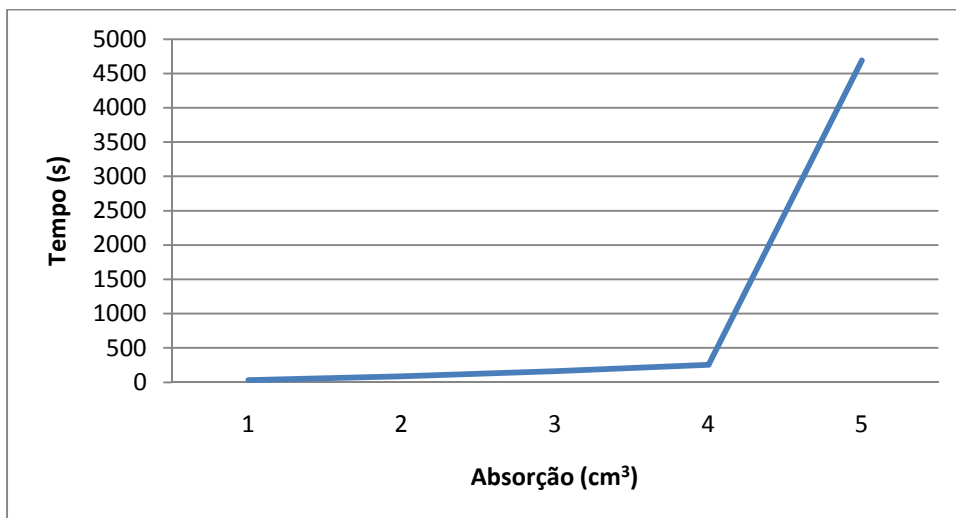
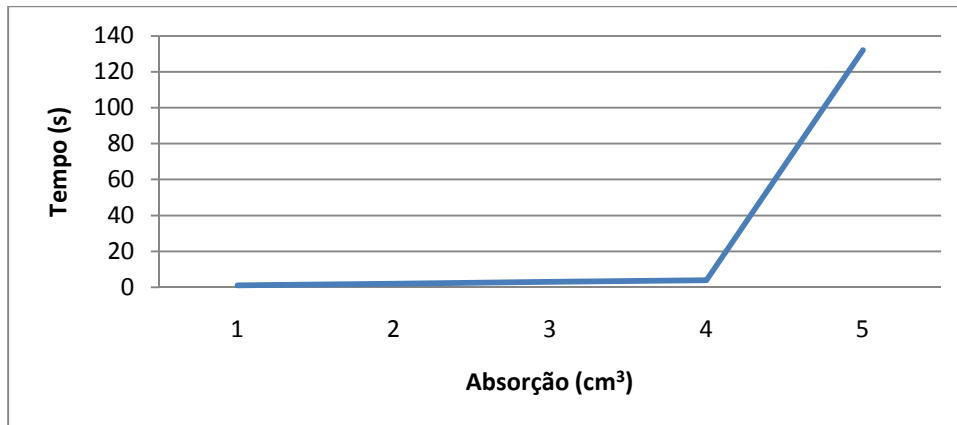


Tabela 71: Azulejo NOVO com junta 5+5+3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	132

Figura 132: Azulejo NOVO com junta 5+5+3



➤ **Rua São João Ovar (SJO)**

Tabela 72: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	42
2	100
3	195
4	461
5	21704

Figura 133: Azulejo ANTIGO sem junta

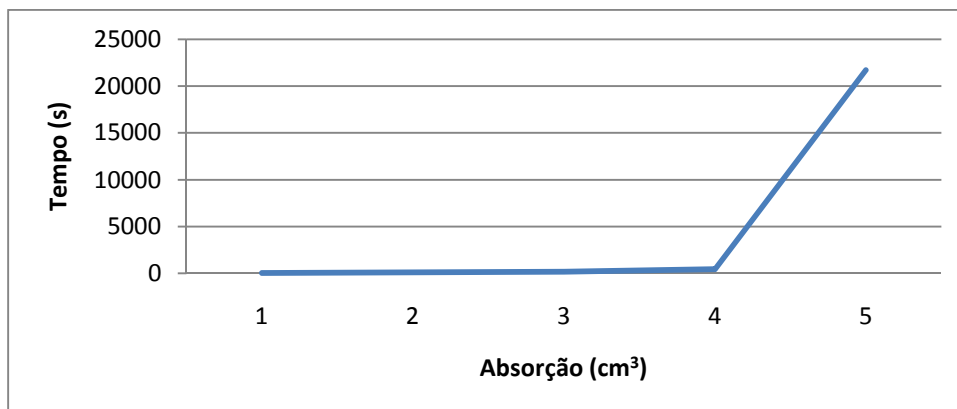


Tabela 73: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	221
2	581
3	944
4	2228
5	23257

* parou no fim do tubo

*

Figura 134: Azulejo ANTIGO sem junta

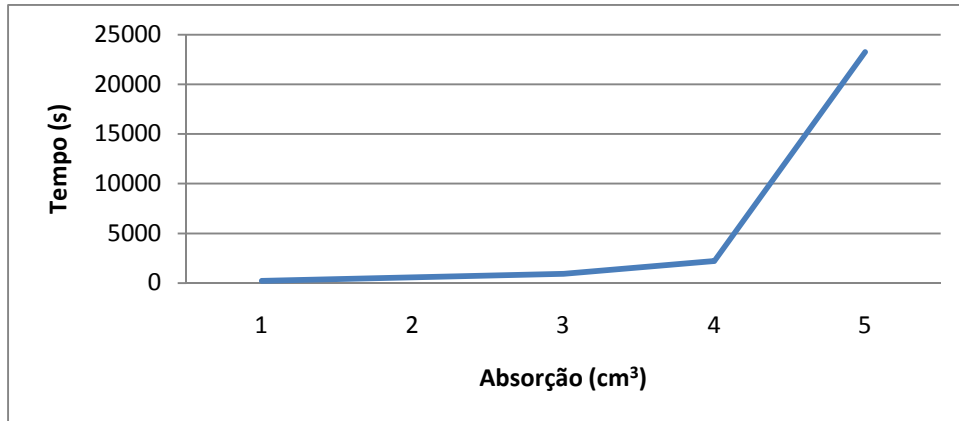
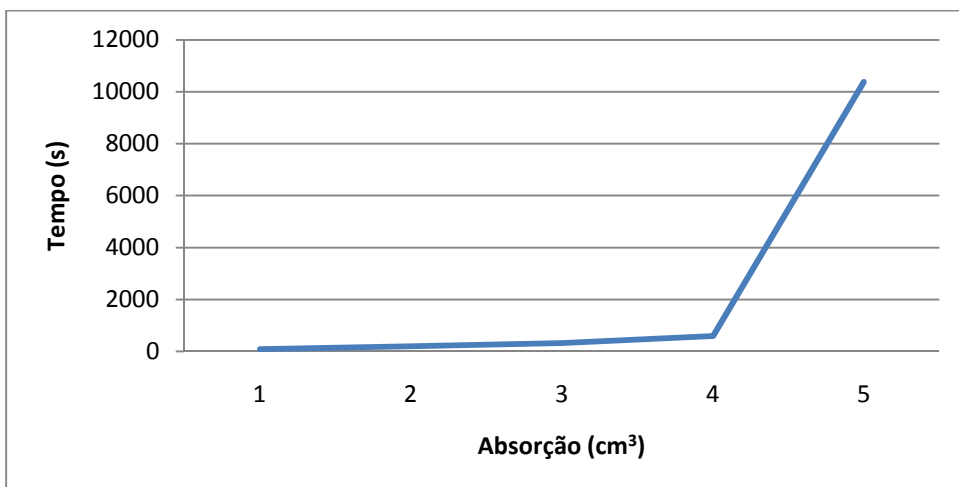


Tabela 74: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	91
2	197
3	327
4	596
5	10381

Figura 135: Azulejo ANTIGO sem junta



➤ **Rua Alexandre Herculano (RAH)**

Tabela 75: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	310
2	650
3	1038
4	1485
5	9792

