

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas

Antônio Neves de Carvalho Júnior

AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DOS REVESTIMENTOS  
ARGAMASSADOS: UMA CONTRIBUIÇÃO À IDENTIFICAÇÃO  
DO SISTEMA DE ADERÊNCIA MECÂNICO

Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de  
Minas Gerais

Área de concentração: Tecnologia Mineral  
Orientador: Prof. Paulo Roberto Gomes Brandão

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2005

A Deus,

por tornar tudo possível;

A Jandyra e Antônio,

por tornarem minha vida possível;

A Márcia e Bernardo,

por estarem juntos comigo por toda esta caminhada;

**OFEREÇO ESTA TESE.**

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Paulo Roberto Gomes Brandão, pelos ensinamentos, pelo apoio e pela paciência e respeito às minhas limitações.

Aos colegas do DEMC, pelo suporte neste período, e, em especial ao Prof. Adriano de Paula e Silva (Subchefe do DEMC) e a Isa Maria Marques (Secretária do DEMC) pelo apoio administrativo que tanto utilizei nos momentos em que era impossível estar em dois lugares ao mesmo tempo.

A IMAR – Indústria Mineira de Argamassas Ltda., na pessoa de seu Diretor Antônio Carlos Pena Pereira (por meio do qual agradeço a todos os demais membros da empresa), pelo apoio incondicional para que este trabalho pudesse ser realizado.

Ao Engenheiro João Marcelo Couri de Freitas, meu braço direito neste trabalho, sem o qual, com certeza, esta página (além de todas as demais) não estaria sendo lida agora.

Aos Professores Dagoberto Brandão Santos, Maria Teresa Paulino Aguiar e Abdias Magalhães Gomes, pelo apoio laboratorial, fundamental para realização dos diversos ensaios presentes neste trabalho.

Aos Coordenadores de laboratório/laboratoristas/funcionários/bolsistas Ciro José de Moura, Antônio Carlos Machado, Ricardo Antônio Barbosa, Sandra Cristina Teixeira, Patrícia Mara Trigueiro, Camila Pontes Pena, Rita de Cássia Buzato Malafatte, Isabel de Souza Batista Carvalho, Daniela Alves de Freitas, Gilcilaine Ramos Cunha, José Roberto dos Santos, Roberto Couceiro Lois e Marco Aurélio Araújo Moraes, pela boa vontade e disposição na extração, preparo de amostras e realização dos testes.

Aos operários Adilso Venâncio da Silva, Jovino Ricardo Souza e Luciano Almeida Braga, pela boa vontade e disposição na realização dos painéis de alvenaria, confecção e aplicação do revestimento argamassado, bem como pelo preparo de amostras.

A CERÂMICA BRAÚNAS LTDA., na pessoa de seu Diretor Mauro Raso Assumpção (por meio do qual agradeço a todos os demais membros da empresa) pela doação dos blocos cerâmicos utilizados neste trabalho.

Ao SIPROCIMG, na pessoa de seu Presidente, meu amigo e mais uma vez citado, Antônio Carlos Pena Pereira, pela doação dos blocos de concreto utilizados neste trabalho.

A Eng<sup>a</sup> Ana Lúcia Costa Ferreira e ao Economista João Geraldo Corrêa Didier pela doação respectivamente das resinas e fibras utilizadas neste trabalho.

Ao meu concunhado e amigo Cláudio Fonseca de Freitas, pela doação da colônia de fungos *Aspergillus niger*, que mesmo não sendo utilizada até as conclusões do trabalho, foi uma etapa importante do desenvolvimento experimental (extensivo aos funcionários da FUNED responsáveis pelo desenvolvimento da colônia de fungos).

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1. Materiais .....	4
3.1.1. Alvenaria .....	4
3.1.1.1. Bloco cerâmico.....	4
3.1.1.2. Bloco de concreto .....	4
3.1.1.3. Argamassa de assentamento da alvenaria .....	5
3.1.2. Principais constituintes do revestimento .....	5
3.1.2.1. Principais aglomerantes .....	5
3.1.2.1.1. Cimento.....	5
3.1.2.1.2. Cal.....	10
3.1.2.2. Principais agregados .....	12
3.1.2.3. Principais adições .....	16
3.1.2.4. Principais aditivos.....	18
3.1.2.5. Principais características da água de amassamento .....	22
3.1.3. Identificação segundo a forma de preparo ou fornecimento da argamassa.....	24
3.1.3.1. Argamassa preparada na obra.....	24
3.1.3.2. Mistura semi-pronta para argamassa .....	24
3.1.3.3. Argamassa industrializada (ensacada).....	24
3.1.3.4. Argamassa dosada em central.....	25
3.2. Técnicas para confecção e aplicação dos revestimentos argamassados .....	26
3.2.1. Preparação da argamassa.....	26
3.2.2. Preparação da base de revestimento.....	28
3.2.3. Aplicação da argamassa de revestimento.....	31
3.2.4. Exemplos de traços de argamassas .....	35
3.3. Sistemas de aderência da argamassa à base.....	36
3.3.1. Sistema de aderência mecânico.....	36
3.3.2. Sistema de aderência químico.....	45
3.4. Métodos de investigação e análise microestrutural .....	46
3.4.1. Análise utilizando-se microscópio eletrônico de varredura (MEV) .....	46
3.4.2. Análise utilizando-se microanalisador EDS.....	49
3.4.3. Análise utilizando-se difração de raios-X (DRX).....	51
3.4.4. Análise utilizando-se fluorescência de raios-X (FRX) .....	53
4. METODOLOGIA .....	58
4.1. Seleção dos materiais, composição das argamassas e variação das bases.....	58
4.1.1. Componentes da alvenaria (bloco cerâmico, bloco de concreto e argamassa de assentamento da alvenaria).....	58
4.1.2. Cimento .....	58
4.1.3. Cal .....	58
4.1.4. Areia.....	59
4.1.5. Aditivos adesivos .....	59
4.1.6. Fibras.....	59

4.1.7. Combinações de traços, materiais e preparo de base .....	60
4.2. Execução dos painéis de alvenaria (painéis teste) .....	64
4.3. Aplicação das argamassas de revestimento nos painéis teste .....	67
4.4. Ensaios de caracterização dos blocos .....	69
4.4.1. Absorção de água do bloco cerâmico .....	69
4.4.2. IRA (Initial rate of absorption – ensaio de absorção inicial) do bloco cerâmico .....	70
4.4.3. Absorção de água do bloco de concreto .....	70
4.5. Ensaios de caracterização da argamassa no estado fresco .....	71
4.5.1. Consistência .....	71
4.5.2. Retenção de água .....	71
4.5.3. Massa específica e ar incorporado .....	73
4.6. Ensaios de caracterização da argamassa no estado endurecido .....	74
4.6.1. Resistência à compressão .....	74
4.6.2. Resistência à tração na flexão .....	75
4.6.3. Módulo de elasticidade dinâmico .....	76
4.6.4. Retração por secagem .....	80
4.7. Ensaios de caracterização da argamassa aplicada sobre a base .....	82
4.7.1. Resistência de aderência à tração .....	82
4.7.2. Permeabilidade à água .....	83
4.8. Avaliações microestruturais .....	84
4.8.1. Análise utilizando-se microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microanalisador EDS .....	84
4.8.2. Análise utilizando-se a difração de raios-X (DRX) .....	86
4.8.3. Análise utilizando-se a fluorescência de raios-X (FRX) .....	87
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	92
5.1. Resultados dos ensaios de caracterização do bloco cerâmico .....	92
5.1.1. Absorção de água .....	92
5.1.2. IRA (Initial rate of absorption – Ensaio de absorção inicial) .....	94
5.2. Resultados dos ensaios de caracterização do bloco de concreto .....	96
5.2.1. Absorção de água .....	96
5.2.2. Adaptação do ensaio (IRA – Initial rate of absorption – Ensaio de absorção inicial) ao bloco de concreto .....	97
5.3. Resultados dos ensaios de caracterização dos aglomerantes .....	98
5.3.1. Ensaios de caracterização do cimento .....	98
5.3.2. Ensaios de caracterização da cal .....	100
5.4. Resultados dos ensaios de caracterização dos agregados .....	101
5.4.1. Ensaios de caracterização da areia .....	101
5.5. Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa no estado plástico .....	102
5.5.1. Consistência .....	102
5.5.2. Retenção de água .....	104
5.5.3. Massa específica .....	105
5.5.4. Teor de ar incorporado .....	105
5.6. Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa no estado endurecido .....	106
5.6.1. Resistência à compressão .....	106
5.6.2. Resistência à tração na flexão .....	107
5.6.3. Módulo de Elasticidade dinâmico .....	108

5.6.4. Retração por secagem .....	110
5.7. Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa aplicada sobre a base. 111	
5.7.1. Resistência de aderência à tração da argamassa segundo a NBR 13528 (1996).....	111
5.7.3. Permeabilidade à água.....	114
5.8. Resultados das análises de caracterização microestrutural.....	119
5.8.1. Análise utilizando-se o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e o microanalisador EDS .....	119
5.8.2. Análise utilizando-se a difração de raios-X (DRX).....	137
5.8.3. Análise utilizando-se a fluorescência de raios-X (FRX) .....	140
5.9. Combinação dos resultados .....	166
6. CONCLUSÕES .....	167
7. CONTRIBUIÇÕES ORIGINAIS AO CONHECIMENTO .....	168
8. RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS .....	169
9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	170
ANEXO I – Observações a respeito dos procedimentos de aplicação das argamassas nos painéis de alvenaria.....	180
ANEXO II – Planilha dos valores de módulo de elasticidade das argamassas .....	228
ANEXO III – Planilhas dos testes de resistência de aderência à tração .....	229
ANEXO IV – Imagem do espectro e resultados gerados pelo programa de computador na análise realizada no microanalisador EDS (exemplo: ponto 1 da fotomicrografia apresentada na figura 5.4).....	277
ANEXO V – Mapas de concentração dos elementos Al, Si, S e Ca .....	278
ANEXO VI – Planilhas de cálculos das profundidades de lixamentos e das análises realizadas pela FRX .....	284
ANEXO VII – Combinação de resultados.....	293
ANEXO VIII – Visualização, através de lupa estereoscópica, das amostras utilizadas nas avaliações microestruturais .....	302
ANEXO IX – Principais Normas da ABNT pertinentes ao assunto abordado.....	304

**LISTA DE FIGURAS:**

Figura 3.1 – Telamento utilizado no encontro de viga diagonal com alvenaria. ....	30
Figura 3.2 – Telamento de encontro alvenaria de platibanda com estrutura (seção transversal). ....	30
Figura 3.4 - Processos ocorridos durante o desenvolvimento do sistema de aderência mecânico (SUGO et al., 2001). ....	42
Figura 3.5 – Processos de interação possíveis durante a incidência de um feixe de elétrons em uma amostra sólida (BRANDÃO, 1997). ....	47
Figura 3.6 – Principais constituintes do EDS (em conjunto com feixe de elétrons incidentes e raios-X emitidos pela amostra) (BRANDÃO, 2001). ....	50
Figura 3.7 – Difração de raios-X por um cristal (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985). ....	52
Figura 3.8 – Espectro típico obtido através da análise pela FRX de uma amostra de chumbo (AMPTEK INC., 2005). ....	54
Figura 3.9 – Um elétron no orbital K é lançado para fora do átomo pela ação externa de uma excitação de raios-X primários criando uma vacância (AMPTEK INC., 2005). ....	56
Figura 3.10 – Um elétron do orbital L ou M “salta” para preencher a vacância. Neste processo são emitidos raios-X característicos originais para este elemento, que por sua vez produz a vacância no orbital L ou M (AMPTEK INC., 2005). ....	56
Figura 3.11 – Quando a vacância é criada no orbital L, seja pela excitação primária dos raios-X, seja pelo evento precedente, um elétron do orbital M ou N “salta” para ocupar a vacância. Neste processo são emitidos raios-X característicos originais para este elemento, que por sua vez produz a vacância no orbital M ou N (AMPTEK INC., 2005). ....	57



Figura 3.12 – Elétron Auger: ocorre quando a energia de excitação de um átomo interno é transferida para um dos elétrons exteriores fazendo com que este elétron seja emitido para fora do átomo (AMPTEK INC., 2005).....	57
Figura 4.1 – Croquis dos painéis de alvenaria executados. ....	60
Figura 4.2 – Painéis teste em bloco cerâmico.....	65
Figura 4.3 – Painéis teste em bloco de concreto.....	65
Figura 4.4 – Mistura da argamassa industrializada na argamassadeira. ....	67
Figura 4.5 – Aplicação da argamassa sobre painel de alvenaria. ....	68
Figura 4.6 – Operário sarrafeando a argamassa.....	68
Figura 4.7 – Desempenamento com desempenadeira de madeira.....	69
Figura 4.8 – Realização do ensaio de tração na flexão na prensa INSTRON. ....	75
Figura 4.9 – Realização de teste de resistência de aderência com equipamento digital.....	82
Figura 4.10 – Realização de leitura do ensaio no pescoço graduado do cachimbo.....	83
Figura 4.11 – Amostras após redução com serra manual (metalizadas e não metalizadas), com aproximadamente 30mm de comprimento, 24mm de largura e 14mm de altura.....	84
Figura 4.12 – Separação da amostra entre o revestimento argamassado e o bloco cerâmico.....	85
Figura 4.13 – Superfície do bloco cerâmico da amostra (para análise no MEV) após a retirada do revestimento argamassado. ....	85
Figura 4.14 – CP a ser lixado.....	88
Figura 4.15 – Local da retirada das amostras por lixamento (abrasão superficial). ....	88
Figura 4.16 – Face do substrato cerâmico a ser lixada (obtida após a retirada da argamassa de revestimento).....	88
Figura 4.17 – Lixamento da superfície da amostra.....	89
Figura 4.18 – Material proveniente do lixamento da amostra. ....	89

Figura 5.1 – Evolução da permeabilidade no reboco pronto. ....	115
Figura 5.2 – Evolução da permeabilidade na argamassa 1:6 (cimento/areia). ....	116
Figura 5.3 – Evolução da permeabilidade na argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia).....	117
Figura 5.4 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (vista de topo do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – tal como pode ser visualizado na figura 4.13 – série 1.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES....	119
Figura 5.5 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo à interface com o reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES.....	121
Figura 5.6 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo à interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES.....	122
Figura 5.7 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo a interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES. ....	123
Figura 5.8 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo a interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES. ....	124
Figura 5.9 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo a interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES. ....	125
Figura 5.10 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES. ....	126
Figura 5.11 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES.....	127
Figura 5.12 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.3 bloco cerâmico com pulverulência). MEV-IES.....	128

Figura 5.13 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.5. bloco cerâmico com gordura). MEV-IES. ....	129
Figura 5.14 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (seção transversal – série 2.1. bloco cerâmico umedecido). MEV-IES. ....	130
Figura 5.15 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (seção transversal – série 2.3 bloco cerâmico com pulverulência). MEV-IES. ....	131
Figura 5.16 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (seção transversal – série 2.5. bloco cerâmico com gordura). MEV-IES. ....	132
Figura 5.17 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (seção transversal – série 3.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES. ....	133
Figura 5.18 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (seção transversal – série 3.3 bloco cerâmico com pulverulência). MEV-IES. ....	134
Figura 5.19 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (seção transversal – série 3.5 bloco cerâmico com gordura). MEV-IES. ....	135
Figura 5.20 – Fotomicrografia do bloco cerâmico puro. MEV-IES. ....	136
Figura 5.21 – Difratoograma de raios-X da amostra oriunda da argamassa 1:1:6 (cimento, cal e areia) após passagem pela peneira 0,106mm (C: calcita, P: portlandita e Q: quartzo). ....	138
Figura 5.22 – Difratoograma de raios-X da amostra oriunda da argamassa 1:1:6 (cimento, cal e areia) após passagem pela peneira 0,053mm (C: calcita, P: portlandita e Q: quartzo). ....	139

Figura 5.23 – Relação Ca/Si versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).....	141
Figura 5.24 – Relação Ca/Al versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5). ....	142
Figura 5.25 – Relação Ca/Fe versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5). ....	143
Figura 5.26 – Relação Ca/S versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).....	144
Figura 5.27 – Relação Ca/Ti versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5). ....	145
Figura 5.28 – Relação Ca/K versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5). ....	146
Figura 5.29 – Relação Ca/Si versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5). ....	149
Figura 5.30 – Relação Ca/Al versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5). ....	150
Figura 5.31 – Relação Ca/Fe versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5). ....	151
Figura 5.32 – Relação Ca/S versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5). ....	152
Figura 5.33 – Relação Ca/Ti versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5). ....	153
Figura 5.34 – Relação Ca/K versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5). ....	154
Figura 5.35 – Relação Ca/Si versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).....	158

Figura 5.36 – Relação Ca/Al versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).....	159
Figura 5.37 – Relação Ca/Fe versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).....	160
Figura 5.38 – Relação Ca/S versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).....	161
Figura 5.39 – Relação Ca/Ti versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).....	162
Figura 5.40 – Relação Ca/K versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).....	163

**LISTA DE TABELAS:**

Tabela III.1 – Características dos principais componentes do clínquer Portland (SILVA, 1998).....	6
Tabela III.2 – Tipos de cimento Portland em função de suas composições (ABCP, 2002).....	8
Tabela III.3 – Variação das propriedades com origem na variação do aglomerante cal (argamassa de cimento, cal e areia) (SABBATINI, 1981).....	11
Tabela III.4 – Influência das características granulométricas das areias nas propriedades das argamassas de assentamento (SABBATINI, 1998)	14
Tabela III.5 – Resumo dos resultados de resistência de aderência do chapisco (CAVANI & OLIVEIRA, 2002).....	32
Tabela III.6 – Sugestões de traços de argamassas (CARVALHO JR., 1999).....	36
Tabela IV.1 – Argamassa industrializada – Reboco Pronto – Série 1 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco cerâmico.....	61
Tabela IV.2 – Argamassa traço 1:6 – cimento e areia – Série 2 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco cerâmico.....	61
Tabela IV.3 – Argamassa traço 1:1:6 – cimento, cal e areia – Série 3 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco cerâmico.....	62
Tabela IV.4 – Argamassa industrializada – Reboco Pronto – Série 4 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco de concreto.....	62
Tabela IV.5 – Argamassa traço 1:6 – cimento e areia – Série 5 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco de concreto.....	63
Tabela IV.6 – Argamassa traço 1:1:6 – cimento, cal e areia – Série 6 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco de concreto.....	63
Tabela IV.7 – Potencial de fissuração das argamassas (CSTB, 1982).....	79
Tabela IV.8 – Parâmetros de ensaio para avaliação da retração por secagem.....	81
Tabela V.1 – Absorção de água do bloco cerâmico segundo NBR 8947 (1985).....	92

Tabela V.2 – IRA do bloco cerâmico segundo norma ASTM C67-97 (1997).....	94
Tabela V.3 – Absorção de água do bloco de concreto segundo MB 3459 (1991) .....	96
Tabela V.4 – IRA do bloco de concreto (adaptado segundo norma ASTM C67-97, 1997) .....	97
Tabela V.5 – Ensaio de caracterização do cimento no período 08/01/2004 a 11/03/2004 (fonte: fabricante do cimento) .....	99
Tabela V.6 – Ensaio de caracterização da cal .....	100
Tabela V.7 – Resultados da análise granulométrica da areia. ....	101
Tabela V.8 – Índice de consistência padrão segundo NBR 13276 (2002) .....	102
Tabela V.9 – Limites de consistência segundo finalidade das argamassas (FERREIRA et al., 1996).....	103
Tabela V.10 – Retenção de água segundo NBR 13277 (1995) .....	104
Tabela V.11 – Massa específica segundo NBR 13278 (1995) .....	105
Tabela V.12 – Teor de ar incorporado segundo NBR 13278 (1995).....	105
Tabela V.13 – Resistência à compressão segundo NBR 13279 (1995).....	106
Tabela V.14 – Resistência à tração na flexão .....	107
Tabela V.15 – Módulo de elasticidade dinâmico obtido através de frequência ressonante.....	108
Tabela V.16 – Retração por secagem segundo NBR 8490 (1984) .....	110
Tabela V.17 – Resistência de aderência à tração segundo NBR 13528 (1996).....	111
Tabela V.18 – Limites de resistência de aderência à tração segundo NBR 13749 (1996).....	114
Tabela V.19 – Medidas de permeabilidade no reboco pronto segundo o CSTC (1982).....	115
Tabela V.20 – Medidas de permeabilidade na argamassa 1:6 (cimento/areia) segundo o CSTC (1982) .....	116

Tabela V.21 – Medidas de permeabilidade na argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia) segundo o CSTC (1982) .....	117
Tabela V.22 – Maior valor da permeabilidade à água “in situ” segundo o CSTC (1982).....	118
Tabela V.23 – Microanálises EDS, pontos 1 e 2 da figura 5.4.....	119
Tabela V.24 – Microanálises EDS, pontos 1, 2 e 3 da figura 5.5.....	121
Tabela V.25 – Microanálises EDS, pontos 1, 2 e 3 da figura 5.6.....	122
Tabela V.26 – Microanálise EDS, ponto 1 da figura 5.7.....	123
Tabela V.27 – Microanálise EDS, ponto 1 da figura 5.8.....	124
Tabela V.28 – Microanálise EDS, ponto 1 da figura 5.9.....	125
Tabela V.29 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.10.....	126
Tabela V.30 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.11.....	127
Tabela V.31 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.12.....	128
Tabela V.32 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.13.....	129
Tabela V.33 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.14.....	130
Tabela V.34 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.15.....	131
Tabela V.35 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.16.....	132
Tabela V.36 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.17.....	133
Tabela V.37 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.18.....	134
Tabela V.38 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.19.....	135
Tabela V.39 – Microanálises EDS, pontos 1, 2 e 3 da figura 5.20.....	136



**LISTA DE NOTAÇÕES:**

## ALFABETO LATINO

- . A: leitura efetuada numa idade qualquer
- . B: leitura efetuada após a desforma
- .  $C_1$ : constante dependente diretamente da tensão superficial e da densidade da água e inversamente proporcional à sua viscosidade dinâmica
- . d: distância interplanar em difração de raios-X
- . E: módulo de elasticidade dinâmico
- . F: frequência de ressonância
- . g: aceleração da gravidade
- . L: comprimento do CP
- . N: número de poros capilares na superfície analisada
- . P: peso volumétrico
- . R: raio médio do conjunto de poros capilares
- . t: tempo decorrido desde o contato da unidade com a água