Figura 136: Azulejo ANTIGO sem junta

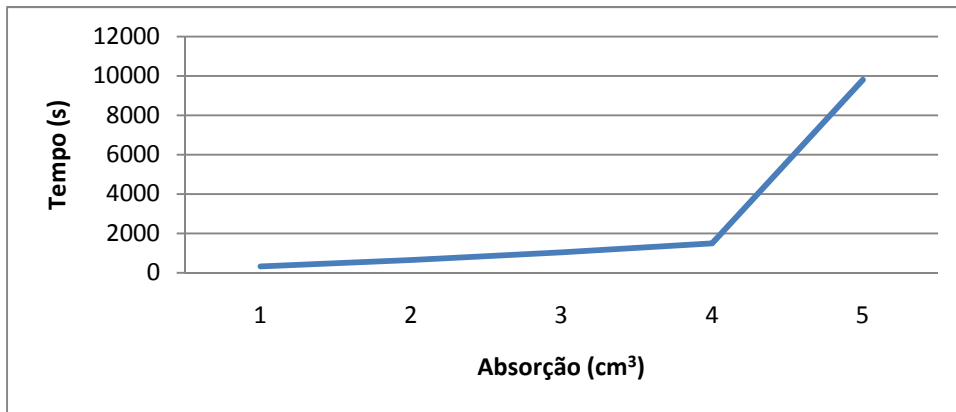


Tabela 76: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	1044
2	2908
3	4585
4	6235
5	13327

Figura 137: Azulejo ANTIGO sem junta

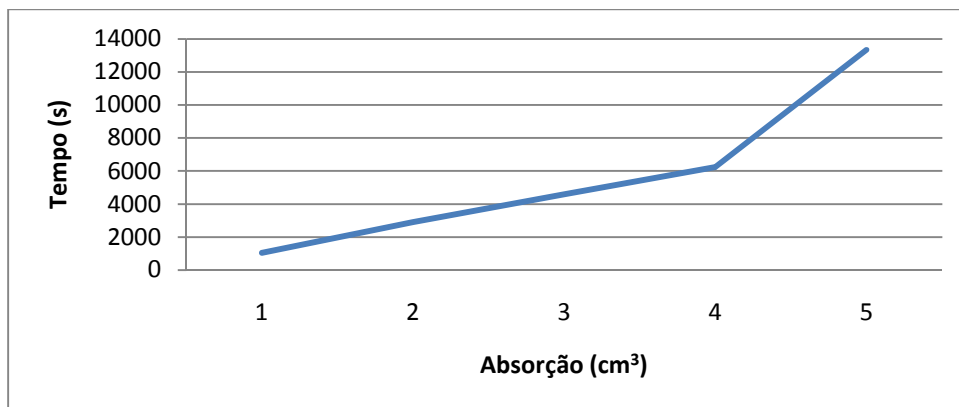


Tabela 77: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	165
2	465
3	813
4	1222
5	4812

Figura 138: Azulejo ANTIGO com junta 4+3 mm

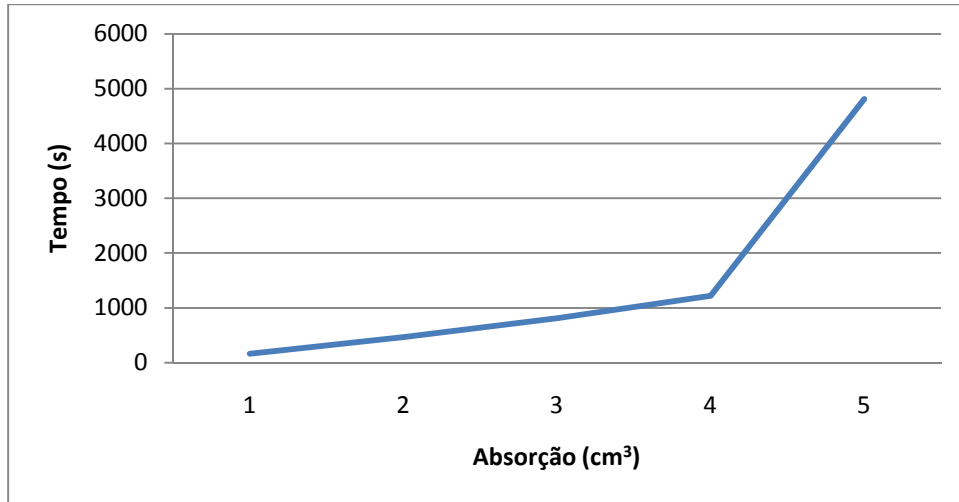


Tabela 78: Azulejo ANTIGO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	147
2	322
3	500
4	714
5	3552

Figura 139: Azulejo ANTIGO com junta 4

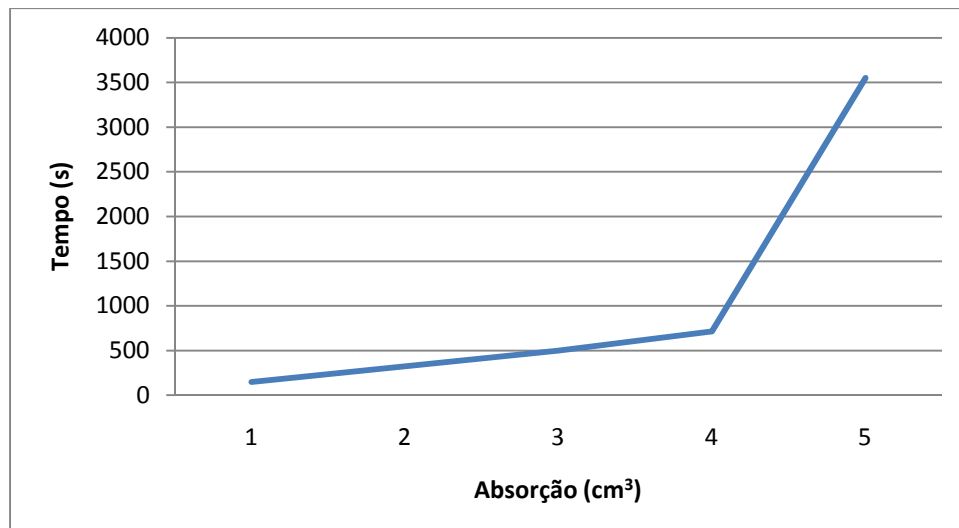
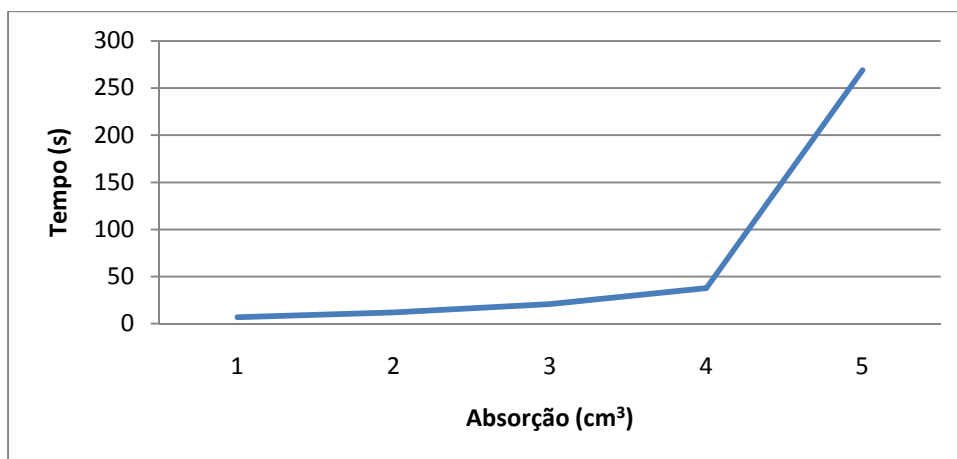


Tabela 79: Azulejo ANTIGO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	7
2	12
3	21
4	38
5	269

Figura 140: Azulejo ANTIGO com junta 4



➤ **Rua Elias Garcia (REG)**

Tabela 80: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2062
2	4622
3	7293
4	10982
5	23532

* a meio do "cilindro"