## ALFABETO GREGO

- .  $\frac{\Delta l}{l}$ : retração
- .  $\gamma_{arg}$ : massa específica da argamassa
- .  $\epsilon$ : expansão (se +) ou retração (se -) por secagem
- .  $\lambda$ : lambda
- . v: velocidade de propagação do som
- .  $\rho$ : massa específica
- .  $\sum$ : somatório
- .  $\theta$ : teta

## ABREVIATURAS

- . ABCP: Associação Brasileira de Cimento Portland
- . ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- . Af: área da face de revestimento do componente
- . AF: fator água/argamassa fresca
- . ASTM: American Society for Testing and Materials
- . CH-I: cal hidratada tipo um
- . CIARE: Curso Intensivo sobre Argamassas de Assentamento e Revestimento
- . CP: corpo de prova
- . CP I: cimento Portland comum
- . CP I – S: cimento Portland com adição
- . CP II: cimento Portland composto
- . CP II – E: cimento Portland com escória
- . CP II-E-32: cimento Portland com escória e classe de resistência de 32 MPa
- . CP II – Z: cimento Portland com pozolana
- . CP II – F: cimento Portland com filler
- . CP III: cimento Portland de Alto-Forno
- . CP IV: cimento Portland Pozolânico
- . CP V: cimento Portland de Alta Resistência Inicial
- . CP V ARI–RS: cimento Portland de alta resistência inicial e resistente a sulfatos
- . CPGEM: Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas
- . CSH: silicato de cálcio hidratado
- . CSTB: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- . CSTC: Centre Scientifique et Technique de la Construction
- . DRX: difração de raios-X
- .  $E$ : módulo de Young
- .  $E_d$ : módulo de elasticidade dinâmico
- .  $\underline{E}_d$ : correlação entre módulo de elasticidade dinâmico e resistência a tração na flexão  $f_t$
- . EDS: energy dispersive spectrometer (espectrômetro dispersivo em energia)
- . EE.UFMG: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais
- . FRX: espectrometria de fluorescência de raios-X

- . ICDD: International Center for Diffraction Data
- . IES: imagem de elétrons secundários no MEV
- . INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
- . IRA: initial rate of absorption – ensaio de absorção inicial
- . LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil
- .  $m_1$ : massa do corpo de prova seco
- .  $m_2$ : massa do corpo de prova em estado saturado em água
- . MO: microscopia ótica
- . MET: microscopia eletrônica de transmissão
- . MEV: microscópio eletrônico de varredura (ou microscopia eletrônica de varredura)
- .  $M_f$ : massa do conjunto de discos molhados de papel filtro
- .  $M_f$ : massa final do componente
- .  $M_m$ : massa do molde vazio
- .  $M_{ma}$ : massa do molde cheio de argamassa
- .  $M_{se}$ : massa do componente após secagem em estufa
- .  $M_{se}$ : massa do conjunto de discos secos
- .  $M_w$ : massa total de água acrescentada a mistura
- . NBR: Norma Brasileira
- . PVA: acetato de polivinila
- . PVC: cloreto de polivinila
- .  $R_a$ : retenção de água
- . relação a/c: relação água/cimento
- .  $r_0$ : distância de equilíbrio
- . SBR: estireno-butadieno
- .  $S_0$ : constante elástica da ligação
- . UR: umidade relativa
- .  $V_m$ : volume do molde
- . EDXRF: energy dispersive X-ray fluorescence

## UNIDADES

- . Å: angstrom
- . cal/g: caloria por grama
- . cm<sup>2</sup>: centímetro quadrado
- . cm<sup>3</sup>: centímetro cúbico
- . dm<sup>3</sup>: decímetro cúbico
- . eV: elétron-volt
- . g: grama
- . g/cm<sup>2</sup>: grama por centímetro quadrado
- . g/dm<sup>3</sup>: grama por decímetro cúbico
- . keV: quiloelétron-Volt
- . kgf/cm<sup>2</sup>: quilograma força por centímetro quadrado
- . km/h: quilômetro por hora
- . m: metro
- . m<sup>2</sup>: metro quadrado
- . m/s<sup>2</sup>: metro por segundo ao quadrado
- . m<sup>3</sup>/s: metro cúbico por segundo
- . mm: milímetro
- . mm/m: milímetro por metro
- . N: newton
- . nm: nanometro
- . N/mm<sup>2</sup>: newton por milímetro quadrado
- . N/m<sup>3</sup>: newton por metro cúbico
- . MPa: megapascal
- . torr: unidade de vácuo
- . µm: micrometro
- . #: mesh (malha de peneira)

## SÍMBOLOS E COMPOSTOS QUÍMICOS

- .  $\text{Al}_2\text{O}_3$ : alumina
- .  $\text{AlO}_4^-$ : íon aluminato
- .  $\text{Ca}^{2+}$ : íon cálcio
- .  $\text{CaCO}_3$ : carbonato de cálcio (calcita)
- .  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ : carbonato de cálcio e magnésio (dolomita)
- .  $\text{CaO}$ : óxido de cálcio
- .  $\text{CaO}$  (ou C): cal livre
- .  $2\text{CaO}.\text{SiO}_2$  (ou  $\text{C}_2\text{S}$ ): silicato dicálcico
- .  $3\text{CaO}.\text{SiO}_2$  (ou  $\text{C}_3\text{S}$ ): silicato tricálcico
- .  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$  (ou  $\text{C}_3\text{A}$ ): aluminato tricálcico
- .  $3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.3\text{CaSO}_4.32\text{H}_2\text{O}$ : trissulfo-aluminato de cálcio hidratado (ou etringita)
- .  $4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$  (ou  $\text{C}_4\text{AF}$ ): ferro-aluminato tetracálcico
- .  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ : hidróxido de cálcio (portlandita)
- .  $\text{CO}_2$ : gás carbônico
- . CSH: silicato de cálcio hidratado
- .  $\text{H}_2\text{O}$ : água
- .  $\text{K}_2\text{O}$ : óxido de potássio
- .  $\text{MgO}$ : óxido de magnésio
- .  $\text{SiO}_2$ : sílica
- .  $\text{SO}_3$ : anidrido sulfúrico
- .  $\text{SO}_4^{2-}$ : íon sulfato

## RESUMO

A avaliação dos revestimentos argamassados é comumente realizada, no meio da construção civil, sob um enfoque macroscópico. Ressalta-se, no entanto, que para o melhor entendimento de diversos fenômenos e mecanismos relacionados com a caracterização e desempenho das argamassas, é necessária uma avaliação microestrutural deste material. A aderência de uma argamassa à base ocorre por processo mecânico e/ou químico, sendo que o primeiro é o mecanismo mais comumente encontrado nas argamassas de revestimento. Como a aderência mecânica se dá pela migração da pasta de aglomerante para os poros da base e intertravamento dos produtos da hidratação do cimento nesta, este trabalho avalia a penetração desta pasta e a correlaciona com a resistência de aderência à tração obtida através de ensaios de arrancamento. A matriz de trabalho foi composta por três tipos de argamassa: industrializada, argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (em volume) e argamassa de cimento, cal aditivada e areia, no traço 1 : 1 : 6 (em volume), aplicadas sobre alvenarias de blocos cerâmicos e blocos estruturais de concreto. As variações no preparo de base foram: umedecida, seca, com pulverulência, com saibro, com gordura, saturada em água e ainda com as adições de resina a base de estireno-butadieno e fibras de nylon. De maneira geral, nas propriedades avaliadas no estado plástico (consistência, retenção de água e teor de ar incorporado) observou-se um melhor desempenho das argamassas aditivadas (industrializada e argamassas com introdução de resina a base de estireno-butadieno) e argamassas com a presença do aglomerante cal. Já em relação às propriedades avaliadas no estado endurecido (resistência à compressão e resistência à tração na flexão), os melhores resultados estão associados aos traços mais fortes (argamassa 1:6 cimento e areia seguida da argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia). Nas propriedades no estado endurecido associadas com a elasticidade e a possibilidade de fissuração (módulo de elasticidade e retração na secagem) os melhores resultados foram obtidos nas argamassas aditivadas (industrializada e argamassas com introdução de resina a base de estireno-butadieno) e argamassas com a presença do aglomerante cal. Na avaliação das propriedades das argamassas aplicadas sobre as bases observou-se uma estreita relação do adequado preparo da base na obtenção dos melhores resultados de resistência de aderência à tração. Já a permeabilidade à água “in situ” apresentou

menores resultados nos traços mais fortes (argamassa 1:6 cimento e areia). As análises mineralógicas e microestruturais do revestimento argamassado / alvenaria realizadas utilizando-se difração de raios-X (DRX), microscopia eletrônica de varredura com microanálise EDS (MEV-EDS) e espectrometria de fluorescência de raios-X (FRX) conduziram à identificação de fases derivadas da pasta penetrando os microporos do bloco (tais como portlandita, CSH e etringita). As avaliações do perfil de penetração e concentração relativa do elemento cálcio dentro do emaranhado destes poros demonstraram sua importância no processo, uma vez correlacionadas com a resistência de aderência à tração. Observou-se que, de maneira geral, os melhores resultados dos testes de arrancamento puderam ser associados com a maior concentração relativa do cálcio nos primeiros 500µm de profundidade a partir da interface argamassa/base.

## ABSTRACT

The evaluation of finishing coat of mortar in the construction practice is commonly carried out by a macroscopic approach. However, for a better understanding of the several mechanisms related to mortar characterization and performance a microstructure assessment on these materials is necessary. The adherence of a mortar to the substrate proceeds by mechanical and/or chemical means and the former is allegedly found in mortar coverings. Since the mechanical bonding takes place by the migration of the cement paste toward the substrate's pores followed by the interlocking with the hydration products, this work evaluates the paste penetration and tries to correlate it to the bond strength, by means of pull-off tests. In this research approach, three mortar types have been employed: an industry-produced, a 1:6 cement-sand ratio (by volume) and a 1:1:6 cement-hydrated lime-sand ratio (by volume); these mortars were applied over ceramic block (brick) masonry and structural concrete block masonry. Different surface conditions were simulated: wet, dry, dust covered, gravel, greased and water-saturated (very wet); the following additions were also employed: styrene-butadiene resin and nylon fibers. Considering the properties evaluated under the plastic condition (flow table value, water retention and retained air), the best performances were observed for the additive-containing mortars (industry-produced and styrene-butadiene resin mortars) and lime-containing mortars. Concerning the properties evaluated in the hardened condition (compression resistance and bending strength), the best results corresponded to those for a particular mix with high cement ratio (1:6 cement-sand ratio followed by the 1:1:6 cement-hydrated lime-sand ratio type). Regarding the hardened condition properties associated with the elastic behavior and fissure-formation possibility (elastic module and drying shrinkage), the best results were obtained for the additive-containing mortars (industry-produced and styrene-butadiene resin mortars) and lime-containing mortars. Taking into account the substrate surface conditions, the highest pull-off values corresponded to the suitable surface preparation situations. However, the lowest in situ water permeability results were obtained for the 1:6 cement-sand ratio mortar. The mineralogical and microstructural analyses carried out on the mortar-substrate interface by means of X-ray fluorescence spectrometry, scanning electron microscope with attached EDS microanalyser and X-ray diffraction showed the evidences of paste-derived phases penetrating the ceramic block minute pores (such as



portlandite, CSH and ettringite). Analyses on the penetration profile and relative concentration of the chemical element calcium inside the pores network have demonstrated its important role in the bonding, when correlated with the pull-off strength values; usually, the best results could be associated with the highest relative calcium concentration within the initial 500 $\mu$ m in depth, from the mortar-brick interface.

## 1. INTRODUÇÃO

Argamassas de revestimento podem ser definidas como a mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento.

Segundo FIORITO (1994), as argamassas utilizadas em obras são comumente compostas de areia natural lavada e os aglomerantes são em geral o cimento Portland e a cal hidratada. Este autor ainda distingue as argamassas de cimento e argamassa de cimento e cal de acordo com as diversas situações de exposição e desempenho requeridos. Exemplos de argamassas de cimento: argamassa de chapisco (devido ao ganho de resistência a curto prazo) e argamassa de pisos cimentados (devido à exigência de resistência mecânica e ao desgaste). Exemplos de argamassas de cimento e cal: argamassas para revestimentos (emboço) de forros e paredes (devido ao fato das argamassas de cimento, apesar de mais resistentes, apresentarem pior trabalhabilidade, a adição de cal auxilia no sentido de torná-las mais plásticas e facilitar o acabamento).

De acordo com CINCOTTO (1989), as principais manifestações patológicas das argamassas de revestimento seriam as eflorescências, o bolor, as vesículas, o descolamento com empolamento, o descolamento em placas, o descolamento com pulverulência, as fissuras horizontais e as fissuras mapeadas. Dentre estas patologias citadas, observa-se uma forte ligação do descolamento em placas com uma possível falha de aderência desenvolvida entre o revestimento argamassado e a base.

A aderência da argamassa à base (uma propriedade das mais importantes considerando-se as ligações entre estes materiais) foi definida por SABBATINI (1998) como a capacidade que a interface componente-argamassa possui de absorver tensões tangenciais (cisalhamento) e normais (tração) a ela, sem romper-se.

Principalmente, no caso das fachadas, as patologias dos revestimentos comprometem a imagem da Engenharia e Arquitetura do país, sendo uma agressão às vistas da população, à integridade das edificações e ferindo o conceito de habitabilidade, direito

básico dos proprietários das unidades imobiliárias. Além da desvalorização natural do imóvel devido aos aspectos visuais, a base dos revestimentos (alvenaria ou concreto), sem o adequado acabamento final, torna-se vulnerável às infiltrações de água e gases, o que conseqüentemente conduz a sérias deteriorações no interior dos edifícios, podendo ser as mesmas de ordem estética ou até mesmo estrutural (CARVALHO JR. et al., 1999).

Em relação aos estudos sobre a aderência da argamassa à base, muito já foi realizado (CARASEK et al., 1996, 1997a-b, 2001; GALLEGOS, 1995; SUGO et al. 2001a-b-c; TAHA & SHRIVE, 2001; ZHU & CHUNG, 1997; KURODA et al., 2000; MOROPOULOU et al., 2000; IOPPI et al., 1995; SILVA & LIBÓRIO, 2002), porém, acredita-se que alguma contribuição ao tema possa ser alcançada através da utilização de ferramentas de análise microestrutural/mineralógica (MEV, EDS, DRX e FRX) em conjunto com análises macro (tais como especificação de materiais e técnicas executivas, avaliação de resistência de aderência, entre outras).

## 2. OBJETIVOS

Não obstante a vasta gama de revestimentos existentes (argamassas, texturas, monomassas quartzosas, etc.), bem como as diversas bases onde estes são aplicados (alvenarias de bloco cerâmico, bloco de concreto, bloco de concreto celular autoclavado, bloco sílico-calcário e estrutura de concreto), o presente trabalho se restringirá ao estudo de argamassas de revestimento (reboco/emboço) aplicadas diretamente sobre a alvenaria de blocos cerâmicos e blocos de concreto, face ao elevado índice de utilização deste sistema e destes materiais na construção civil.

Em relação à constituição da argamassa serão avaliadas três situações: uma argamassa industrializada ensacada (reboco pronto), e duas argamassas rodadas no canteiro de obras, nos traços 1:6 cimento e areia (em volume) e 1:1:6 cimento, cal e areia (em volume), por se tratarem de traços com eficiência comprovada. A consistência adotada será a plástica (correspondendo a cerca de 280 a 320 mm no ensaio na flow-table).

Em segundo plano, serão procedidas variações através de diferentes preparos de base (base úmida, seca, impregnada com pulverulência, impregnada com saibro, impregnada com gordura, saturada), bem como pela introdução de aditivos adesivos e fibras de nylon nas argamassas.

A partir destes parâmetros os objetivos desta pesquisa serão os seguintes:

- . Avaliar a microestrutura do sistema mecânico que configura a aderência da argamassa à base (migração de pasta de aglomerante para os poros da base) utilizando microscópio eletrônico de varredura com microanalisador EDS (MEV-EDS) e espectrômetro de fluorescência de raios-X (FRX). Devido à necessidade de contraste e diferença de constituição entre a argamassa e a alvenaria, essas análises se restringiram às argamassas aplicadas sobre os blocos cerâmicos.
- . Correlacionar as análises microestruturais com avaliações macro (correlação microestrutura/propriedades) tais como a resistência de aderência à tração.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo serão apresentadas considerações a respeito dos materiais a serem utilizados neste trabalho (alvenaria de blocos cerâmicos, alvenaria de blocos de concreto e argamassa de revestimento e seus constituintes) abordando o atual estado da arte destes materiais e suas técnicas de utilização. Serão ainda identificados os sistemas de aderência de uma argamassa à base, e apresentados métodos de investigação e análise microestrutural.

#### **3.1. Materiais**

##### **3.1.1. Alvenaria**

###### **3.1.1.1. Bloco cerâmico**

Define-se o bloco cerâmico como componente de alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm. Os blocos são classificados como de vedação (comuns e especiais) e estruturais (comuns e especiais).

Os blocos de vedação não têm a função de suportar outras cargas verticais além do seu peso próprio e pequenas cargas de ocupação. Os blocos estruturais são projetados para suportarem outras cargas verticais além da do seu peso próprio, compondo o arcabouço estrutural da edificação.

###### **3.1.1.2. Bloco de concreto**

Define-se bloco vazado o elemento de alvenaria cuja seção transversal média útil for inferior a 75% da seção transversal bruta.

Os blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural devem atender, quanto ao seu uso, às seguintes classes:

- a) classe AE: para uso geral, como em paredes externas acima ou abaixo do nível do solo, que podem estar expostas à umidade ou intempéries, e que não recebem revestimento de argamassa de cimento;
- b) classe BE: limitada ao uso acima do nível do solo, em paredes externas com revestimento de argamassa de cimento, para proteção contra intempéries e em paredes não expostas às intempéries.

### **3.1.1.3. Argamassa de assentamento da alvenaria**

Segundo FIORITO (1994) a escolha do tipo de argamassa poderá ser baseada no tipo de elemento a ser assentado, ou em normas construtivas, ou ainda, de acordo com os esforços a serem suportados pela alvenaria. Por exemplo, a argamassa poderá ser correlacionada com o tipo ou característica dos elementos a serem assentados: blocos de concreto; blocos de cerâmica; tijolos maciços, tijolos furados; placas de concreto leve etc. Assim, um elemento de alvenaria com alta velocidade de sucção inicial de absorção de água deverá ser compatível com uma argamassa de alta retenção de água.

## **3.1.2. Principais constituintes do revestimento**

### **3.1.2.1. Principais aglomerantes**

#### **3.1.2.1.1. Cimento**

Segundo a Associação Brasileira de cimento Portland – ABCP (2002), o cimento Portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água. Depois de endurecido, mesmo que seja novamente submetido à ação da água, o cimento portland não se decompõe mais. O cimento portland é composto de clínquer e adições. O clínquer é um material granulado, resultante da calcinação de uma mistura de rocha calcária britada e moída com argila moída, submetida a temperaturas da ordem de 1450°C. Na saída do forno o clínquer

ainda incandescente, é bruscamente resfriado para posteriormente ser finamente moído, transformando-se em pó. As adições são adicionadas ao clínquer na fase da moagem. Adições comumente utilizadas são o gesso, as escórias de alto-forno, os materiais pozolânicos e os materiais carbonáticos. Segundo YAZIGI (2002) os constituintes fundamentais do cimento Portland são: a cal (CaO), a sílica (SiO<sub>2</sub>), a alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), certa proporção de magnésia (MgO) e uma pequena proporção de anidrido sulfúrico (SO<sub>3</sub>), que é adicionado após a calcinação para retardar o tempo de pega do produto. Cal, sílica, alumina e óxido de ferro são os componentes essenciais do cimento Portland, e constituem, geralmente, 95% a 96% do total na análise química em óxidos. A magnésia, que parece permanecer livre durante todo o processo de calcinação, está usualmente presente na proporção de 2 a 3%, limitada, pelas especificações, ao máximo permissível de 6,4%.

Segundo SILVA (1998), os principais compostos químicos do clínquer e as propriedades deles decorrentes são mostrados na tabela III.1.

Tabela III.1 – Características dos principais componentes do clínquer Portland (SILVA, 1998)

<b>Componentes</b>	<b>C<sub>3</sub>S</b>	<b>C<sub>2</sub>S</b>	<b>C<sub>3</sub>A</b>	<b>C<sub>4</sub>AF</b>
Fórmula aproximada (*)	3CaO.SiO <sub>2</sub>	2CaO.SiO <sub>2</sub>	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Nome	Alita	Belita	Celita	Brownmillerita
Teor médio (%)	65	15	8	12
Principais impurezas	MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> , MgO, álcalis	SiO <sub>2</sub> , MgO
Taxa de reação com a água	Média	Lenta	Rápida	Lenta
Contribuição para a resistência à compressão:				
- idades iniciais (1-3 dias)	Excelente	Pouca	Boa	Pouca
- idades posteriores	Boa	Excelente	Pouca	Pouca
Calor de hidratação (cal/g)	120	60	320	100

(\*) Nos clínqueres industriais não ocorrem as fases puras, pois há significativa incorporação de elementos minoritários (K, Na, Ti, Mg, etc.).

FONTE: ZAMPIERI (1993); ACI (1985).

Segundo RIBEIRO et al. (2002), os principais tipos de cimento Portland, normalizados pela ABNT, são apresentados a seguir.

- a) Cimento Portland Comum – CP I
- b) Cimento Portland Composto – CP II (com adições de escória de alto-forno, pozolana e filler)
- c) Cimento Portland de Alto-Forno – CP III (com adição de escória de alto-forno, apresentando baixo calor de hidratação)
- d) Cimento Portland Pozolânico – CP IV (com adição de pozolana, apresentando baixo calor de hidratação)
- e) Cimento Portland de Alta Resistência Inicial – CP V (com maiores proporções de silicato tricálcico,  $C_3S$ , que lhe confere alta resistência inicial e alto calor de hidratação)

A ABCP (2002) ainda lista os seguintes cimentos, consumidos em menor escala, quer seja pela menor oferta ou pelas características especiais de aplicação:

- a) Cimento Portland Resistente aos Sulfatos
- b) Cimento Portland Branco
- c) Cimento Portland de Baixo Calor de Hidratação
- d) Cimento para poços petrolíferos

Observa-se que a ABCP (2002) considera o Cimento Portland de Alta Resistência Inicial – CP V como parte desta lista.

A tabela III.2 a seguir apresenta a classificação dos cimentos segundo suas composições (ABCP, 2002).



Tabela III.2 – Tipos de cimento Portland em função de suas composições (ABCP, 2002)

Tipo de Cimento Portland	Sigla	Composição (% de massa)			
		Clínquer + gesso	Escória granulada de alto-forno (sigla E)	Material pozolânico (sigla Z)	Material carbonático (sigla F)
Comum	CP I	100	0	0	0
	CP I - S	95 – 99		1 - 5	
Composto	CP II – E	56 – 94	6 – 34	-	0 – 10
	CP II – Z	76 – 94	-	6 – 14	0 – 10
	CP II – F	90 – 94	-	-	6 – 10
Alto-Forno	CP III	25 – 65	35 – 70	-	0 – 5
Pozolânico	CP IV	45 – 85	-	15 – 50	0 – 5
Alta Resistência Inicial	CP V ARI	95 – 100	0	0	0 – 5

SOUZA et al. (1996) salientam que a escolha do tipo de cimento para cada uso depende das características desejadas em relação ao tempo de desforma, à cura do concreto ou da argamassa e às necessidades de resistência mecânica e química. Para usos comuns, podem ser utilizados os cimentos CP I, CP II, CP III ou CP IV. No caso dos cimentos CP III (alto-forno) e CP IV (pozolânico), deve-se verificar se o tempo de início e fim de pega não prejudica o serviço em questão, principalmente para a execução de chapisco ou outros serviços que demandem tempo de cura acelerado. Vale ressaltar que seu uso é recomendado em ambientes mais agressivos, sujeitos a ataque químico (atmosfera muito poluída, água ou solo poluído/contaminado). O cimento CP V não tem seu uso recomendado para a execução das argamassas, devendo-se evitar sua utilização também em ambientes sujeitos a ataque químico. CARASEK et al. (2001) confirmam esta afirmação, observando que, apesar de argamassas confeccionadas com o cimento CP V ARI apresentarem maiores valores de resistência de aderência que as demais, um

cuidado especial deve ser tomado, pois sua maior finura pode conduzir mais facilmente a fissuração (comparando-se com a utilização de outros cimentos, considerando-se o mesmo consumo). Finalmente, a ABCP (2002) também recomenda como apropriados para utilização em argamassas de revestimento e assentamento de tijolos e blocos, os seguintes tipos de cimento: Comum (CP I, CP I-S), Composto (CP II-E, CP II-Z, CP II-F), de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV).

Em seus trabalhos acerca da influência do tipo de cimento nas argamassas, CINCOTTO & BOLORINO (1997) observaram (avaliando os cimentos Portland CP II-E, CP II-F, CP III, CP V ARI e CP V ARI-RS e as cales CHI e CHIII, na confecção de argamassas mistas, de cimento: cal: areia, na proporção 1:1:6, em massa) que, em relação à resistência à compressão axial, os valores mais baixos foram encontrados na utilização do CP II – F (CP com adição de filler calcário) e os mais elevados foram encontrados na utilização do CP V ARI-RS (CP com teor elevado de  $C_3S$  e adição de escória). Observaram ainda que os cimentos que contêm escória (CP II-E e CP III) apresentaram crescimento da resistência até 63 dias, ao contrário dos restantes que apresentaram um patamar a partir dos 28 dias. Na realização de painéis revestidos com as argamassas produzidas, foi observado que, quando da utilização do cimento CP III, a retração não levou à formação de fissuras nos revestimentos (explicado por sua menor velocidade de hidratação), ao contrário dos painéis onde se utilizou o cimento CP V ARI-RS, onde foram verificadas fissuras (fenômeno justificado pela velocidade de hidratação acelerada e maior retração inicial).

CINCOTTO & BOLORINO (1997) observaram que o cimento CP II-E-32 é um dos aglomerantes mais utilizados nas composições das argamassas.

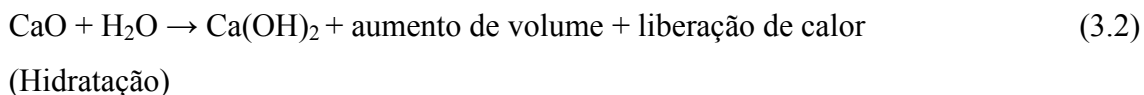
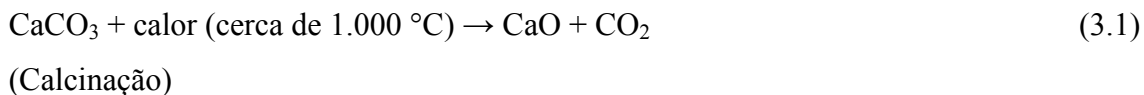
Em relação ao acondicionamento do cimento no canteiro de obra, SOUZA et al. (1996) recomendam o armazenamento em pilhas de no máximo 15 sacos, no almoxarifado de ensacados do canteiro, por não mais que 30 dias (o estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém-entregues). Recomendam ainda que o depósito de cimento não deve estar distante mais que 20 metros da praça de descarga e sua cobertura deve ser reforçada para minimizar os riscos

de perda do material por goteiras ou vazamentos despercebidos. O piso deve ser revestido com estrado de madeira (pontaletes e tábuas ou chapas de compensado). Em regiões litorâneas, recomendam também uma proteção adicional contra a umidade, indicando a cobertura do lote com uma lona plástica (não hermeticamente) para garantir a durabilidade e o prazo de estocagem do cimento.

### 3.1.2.1.2. Cal

As cales podem ser classificadas em calcíticas (possuem elevado teor de carbonato de cálcio –  $\text{CaCO}_3$ ), dolomíticas (possuem carbonato de cálcio e carbonato de magnésio –  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) e magnesianas (possuem carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, sendo que este último em menor teor do que as dolomíticas).

As equações das reações químicas que descrevem o ciclo da cal, desde matéria-prima ( $\text{CaCO}_3$ ) até a consolidação (endurecimento) da cal utilizada nas argamassas (voltando à forma primitiva -  $\text{CaCO}_3$ ) são apresentadas a seguir.



A tabela III.3 a seguir apresenta a variação das propriedades das argamassas em função da variação da proporção de utilização de cal na argamassa (SABBATINI, 1981).

Tabela III.3 – Variação das propriedades com origem na variação do aglomerante cal (argamassa de cimento, cal e areia) (SABBATINI, 1981)

PROPRIEDADE	AUMENTO DE CAL NO AGLOMERANTE
Resistência à compressão (E)	Decresce
Resistência à tração (E)	Decresce
Capacidade de aderência (E)	Decresce
Durabilidade (E)	Decresce
Impermeabilidade (E)	Decresce
Resistência a altas temperaturas (E)	Decresce
Resistências iniciais (F)	Decresce
Retração na secagem inicial (F)	Cresce
Retenção de água (F)	Cresce
Plasticidade (F)	Cresce
Trabalhabilidade (F)	Cresce
Resiliência (E)	Cresce
Módulo de elasticidade (E)	Decresce
Retração na secagem reversível (E)	Decresce
Custo	Decresce

Obs: E = estado endurecido, F = estado fresco

Na tabela anterior, manteve-se constante a proporção volume de aglomerante e agregado e a consistência. Alterando-se para mais o teor de água, pioram-se todas as condições, com exceção da trabalhabilidade (até certo limite de água que, se ultrapassado, conduz a perda de trabalhabilidade).

Segundo SOUZA et al. (1996) a cal (fornecida em sacos) deve ser armazenada em pilhas de no máximo 20 sacos, no almoxarifado de ensacados no canteiro. O local deve ser fechado, coberto e ter o piso revestido com tábuas, estrado de madeira ou chapa de

compensado. O prazo de estocagem não deve superar seis meses e o estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém-entregues.

### **3.1.2.2. Principais agregados**

Segundo GUIMARÃES (1997), o agregado componente das argamassas é o material particulado de origem mineral onde predomina o quartzo, de diâmetros entre 0,06 e 2,0mm. ALBUQUERQUE (1987) identifica as seguintes origens do agregado miúdo: de rio (depósitos sedimentares que se formam no leito de alguns rios onde a extração se faz por dragas de sucção); de cava (depósitos aluvionares em fundos de vales, recentes ou antigos, cobertos por capa de solo onde a extração se faz por escavação mecânica ou por desmonte hidráulico); de britagem (areia de brita, obtida no processo de classificação a seco nas pedreiras onde a porcentagem de material impalpável – abaixo de 0,075mm – pode ser retirada pelo processo úmido nos separadores de areia); de escória (a escória básica de alto-forno, granulada, é resfriada bruscamente por jato de água na saída do forno, fragmentando-se em grãos, geralmente inferiores a 12,7mm; após a classificação obtém-se a areia de escória) e de praias e dunas (em geral, não são utilizadas para este fim devido a sua grande finura e teor de cloreto de sódio).

Geralmente, este agregado é a areia natural, constituída essencialmente de quartzo, extraída de leitos de rios ou de “cavas”, e resultante de antiga erosão de rochas quartzosas e posterior sedimentação de material silicoso. Só recentemente estão sendo utilizadas as areias artificiais, como um dos produtos da britagem de rochas ígneas ou metamórficas (observa-se, no entanto que, normalmente, devido à questão do fator forma do grão – o que está diretamente relacionado com a trabalhabilidade da argamassa – as areias artificiais – que possuem formato de grão geralmente anguloso – são utilizadas em conjunto com as areias lavadas – com formato de grão mais arredondado, RIBEIRO et al., 2002).

CARASEK et al. (2001) afirmam que, com o aumento do teor de areia, há uma redução na resistência de aderência; por outro lado, é a areia, por constituir-se no esqueleto

indeformável da massa, que garante a durabilidade da aderência pela redução da retração. Segundo os autores, areias muito grossas não produzem argamassas com boa capacidade de aderir porque prejudicam a sua trabalhabilidade e conseqüentemente a sua aplicação ao substrato, reduzindo a extensão de aderência. Por outro lado, areias ou composições inertes com altos teores de finos (principalmente partículas inferiores a 0,075 mm) podem prejudicar a aderência e, neste caso, podem ser apresentadas duas hipóteses como explicação. A primeira refere-se ao fato de que, quando da sucção exercida pelo substrato, os grãos muito finos da areia podem penetrar no interior de seus poros, tomando assim o lugar de produtos de hidratação do cimento que se formariam na interface e produziram o encunhamento da argamassa. A segunda hipótese versa sobre a teoria dos poros ativos (ver maiores detalhes sobre esta teoria no subitem **3.4.1. Sistema de aderência mecânico**) do substrato, na qual uma areia com grãos muito finos produziria uma argamassa com poros de raio médio pequeno; argamassas com poros menores do que os poros do substrato dificultam a sucção da pasta de aglomerante, uma vez que o fluxo hidráulico se dá sempre no sentido dos poros maiores para os menores.

SABBATINI (1998) apresenta na tabela III.4 uma sinopse qualitativa da influência dos parâmetros granulométricos nas principais propriedades das argamassas.

Tabela III.4 – Influência das características granulométricas das areias nas propriedades das argamassas de assentamento (SABBATINI, 1998)

Propriedades	Características da areia		
	Quanto menor o módulo de finura	Quanto mais descontínua for a granulometria	Quanto maior o teor de grãos angulosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior
Retenção de água	Melhor	Variável	Melhor
Resiliência	Variável	Pior	Pior
Retração na secagem	Aumenta	Aumenta	Variável
Porosidade	Variável	Aumenta	Variável
Aderência	Pior	Pior	Melhor
Resistências mecânicas	Variável	Pior	Variável
Impermeabilidade	Pior	Pior	Variável

O termo variável é aplicável quando não existe uma influência definitiva ou quando esta influência depende de outros fatores.

No entanto, SABBATINI (1998) também afirma que, em linhas gerais, a areia que apresenta melhor potencial de produzir uma argamassa adequada é a que tem granulometria contínua (corrida) e classificada como média (módulo de finura entre 1,8 e 2,8) e tenha predominância de grãos arredondados.

Ainda, segundo GUIMARÃES (1997), as propriedades mecânicas das areias que interferem no comportamento das argamassas seriam as seguintes:

- a) Inchamento. A areia seca absorve água, que passa a formar uma película em torno dos grãos. Como os vazios da areia chegam, por vezes, a ser tão delgados quanto a espessura da película de água, este afasta os grãos entre si, produzindo inchamento.
- b) Higroscopia. A areia seca tem duas fases: sólidos (grãos) e vazios (ar); a areia úmida tem três: sólidos, água e ar; a areia saturada, duas fases: sólidos e água. Os vazios (espaços entre os grãos) da areia seca são de dimensões muito

pequenas, de modo que a areia pode apresentar higroscopia ou ascensão capilar, isto é: quando a areia entra em contato com água na base, a água no interior da massa alcança nível acima da água no exterior, devido à capilaridade. Quanto mais fina a areia, mais alta é a ascensão capilar. Isto deve ser levado em conta em algumas aplicações, como pisos, por exemplo.

- c) Coesão aparente. O valor cresce rapidamente de zero (para teor de umidade nulo) até o máximo, para decrescer em seguida até se anular novamente para a areia saturada.
- d) Friabilidade. A areia perde qualidade se contiver grãos friáveis. Para verificar, em primeira aproximação, a presença de grãos friáveis em tempo mais curto do que o necessário para o ensaio de qualidade pode ser feito um teste de esmagamento. A areia é colocada em um molde e recoberta por um êmbolo sobre o qual se exerce uma força crescente, necessária para atingir a pressão de 40 MPa em um minuto. Essa pressão é conservada constante por quatro minutos. Determinam-se os módulos de finura antes e depois do ensaio e calcula-se a sua porcentagem de redução, que se compara com a da areia normal.

GUIMARÃES (1997) também salienta a importância da qualidade do agregado utilizado na composição das argamassas. Quando o mineral argiloso presente é do grupo das esmectitas (montmorilonitas), são possíveis fenômenos de expansão e retração no sistema, em função da variação da umidade. O grupo de minerais de ferro – magnetita, ilmenita, pirita e concreções ferruginosas – tem ação deletéria, por possibilitar a formação de compostos expansivos resultantes de reações oxidantes. A mica, geralmente com formas de cristais lamelares, dificulta a homogeneidade das características físicas do revestimento e a aderência da argamassa na sua interface com a base, atuando também no interior da massa como superfície diminuta de escorregamento ou descolamento, resultando na esfoliação do revestimento. Em areias mal lavadas e/ou mal selecionadas, aparece a matéria orgânica, resultante de restos vegetais, que inibe o endurecimento do aglomerante, provocando na superfície o aparecimento de vesículas, cujo interior tem tonalidade escura.



Já ISBERNER (1969), em ensaios realizados com argamassas de cimento e areia com teores variados de caulinita, xisto argiloso e montmorilonita comprovou que apenas a resistência à compressão de argamassas ricas é sensivelmente prejudicada pela adição de argilominerais (teores ensaiados até 15% em massa). RENSBURG et al. (1978) chegaram à conclusão de que teores excessivos (superiores a 20%) de argilas na areia reduzem em muito a capacidade de aderência das argamassas (SABBATINI, 1998).

SOUZA et al. (1996) recomendam um teste simples (e de possível execução no canteiro de obras) para avaliação de impurezas nas areias. Consiste em colocar em um frasco de vidro transparente uma porção de areia, adicionando em seguida água e agitando-o vigorosamente no sentido horizontal. Deixar em repouso por 20 minutos. Se a água que sobrenadar o depósito for clara, provavelmente a areia ensaiada tem baixos teores de impurezas orgânicas ou de natureza argilosa. Caso a água fique muito turva, é provável que a areia seja de má qualidade, devendo-se repetir o ensaio com outra amostra. Persistindo a dúvida, é possível verificar ou contestar a qualidade da areia solicitando o ensaio de determinação do teor de argila (norma ABNT NBR 7218, 1987) e o de impurezas orgânicas (norma ABNT NBR 7220, 1987).

Segundo SOUZA et al. (1996), o local de armazenamento da areia deverá estar limpo e localizado o mais próximo possível da central de produção de argamassa. A obra deverá providenciar baias cercadas em três laterais, em dimensões compatíveis com o canteiro e o volume a ser estocado, evitando-se assim espalhamento e desperdício de material. Em época de chuvas torrenciais, é recomendada a cobertura do material com lonas plásticas, a fim de impedir o seu carreamento. Areias com granulometrias diferentes deverão ser estocadas em baias separadas.

### **3.1.2.3. Principais adições**

As adições são materiais finamente divididos, com capacidade de conferir algumas propriedades à argamassa. Na maioria das vezes, não possuem poder aglomerante, atuando como agregados, e, de modo geral, possuem poder aglutinante (promovem a liga).

As adições mais comuns presentes nas argamassas são as pozolanas (materiais provenientes de rochas vulcânicas, resíduos de termoelétricas e outros que apresentem atividade pozolânica), o pó calcário, também conhecido como filler (material finamente dividido constituído essencialmente de calcário ou dolomitos) e os pigmentos (apenas conferem à argamassa coloração, não interferem em resistência mecânica e se diferenciam entre si pelos tipos: orgânicos e inorgânicos).

Autores, tais como LEVI & HELENE (1995), MIRANDA & SELMO (1999 e 2001) e GRIGOLI (2001), apresentam os materiais reciclados de entulho de obra como adições tecnicamente apropriadas para produção de argamassas a serem utilizadas como revestimentos internos ou externos (LEVI & HELENE, 1995).

Outras adições que merecem hoje a atenção e estudos de pesquisadores da área de argamassas são os rejeitos industriais e as fibras poliméricas. AGUILAR et al. (2002), avaliaram o desempenho de argamassas com adições de rejeitos industriais, no caso, sílica ativa (sílica no estado amorfo obtida como subproduto da fabricação de ferro-silício ou silício metálico) e escória de alto-forno granulada finamente moída, adicionando também fibras poliméricas. Neste trabalho, AGUILAR et al. (2002) concluíram que as fibras poliméricas são de grande efetividade quando se deseja diminuir o módulo de elasticidade dinâmico das argamassas (situação desejável no sentido da redução da fissuração por secagem dos revestimentos). Porém, caso este seja o objetivo, não se deve proceder ao uso conjunto de fibras e sílica ativa, pois os efeitos destas duas adições no módulo de elasticidade parecem se cancelarem (a indicação conjunta de fibras e sílica ativa seria recomendada quando o objetivo fosse o aumento da resistência mecânica). O uso da sílica ativa foi capaz de diminuir a permeabilidade da mistura. Os efeitos da adição de sílica ativa juntamente com escória finamente moída indicaram que a escória contribuiu pouco no desempenho, culminando com a sugestão dos autores para uma avaliação do efeito da escória como única adição mineral para que se possa ter uma visão mais clara de sua atuação.

#### 3.1.2.4. Principais aditivos

Segundo COUTINHO (1997) o aditivo pode ser definido como a substância utilizada em porcentagem inferior a 5% da massa do cimento, adicionada durante a mistura aos componentes normais das argamassas e dos concretos, com o fim de modificar certas propriedades destes materiais, quer no estado fresco, quer no estado sólido, quer ainda no momento da passagem de um estado para o outro.

Segundo RODRIGUES (1993), COUTINHO (1997) e BAUER (1987), de modo geral, os seguintes aditivos são utilizados em argamassas:

- a) Incorporadores de ar: aditivos surfatantes, ou agentes tensoativos que atuam na molécula de água da argamassa diminuindo sua tensão superficial, formando microbolhas de ar, estáveis, homoganeamente distribuídas na argamassa, provocando um efeito mais umectante, melhorando a trabalhabilidade, controlando a permeabilidade e aumentando o rendimento. As microbolhas de ar, tal como finos numa argamassa tradicional, melhoram a plasticidade e a trabalhabilidade da argamassa, tornando-a mais pseudoplástica, pois o ar desempenha papel fluidificante. Por outro lado, diminuem as características mecânicas da argamassa e, mais em particular, o módulo de elasticidade do que a resistência à tração. A argamassa torna-se assim mais deformável e, portanto, menos propensa à fissuração. Têm ainda papel hidrófugo, diminuindo a capilaridade do produto (as bolhas de ar que se introduzem na rede de capilares constituem um corte de capilaridade, diminuindo o coeficiente de capilaridade da argamassa e melhorando a sua resistência ao gelo, RODRIGUES, 1993). Por outro lado, CINCOTTO et al. (1995) advertem que o teor de ar tem influência sobre a resistência de aderência dos revestimentos, o que limita a dosagem de aditivos incorporadores de ar empregados em argamassas de revestimento. A mesma afirmação é corroborada pela Professora Sílvia M. S. Selmo, no Curso Intensivo sobre Argamassas de Assentamento e Revestimento – CIARE (2001), apresentando o valor de 12 a 15% como uma faixa máxima admissível de ar incorporado para que não haja prejuízo da resistência de aderência (o excesso de

microbolhas de ar alojadas na interface argamassa de revestimento/base pode se constituir como elemento inibidor de aderência, devido ao fato das microbolhas se transformarem numa barreira para migração de pasta de aglomerante para os poros da base – mecanismo que configura a aderência mecânica da argamassa à base). Em relação a este tema, CARASEK et al. (2001) afirmam que a baixa resistência de aderência obtida com argamassas aditivadas com ar incorporado é atribuída à redução da superfície de contato na interface pela presença das bolhas de ar. Em sua Tese de Doutorado, CARASEK (1996) também constatou (pela observação da interface revestimento de argamassa/bloco cerâmico, com o emprego de lupa estereoscópica) que as argamassas com alto teor de ar incorporado apresentaram menor extensão de aderência, devido à presença de grande quantidade de bolhas de ar na interface (a despeito da alta trabalhabilidade propiciada pelos aditivos, favorecendo a penetração da argamassa nas reentrâncias dos blocos cerâmicos). Por outro lado, OPPERMANN & RUDERT (1983) afirmam que não é possível relacionar de forma direta a resistência de aderência com o teor de ar incorporado na argamassa fresca (em seus experimentos foram encontradas argamassas de alto teor de ar, da ordem de 20%, produzindo elevadas resistências de aderência; a partir de estudos com o MEV, os autores afirmam que mais importante do que a quantidade de ar incorporada é o tamanho das bolhas de ar). De toda forma, é importante salientar que o tempo de mistura se apresenta como outra maneira de se incorporar ar em uma argamassa (além da utilização do aditivo incorporador de ar), o que conduz (principalmente no caso de argamassas industrializadas ensacadas) à necessidade de se conhecer e respeitar o tempo de mistura sugerido pelo fabricante. Diversos autores, tais como CAVANI et al. (1997) e CALHAU & TRISTÃO (1999), desenvolveram trabalhos sobre a influência do teor de ar incorporado nas argamassas. CAVANI et al. (1997) concluíram que o fator água/cimento, reduzido pela incorporação de ar, deve compensar parcialmente a perda de resistência mecânica, quando comparada à resistência de uma argamassa de referência sem aditivo. Já CALHAU & TRISTÃO (1999), constataram uma diminuição da absorção por imersão de argamassas mistas com o aumento do teor de ar incorporado, de onde se conclui que o ar incorporado

por aditivo bloqueou a passagem da água para o interior da argamassa, impedindo a água de ocupar o vazio das pequenas bolhas de ar. Estes autores verificaram também um aumento significativo da trabalhabilidade das argamassas, que ficaram mais leves, com boa plasticidade e mais coesas (foram utilizados dois tipos de argamassa: 1:0,5:9 e 1:2:9, traço em volume de cimento, cal e areia seca. O teor de ar incorporado foi variado de 5,6 a 19,0% no primeiro tipo de argamassa e de 2,1 a 14,2% no segundo tipo).