*

Figura 141: Azulejo ANTIGO sem junta

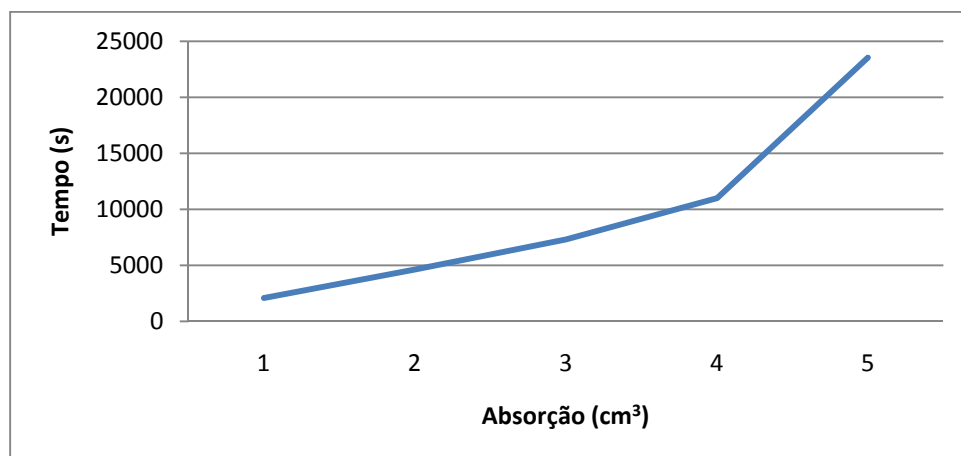


Tabela 81: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	4123
2	5973
3	7601
4	9123
5	18763

Figura 142: Azulejo ANTIGO sem junta

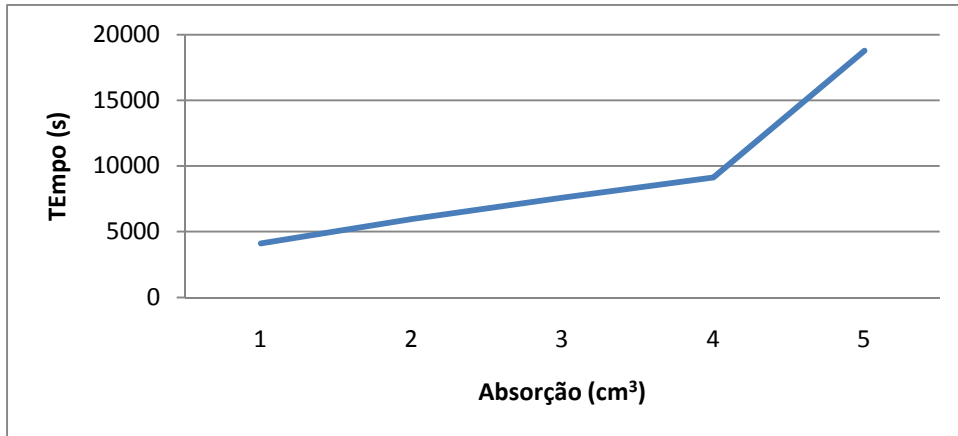
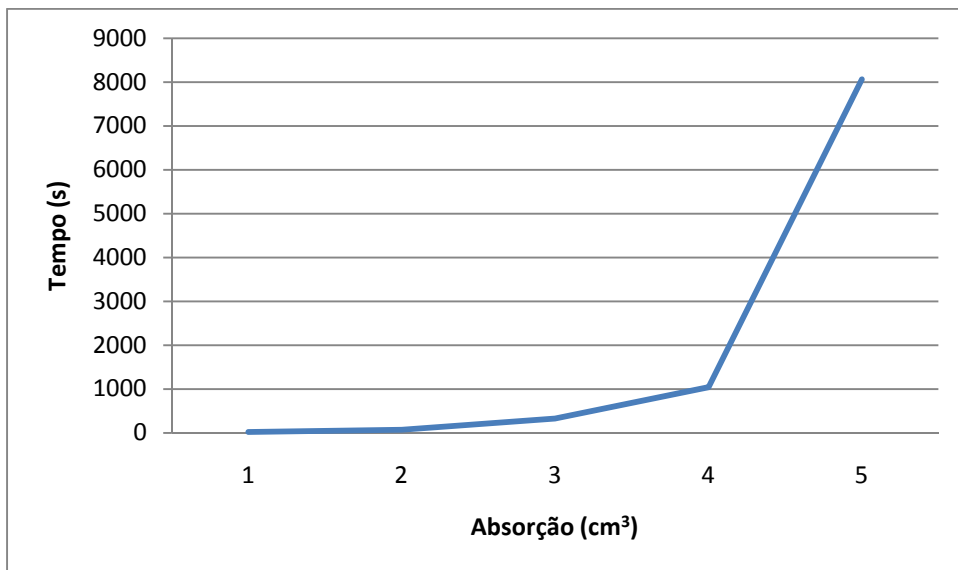


Tabela 82: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm3)	Tempo (s)
1	22
2	68
3	327
4	1042
5	8066

Figura 143: Azulejo ANTIGO sem junta



➤ **Rua António Sobreiro (RAS)**

Tabela 83: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	15
2	28
3	43
4	61
5	711

Figura 144: Azulejo ANTIGO sem junta

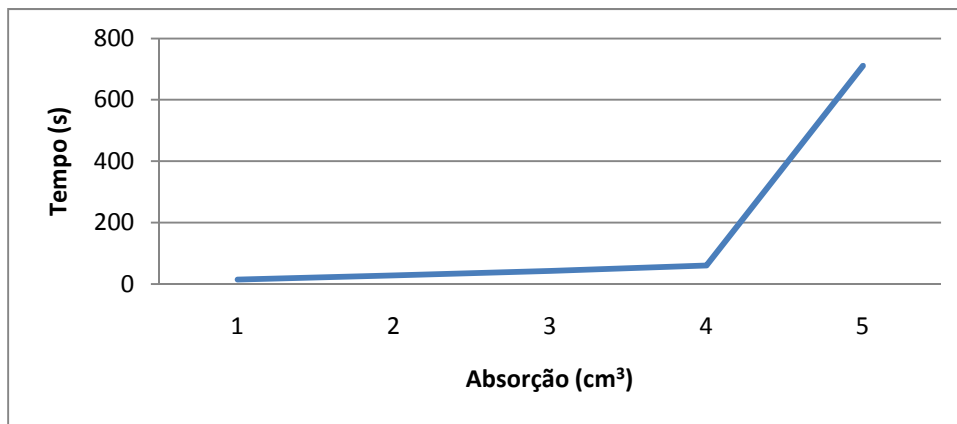


Tabela 84: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	107
2	216
3	326
4	443
5	2670

Figura 145: Azulejo ANTIGO sem junta

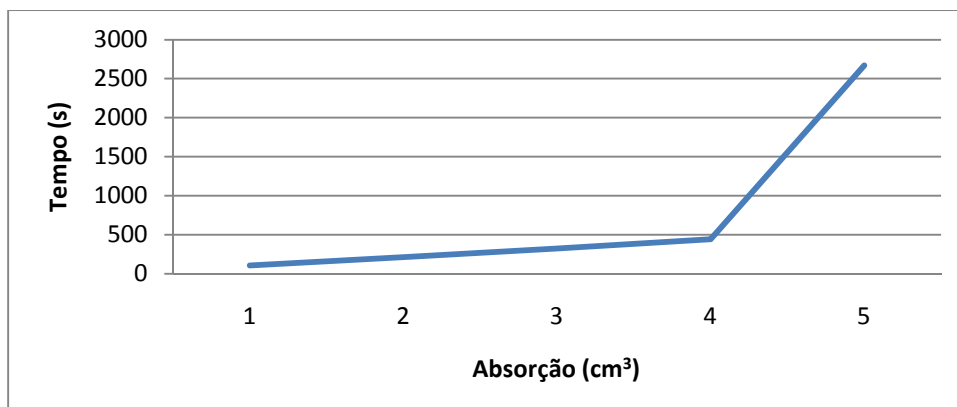


Tabela 85: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	29
2	69
3	118
4	188
5	4512

Figura 146: Azulejo ANTIGO sem junta

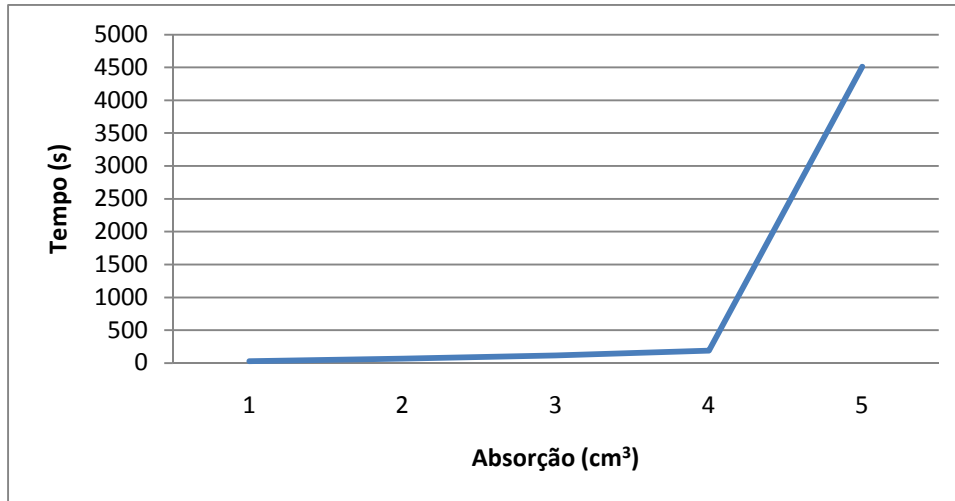


Tabela 86: Azulejo ANTIGO com junta 3+3+3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	6
2	14
3	25
4	42
5	866

Figura 147: Azulejo ANTIGO com junta 3+3+3

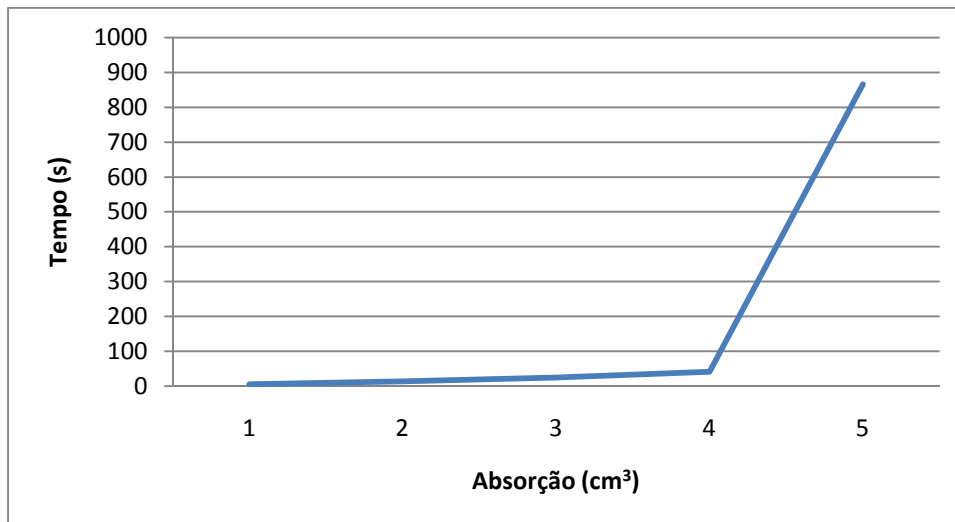


Tabela 87: Azulejo ANTIGO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	8
2	19
3	42
4	50
5	594

Figura 148: Azulejo ANTIGO com junta 4

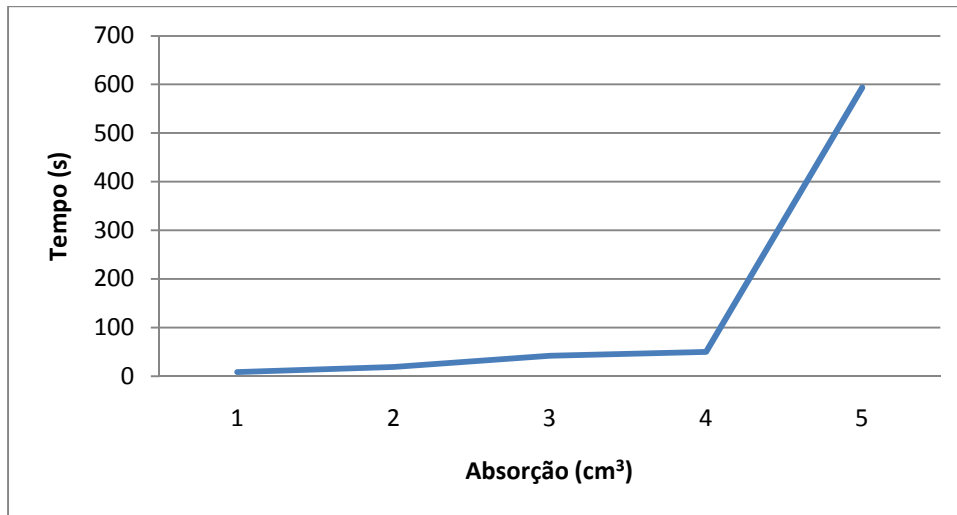
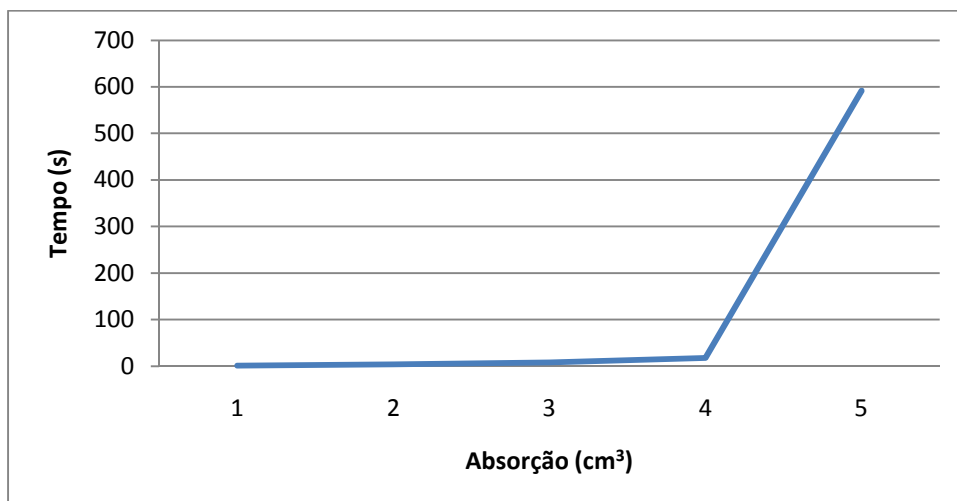


Tabela 88: Azulejo ANTIGO com junta 3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1
2	4
3	8
4	18
5	592

Figura 149: Azulejo ANTIGO com junta 3



➤ **Rua Manuel Arala 10 (RMA10)**

Tabela 89: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	6
2	14
3	23
4	33
5	273

Figura 150: Azulejo ANTIGO sem junta

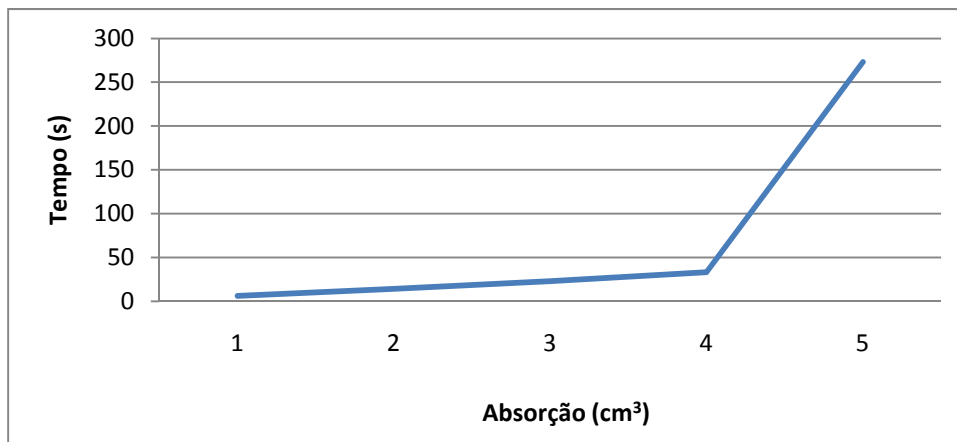


Tabela 90: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	109
2	218
3	359
4	1014
5	4259