- b) Retentores de água: são derivados da celulose, que possuem a função de reter a água adicionada à argamassa, impossibilitando a perda por evaporação ou mesmo exsudação da argamassa fresca, e também permitem que a água flua para superfícies absorventes muito lentamente. Têm influência direta na consistência (aumentando a viscosidade da argamassa na fase aquosa) e na adesão da mesma à base. Permitem regularizar as migrações de água possíveis, qualquer que seja o poder absorvente do suporte e, em consequência, contribuem para a possibilidade de supressão do chapisco (RODRIGUES, 1993).
- c) Hidrofugantes: possuem como característica principal a atuação dentro do corpo da argamassa, repelindo a água que porventura queira entrar ou já tenha sido absorvida; sendo assim, a argamassa fica como uma absorção de água reduzida, aumentando a resistência à formação de mofo ou manchas. Estes aditivos não tornam a argamassa impermeável e deixam passar o vapor de água livremente (MIRANDA et al., 1999). A redução da capilaridade da argamassa se dá, geralmente, pelo abaixamento da tensão capilar no interior das mesmas. São geralmente constituídos por finas partículas hidrófugas insolúveis, em geral sais metálicos de ácidos orgânicos (estearatos de cálcio, zinco, alumina, magnésio) existindo, quer nesta forma no produto, quer formando-se no meio, por reação com a cal livre ou com a cal do cimento. Outros produtos tensoativos, cargas minerais, dispersantes, podem entrar na composição do hidrófugo para adaptar a sua atuação ao cimento. De maneira geral, entopem os poros e os capilares criados pela eliminação da água em excesso, participam na hidratação dos aglomerantes e estabilizam o meio aquoso durante a “pega” (RODRIGUES, 1993).

- d) Plastificantes (ou fluidificantes): também chamados de redutores de água, agem na argamassa a fresco diretamente no aglomerante (cimento), diminuindo a tensão superficial da pasta constituída com o mesmo, fazendo com que o material se disperse mais rapidamente, proporcionando uma maior resistência à compressão e à fluidez – argamassa autoadensável. Melhoram a trabalhabilidade da argamassa, facilitando a sua passagem por equipamentos de projeção e suas tubulações (no caso de aplicação por projeção mecânica) e a sua aplicação em obra. A redução da água de amassamento resulta em redução da retração hidráulica. Conceitualmente, os plastificantes são produtos pulverulentos extremamente finos, por exemplo, argila coloidal, bentonita, cal gorda (cal que possui em sua composição mais de 90% de óxido de cálcio), calcário moído, produtos coloidais, acetatos de polivinila ou estearatos que, entre outros efeitos, podem atuar por retenção de água com aumento da viscosidade da argamassa e diminuição da segregação (RODRIGUES, 1993).
- e) Impermeabilizantes: possuem como característica principal a atuação dentro do corpo da argamassa, no sentido de impedir totalmente a passagem de água. Face à natural dificuldade de obtenção desta propriedade nas argamassas (através da utilização destes aditivos), os fabricantes estão, atualmente, denominando estes aditivos como redutores de permeabilidade.
- f) Adesivos: melhoram a aderência da argamassa ao suporte, contribuindo também para a supressão do chapisco. A eficácia de alguns destes aditivos pode ser afetada após o endurecimento da argamassa, em caso de reumidificação posterior (principalmente os de base vinílica sem qualquer tipo de modificação). Exemplo: aditivos a base de PVA. Os polímeros estireno-butadieno (SBR), estireno-acrílico, acetato de polivinila (PVA) e acrílico (ACR) foram estudados por diversos autores, tais como GODOY & BARROS (1999), ROSSIGNOLO & AGNESINI (1999) e OLIVEIRA & BAUER (1999). GODOY & BARROS (1999) concluíram, de maneira geral, que o aditivo à base de polímeros de estireno-butadieno (SBR) apresentou melhores resultados em comparação com os demais avaliados em seu trabalho (PVA, estireno-acrílico), diminuindo a retração e a absorção de água por capilaridade. ROSSIGNOLO & AGNESINI (1999) verificaram que argamassas com utilização do aditivo à base de

polímeros de estireno-butadieno (SBR) apresentaram melhor desempenho que as argamassas comuns (sem qualquer tipo de aditivação), observando-se os resultados obtidos nos ensaios de retenção de água, resistência à tração, módulo de deformação, aderência e permeabilidade. Os autores salientam ainda que a redução da incorporação de ar (verificada nas argamassas modificadas com SBR) pode melhorar ainda mais o desempenho de algumas propriedades das argamassas, em comparação as argamassas comuns (tais como resistência à compressão, resistência à tração, aderência e permeabilidade). Porém, a relação custo/benefício deve ser analisada, pois, a redução do ar incorporado nas argamassas modificadas aumentaria o consumo de cimento e de látex, aumentando assim o custo deste material. OLIVEIRA & BAUER (1999) corroboraram os resultados obtidos por GODOY & BARROS (1999) observando melhores resultados para as argamassas modificadas com SBR em comparação com as modificadas com PVA (embora os dois polímeros melhorassem significativamente as propriedades mecânicas das argamassas, quando comparadas com outras sem qualquer tipo de aditivação).

### **3.1.2.5. Principais características da água de amassamento**

Em relação às características da água para execução de concretos o AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI 318 (2002) observa que quase toda água potável e que não apresente gosto ou odor é satisfatória para ser utilizada na execução do concreto. Impurezas nesta água, quando excessivas, podem afetar não somente o tempo de pega, a resistência do concreto e a estabilidade de volume (promovendo mudanças de comprimento), como também podem causar eflorescências ou corrosão das armaduras. Quando possível, águas com elevada concentração de sólidos dissolvidos devem ser evitadas. Face as semelhanças dos dois materiais (argamassas e concretos) no que diz respeito a matriz cimentícia estas considerações podem ser levadas em conta também para produção de argamassas exceto pela ausência do agregado miúdo e da ferragem.

SILVA (1998), em sua tese de doutorado, apresenta as seguintes considerações a respeito da água de amassamento para concreto:

*“... A água potável, natural ou distribuída por uma Companhia de Abastecimento Municipal, já tem qualidade suficiente para ser utilizada como água de amassamento do concreto. Geralmente essa água contém sólidos dissolvidos em taxas menores que 1.000 ppm – partes por milhão – (PIERCE, 1994)...*

*... O U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS (1963) apud PIERCE(1994), estabelece que uma água que tem pH entre 6,0 e 8,0 e não contém matéria orgânica está apta para ser usada no concreto... “*

Em termos da quantidade de água a ser utilizada no amassamento, CARASEK (2001) afirma que a água é um ingrediente essencial na argamassa uma vez que ela possui duas funções primordiais: a) como único líquido, possibilita que a mistura seja trabalhável; e b) combina-se quimicamente com os aglomerantes proporcionando o endurecimento e a resistência da argamassa. Portanto, manter uma relação água/cimento (a/c) baixa, aspecto tão importante no aumento da resistência à compressão do concreto, perde a importância quando se deseja obter uma adequada resistência de aderência de revestimentos. Por analogia ao concreto, essas argamassas devem ser relacionadas com os concretos preparados com agregado leve, onde, segundo NEVILLE (1997), mais importante do que a relação a/c é o teor de cimento da mistura, uma vez que o agregado poroso retira parte da água disponível, fazendo com que a relação a/c real seja mais baixa do que a inicialmente existente. No caso das argamassas de revestimento, raciocínio semelhante é válido, pois a argamassa no estado fresco com alta relação a/c (geralmente na faixa de 0,7 a 2,8), ao entrar em contato com a base (geralmente alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto) perde rapidamente água por sucção do substrato.



### **3.1.3. Identificação segundo a forma de preparo ou fornecimento da argamassa**

#### **3.1.3.1. Argamassa preparada na obra**

São obtidas através da mistura dos constituintes descritos anteriormente: aglomerante(s), agregado(s), água e eventualmente aditivo(s) e/ou adição(ões), sendo que, estes constituintes são adquiridos em separado e estocados no canteiro de obra até o momento de sua mistura. De maneira geral, as argamassas preparadas na obra apresentam custo inferior às misturas semi-prontas, industrializadas ensacadas e dosadas em central (tomando-se como base somente o valor do produto, sem análises dos benefícios introduzidos no processo de produção).

#### **3.1.3.2. Mistura semi-pronta para argamassa**

Este tipo de argamassa inclui as argamassas de cal e areia, que requerem, às vezes, outro ligante e, sempre, alguma água no local para a utilização.

#### **3.1.3.3. Argamassa industrializada (ensacada)**

São argamassas prontas, fornecidas ensacadas (em estado anidro), necessitando, portanto, somente da adição de água para obtenção do produto final.

As vantagens da utilização das argamassas industrializadas podem ser compreendidas como:

- a) Simplificação e organização do canteiro, principalmente quando não se dispõe de espaço físico suficiente para armazenamento dos materiais.
- b) Podem ser preparadas próximo ao local onde serão utilizadas.
- c) Garantia de qualidade por parte do fabricante.
- d) Materiais constituintes medidos em peso (mais precisão no traço e garantia de uniformidade).

Segundo a Professora Sílvia M. S. Selmo, no Curso Intensivo sobre Argamassas de Assentamento e Revestimento – CIARE (2001), através de testes comparativos realizados entre argamassas industrializadas (ensacadas) e argamassas convencionais rodadas no canteiro, as primeiras apresentaram menor retração hidráulica.

#### **3.1.3.4. Argamassa dosada em central**

São argamassas prontas, contendo aglomerante(s), agregado(s), água e aditivo(s) e eventualmente adição(ões). Como já possuem água (ou seja, a dosagem – proporção relativa entre todos os seus constituintes – já se encontra definida) são fornecidas em caminhão betoneira e devem seguir as recomendações do fabricante quanto ao seu armazenamento e tempo para utilização (tempo este que é função do aditivo retardador de pega utilizado). MURRAY (1983), em seus estudos sobre os efeitos dos aditivos retardadores de pega e endurecimento sobre a resistência de aderência, variando os tipos de substrato e suas condições de umidade antes da aplicação das argamassas, mostrou que tais aditivos podem produzir uma melhoria geral na resistência de aderência.

Segundo ARROBAS & DJANIKIAN (1999) a argamassa dosada em central é um material promissor e alternativo para obras de grande porte, pela viabilidade do fornecimento em grande escala. Em seus estudos, num trabalho realizado com quatro traços dosados em central (1:6, 1:7, 1:8 e 1:9 cimento e areia + aditivos) e dois traços produzidos na obra (1:1:6 e 1:2:9 cimento, cal e areia), os autores concluíram que: as argamassas dosadas em central mantiveram-se trabalháveis por um período de 12 horas; a consistência da argamassa dosada em central, apesar de ter seu valor médio diminuído em cerca de 2,8% no período em que permaneceu em repouso, manteve adequadas condições de trabalhabilidade; a densidade da argamassa dosada em central é, em média, 5,0% menor que a da argamassa 1:2:9 produzida em obra, conferindo-lhe melhor desempenho na aplicação e maior facilidade de manuseio; as argamassas 1:7 e 1:8 foram as que mais se aproximaram das características da argamassa 1:2:9 produzida em obra, apesar de possuírem um teor de água 7,6% menor, mesmo tendo sua base de cimento.

Observações:

As argamassas apresentadas anteriormente podem ser aplicadas sobre a base manualmente ou através de projeção mecânica (neste caso, principalmente as industrializadas e dosadas em central). Para a projeção mecânica é necessário uma definição específica de parâmetros tais como consistência da argamassa, dosagem, fator forma e granulometria do agregado, para que a operação de projeção não seja prejudicada por inadequações do produto em relação a movimentação do mesmo desde a máquina de projeção até o local de sua aplicação.

## **3.2. Técnicas para confecção e aplicação dos revestimentos argamassados**

### **3.2.1. Preparação da argamassa**

Segundo RIPPER (1995), as argamassas devem ser preparadas mecanicamente (ou manualmente, quando a quantidade for insuficiente para justificar o uso de um misturador).

Não se deve iniciar a mistura mecânica com a colocação do cimento no misturador devido à possibilidade de perda de boa parte deste material sobre forma de pó, no caso do início da mistura estar sendo realizado a seco. Desaconselha-se também a colocação do cimento inicialmente junto com a água devido à quantidade de material que pode se incrustar nas paredes e junto as pás do misturador. O ideal é a formação do ambiente da mistura iniciando a mesma com o agregado miúdo e água, com a posterior colocação do(s) aglomerantes(s).

RIPPER (1995) salienta também, em relação ao amassamento manual, que o mesmo deve ser feito em masseiras tabuleiros ou superfícies planas impermeáveis e resistentes. Misturam-se normalmente a seco os agregados, revolvendo-se os materiais com pá, até que a mescla adquira coloração uniforme. Dá-se então à mistura uma forma de cone e adiciona-se, paulatinamente, a água necessária no centro da cratera assim formada. O amassamento é processado com o devido cuidado para se evitar perda de água ou

segregação dos materiais, até se conseguir uma massa homogênea de aspecto uniforme e consistência plástica adequada.

Independente do sistema utilizado na mistura, as quantidades de argamassa preparadas deverão ser programadas em função da quantidade de serviço a ser executado. RIPPER (1995) também recomenda expressamente a não utilização de argamassas que apresentem vestígios de endurecimento, nem mesmo reamassadas, e, ainda explicita não ser admitida a mescla de cimento Portland e gesso. Neste caso a formação do trissulfoaluminato de cálcio hidratado (etringita) pode trazer danos ao revestimento final devido a expansibilidade que ocorre neste produto.

A mistura manual pode ser realizada com enxada ou colher de pedreiro, dependendo da função/tipo da argamassa. Já para a mistura mecânica, é possível utilizar hastes misturadoras acopladas à furadeiras, misturadores de eixo horizontal e betoneiras, devendo-se sempre verificar a adequação do processo de mistura ao tipo de argamassa.

A seguir, são apresentadas as principais recomendações básicas em relação ao preparo da mistura:

- a) No processo mecanizado, o tempo de mistura não deve ser inferior a 3 minutos nem superior a 5 minutos. No processo de mistura manual, devem ser preparados volumes de argamassa inferiores a  $0,05 \text{ m}^3$  de cada vez.
- b) Para obras que empreguem mistura prévia de cal e areia deve-se misturar primeiramente a areia e a cal, e após, acrescentar água, atingindo-se consistência seca. A mistura produzida deve ser deixada em maturação durante 16 horas no mínimo.
- c) No preparo de argamassas mistas, o cimento deve ser adicionado no momento de sua aplicação, atendido o prazo de maturação da pasta ou da mistura cal e areia. No preparo das argamassas industrializadas, seguir as instruções de documento técnico que acompanham o produto. No preparo de argamassas com entulho reciclado, seguir as instruções do emprego do equipamento de preparo e mistura.

- d) O volume de produção de argamassa de cimento ou mista deve ser controlado de modo que seja utilizado em prazo máximo de 2 horas e 30 minutos. Para temperaturas acima de 30°C, forte insolação direta sobre o estoque de argamassa, ou umidade relativa do ar inferior a 50%, o prazo deve ser reduzido para 1 hora e 30 minutos. Estes prazos estabelecidos podem ser alterados pelo emprego de aditivos retardadores, seguindo-se as recomendações de uso previamente estudadas.

### **3.2.2. Preparação da base de revestimento**

As bases de revestimento deverão atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas de alvenaria e de estruturas de concreto.

As bases de revestimentos estarão aptas a receber argamassas preparadas na obra respeitadas as seguintes idades mínimas: a) 28 dias de idade para estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais; b) 14 dias de idade para alvenarias não armadas estruturais e alvenaria sem função estrutural de tijolos, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular, admitindo-se que os blocos de concreto tenham sido curados durante pelo menos 28 dias antes de sua utilização; c) 03 dias de idade do chapisco para aplicação do emboço ou camada única, sendo que, para climas quentes e secos, com temperatura acima de 30°C, este prazo pode ser reduzido para 02 dias; d) 21 dias de idade para o emboço de argamassa de cal, para o início dos serviços de reboco; e) 07 dias de idade do emboço de argamassas mistas ou hidráulicas, para início dos serviços de reboco e f) 21 dias de idade do revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo. Para revestimentos de argamassas industrializadas ou dosadas em central, estes prazos, podem ser alterados, se houver instrução específica do fornecedor, com comprovação através de ensaios de laboratório credenciado pelo INMETRO.

Antes da execução do revestimento argamassado, deve-se proceder a limpeza da base, visando principalmente a obtenção de aderência, o que pode ser feito da seguinte forma:

- a) Remoção da base de materiais pulverulentos (pó, barro e fuligem), escovando a parede com vassoura de piaçaba seguida, se necessário, de lavagem.
- b) Fungos (bolor) e microorganismos podem ser removidos com a utilização de solução de hipoclorito de sódio (4 % a 6 % de cloro), seguida de lavagem da região com bastante água.
- c) Substâncias gordurosas e eflorescências podem ser eliminadas com uma solução de 5 % a 10 % de ácido muriático diluído em água, seguida de lavagem da área com água em abundância.
- d) Em se tratando da base de concreto, deve-se remover completamente a película de desmoldante, caso este tenha sido utilizado, com escova de aço, detergente e água seguindo-se a uma operação de apicoamento. Além disso, todos os pregos e arames que porventura tenham sido deixados pelas fôrmas devem ser retirados ou cortados e tratados com zarcão de boa qualidade.
- e) Antes de qualquer procedimento de limpeza com produtos químicos, a base deverá ser completamente saturada com água, e deverá ser lavada com água em abundância, após aplicação, para a sua completa remoção.

Quando a base for composta por diferentes materiais e for submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (tais como balanços, platibandas e últimos pavimentos), deve-se utilizar tela metálica, plástica ou de outro material semelhante na junção destes materiais, criando uma zona capaz de suportar as movimentações diferenciais a que estará sujeita. Exemplos de bases contíguas teladas são apresentados nas figuras 3.1. e 3.2.

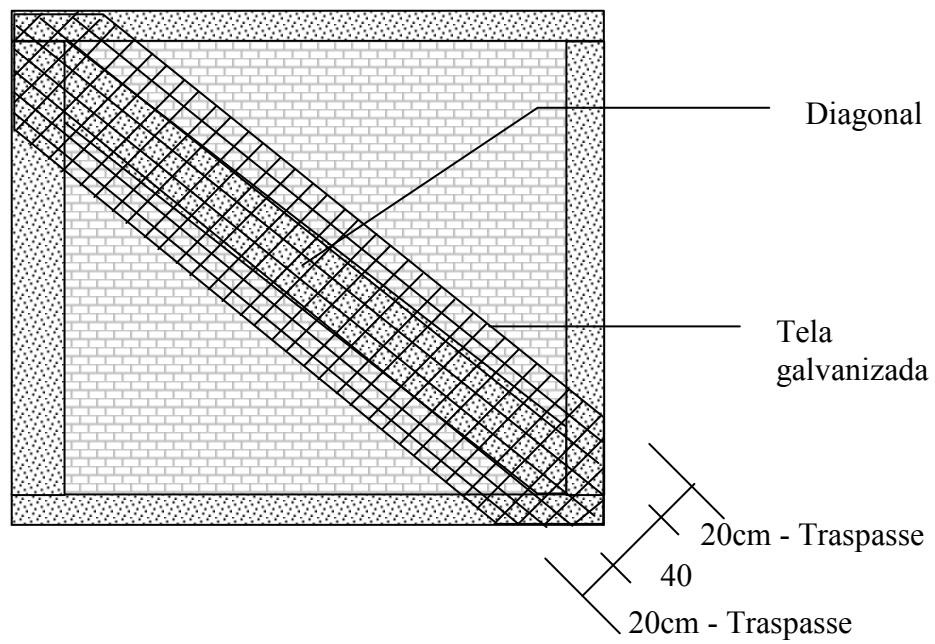


Figura 3.1 – Telamento utilizado no encontro de viga diagonal com alvenaria.

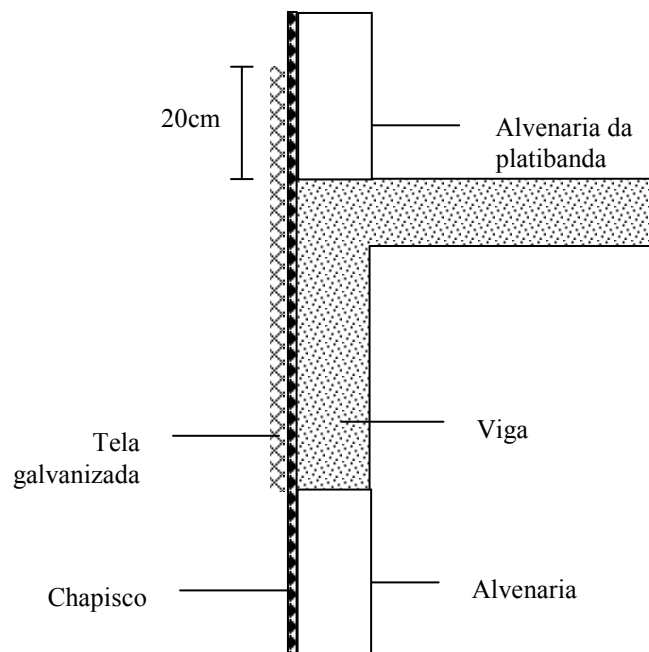


Figura 3.2 – Telamento de encontro alvenaria de platibanda com estrutura (seção transversal).

Observa-se ainda que outras regiões críticas (tais como quinas de janelas – natural concentrador de tensões) podem também ser reforçadas (no caso com aplicação de telas de poliéster) com o intuito de evitar a propagação de fissuras para o revestimento argamassado (um exemplo deste tratamento pode ser visto na figura 3.3).