Figura 151: Azulejo ANTIGO sem junta

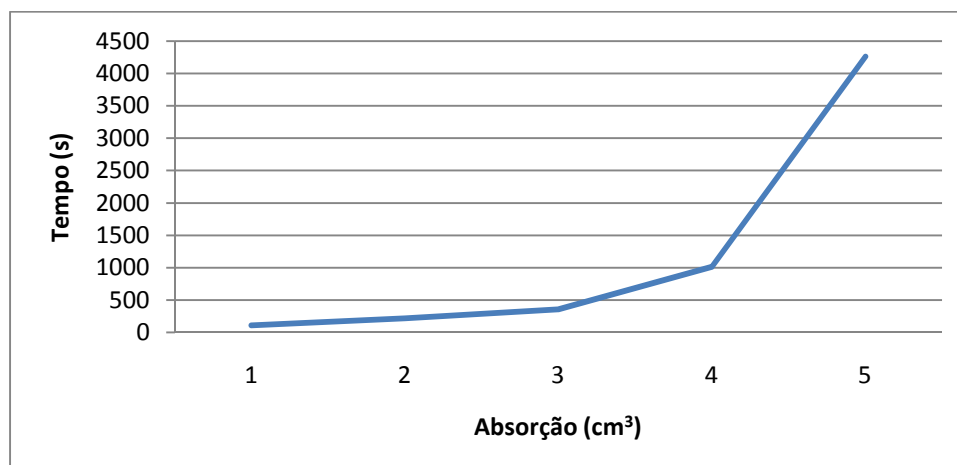


Tabela 91: Azulejo ANTIGO sem junta

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	30
2	72
3	124
4	208
5	6902

Figura 152: Azulejo ANTIGO sem junta

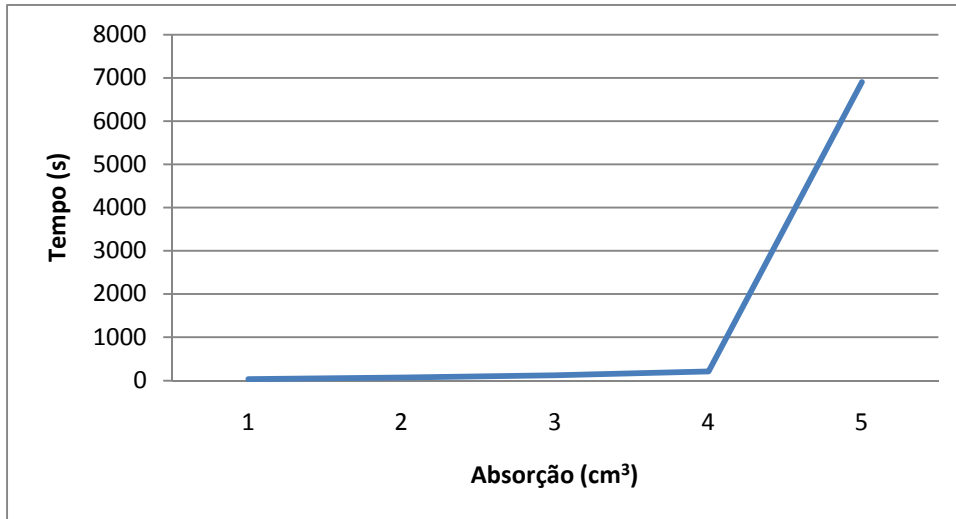


Tabela 92: Azulejo ANTIGO com junta 3+3+3

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	6
2	13
3	22
4	34
5	1087

Figura 153: Azulejo ANTIGO com junta 3+3+3

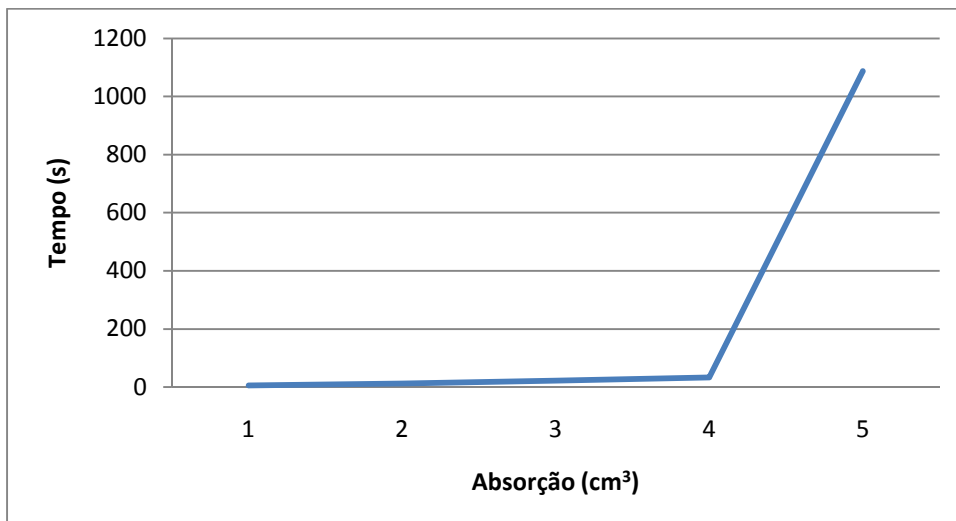


Tabela 93: Azulejo ANTIGO com junta 4

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	9
2	20
3	33
4	74
5	1095

Figura 154: Azulejo ANTIGO com junta 4

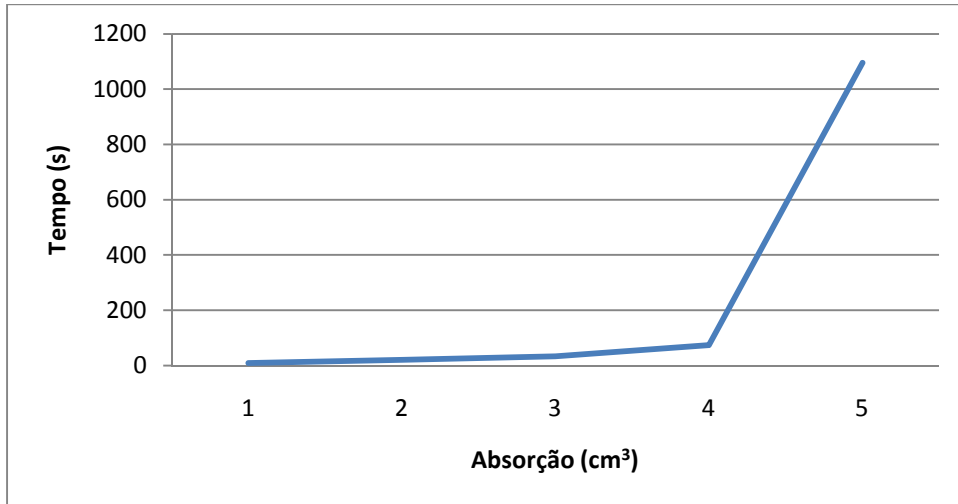
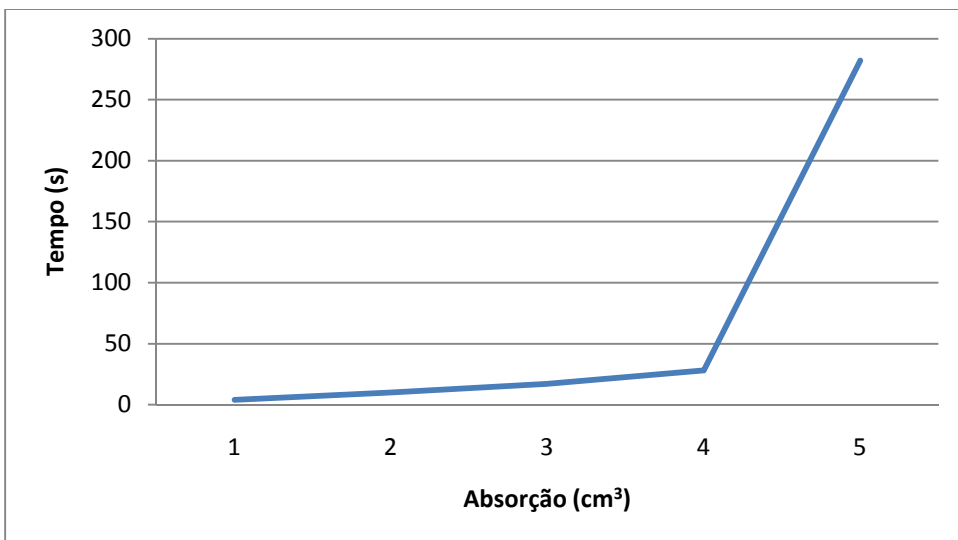