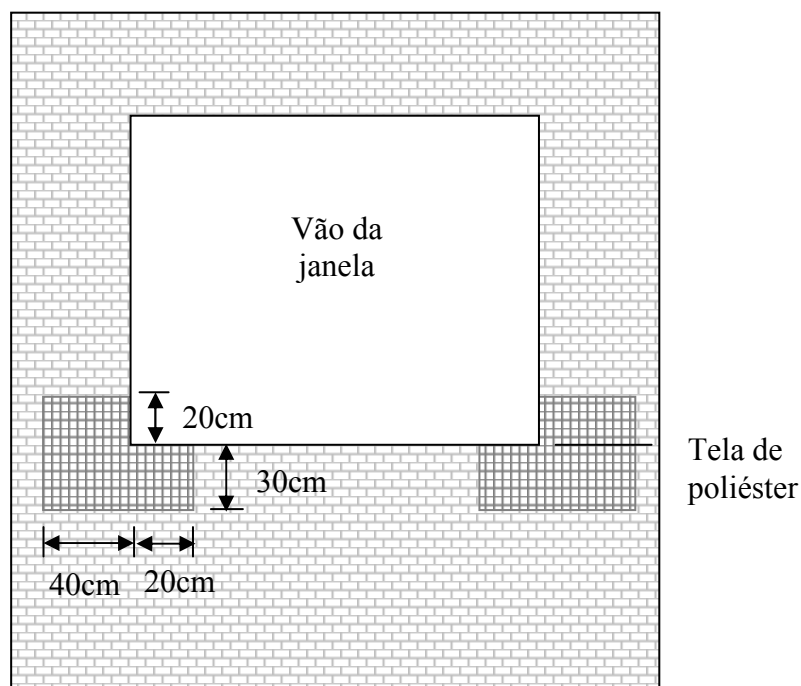


Figura 3.3. – Tratamento de quinas de janela com tela de poliéster

### 3.2.3. Aplicação da argamassa de revestimento

A argamassa de revestimento não deve ser aplicada em ambientes com temperatura inferior a 5°C. Em temperatura superior a 30°C, devem ser tomados cuidados especiais para cura do revestimento, mantendo-o úmido pelo menos nas 24 horas iniciais através da aspersão constante de água. Este mesmo procedimento deve ser adotado em situações de baixa umidade relativa do ar, ventos fortes ou insolação forte e direta sobre os planos revestidos.



Uma avaliação da influência da cura sobre as superfícies revestidas com argamassa foi observada por CAVANI & OLIVEIRA (2002) ao avaliarem a resistência de aderência em chapiscos. O estudo foi motivado pela verificação (“in loco” na obra) de um chapisco que, apesar de ter sido executado com uma argamassa bastante rica (traço 1:2, cimento e areia), não apresentou resistência mecânica satisfatória (a resistência ao risco – raspagem da superfície da argamassa com um objeto de ferro pontiagudo ou prego – da argamassa de chapisco se apresentava menor que a da argamassa de emboço). Aparentemente, o cimento da argamassa de chapisco não estava totalmente hidratado (apesar de apresentar idade superior a 20 dias). Procedeu-se então uma cura complementar desta argamassa de chapisco e então, foram feitos ensaios de resistência de aderência, que são apresentados na tabela III.5.

Tabela III.5 – Resumo dos resultados de resistência de aderência do chapisco (CAVANI & OLIVEIRA, 2002)

<b>Condição de cura complementar</b>	<b>Resistência de aderência média (MPa)</b>
Nenhuma	0,13
Molhado 1 vez por dia por 3 dias	0,44
Molhado 2 vezes por dia por 3 dias	1,00
Molhado 3 vezes por dia por 3 dias	0,81

Segundo os autores, os resultados obtidos comprovaram que o cimento da argamassa de chapisco não estava totalmente hidratado, comprometendo assim o desempenho desta camada. Houve um ressecamento muito rápido da camada de chapisco logo após a sua aplicação. Os autores concluíram ainda que, esse ressecamento, prejudicial para a hidratação do cimento, acaba ocorrendo com frequência devido aos seguintes fatores:

- a) As argamassas de chapisco normalmente não possuem qualquer tipo de retentor de água.
- b) Essa camada possui pequena espessura e perde água tanto para o substrato como para a atmosfera.

- c) Substratos constituídos por blocos de concreto (tipo de alvenaria utilizada na obra em questão) normalmente apresentam alta sucção inicial, retirando deste modo mais água da argamassa assim que a mesma é aplicada.
- d) As aplicações feitas durante o outono, quando a temperatura do ar ainda é relativamente elevada e sua umidade relativa é baixa, favorecem a rápida evaporação da água da argamassa.

Em relação às técnicas executivas para execução dos revestimentos argamassados (emboço e reboco), as seguintes recomendações podem ser observadas (CARVALHO JR., 1999):

- a) Colocação de taliscas p/ execução das mestras (mesmo prumo afastadas de +/- 1,50m) definindo a espessura do emboço (revestimento argamassado onde serão assentados outros revestimentos, tais como cerâmica ou granitos, como acabamento final).
- b) Execução das mestras: cantos e internas espaçadas de 2,00 a 2,50m (linhas).
- c) Após a secagem das mestras, faz-se o enchimento e sarrafeamento dos espaços entre as mestras (do teto para o piso).
- d) Após sua projeção, a argamassa deve ser apertada contra a parede (aumenta a aderência e diminui o volume de vazios do revestimento fresco, o que contribui para evitar fissuras de retração de secagem).
- e) O sarrafeamento só deve ser realizado após um certo período (na obra diz-se que o pedreiro espera a argamassa “puxar”). O sarrafeamento realizado com a espera de tempo inferior ao adequado após a aplicação da argamassa resulta em fissuras provocadas pela perturbação precoce desta argamassa (esta operação conclui a operação de execução do emboço, que deve ser somente sarrafeado, ou no máximo levemente desempenado, mas nunca feltrado).
- f) Para execução do reboco (ou massa única – revestimentos onde será aplicada pintura como revestimento final) cumprem-se as etapas anteriores, e, após o sarrafeamento alisa-se o revestimento com a desempenadeira de madeira, e na seqüência aplica-se o feltramento (descrição nos itens seguintes).

- g) A aplicação da desempenadeira de madeira deve ser realizada após um intervalo de tempo mínimo (verificado pelo pedreiro na obra no momento em que pressiona com o polegar a superfície do revestimento e este não afunda). A operação de desempenho promove fluxo de pasta para a superfície para que os grãos do agregado fiquem envoltos pela mesma (aumenta a resistência mecânica da superfície).
- h) Após o desempenho, procede-se à operação de feltramento ou camurçamento, que consiste na operação de fricção da superfície do revestimento, com espuma de poliuretano (esponja) ou desempenadeira de espuma, através de movimentos circulares de modo a retirar o excesso de pasta surgido na operação de desempenho e a deslocar os grãos de agregado, preenchendo-se e/ou alisando-se pequenas irregularidades, até a obtenção de uma textura final homogênea com o mínimo de vazios (“camurçada”). Durante o camurçamento pode-se umedecer a superfície ou a espuma com nata de argamassa para o preenchimento dos vazios e melhor homogeneização da textura camurçada. Esta operação contribui para um menor consumo de massa corrida (no caso da utilização desta para preparação da base para recebimento da pintura decorativa).
- i) Para espessuras maiores que 30mm e menores que 50mm: chapar a argamassa de duas vezes, só sarrafeando e desempenando a 2ª. camada. Para espessuras acima de 50mm deve-se proceder ao encasque (enchimento de depressões com material idêntico ao da alvenaria, assentado com argamassa forte de cimento e areia traço 1:5). No caso de fachadas deve-se realizar projeto do revestimento utilizando-se telas eletro-soldada fixadas mecanicamente à pólvora.
- j) O reboco (ou massa única) é que confere a textura superficial final aos revestimentos, sendo a pintura, em geral, aplicada diretamente sobre o mesmo. Portanto, não deve apresentar fissuras, principalmente em aplicações externas. Para isto, a argamassa deverá apresentar elevada capacidade de deformação plástica.
- k) Mesmo o aparecimento de pequenas fissuras (que em situação de solicitação menos intensa podem não representar prejuízo), no revestimento externo representam um ponto crítico. Havendo um ciclo contínuo de expansão e retração termo-higroscópica da vedação, poderá ocorrer a abertura daquelas

fissuras, rompendo a película da pintura e comprometendo a durabilidade do sistema.

- 1) Em se tratando das trincas e fissuras pode-se tomar como referência para a avaliação da quantidade de fissuras em um revestimento o seu Índice de Fissuração. Este parâmetro foi definido pelo Projeto Argamassa (FERREIRA et al., 1996) e é obtido da seguinte maneira: a cada 50m<sup>2</sup> de emboço deve-se escolher aleatoriamente um quadrado de 1m<sup>2</sup> e contar o número de fissuras que existe dentro dele. Especifica-se em 3 fissuras a quantidade delas aceitável dentro deste 1m<sup>2</sup>, em se tratando de um emboço externo que será base para o assentamento de placas de revestimento. Para fins de identificação das fissuras, elas terão de ser contínuas, com seu desenvolvimento em uma direção preferencial e com comprimento não inferior a 2cm.

#### **3.2.4. Exemplos de traços de argamassas**

As argamassas industrializadas (ensacadas), as dosadas em central e as misturas semi-prontas têm apresentado uma maciça utilização no mercado da construção civil, entretanto, a participação relativa das argamassas preparadas no canteiro de obras (mistura de aglomerante(s), agregado(s), água e eventualmente aditivo(s) e/ou adição(ões), sendo que, estes constituintes são adquiridos em separado e estocados no canteiro de obra até o momento de sua mistura) ainda representam a maior parte da argamassas utilizadas nos canteiros de obra nacionais. Na tabela III.6 são observadas sugestões de alguns traços para estes tipos de argamassas.

Tabela III.6 – Sugestões de traços de argamassas (CARVALHO JR., 1999)

<b>Emboço</b>	Interno	1:5 cal e areia lavada média a grossa = massa branca*
		1:8 cimento e massa branca
	Externo	1:2:8 cimento, cal aditivada** e areia lavada média a grossa
		1:4 cal e areia lavada média a grossa = massa branca*
<b>Reboco ou massa única</b>	Interno	1:6 cimento e massa branca
		1:1:6 cimento, cal aditivada** e areia lavada média a grossa
		1:5 cal e areia lavada fina a média = massa branca*
	Externo	1:10 cimento e massa branca
		1:2:10 cimento, cal aditivada** e areia lavada fina a média
		1:5 cal e areia lavada fina a média = massa branca*
		1:8 cimento e massa branca
		1:2:8 cimento, cal aditivada** e areia lavada fina a média

\* após a confecção da massa branca deve-se proceder a sua maturação por no mínimo 16 horas.

\*\* cal aditivada: cal com garantia de 0% de óxidos não hidratados + aditivo incorporador de ar.

### 3.3. Sistemas de aderência da argamassa à base

Os sistemas de aderência da argamassa à base podem ser divididos em sistemas mecânicos e químicos, conforme descrito a seguir.

#### 3.3.1. Sistema de aderência mecânico

Apresenta-se como o principal sistema responsável pela aderência da argamassa à base e é descrito por SUGO et al. (2001 – no trabalho *The development of mortar/unit bond*) como um sistema complexo que envolve o transporte dos fluidos e dos finos da

argamassa para a interface da argamassa/base seguido da hidratação dos materiais cimentícios.

CARASEK et al. (2001) identificam que o termo aderência é usado para descrever a resistência e a extensão do contato entre a argamassa e uma base porosa; esta base, o substrato, geralmente é representada pela alvenaria (podendo ser esta constituída por blocos cerâmicos, blocos de concreto, blocos de concreto celular, blocos sílico calcários, etc.) ou pela estrutura de concreto moldado “in loco”.

CARASEK et al. (2001) corroboram as afirmações de SUGO et al. (2001) considerando que a aderência da argamassa endurecida ao substrato é um fenômeno essencialmente mecânico, devido, basicamente, à penetração de pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação. Segundo os autores, quando a argamassa no estado plástico entra em contato com a superfície absorvente do substrato, parte da água de amassamento, que contém em dissolução ou estado coloidal os componentes do aglomerante, penetra nos poros e cavidades deste substrato. No interior destes, ocorrem fenômenos de precipitação dos produtos de hidratação do cimento e da cal, e, transcorrido algum tempo, com a cura, esses precipitados intracapilares exercem ação de ancoragem da argamassa à base.

CARASEK (1996), também, através de estudos realizados com o MEV, observou que a aderência decorre do intertravamento principalmente de etringita ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$  – trissulfoaluminato de cálcio hidratado: um dos produtos da hidratação do cimento) no interior dos poros do substrato. Segundo a autora, este aumento local da concentração de etringita surge quando, ao se misturar o cimento Portland com água, a gipsita empregada como fonte reguladora de pega do cimento dissolve-se e libera íons sulfato e cálcio; estes íons são os primeiros a entrar em solução, seguido dos íons aluminato e cálcio provenientes da dissolução do  $\text{C}_3\text{A}$  do cimento. Devido ao efeito de sucção ou absorção capilar causado pela base porosa, tais íons em solução são transportados para regiões mais internas do substrato formando, no interior dos poros, o trissulfoaluminato de cálcio hidratado (etringita). Em virtude do processo mais rápido de dissolução dos íons  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{AlO}_4^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e de precipitação da etringita, este

produto preenche prioritariamente os poros capilares, o que explica sua maior abundância na zona de contato argamassa/substrato e em poros superficiais da base, deixando menos espaço para a precipitação de outros produtos de hidratação do cimento, tal como o CSH, por exemplo, ou mesmo produtos posteriores da carbonatação da cal, tal como a calcita (que aparecem em menor quantidade na região da interface).

GALLEGOS (1995), em seu trabalho acerca da aderência entre a argamassa e as unidades de alvenaria, identifica ser a aderência proveniente da penetração de cristais de cimento hidratado nos poros das unidades de alvenaria, sendo este fenômeno dependente da interação hídrica entre a argamassa e a unidade de alvenaria, da temperatura, da retenção de água e da composição da argamassa e da qualidade do processo construtivo. O autor também observa que análises da interface de contato entre a argamassa e a unidade de alvenaria têm identificado a etringita como a substância que forma, nos poros da unidade de alvenaria, cristais hexagonais em forma de agulha, com diâmetro de  $0,05\mu\text{m}$ .

GALLEGOS (1995) ressalta ainda a importância do uso da cal para a manutenção da aderência, observando que as obras de alvenaria estanques e que não apresentam fissuras tem sido sempre assentadas com argamassas de cimento e cal, enquanto que as constituídas somente com o aglomerante cimento apresentam infiltrações e fissurações. Isto decorre do fato de que o cimento, sem a presença da cal, produz argamassas pouco trabalháveis que geram um contato tentacular – forte, porém incompleto – na interface argamassa/unidade de alvenaria e se retrai ao avançar em seu processo de hidratação. A cal permite aumentar a extensão da aderência, endurece lentamente mantendo a argamassa “elástica” e resistindo a fissuras de maneira autógena ao ocorrer sua carbonatação.

A interação da argamassa/substrato é descrita por CARASEK et al. (2001) através da *teoria dos poros ativos* – modelo proposto por DÉTRICHÉ (1985) e DUPIN et al. (1988) – que considera o fluxo de água entre a argamassa e o substrato como a interação de dois sistemas de poros. O sistema de poros do substrato é modelado através de um conjunto de tubos cilíndricos paralelos independentes, abertos, perpendiculares à

superfície da argamassa, de raios constantes ao longo do tempo e inicialmente vazio. A argamassa fresca também é encarada como um sistema de poros, aonde o raio de seus tubos vai diminuindo, à medida que progride a hidratação dos aglomerantes da argamassa. Este modelo indica que, enquanto os raios médios dos capilares da argamassa são superiores aos dos capilares do substrato, o movimento da água se efetua no sentido da argamassa para o substrato. Esta sucção é acompanhada de um aperto mecânico das partículas sólidas da argamassa pela ação da depressão dos capilares, que se traduz por uma retração quase imediata da camada de argamassa e uma aceleração da cristalização dos produtos hidratados consecutivos ao crescimento da hidratação em íons dissolvidos. O resultado desse mecanismo é uma diminuição do raio médio dos capilares da argamassa, até se tornar igual ao dos capilares do substrato. Quando o raio médio dos capilares da argamassa torna-se inferior ao dos capilares da base, o sentido do movimento da água é invertido.

Segundo GALLEGOS (1995) a sucção, a quantidade de poros capilares e a estrutura dos mesmos (forma, textura interna e distribuição dos poros) e a textura da superfície da face de assentamento são as características da unidade de alvenaria associadas ao seu potencial de aderência com a argamassa, conforme descrito a seguir:

- a) Sucção: Avaliada através do ensaio IRA (ASTM C-67, 1997), que expressa a avidéz de água dos poros capilares da face de assentamento da unidade de alvenaria nos primeiros momentos de seu contato com a água. Em unidades de argilas secas, varia de 10 até 160 gramas. Em unidades de blocos de concreto e blocos sílico-calcários varia de 20 a 50 gramas.
- b) Quantidade de poros capilares: a porosidade total é a medida do espaço não ocupado pelos sólidos (nas alvenarias varia de 25% para unidades bem compactas até 50% para unidades porosas). Como a unidade só absorve água através de seu sistema de poros capilares, a porosidade total não é um bom indicador de seu potencial de absorção. Já o volume de poros capilares varia entre 10% – para unidades muito compactas produzidas com argilas extrudadas – e 30% para unidades produzidas com argilas porosas. Considerando ainda que poros capilares com raio médio inferiores a 0,1  $\mu\text{m}$  não são considerados poros



ativos (por que absorvem quantidades insignificantes de água) e descontando-se então estes poros, os novos valores de volume de poros capilares seriam de 5 a 6% para unidades compactas de blocos sílico-calcários e 8 a 9% para as unidades compactas de argila, sendo que unidades porosas de argila ainda poderiam alcançar 30%.

- c) Estrutura de poros das unidades: os poros das unidades sinterizadas podem ser assimilados a condutos cilíndricos de textura suave. Já os poros das unidades de matriz cimentícia se assemelham mais a uma sucessão de esferas secantes e são de textura rugosa, tanto devido à sua forma como devido à presença de cristais de hidratação na superfície dos agregados.
- d) Sucção e estrutura de poros da unidade de alvenaria: segundo o modelo de análise da absorção capilar que considera a estrutura porosa da unidade como um conjunto de tubos capilares cilíndricos, paralelos, abertos, perpendiculares à superfície da água e com diâmetros diversos, é possível associar ao raio médio do conjunto de poros capilares os valores fundamentais do fenômeno capilar: o peso de água absorvida pelo sistema de poros e a força capilar que é o motor da absorção capilar. O peso da água absorvida pode ser expresso pela equação mostrada a seguir:

$$\text{Peso da água} = C_1 N R^{2,5} t^{0,5} \quad (3.4)$$

Onde:

$C_1$ : constante dependente diretamente da tensão superficial e da densidade da água e inversamente proporcional à sua viscosidade dinâmica

$N$ : número de poros capilares na superfície analisada

$R$ : raio médio do conjunto de poros capilares

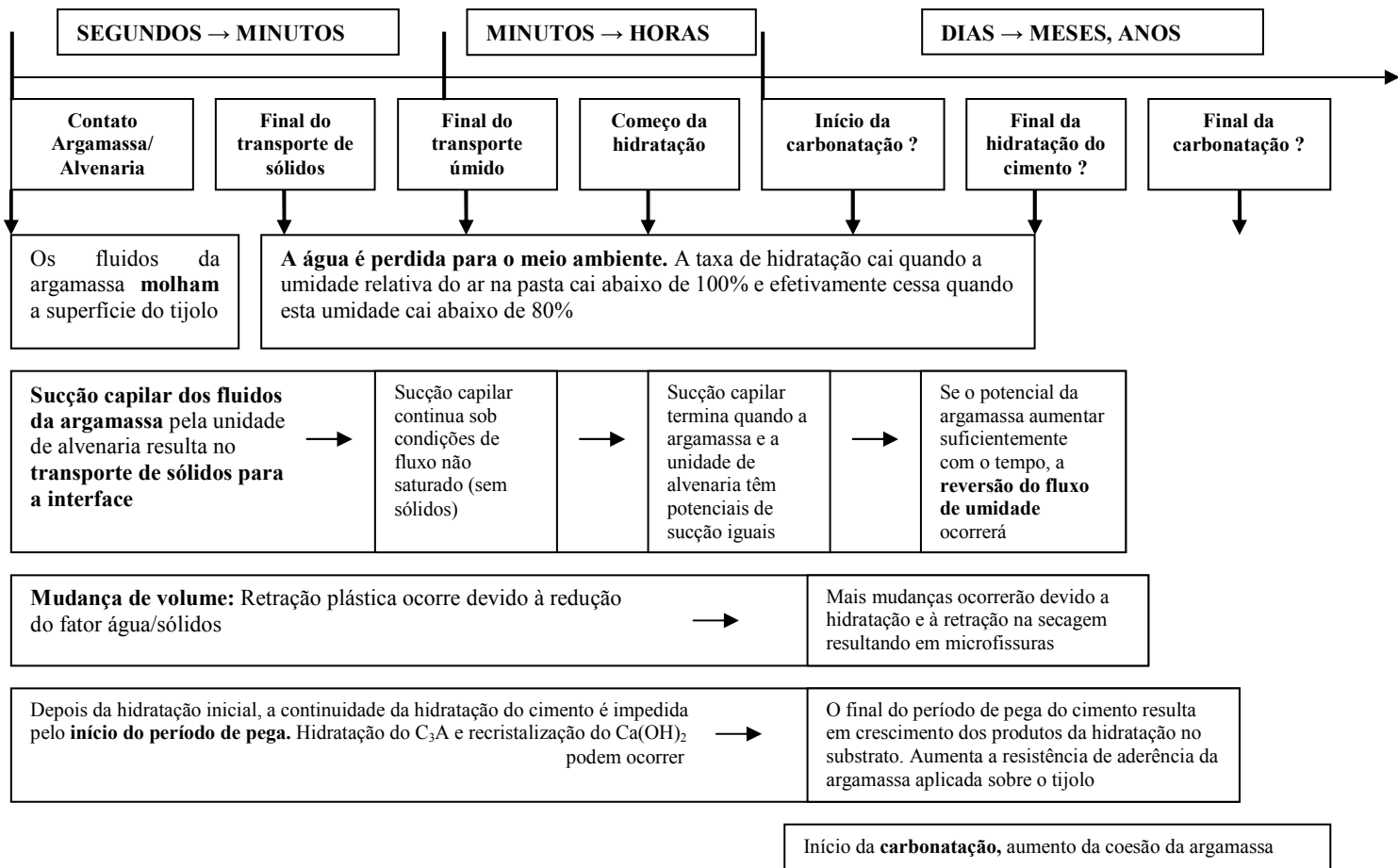
$t$ : tempo decorrido desde o contato da unidade com a água

- e) Sucção e estrutura dos poros da unidade de alvenaria e sua relação com a argamassa: na interação unidade de alvenaria/argamassa, os poros de maior diâmetro da unidade (acima de  $5\mu\text{m}$ ) serão inoperantes, devido ao fato de não apresentarem força capilar suficiente para vencer a força oriunda dos poros da

argamassa (isto equivale a dizer que unidades de alvenaria com elevada sucção não têm que necessariamente absorver mais água da argamassa que unidades com valores de sucção intermediária). Observa-se ainda que unidades de alvenaria compostas de blocos sílico-calcários retiram mais água das argamassas que unidades de argila (como consequência de ser capilarmente ativa por mais tempo). Em termos práticos, a unidade de argila termina de absorver água uns cinco minutos depois do contato, enquanto a unidade sílico-calcária permanece absorvendo por várias vezes este tempo. Este fato leva a crer que o ensaio IRA (ASTM C-67, 1997) – que avalia a absorção de água que ocorre no primeiro minuto – pode apresentar uma medida representativa para unidades de argila, mas certamente não o será para unidades sílico-calcárias.