Tabela 94: Azulejo ANTIGO com junta 5

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	4
2	10
3	17
4	28
5	282

Figura 155: Azulejo ANTIGO com junta 5



Anexo III

$t_0 = 6$ dias

Tabela 95: Espaçamento de junta de 4 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1
2	2
3	3
4	4

Figura 156: Espaçamento de junta de 4 mm (junta de cruzamento)

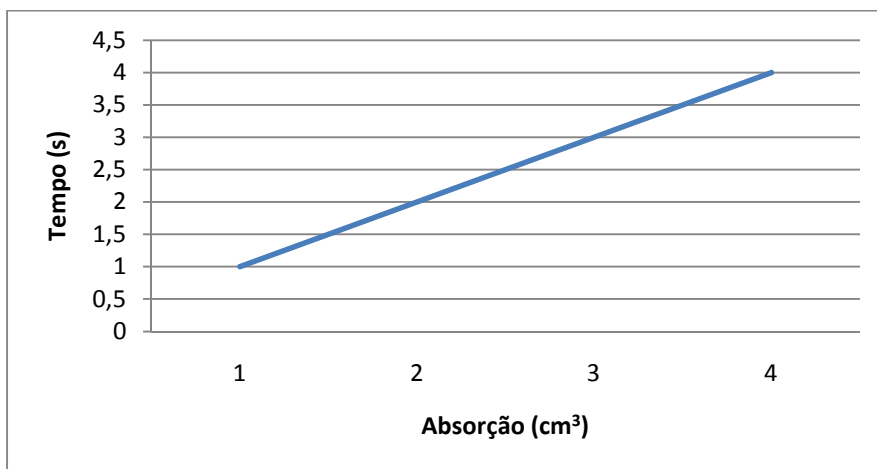


Tabela 96: Espaçamento de junta de 4 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	4
3	7
4	11

Figura 157: Espaçamento de junta de 4 mm (junta linear)

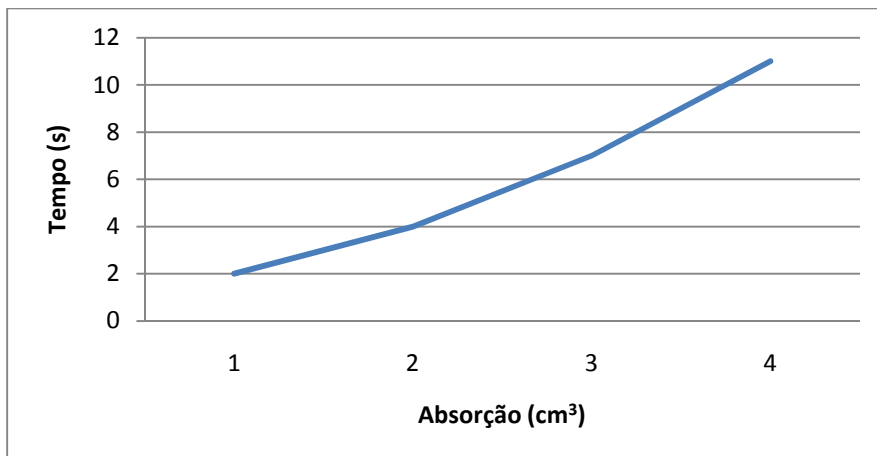


Tabela 97: Espaçamento de junta de 5 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	
2	
3	
4	

Tabela 98: Espaçamento de junta de 5 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	
2	
3	
4	

No presente caso, espaçamento de junta de 5 mm, no ensaio à absorção de água em juntas de azulejos com espaçamento, não foi possível registrar tempos de absorção uma vez que esta era instantânea.

Tabela 99: Espaçamento de junta de 0 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	18
2	38
3	68
4	116

Figura 158: Espaçamento de junta de 0 mm (junta linear)

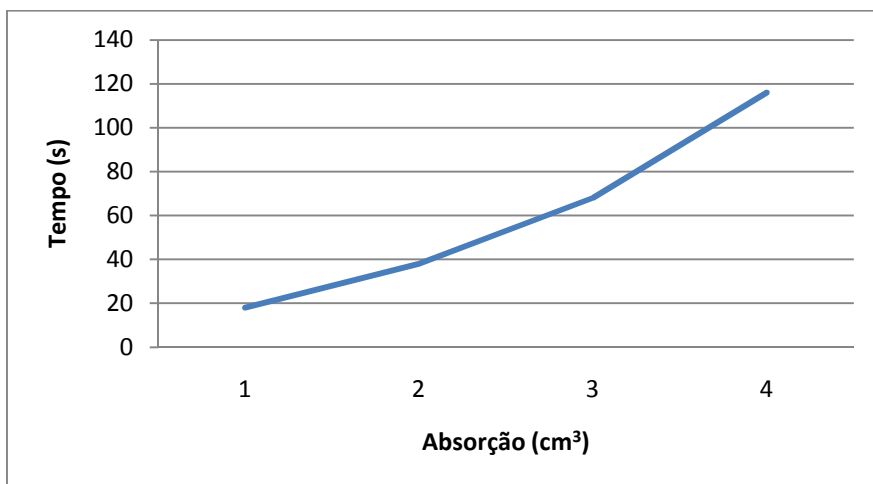


Tabela 100: Espaçamento de junta de 0 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)	
1	7	
2	16	
3	27	
4	42	

Figura 159: Espaçamento de junta de 0 mm em azulejo de relevo (junta linear)

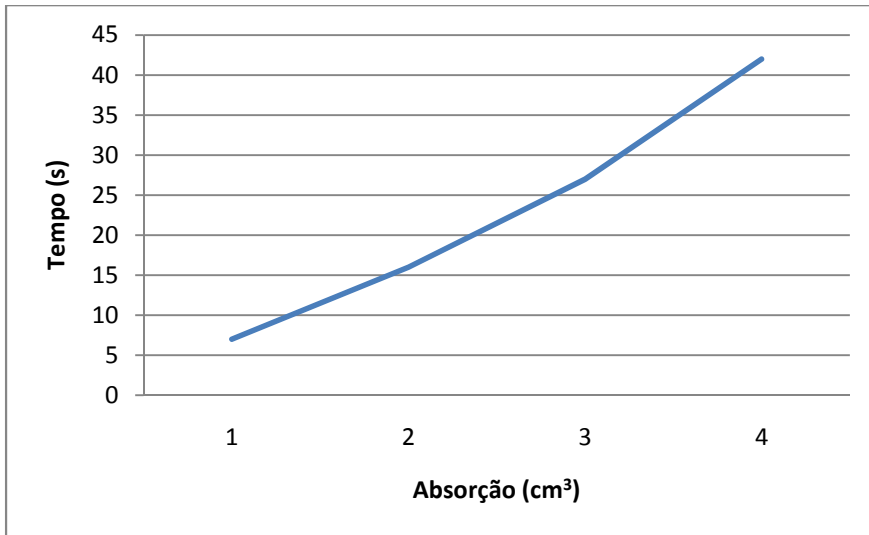


Tabela 101: Espaçamento de junta de 1 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)	
1	3	
2	7	
3	13	
4	20	

Figura 160: Espaçamento de junta de 1 mm em azulejo de relevo (junta linear)