O esquema apresentado a seguir (de autoria de SUGO et al., 2001) ilustra os diferentes processos que ocorrem durante o desenvolvimento do sistema de aderência mecânica de uma argamassa a base.

Figura 3.4 - Processos ocorridos durante o desenvolvimento do sistema de aderência mecânico (SUGO et al., 2001).



A partir da descrição do processo de formação de aderência (apresentado na figura anterior) SUGO et al. (2001) concluíram que a sucção dos fluidos da argamassa, associada ao transporte de sólidos para a interface argamassa/unidade de alvenaria representam um importante papel no desenvolvimento da aderência. A interação entre a unidade de alvenaria e a argamassa limita a utilidade de testes básicos, tais como o IRA (ASTM C-67, 1997), para prever a resistência de aderência. Um modelo mais complexo associado às características de sucção da unidade de alvenaria, à reologia da pasta e às propriedades de sucção seriam necessários para avaliar a compatibilidade entre a argamassa e a unidade de alvenaria. Em seu trabalho experimental os autores mostraram que a adição de cal hidratada é benéfica para a aderência. A cal hidratada aumenta a trabalhabilidade, a retenção de umidade e contribui para o volume da pasta. A observação dos microconstituintes na interface argamassa/unidade de alvenaria mostraram, para tijolos compostos de argila e argamassa de cimento e de cimento/cal, que o  $\text{Ca(OH)}_2$  e o CSH foram formados (com alguma menor variação na morfologia do CSH). Esta informação não chega a contrastar, mas pelo menos complementa a opinião de vários outros autores (já citados nesta seção) que afirmam encontrar uma presença maciça de trissulfoaluminato de cálcio hidratado (etringita) na interface argamassa/unidade de alvenaria.

TAHA & SHRIVE (2001) também observaram haver diferentes considerações de diversos autores a respeito da existência e do papel dos cristais de  $\text{Ca(OH)}_2$  na interface argamassa/unidade de alvenaria, conforme exposto a seguir:

- a) LANGE et al. (1996 e 1999) observaram muito poucos cristais de  $\text{Ca(OH)}_2$  na interface argamassa/unidade de alvenaria e relataram ser sua contribuição para a resistência de aderência insignificante.
- b) LAWRENCE & CAO (1988), SUGO et al. (1997), REDA & SHRIVE (2000) e SUGO (2001) mostraram, através de investigações realizadas utilizando DRX e MEV, que existe uma considerável quantidade de  $\text{Ca(OH)}_2$  na interface argamassa/unidade de alvenaria e, ainda, que esta quantidade é substancialmente aumentada quando a cal é incluída na mistura. Cristais grosseiros de  $\text{Ca(OH)}_2$  também foram observados quando foram utilizadas unidades de alvenaria compostas de argila e na condição saturada.

- c) CHASE (1984), LAWRENCE & CAO (1987) e MCGINLEY (2001) atribuíram a aderência mecânica da argamassa à unidade de alvenaria principalmente ao entrelaçamento de uma larga rede de fibras de C-S-H crescendo na superfície da unidade de alvenaria.

Ainda segundo TAHA & SHRIVE (2001), a resistência de aderência depende de vários fatores inter-relacionados que podem afetar o desenvolvimento da aderência de maneira direta (absorção superficial da unidade de alvenaria, estrutura dos poros, composição da argamassa, retenção de água da argamassa e condições de cura) ou indireta (textura superficial da unidade de alvenaria e habilidade do pedreiro). Enquanto as características da absorção superficiais definem a taxa e o volume de água retirada da argamassa para a unidade de alvenaria, a qualidade da argamassa define a quantidade de água disponível na interface e a resistência dos produtos da hidratação do cimento, depositados nos poros superficiais da unidade de alvenaria. A qualidade requerida da argamassa não é necessariamente representada por sua resistência à compressão, porém, por outros critérios, tais como trabalhabilidade, retenção de água e plasticidade. A interação da absorção superficial da unidade da alvenaria e da qualidade da argamassa determina a eficiência de dois processos físicos que controlam o desenvolvimento da aderência na interface: *densificação* e *secagem* (GROOT, 1997 e LANGE et al., 1999). A *densificação* representa a consolidação dos produtos da hidratação na interface argamassa/unidade de alvenaria, enquanto a *secagem* representa a redução da água disponível para completar o processo de hidratação na interface como resultado da sucção da unidade de alvenaria. A otimização (equilíbrio) entre a água requerida e a água disponível na interface argamassa/unidade de alvenaria contribui para o desenvolvimento da aderência na interface (MCGINLEY, 2001 e TAHA et al., 2001).

Finalmente, TAHA & SHRIVE (2001) também concluem, em concordância com diversos autores já citados, que a interface argamassa/unidade de alvenaria é rica em trissulfoaluminato de cálcio hidratado (etringita). A etringita apresenta-se como cristais hexagonais no formato de agulha e sua formação ocorre durante os primeiros estágios da hidratação do cimento, sendo fruto da reação entre o C<sub>3</sub>A e o gesso. Com o progresso da hidratação a etringita é usualmente convertida em monosulfoaluminato, que é mais

estável que a etringita (MEHTA, 1986). A existência da etringita nas idades mais avançadas tem sido atribuída à ausência de água (provocada pela sucção da unidade de alvenaria) necessária para que o processo de hidratação continue (LAWRENCE & CAO, 1988). TAHA & SHRIVE (2001) observaram também a presença de cristais de  $\text{Ca(OH)}_2$  na interface argamassa/unidade de alvenaria.

### **3.3.2. Sistema de aderência químico**

TAHA & SHRIVE (2001) descrevem ser largamente aceito que a aderência às alvenarias se desenvolve segundo dois mecanismos: a aderência química, onde a resistência de aderência advém de forças covalentes ou forças de van der Waals desenvolvidas entre a unidade de alvenaria e os produtos da hidratação do cimento e a aderência mecânica (descrita mais detalhadamente no item anterior) que é formada pelo intertravamento mecânico dos produtos da hidratação do cimento, transferidos para a superfície dos poros da unidade de alvenaria. Segundo os autores, KAMPF (2001) mostrou que a resistência de aderência entre uma argamassa e placas de vidro atinge cerca de 1/10 da resistência de aderência entre esta mesma argamassa aplicada sobre unidade de alvenaria de tijolos, donde o pesquisador concluiu que a contribuição do sistema mecânico para a resistência de aderência é muito superior que a contribuição do sistema químico.

Entretanto, o sistema de aderência químico pode ser melhorado através da introdução de aditivos adesivos (resinas já descritas no subitem f do item 3.1.2.4 anteriormente apresentado). A introdução destes produtos se apresenta como uma interessante alternativa para revestimento de bases que apresentem condições de porosidade, rugosidade e absorção de água incompatíveis com o desenvolvimento do sistema de aderência mecânico (ex: tubos de PVC, vigas ou pilares metálicos, etc).

### **3.4 Métodos de investigação e análise microestrutural**

A seguir são apresentados alguns dos principais métodos utilizados para caracterização microestrutural das argamassas.

#### **3.4.1. Análise utilizando-se microscópio eletrônico de varredura (MEV)**

De acordo com PADILHA & AMBROSIO FILHO (1985), no estudo de materiais de engenharia três tipos de microscopia são utilizados em grande extensão: microscopia ótica (MO), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia eletrônica de transmissão (MET). Destaca-se, entretanto, o potencial do MEV para a análise de superfícies irregulares (como no caso das amostras não polidas de argamassas e das amostras de conjuntos argamassa/bloco cerâmico que serão avaliadas neste trabalho) devido à sua excelente profundidade de foco e ampla faixa de aumentos. Este instrumento é utilizado para a análise morfológica dos materiais (avaliação da argamassa e da interface argamassa/bloco cerâmico).

Segundo GOLDSTEIN (1982), a formação de imagem no MEV se dá através de elétrons de alta energia que são focados em um feixe fino, o qual é varrido sobre a superfície da amostra. Interações complexas do feixe de elétrons com os átomos da amostra produzem uma larga variedade de emissões de radiação. Componentes desta radiação são coletados pelos detectores específicos e o sinal resultante é amplificado e exibido num tubo de raios catódicos ou tela de televisão, varrido em sincronismo com a varredura da amostra.

BRANDÃO (2001) identifica os processos de interação possíveis do elétron com a matéria conforme ilustrado na figura 3.5.

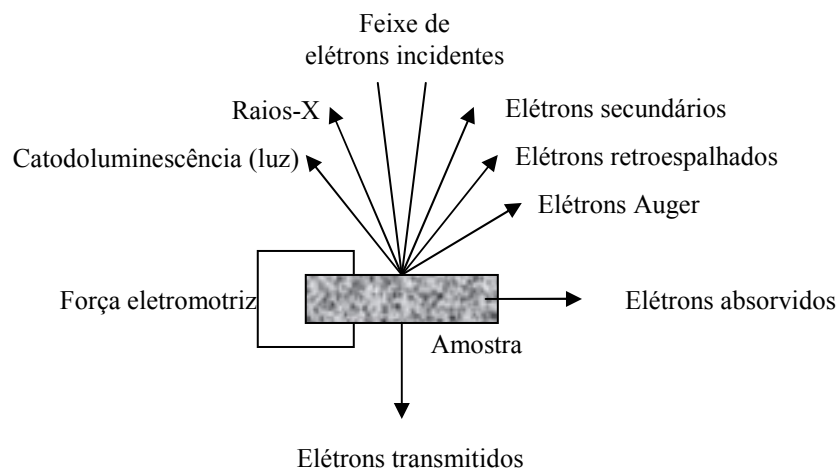


Figura 3.5 – Processos de interação possíveis durante a incidência de um feixe de elétrons em uma amostra sólida (BRANDÃO, 1997).

Os elétrons Auger apresentam energia levemente superior a 1.500 eV e profundidade de escape entre 2 e 20Å e são utilizados em espectroscopia Auger (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985).

Os elétrons secundários apresentam energia relativamente baixa (< 100eV) e provém de uma área (volume) relativamente pequena da amostra (< 10nm). Apresentam excelente resolução e potencial para formação de imagens com elevados aumentos máximos (30.000 a 100.000X). O contraste dependerá da massa específica do material da amostra (materiais com menores massas específicas serão observados com tonalidades mais escuras e materiais com maiores massas específicas serão observados com tonalidades mais claras), bem como da topografia da amostra (os topos apareceram com tonalidades mais claras e os fundos dos vales com tonalidades mais escuras; superfícies planas apresentaram tonalidades médias) (BRANDÃO, 2001).

Os elétrons retroespalhados apresentam energia relativamente alta (20 a 25keV) e provém de uma área (volume) mediana da amostra (aproximadamente 100nm de diâmetro). Apresentam média resolução e potencial para formação de imagens com medianos aumentos (máx. 5.000X). O contraste, assim como no caso dos elétrons



secundários, dependerá também da massa específica do material da amostra, da topografia da amostra e ainda da composição química (número atômico médio) do material da amostra. Os detectores do tipo COMPO ou TOPO podem respectivamente priorizar nas análises a composição química (incentiva o contraste – fases de maior número atômico aparecem mais claras e as de menor mais escuras) ou a topografia (minimiza o efeito da composição química e maximiza o efeito topográfico da amostra BRANDÃO, 2001).

Os elétrons absorvidos correspondem à fração dos elétrons primários que perdem toda sua energia na amostra, constituindo a chamada corrente da amostra (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985).

Os raios-X são utilizados na microanálise do material. De acordo com a Lei de Moseley, a energia dos fótons emitidos do volume irradiado da amostra é proporcional ao número atômico. O volume excitado para a radiação-X é dado pelo espalhamento do feixe primário de elétrons com o núcleo do átomo. A zona excitada é maior que o diâmetro do feixe, devido a mudanças no momento do elétron. O volume dos raios-X produzidos é determinado essencialmente pela energia do feixe primário; entretanto, o formato deste volume depende particularmente do número atômico (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985).

Os elétrons transmitidos são utilizados na microscopia eletrônica de transmissão (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985) e a catodoluminescência (luz emitida) é analisada utilizando-se equipamentos específicos para esta finalidade (BRANDÃO, 2001).

Segundo BRANDÃO (2001), o vértice do feixe de elétrons deve apresentar o menor diâmetro possível (aproximar-se o quanto for possível de um ponto). Quanto menor este diâmetro um maior nível de detalhes poderá ser percebido na amostra (ou seja, maior será o aumento máximo potencial). O instrumento a ser utilizado na realização deste trabalho apresenta este diâmetro da ordem de 5nm (o que, no limite, permitiria obter aumentos da ordem de até 100.000X).

BRANDÃO (2001) observa ainda a necessidade de preparo da amostra para que a mesma se torne condutora (através, por exemplo, da metalização desta utilizando-se uma liga de ouro e paládio em equipamento DESK II, pela técnica de *sputter*). A amostra condutora é aterrada para que se dissipe a carga elétrica negativa de sua superfície oriunda da absorção dos elétrons do feixe primário. A cobertura condutora e o contato com o porta-amostras também permitem a remoção do calor gerado pela interação do feixe de elétrons com a amostra. Posteriormente a amostra é posicionada na câmara do MEV, onde é colocada no vácuo apropriado, da ordem de  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  Torr, para que então se proceda a sua análise.

### 3.4.2. Análise utilizando-se microanalisador EDS

A utilização do microanalisador EDS (espectrômetro dispersivo em energia) tem como finalidade a identificação dos constituintes da argamassa, do bloco cerâmico e da interface argamassa/bloco cerâmico através de microanálise química.

Segundo BRANDÃO (2001) as principais características deste instrumento são:

- a) Apresenta somente um componente essencial: o detector de estado sólido, constituído de silício (Si) dopado com lítio (Li).
- b) O equipamento não apresenta partes móveis.
- c) É gerado um espectro simultâneo.
- d) Apresenta funcionamento conceitualmente simples.
- e) Instrumento relativamente barato (em comparação com os demais utilizados para este tipo de análise).

O esquema da figura 3.6 ilustra os principais constituintes do microanalisador EDS em conjunto com o feixe de elétrons incidentes e os raios-X emitidos pela amostra (BRANDÃO, 2001).

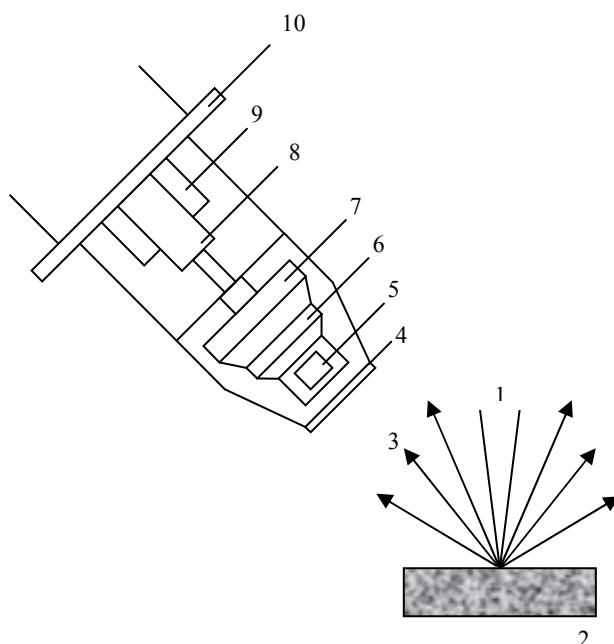


Figura 3.6 – Principais constituintes do EDS (em conjunto com feixe de elétrons incidentes e raios-X emitidos pela amostra) (BRANDÃO, 2001).

Legenda:

1 – feixe de elétrons incidentes

2 – amostra

3 – raios-X emitidos pela amostra

4 – colimador de raios-X

5 – armadilha para elétrons (campo magnético que age como um filtro para impedir a passagem de elétrons e permitir que só passem raios-X)

6 – janela

7 – cristal detector de raios-X

8 – “dedo frio” (filamento condutor de calor, para garantir temperaturas abaixo de 200°C negativos na região, por contato com nitrogênio líquido)

9 – sonda de aço inox

10 – flange de vácuo

### 3.4.3. Análise utilizando-se difração de raios-X (DRX)

Segundo PADILHA & AMBROSIO FILHO (1985), o método de difração de raios-X é de grande importância na análise mineralógica/microestrutural, por fornecer informações sobre a natureza e os parâmetros do reticulado cristalino, assim como detalhes a respeito do tamanho, da perfeição e da orientação dos cristais. A utilização deste instrumento neste trabalho está relacionada com a identificação de fases para subsidiar as análises do MEV (por exemplo, definir a relação portlandita/calceita e a estimativa da quantidade de fase amorfa pela visualização do domo de amorfização gerado no espectro). PADILHA & AMBROSIO FILHO (1985) ainda observam que o estudo do espectro de difração obtido através deste instrumento possibilita a determinação da fração volumétrica de cada fase (considerando, porém, a dificuldade de detecção de fases com frações volumétricas menores que 3 – 5%, devido ao fato de seus picos se confundirem com a radiação de fundo, além da superposição pelas raiais das fases majoritárias).

De acordo com BRANDÃO (2001), a estrutura repetitiva (identificada pela distância interplanar –  $d$ ) torna possível a difração de raios-X. Segundo PADILHA & AMBROSIO FILHO (1985), se um feixe de raios-X com uma dada frequência incidir sobre um átomo isolado, elétrons deste átomo serão excitados e vibrarão com a frequência do feixe incidente.

Ainda conforme BRANDÃO (2001), cada átomo funciona como um núcleo de espalhamento da radiação (o espalhamento ocorrerá em todas as direções do espaço). A interferência construtiva se dará somente segundo determinadas direções, no caso, quando os átomos estiverem regularmente espaçados em um reticulado cristalino e a radiação incidente apresentar comprimento de onda da ordem de grandeza deste espaçamento PADILHA & AMBROSIO FILHO (1985). Um exemplo disto pode ser observado na figura 3.7, onde um feixe monocromático de raios-X, com comprimento de onda  $\lambda$ , incide com um ângulo  $\theta$  em um conjunto de planos cristalinos com espaçamento  $d$  (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985).

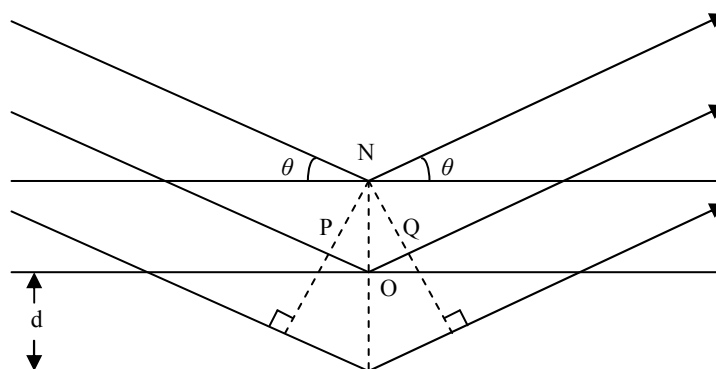


Figura 3.7 – Difração de raios-X por um cristal (PADILHA & AMBROSIO FILHO, 1985).

Só ocorrerá reflexão, isto é, interferência construtiva, se a distância extra percorrida por cada feixe for um múltiplo inteiro de  $\lambda$ . Por exemplo, o feixe difratado pelo segundo plano de átomos percorre uma distância  $PO + OQ$  a mais do que o feixe difratado pelo primeiro plano de átomos. A condição para que ocorra interferência construtiva é, segundo PADILHA & AMBROSIO FILHO (1985):

$$PO + OQ = n\lambda = 2d \sin \theta \quad (3.5)$$

Onde:

$$n = 1, 2, 3, 4 \dots$$

Esta equação é conhecida como Lei de Bragg e os ângulos  $\theta$  para os quais ocorre difração são chamados ângulos de Bragg. As direções para as quais ocorre difração (interferência construtiva) são determinadas pela geometria do reticulado.

Em sua operação, o instrumento gera os raios-X, a partir de um tubo de raios-X que é refrigerado a água. No goniômetro, a amostra submetida a esta radiação gira de um ângulo  $\theta$ , enquanto o detector gira de um ângulo  $2\theta$ . O detector com monocromador (cristal curvo), ao receber os raios difratados transforma-os em pulsos elétricos, que vão a um sistema de análise que identifica os picos. Pela Lei de Bragg são calculadas as

distâncias interplanares “d”, que permitem, levando-se em consideração também as intensidades das raias, pela consulta ao banco de dados do ICDD (International Center for Diffraction Data), a identificação das fases cristalinas componentes da amostra.

#### **3.4.4. Análise utilizando-se fluorescência de raios-X (FRX)**

A fluorescência de raios-X (FRX, ou energy dispersive X-ray fluorescence – EDXRF) é gerada pela perturbação dos orbitais eletrônicos dos átomos, que pode ser realizada pelo bombardeamento da espécie com elétrons de alta energia, raios-X de maior energia ou partículas aceleradas carregadas. O bombardeamento de elétrons da espécie resulta em um contínuo da energia de raios-X e radiações características de cada elemento (JESUS FILHO, 1999).

Qualitativamente, observa-se que a intensidade da emissão do contínuo aumenta com o crescimento do número atômico do elemento, com o aumento da corrente do feixe de elétrons e com o aumento do potencial de aceleração do elétron (JESUS FILHO, 1999). De acordo com a AMPTEK INC. (2005), quando uma fonte primária de raios-X advinda de um tubo de raios-X ou alguma fonte radioativa atingem uma amostra, os raios-X podem ser absorvidos pelos átomos ou dispersados através do material. O processo em que os raios-X são absorvidos pelo átomo transferindo toda sua energia a um elétron da camada mais externa é chamado de “efeito fotoelétrico”. Durante este processo, se os raios-X primários tiverem energia suficiente, os elétrons são emitidos a partir dos orbitais internos, criando vacâncias. Estas vacâncias apresentam uma condição instável para o átomo. Visto que o átomo retorna a sua condição estável, os elétrons dos orbitais exteriores são transferidos aos orbitais internos e neste processo elástico libera raios-X característicos, cuja energia é a diferença entre as duas energias de ligação dos orbitais correspondentes. Os raios-X emitidos através deste processo são chamados “Fluorescência de raios-X” ou FRX. O processo de detecção e análise destas emissões é conhecido por “Análise da Fluorescência de raios-X”. Na maioria dos casos os orbitais mais internos K e L são envolvidos na detecção realizada através da FRX. Um espectro de raios-X típico para uma amostra submetida a radiação exibirá múltiplos

picos de diferentes intensidades. A figura 3.8 a seguir mostra um espectro típico obtido através da análise pela FRX de uma amostra de chumbo.

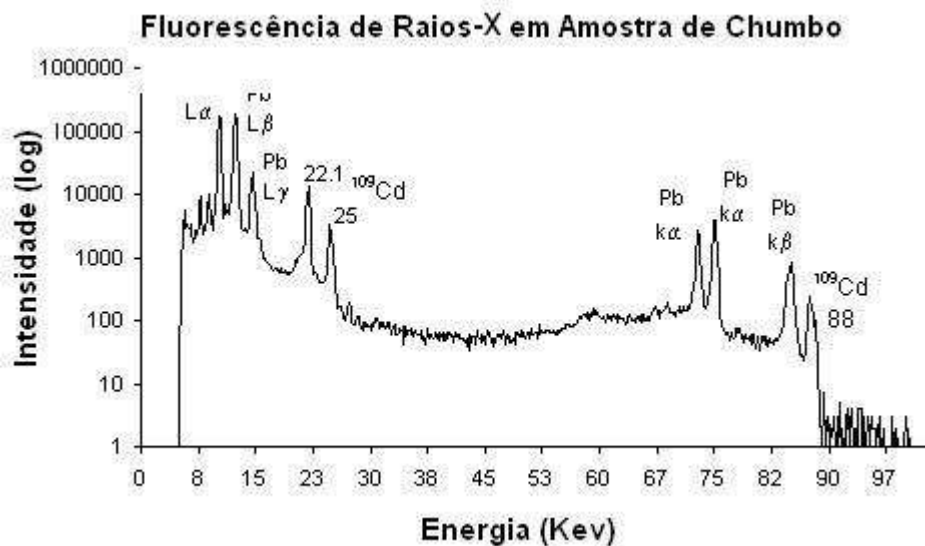


Figura 3.8 – Espectro típico obtido através da análise pela FRX de uma amostra de chumbo (AMPTEK INC., 2005).

Ainda segundo esta mesma fonte (AMPTEK INC., 2005) os raios-X característicos são denominados como K, L, M ou N para explicitar os orbitais que os deram origem. Outras denominações, tais como alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) ou gama ( $\gamma$ ) são utilizadas para denotar os raios-X que originaram das transições dos elétrons de orbitais mais elevados. Conseqüentemente, raios-X do K $\alpha$  são produzidos através de uma transição de um elétron do orbital L para o orbital K, e raios-X do K $\beta$  são produzidos através de uma transição de um elétron do orbital M para o orbital K, e assim sucessivamente. Uma vez que dentro dos orbitais existem órbitas múltiplas de elétrons (com energias de ligação mais elevadas e mais baixas), uma designação adicional é feita utilizando-se  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  ou  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e assim por diante, para denotar transições dos elétrons destas órbitas no mesmo orbital mais baixo.

De acordo com a AMPTEK INC. (2005), a Fluorescência de raios-X é largamente utilizada para avaliação dos elementos que compõem os materiais. Uma vez que o método é rápido e não destrutivo é freqüentemente escolhido para aplicações de campo,

bem como na produção industrial na área de controle de materiais. Dependendo da aplicação, a FRX pode ser obtida não só através de raios-X, mas também através de outras fontes de excitação primárias, tais como partículas alfa, prótons ou feixe de elétrons de alta energia.

Às vezes, visto que o átomo retorna a sua condição estável, ao invés de emitir raios-X característicos ele transfere a energia de excitação diretamente a um dos elétrons exteriores, fazendo com que seja emitido para fora do átomo (este elétron é chamado de Elétron Auger). Este processo compete com a FRX, sendo que elétrons Auger são mais prováveis em elementos de baixo orbital Z que em elementos de alto orbital Z. A seguir, é apresentada uma seqüência de figuras que ilustra o processo da FRX e da obtenção de elétrons Auger (AMPTEK INC., 2005).



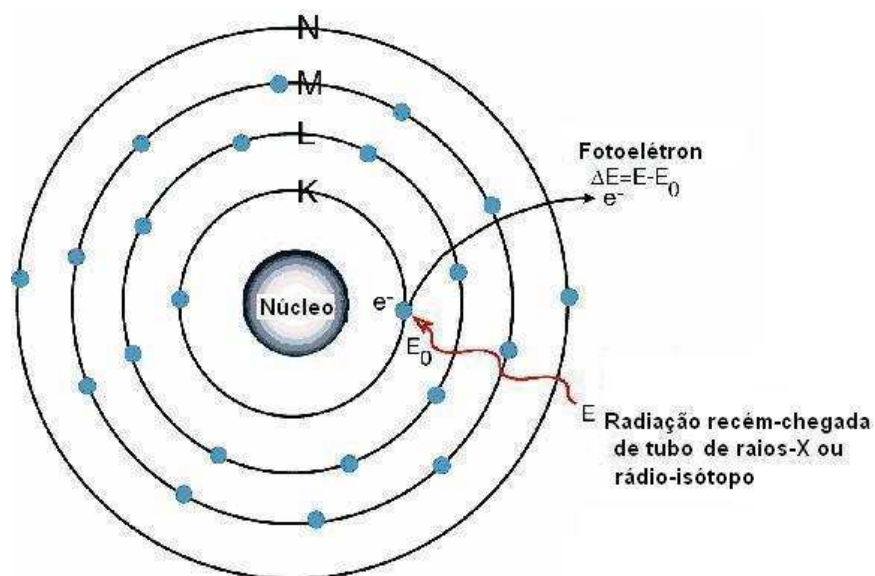


Figura 3.9 – Um elétron no orbital K é lançado para fora do átomo pela ação externa de uma excitação de raios-X primários criando uma vacância (AMPTEK INC., 2005).

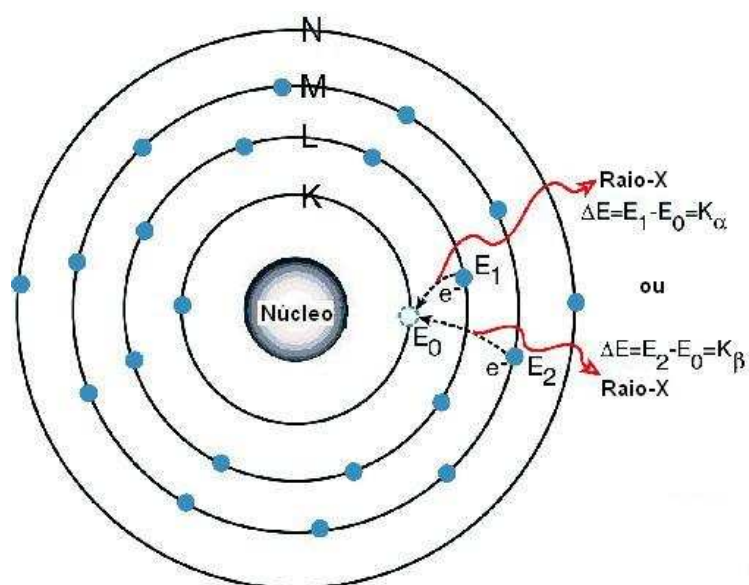


Figura 3.10 – Um elétron do orbital L ou M “salta” para preencher a vacância. Neste processo são emitidos raios-X característicos originais para este elemento, que por sua vez produz a vacância no orbital L ou M (AMPTEK INC., 2005).

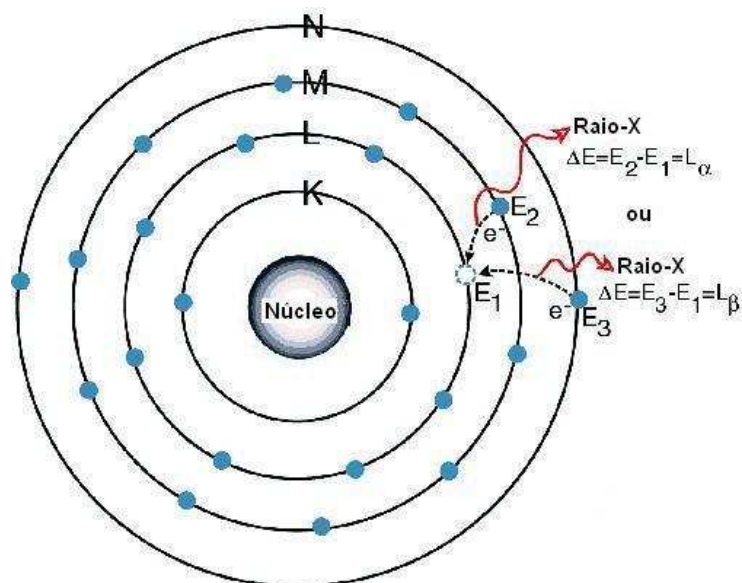


Figura 3.11 – Quando a vacância é criada no orbital L, seja pela excitação primária dos raios-X, seja pelo evento precedente, um elétron do orbital M ou N “salta” para ocupar a vacância. Neste processo são emitidos raios-X característicos originais para este elemento, que por sua vez produz a vacância no orbital M ou N (AMPTEK INC., 2005).

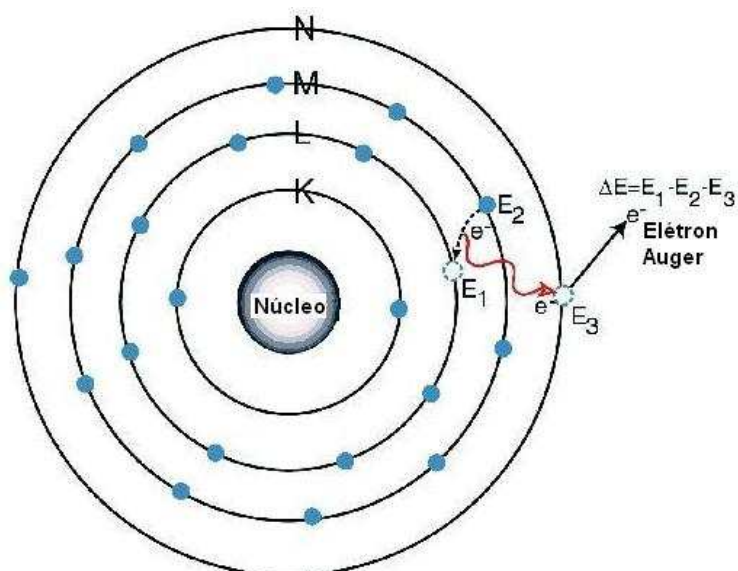


Figura 3.12 – Elétron Auger: ocorre quando a energia de excitação de um átomo interno é transferida para um dos elétrons exteriores fazendo com que este elétron seja emitido para fora do átomo (AMPTEK INC., 2005).

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Seleção dos materiais, composição das argamassas e variação das bases**

#### **4.1.1. Componentes da alvenaria (bloco cerâmico, bloco de concreto e argamassa de assentamento da alvenaria)**

A opção pelos blocos cerâmico e de concreto como elementos constituintes da alvenaria foi função da larga utilização deste material, tanto por construtoras, como também pelo usuário final quando pratica a modalidade de auto-construção (ver maiores detalhes nos testes de caracterização destes materiais apresentados no item seguinte). Para assentamento dos blocos foi utilizada argamassa industrializada (Reboco Pronto).

#### **4.1.2. Cimento**

Balizado pelas informações oriundas de ARROBAS & DJANIKIAN (1999) e CINCOTTO & BOLORINO (1997), o cimento escolhido foi o CP II-E-32 (identificado pelos autores como um dos aglomerantes mais utilizados nas composições das argamassas). Desta forma, acredita-se estar novamente trabalhando-se com produto de corriqueira utilização no mercado da construção civil. Observa-se ainda que este tipo de cimento além de ser utilizado nas argamassas confeccionadas no canteiro de testes (1:6 cimento e areia e 1:1:6 cimento, cal e areia) também é o aglomerante presente no reboco pronto.

#### **4.1.3. Cal**

Para utilização na composição do traço 1:1:6 (cimento, cal e areia), rodado no canteiro de teste, foi escolhida uma cal hidratada do tipo CH-I calcítica, bastante comum em nossa região em face de significativa presença de jazidas de calcário próximas a Belo Horizonte (exemplo: jazidas próximas às cidades de Pedro Leopoldo e Vespasiano, às

margens da estrada que conduz ao aeroporto Internacional Tancredo Neves – CONFINS). Observa-se ainda que a utilização de cal aditivada e com garantia de 0% de óxidos não hidratados, permitiu que o traço da argamassa mista fosse misturado de uma só vez, eliminando a operação de maturação da mistura prévia de cal e areia (massa branca), apresentado dentre as sugestões de traços de argamassas (traços bipartidos da tabela III.6).

#### **4.1.4. Areia**

A areia (de granulometria fina) utilizada nos traços 1:6 (cimento e areia) e 1:1:6 (cimento, cal e areia) rodados no canteiro de teste, foi adquirida no mercado de Belo Horizonte e antes de sua utilização foi peneirada em peneira de arroz (2,4mm de abertura de malha) para retirada de impurezas. A areia presente no reboco pronto segue as recomendações básicas das especificações deste material sendo de granulometria fina a média.

#### **4.1.5. Aditivos adesivos**

No intuito de realizar avaliação da resistência de aderência química modificada através da introdução de aditivos adesivos e balizado nas conclusões do melhor desempenho dos aditivos à base de polímeros estireno-butadieno (SBR) em relação a outros aditivos obtidas por OLIVEIRA & BAUER (1999) e GODOY & BARROS (1999) foi realizada a introdução de aditivo a base de SBR nas argamassas utilizadas.

#### **4.1.6. Fibras**

Foi também realizada a avaliação das argamassas deste trabalho envolvendo a adição de fibras de nylon devido à significativa interferência deste material na redução do módulo de elasticidade das argamassas (AGUILAR et al., 2002), a interdependência deste com as fissuras do revestimento (GOMES, 1995 e CSTB, 1982, vide tabela IV.7 apresentada à frente) e a relação destas últimas com a resistência de aderência

(CINCOTTO et al., 1995, identifica que a fissuração deve ser sempre evitada uma vez que a capacidade de aderência pode ficar comprometida no entorno da região fissurada).

#### 4.1.7. Combinações de traços, materiais e preparo de base

Foram realizados 54 painéis de alvenaria (28 de blocos cerâmicos e 28 de blocos de concreto) para o desenvolvimento da matriz de trabalho apresentada nas tabelas IV.1 a IV.6. Os painéis foram executados de acordo com o croquis apresentado na figura 4.1, para que neles pudessem ser realizados 12 ensaios de arrancamento. No mesmo painel foram extraídos 2 (dois) CPs para análise da interface através da utilização de MEV/EDS (posteriormente houve nova extração de CPs para realização de testes utilizando-se a DRX e a FRX).

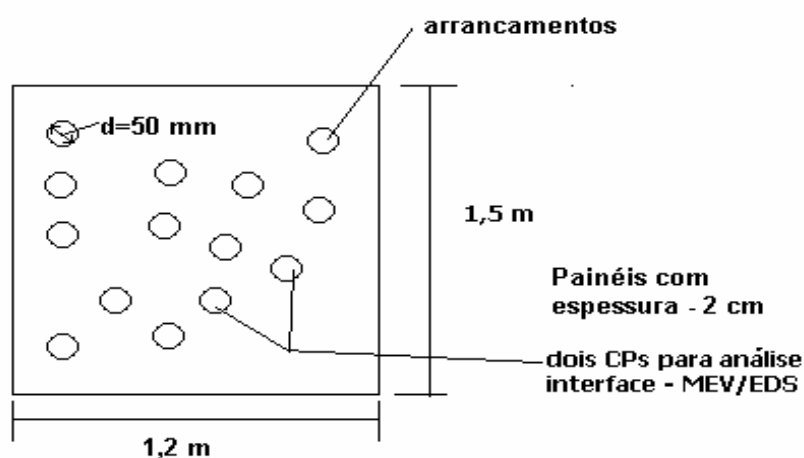


Figura 4.1 – Croquis dos painéis de alvenaria executados.

Tabela IV.1 – Argamassa industrializada – Reboco Pronto – Série 1 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco cerâmico

<b>Tipo de Argamassa</b>	Industrializada
<b>Situação da base cerâmica para o assentamento da Argamassa Industrializada</b>	1.1-Úmida;
	1.2-Seca;
	1.3-Material pulverulento proveniente de canteiro de obra impregnando à superfície dos blocos (base úmida);
	1.4-Saibro impregnado na face dos blocos (base úmida);
	1.5-Substâncias gordurosas na face dos blocos (base úmida);
	1.6-Saturação dos blocos;
	1.7-Fungos e microorganismos presentes em matéria orgânica, impregnados na face de aplicação dos blocos (base levemente úmida)*;
<b>Introdução de Aditivos e Adições (realizada na base cerâmica na condição ideal)</b>	1.8- Com resina SBR (base úmida);
	1.9- Com fibras de nylon (base úmida).

Tabela IV.2 – Argamassa traço 1:6 – cimento e areia – Série 2 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco cerâmico

<b>Tipo de Argamassa</b>	1:6
<b>Situação da base cerâmica para o assentamento da Argamassa Industrializada</b>	2.1-Úmida;
	2.2-Seca;
	2.3-Material pulverulento proveniente de canteiro de obra impregnando à superfície dos blocos (base úmida);
	2.4-Saibro impregnado na face dos blocos (base úmida);
	2.5-Substâncias gordurosas na face dos blocos (base úmida);
	2.6-Saturação dos blocos;
	2.7-Fungos e microorganismos presentes em matéria orgânica, impregnados na face de aplicação dos blocos (base levemente úmida)*;
<b>Introdução de Aditivos e Adições (realizada na base cerâmica na condição ideal)</b>	2.8- Com resina SBR (base úmida);
	2.9- Com fibras de nylon (base úmida).

Tabela IV.3 – Argamassa traço 1:1:6 – cimento, cal e areia – Série 3 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco cerâmico

<b>Tipo de Argamassa</b>	1:1:6
<b>Situação da base cerâmica para o assentamento da Argamassa Industrializada</b>	3.1-Úmida;
	3.2-Seca;
	3.3-Material pulverulento proveniente de canteiro de obra impregnando à superfície dos blocos (base úmida);
	3.4-Saibro impregnado na face dos blocos (base úmida);
	3.5-Substâncias gordurosas na face dos blocos (base úmida);
	3.6-Saturação dos blocos;
	3.7-Fungos e microorganismos presentes em matéria orgânica, impregnados na face de aplicação dos blocos (base levemente úmida)*;
<b>Introdução de Aditivos e Adições (realizada na base cerâmica na condição ideal)</b>	3.8- Com resina SBR (base úmida);
	3.9- Com fibras de nylon (base úmida).

Tabela IV.4 – Argamassa industrializada – Reboco Pronto – Série 4 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco de concreto

<b>Tipo de Argamassa</b>	Industrializada
<b>Situação da base concreto para o assentamento da Argamassa Industrializada</b>	4.1-Úmida;
	4.2-Seca;
	4.3-Material pulverulento proveniente de canteiro de obra impregnando à superfície dos blocos (base úmida);
	4.4-Saibro impregnado na face dos blocos (base úmida);
	4.5-Substâncias gordurosas na face de dos blocos (base úmida);
	4.6-Saturação dos blocos;
	4.7-Fungos e microorganismos presentes em matéria orgânica, impregnados na face de aplicação dos blocos (base levemente úmida)*;
<b>Introdução de Aditivos e Adições (realizada na base concreto na condição ideal)</b>	4.8- Com resina SBR (base úmida);
	4.9- Com fibras de nylon (base úmida).

Tabela IV.5 – Argamassa traço 1:6 – cimento e areia – Série 5 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco de concreto

<b>Tipo de Argamassa</b>	1:6
<b>Situação da base concreto para o assentamento da Argamassa Industrializada</b>	5.1-Úmida;
	5.2-Seca;
	5.3-Material pulverulento proveniente de canteiro de obra impregnando à superfície dos blocos (base úmida);
	5.4-Saibro impregnado na face dos blocos (base úmida);
	5.5-Substâncias gordurosas na face dos blocos (base úmida);
	5.6-Saturação dos blocos;
	5.7-Fungos e microorganismos presentes em matéria orgânica, impregnados na face de aplicação dos blocos (base levemente úmida)*;
<b>Introdução de Aditivos e Adições (realizada na base concreto na condição ideal)</b>	5.8- Com resina SBR (base úmida);
	5.9- Com fibras de nylon (base úmida).

Tabela IV.6 – Argamassa traço 1:1:6 – cimento, cal e areia – Série 6 – aplicada sobre alvenaria composta por bloco de concreto

<b>Tipo de Argamassa</b>	1:1:6
<b>Situação da base concreto para o assentamento da Argamassa Industrializada</b>	6.1- úmida;
	6.2-cond. Ideais;
	6.3-Material pulverulento proveniente de canteiro de obra impregnando à superfície dos blocos (base úmida);
	6.4-Saibro impregnado na face dos blocos (base úmida);
	6.5-Substâncias gordurosas na face dos blocos (base úmida);
	6.6-Saturação dos blocos (base úmida);
	6.7-Fungos e microorganismos presentes em matéria orgânica, impregnados na face de aplicação dos blocos (base levemente úmida)*;
<b>Introdução de Aditivos e Adições (realizada na base concreto na condição ideal)</b>	6.8- Com resina SBR (base úmida);
	6.9- Com fibras de nylon (base úmida).