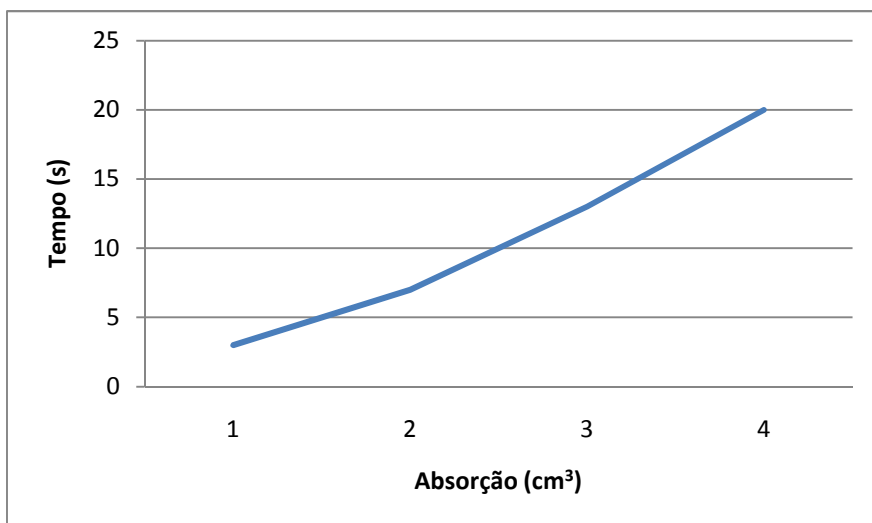


Tabela 102: Espaçamento de junta de 2 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	8
2	20
3	25
4	53

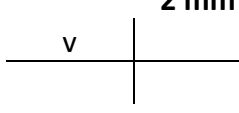


Figura 161: Espaçamento de junta de 2 mm em azulejo de relevo (junta linear)

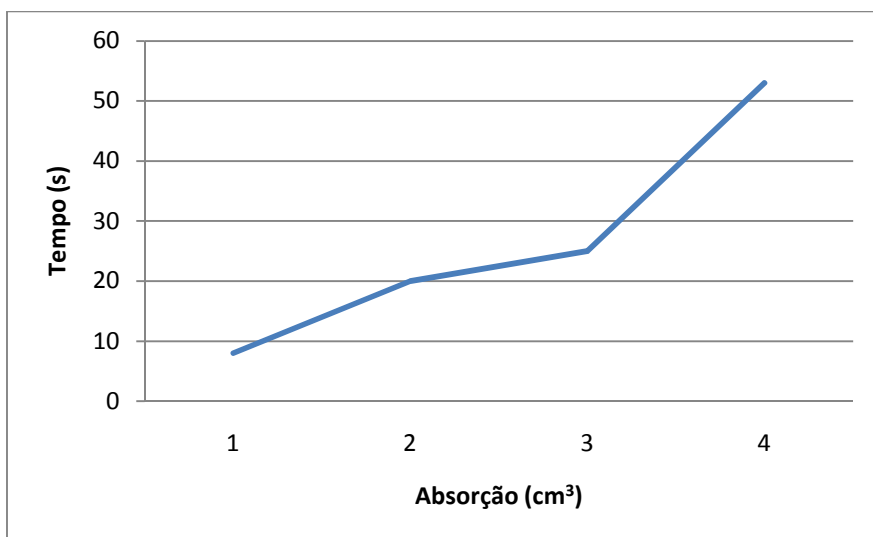


Tabela 103: Espaçamento de junta de 3 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	5
2	12
3	21
4	31

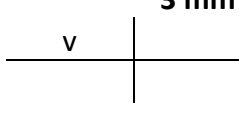
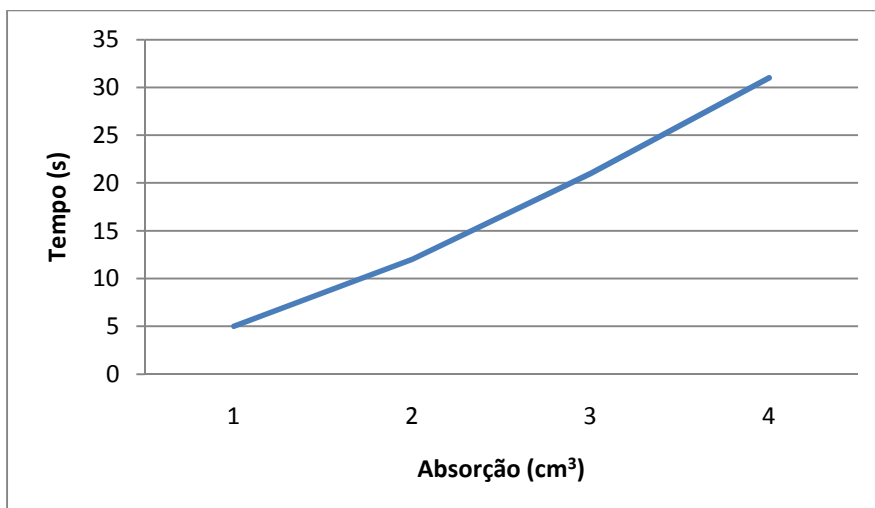


Figura 162: Espaçamento de junta de 3 mm em azulejo de relevo (junta linear)



$t_f = 36$ dias

Tabela 104: Espaçamento de junta de 4 mm (junta de cruzamento)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1
2	2
3	3
4	4

Figura 163: Espaçamento de junta de 4 mm (junta de cruzamento)

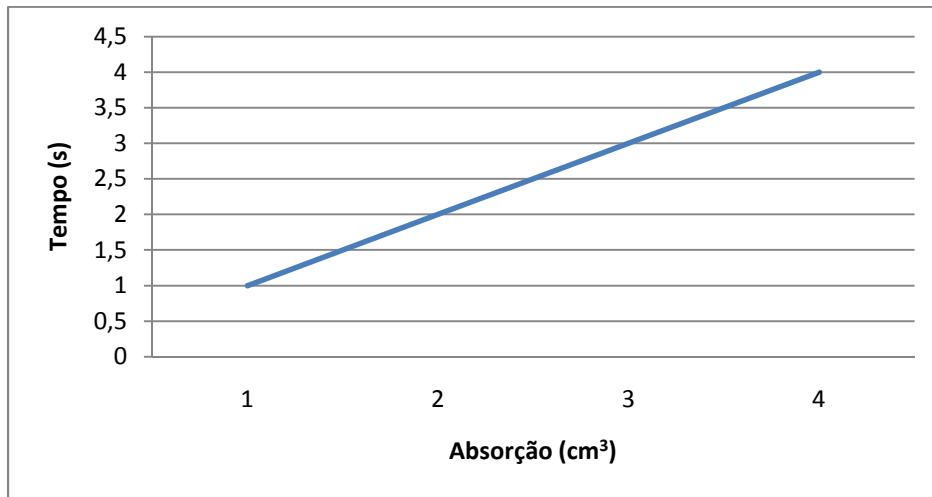


Tabela 105: Espaçamento de junta de 4 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	1
2	2
3	4
4	7

Figura 164: Espaçamento de junta de 4 mm (junta linear)

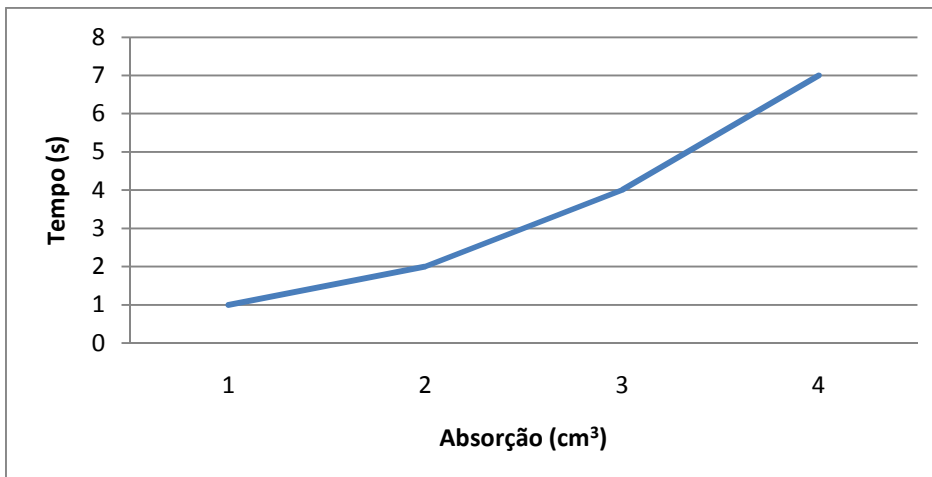


Tabela 106: Espaçamento de junta de 5 mm

Neste caso o resultado foi em tudo idêntico ao descrito no $t_0=0$, ou seja, a absorção de água com juntas de espaçamento 5 mm entre azulejos, é instantânea.

Tabela 107: Espaçamento de junta de 0 mm (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	26
2	61
3	104
4	158

Figura 165: Espaçamento de junta de 0 mm (junta linear)

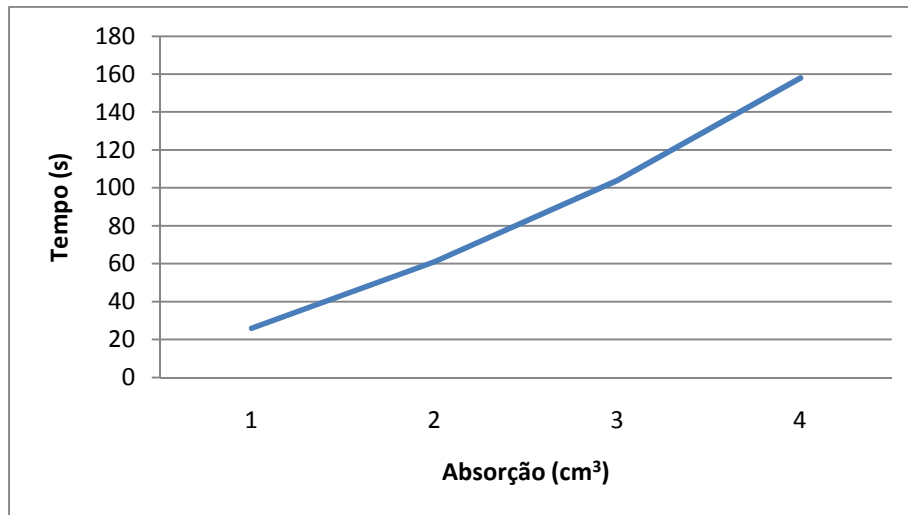


Tabela 108: Espaçamento de junta de 0 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	7
2	17
3	29
4	45

0 mm

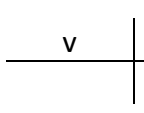


Figura 166: Espaçamento de junta de 0 mm em azulejo de relevo (junta linear)

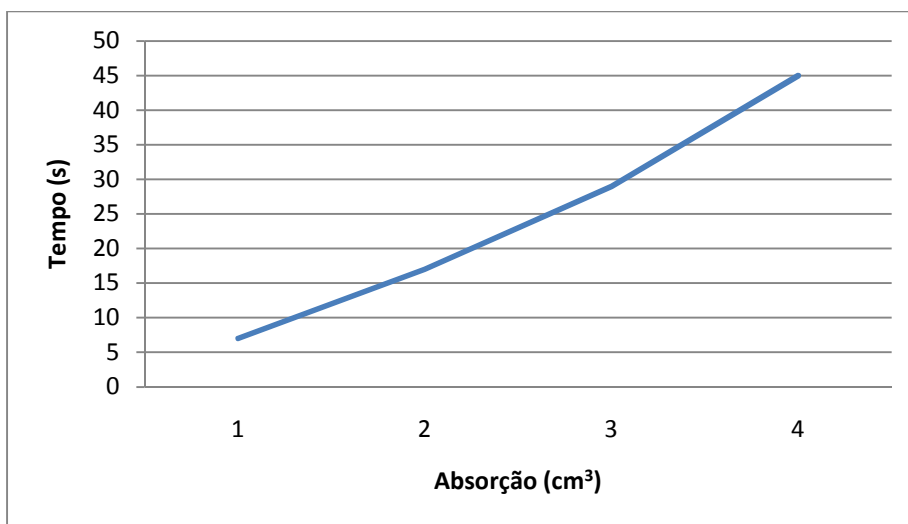


Tabela 109: Espaçamento de junta de 1 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	2
2	5
3	9
4	13

1 mm

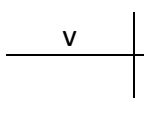


Figura 167: Espaçamento de junta de 1 mm em azulejo de relevo (junta linear)

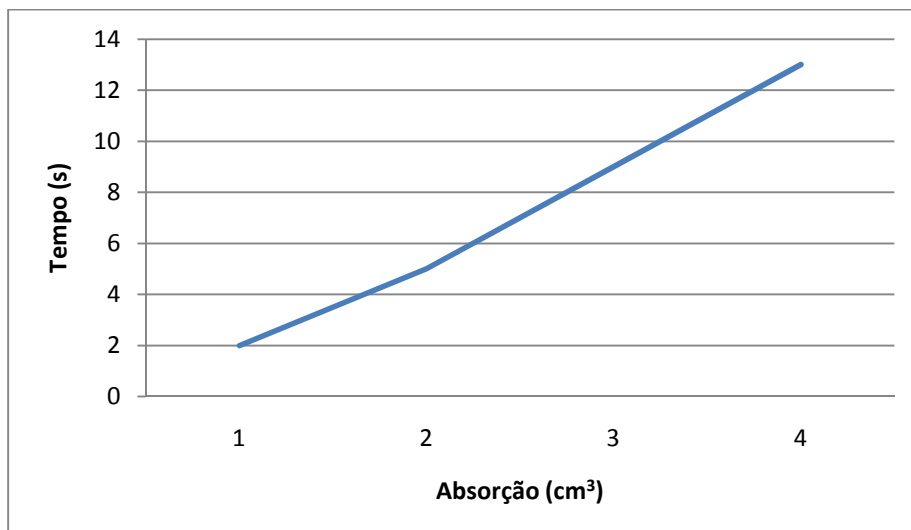
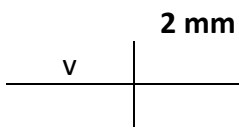


Tabela 110: Espaçamento de junta de 2 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
1	7
2	16
3	27
4	39



2 mm

Figura 168: Espaçamento de junta de 2 mm em azulejo de relevo (junta linear)

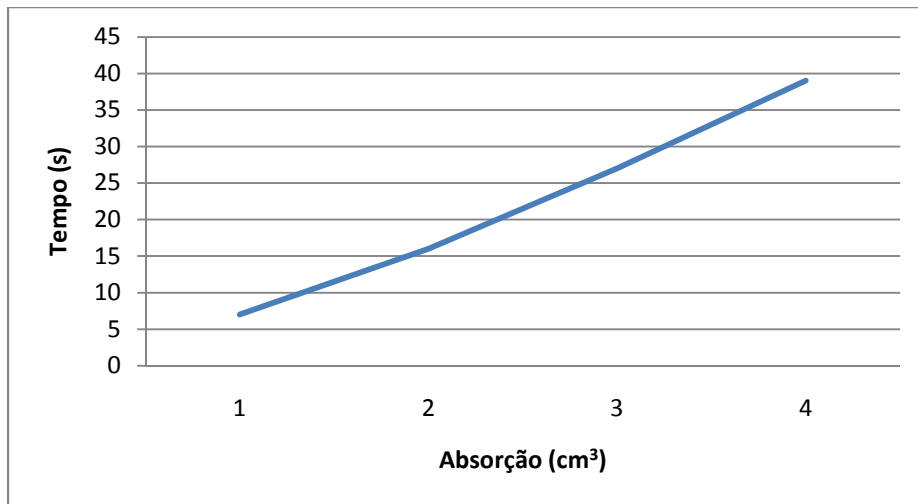
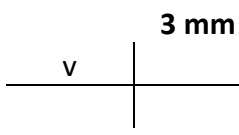


Tabela 111: Espaçamento de junta de 3 mm em azulejo de relevo (junta linear)

Aa (cm ³)	Tempo (s)
2	5
3	11
4	18
4	29



3 mm

Figura 169: Espaçamento de junta de 3 mm em azulejo de relevo (junta linear)