\*As situações 1.7, 2.7, 3.7, 4.7, 5.7 e 6.7 apresentadas nas planilhas anteriores foram abandonadas em função do exposto “a posteriori” sobre o descarte da base impregnada com fungos.

Para atendimento a matriz de trabalho apresentada nas tabelas anteriores foram consumidos aproximadamente os seguintes quantitativos de materiais:

- Total global de painéis = 54 painéis
- Total global de latas de adesivo epóxi de 1Kg = 54 latas
- Total global de blocos cerâmicos (30x20x10) cm = 1.000 blocos
- Total global de blocos de concreto estrutural (40x20x10) cm = 1.000 blocos
- Total global de cimento Portland CP II-E 32 = 500 Kg de cimento
- ⇒ Total de sacos de cimento Portland CP II-E 32 de 50 Kg = 10 sacos de cimento
- Total global de cal hidratada CH-I = 75 Kg de cal
- ⇒ Total de sacos de cal hidratada 15Kg = 5 sacos de cal
- Total global de areia fina = 4 m<sup>3</sup> de areia
- Total global de argamassa industrializada Reboco Pronto = 1300 Kg
- ⇒ Total de sacos de argamassa. industrializada Reboco Pronto (20) Kg = 65 sacos
- Total global de fibra de Nylon = 3 Kg
- ⇒ Total de sacos de fibra de 100 g = 30 sacos
- Total global de aditivo adesivo a base de resina SBR = 36 litros
- ⇒ Total de aditivo adesivo a base de resina SBR (28 Litros) = 2 baldes

#### **4.2. Execução dos painéis de alvenaria (painéis teste)**

Os 54 painéis de alvenaria foram executados obtendo-se o produto final apresentado nas figuras 4.2 e 4.3.



Figura 4.2 – Painéis teste em bloco cerâmico.



Figura 4.3 – Painéis teste em bloco de concreto.

Após a execução dos painéis foi aguardado o mínimo de 14 dias para aplicação das argamassas de revestimento. Antes também da aplicação das argamassas foi realizado o preparo de base, conforme apresentado nas planilhas IV.1 a IV.6, inclusive criando-se condições para as manifestações patológicas citadas.

A aplicação do fungo *Aspergillus niger* foi realizada em 6 painéis (3 de blocos cerâmicos e 3 de blocos de concreto). A colônia de fungos foi misturada em solução salina (0,9g de sal para cada 100ml de água) com aplicação de 500ml desta solução em cada um dos seis painéis selecionados para o desenvolvimento desta patologia. Posteriormente a parede foi coberta com um plástico e recebeu aspersão de água 3 vezes ao dia (para proteção contra as intempéries e criação de ambiente úmido para o desenvolvimento do fungo). Como após duas semanas praticamente não havia tido desenvolvimento dos fungos, o processo foi repetido, acrescentando-se desta vez uma espécie de “alimentação” para os fungos: água batida com batatas, que foi aplicada com brocha sobre os painéis. Mesmo assim, após o aguardo de duas semanas verificou-se que o desenvolvimento dos fungos foi muito pequeno, o que motivou a se abandonar a análise desta patologia, mantendo-se estes painéis (após escovados e lavados para total retirada dos poucos fungos que se desenvolveram) para qualquer contra-prova que se fizesse necessária.

### 4.3. Aplicação das argamassas de revestimento nos painéis teste

As argamassas foram misturadas mecanicamente em argamassadeira conforme apresentado na figura 4.4.



Figura 4.4 – Mistura da argamassa industrializada na argamassadeira.

As argamassas foram aplicadas nos painéis seguindo as técnicas padrão da construção civil (aplicação, sarrafeamento e desempeno, conforme pode ser verificado nas figuras 4.5, 4.6 e 4.7). Nos traços onde foi utilizada a resina à base de estireno-butadieno esta foi misturada com a água de amassamento na proporção de 1 parte de resina para 8 partes de água. Nos traços onde foram utilizadas fibras de nylon a proporção foi de 20g de fibras por saco de 20kg de Reboco Pronto (em estado anidro) e 80g de fibras por saco de 50kg de cimento (em estado anidro) nos traços 1:6 (cimento e areia) e 1:1:6 (cimento, cal e areia).



Figura 4.5 – Aplicação da argamassa sobre painel de alvenaria.



Figura 4.6 – Operário sarrafeando a argamassa.



Figura 4.7 – Desempenamento com desempenadeira de madeira.

Durante a aplicação das argamassas foram observadas condições de temperatura, umidade relativa do ar, características da argamassa segundo a mão-de-obra direta, bem como horário e data das operações. Estas informações encontram-se no anexo I.

As seções seguintes (4.4, 4.5, 4.6 e 4.7) apresentam respectivamente os ensaios realizados para caracterização dos materiais (blocos cerâmicos e de concreto, argamassa no estado fresco, argamassa no estado endurecido e argamassa aplicada sobre a base). Salvo explicitações ao contrário estes ensaios foram realizados segundo recomendações das normas ABNT pertinentes (vide lista de normas no anexo IX).

#### **4.4. Ensaios de caracterização dos blocos**

##### **4.4.1. Absorção de água do bloco cerâmico**

Inicialmente realizou-se a limpeza e secagem da amostra em estufa a  $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , até obtenção de massa constante, procedendo-se então a sua pesagem (em balança com precisão de 1g) obtendo-se a massa seca expressa em gramas.

Em seguida foi feita a imersão do corpo de prova em recipiente com água fervente e permanência por 2 horas, deixando posteriormente esfriar até a temperatura ambiente (sempre coberto pela água). Após a retirada, por meio de pano úmido, do excesso de água da superfície do corpo-de-prova este foi novamente pesado, obtendo-se assim a massa do corpo-de-prova em estado saturado de água. A absorção de água foi obtida através da relação entre as diferenças destas massas com a massa seca.

#### **4.4.2. IRA (Initial rate of absorption – ensaio de absorção inicial) do bloco cerâmico**

Este ensaio foi realizado segundo as recomendações da norma ASTM C67-97 (1997) e expressa o índice de absorção de água capilar inicial do componente de alvenaria, em g, equivalente a quantidade de água absorvida por uma área padrão de  $193,55\text{cm}^2$  do componente, durante o primeiro minuto de imersão em 3,18mm de coluna de água.

#### **4.4.3. Absorção de água do bloco de concreto**

Os corpos de prova foram levados em estufa a  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  por 24 horas (contadas a partir do início de elevação da temperatura). Os corpos de prova foram pesados até equilíbrio de massa (diferenças entre duas pesagens sucessivas – saindo e voltando para a estufa e lá permanecendo por 2 horas – não superior a 0,5% do maior valor pesado), anotando-se então o valor obtido para a massa seca. Após resfriados naturalmente (em contato com o ar, à temperatura ambiente) os corpos de prova foram imersos em água à temperatura de  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$  por 24 horas. Após retirados da imersão em água os corpos de prova foram secos superficialmente (drenados com tela de 9,5mm ou mais de abertura de malha por 60 segundos e tendo a água superficial visível removida com pano seco) e pesados, ainda saturados, até o equilíbrio de massa (diferenças entre duas pesagens sucessivas – saindo e voltando para a imersão em água por 2 horas – não superior a 0,5% do maior valor pesado), anotando-se então o valor obtido para a massa saturada. O valor da absorção de água foi obtido através da relação entre as diferenças destas massas com a massa seca.

## **4.5. Ensaio de caracterização da argamassa no estado fresco**

### **4.5.1. Consistência**

Segundo CINCOTTO et al. (1995) a consistência é a propriedade da argamassa pela qual esta tende a resistir à deformação e, a manutenção da consistência com o tempo diz respeito à capacidade da argamassa manter esta tendência ao longo do tempo de aplicação.

No procedimento para determinação desta propriedade uma argamassa previamente misturada (utilizando-se misturador mecânico, velocidade lenta e tempo de mistura de 4 minutos) foi aplicada na mesa de ensaio, moldada em três camadas sucessivas aplicando-se 15, 10 e 5 golpes respectivamente em cada camada. A argamassa moldada foi forçada a deformar-se mediante quedas padronizadas da mesa de ensaio (a manivela da mesa é acionada de modo que a mesa suba e caia 30 vezes em 30 segundos). Imediatamente após a última queda da mesa foram realizadas (com paquímetro) medidas de três diâmetros tomados em pares de pontos uniformemente distribuídos ao longo do perímetro. O índice de consistência da argamassa correspondeu a média das três medidas, expressa em milímetros e arredondada para o número inteiro mais próximo.

### **4.5.2. Retenção de água**

Segundo CINCOTTO et al. (1995) a retenção de água pode ser definida como a capacidade da argamassa fresca em manter sua consistência ou trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam perda de água (evaporação, sucção, absorção pelo componente). Sem retenção adequada de água além de não se manter plástica o tempo suficiente para seu manuseio adequado, terá menor resistência quando endurecida (devido a umidade da argamassa garantida por tempo insuficiente para as completas reações de hidratação do cimento e carbonatação da cal). Argamassas de cal tem maior capacidade de retenção de água que as de cimento (maior finura, maior superfície específica, maior capacidade de adsorção de suas partículas → formação de um gel na superfície das partículas com até 100% de água em função do volume da partícula). O



aumento da capacidade de retenção de água pode ser conseguido com aditivos (a base de celulose ou incorporadores de ar).

Para a realização deste ensaio um molde cilíndrico de aço (100mm de diâmetro e 25mm de altura – medidas internas) foi pesado em balança com resolução de 0,1g (registro da massa: Mm). Da mesma forma, 12 discos de papel filtro secos (85g/cm<sup>2</sup> e 110mm de diâmetro) foram pesados em balança com resolução de 0,01g (registro da massa: Mse). O molde foi preenchido com argamassa (utilizando-se espátula) em 10 camadas aproximadamente iguais até formar um pequeno excesso (posteriormente arrasado com a lâmina da espátula). O molde com argamassa foi pesado na balança com resolução de 0,1g (registro da massa: Mma). Sob a superfície da argamassa foram colocadas duas telas de gaze (tipo cirúrgica de trama aberta, com 110mm de aresta), o conjunto de 12 discos de papel filtro e uma placa rígida (110mm de diâmetro, 5mm de espessura e uma das faces contendo usinagem lisa), posteriormente sendo colocado sobre a placa rígida um peso de 2kg (constituído de cilindro maciço de metal, com 110mm de diâmetro) centralizado. Após 2 minutos da aplicação deste carregamento foram retirados o peso de 2kg e a placa rígida. O conjunto de papéis-filtro foi retirado e imediatamente pesado na balança com resolução de 0,01g (registro de massa: Mf). O valor do índice da retenção de água foi calculado pela seguinte equação:

$$Ra = \left[ 1 - \frac{(Mf - Mse)}{AF \times (Mma - Mm)} \right] \times 100 \quad (4.1)$$

Onde:

Ra: retenção de água (arredondada ao número inteiro mais próximo)

$$AF: \text{fator água/argamassa fresca: } AF = \frac{Mw}{M + Mw} \quad (4.2)$$

Mw: massa total de água acrescentada à mistura, em g

M: massa da argamassa industrializada ou soma das massas dos componentes anidros no caso de argamassa de obra, em g

Mf: massa do conjunto de discos molhados de papel-filtro, em g

Mse: massa do conjunto de discos secos, em g

Mma: massa do molde com argamassa, em g

Mm: massa do molde vazio, em g

#### 4.5.3. Massa específica e ar incorporado

A massa específica absoluta é definida como sendo a relação entre a massa do material sólido e seu volume (desconsiderando-se o volume de vazios). A massa específica aparente também é definida da mesma forma, só que considerando o volume de vazios. A massa unitária é a massa de um material que ocupa um recipiente com capacidade unitária (depende do adensamento, da forma e da distribuição do tamanho das partículas).

De acordo com CINCOTTO et al. (1995) os métodos conhecidos para determinação da massa específica consistem, de maneira geral, em preencher, de forma padronizada, um recipiente cilíndrico, rígido, de volume e massa conhecidos, com a argamassa. Após adensamento e nivelamento da superfície da argamassa e limpeza do copo externamente, é determinada a massa do conjunto (copo + argamassa). A massa específica da argamassa é expressa através da equação:

$$\gamma_{\text{arg}} = \frac{M_{\text{ma}} - M_{\text{m}}}{V_{\text{m}}} \quad (4.3)$$

Onde:

$\gamma_{\text{arg}}$ : massa específica da argamassa, em g/dm<sup>3</sup>

Mma: massa do molde cheio de argamassa, em g

Mm: massa do molde vazio, em g

Vm: volume do molde em dm<sup>3</sup>

Para determinação do teor de ar incorporado, o método mais comum utilizado baseia-se na lei de Boyle para determinação do teor de ar pela relação da pressão e do volume em uma dada temperatura (método pressométrico – ou manométrico). Nesse método, o medidor empregado é constituído por uma campânula de medida e um sistema de vedação. O seu princípio de operação consiste na introdução de água, até uma

determinada altura, sobre a amostra de volume conhecido de argamassa, e na aplicação de uma pressão de ar pré-estabelecida, por meio de uma pequena bomba, sobre a água. A determinação consiste na redução do volume de ar da amostra de argamassa, pela observação da quantidade de água que penetra sob a pressão aplicada, sendo que essa quantidade é calibrada em termos da porcentagem de vazios de ar na amostra de argamassa. Assim, o equipamento fornece diretamente o volume de ar da amostra.

#### **4.6. Ensaios de caracterização da argamassa no estado endurecido**

##### **4.6.1. Resistência à compressão**

A resistência mecânica das argamassas de revestimento diz respeito à capacidade destas argamassas de resistirem às tensões de tração, compressão e cisalhamento às quais o revestimento pode estar sujeito. Ela é influenciada basicamente pela natureza dos aglomerantes, natureza dos agregados, proporção aglomerante/agregado, relação água/cimento da mistura fresca e técnica de execução do revestimento.

Para a determinação da resistência à compressão foram moldados 4 corpos de prova cilíndricos (molde de 5cm x 10cm), por idade, com argamassa recém-preparada apresentando o índice de consistência padrão. Os corpos de prova foram mantidos 48 horas nos moldes (em câmara úmida com umidade relativa do ar mínima de 95%) e depois de desmoldados foram imersos em água (dentro da câmara) até a idade do ensaio (exceto no caso de argamassas com cal, que após desformados foram mantidos ao ar do laboratório até a idade do ensaio). Antes da realização do ensaio de compressão o corpo de prova foi capeado com enxofre e seu diâmetro foi medido com paquímetro em duas posições ortogonais no seu terço médio, registrando-se a média em milímetros. Após a ruptura axial dos corpos de prova em prensa foram calculadas a resistência individual (carga de ruptura de cada CP dividida pela área da seção do CP, expressa em MPa) e a resistência média (média das resistências individuais, expressa em MPa).

#### 4.6.2. Resistência à tração na flexão

De acordo com CINCOTTO et al. (1995) a determinação da resistência à tração pura de uma argamassa é um ensaio de difícil realização, lento e caro, pois exige um sistema de fixação eficiente, geralmente através de resina epóxi, com articulações especiais para evitar o aparecimento de tensões secundárias. Assim, geralmente, a resistência à tração de corpos-de-prova de argamassa é determinada de duas formas indiretas: por compressão diametral e por flexão.

Neste trabalho foram realizados ensaios de tração na flexão utilizando-se corpos-de-prova prismáticos de seção transversal quadrada, conforme pode ser visualizado na figura 4.8.

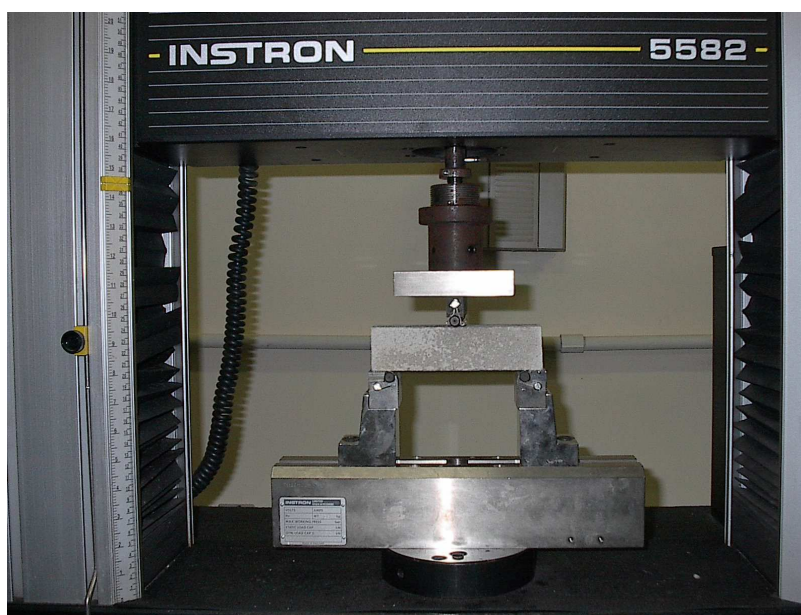


Figura 4.8 – Realização do ensaio de tração na flexão na prensa INSTRON.

Segundo AGUILAR (2005) o ensaio de flexo-tração (como também é conhecido o ensaio de tração na flexão) consiste em submeter um corpo de prova de seção quadrada a esforços de flexo-tração em três ou quatro pontos. É um ensaio utilizado para avaliar o módulo de ruptura do material e sua tenacidade. A carga de ruptura considerada corresponde, geralmente, à tensão máxima obtida no ensaio antes que as fibras passem a

atuar. Desde que a tenacidade é uma medida da quantidade de energia absorvida pelo material até a ruptura, pode-se considerar que área abaixo da curva força-deslocamento (trabalho é o produto da força pelo deslocamento) é um indicativo dessa propriedade.

#### **4.6.3. Módulo de elasticidade dinâmico**

Segundo CINCOTTO et al. (1995) a elasticidade da argamassa (que pode ser expressa por seu módulo de elasticidade) é a capacidade que esta apresenta em se deformar sem que ocorra ruptura, retornando as suas dimensões iniciais quando cessam as solicitações que lhes são impostas. A ocorrência de fissuras decorre da elasticidade e resistência à tração inadequadas resultantes da retração de secagem, retração térmica ou ações externas ao revestimento. O grau de fissuração é função do teor e natureza dos aglomerantes, teor e natureza dos agregados, capacidade de absorção de água da base, condições ambientais e técnica de execução. Observa-se ainda que, nas argamassas fracas, as ligações internas são menos resistentes e as tensões podem ser dissipadas na forma de micro-fissuras que surgem nas interfaces microscópicas entre os grãos do agregado e a pasta de aglomerante. Já nas argamassas fortes, com maior limite de resistência, as tensões vão se acumulando e a ruptura ocorre na forma de fissuras macroscópicas. A fissuração deve ser sempre evitada uma vez que a capacidade de aderência pode ficar comprometida no entorno da região fissurada. Além disso, as fissuras podem comprometer a estanqueidade dos revestimentos, sua durabilidade e o acabamento final previsto.

O módulo de elasticidade (deformação) é definido como a relação entre a tensão normal e a correspondente deformação. A argamassa, como no caso do concreto, não é um material tipicamente elástico para qualquer estágio de carregamento a que é submetida. Portanto, nesse caso, a lei de Hooke tem uma aplicação apenas aproximada e grosseira. Uma maneira alternativa de conhecer as propriedades elásticas da argamassa é a determinação do módulo de elasticidade dinâmico. O princípio desta determinação baseia-se na existência de uma relação matemática entre a velocidade do som, através do material e a frequência de ressonância, e o módulo de elasticidade do material. Essas relações dizem respeito a um meio sólido, considerado homogêneo, isotrópico e

perfeitamente elástico, podendo, entretanto, ser aplicadas a materiais menos homogêneos, como os concretos e as argamassas, desde que as dimensões do CP sejam suficientemente grandes para minimizar a influência da heterogeneidade dos materiais. Assim, a velocidade do som (vibração mecânica) é relacionada às características de vibração, à massa específica e às características elásticas do meio. Segundo o documento *Modalités d'essais – Cahier 2669-4* do CSTB (1982), a avaliação pode ser realizada através de três corpos de prova prismáticos de 2,5cm x 2,5cm x 28,5cm sendo o módulo de elasticidade dinâmico obtido por:

$$E_d = \frac{4L^2 F^2 P}{g} \times 10^{-6} \quad (4.4)$$

Onde:

$E_d$ : módulo de elasticidade dinâmico longitudinal, em N/mm<sup>2</sup>

L: comprimento do CP, em metros

F: frequência de ressonância, longitudinal, em hertz

P: peso volumétrico, N/m<sup>3</sup>

g: aceleração da gravidade, em m/s<sup>2</sup>

AGUILAR et al. (2004) em artigo publicado no 46º Congresso Brasileiro do Concreto (IBRACON) fazem considerações a respeito do módulo de elasticidade dinâmico, transcritas na íntegra a seguir:

*“O módulo de Young pode ser calculado teoricamente a partir da força e da distância entre as ligações:*

$$E = \left( \frac{S_o}{r_0} \right) \quad (\text{Equação 7})$$

*Considerando uma mesma distância de equilíbrio, pode-se afirmar que materiais com ligações covalentes têm  $S_o$ , e conseqüentemente  $E$ , maior que os materiais com predominância de ligações iônicas, que por sua vez tem essas grandezas maiores que os que possuem ligações metálicas. Os*

materiais com ligações secundárias dipolo-dipolo, como os polímeros, apresentam módulos ainda menores. Mas para avaliar o módulo de elasticidade como um todo é também necessário considerar  $r_0$ , que irá depender do grau de empacotamento do arranjo: o número de vizinhos mais próximos pode influenciar o deslocamento.

Torna-se evidente que o módulo de elasticidade está relacionado à frequência natural de vibração da estrutura. Um componente com baixo módulo tem uma frequência natural de vibração menor que um outro que tenha maior módulo, desde que a massa específica seja a mesma...

... Considerando o significado físico do módulo de elasticidade, um método mais adequado para estimativa do módulo é através da frequência natural de vibração do material. O princípio fundamental do método se baseia na teoria de propagação da velocidade do som (vibração mecânica) em meios sólidos. Existe uma correlação entre a velocidade de propagação do som ( $v$ ) de um determinada amostra (material, forma e dimensões), sua massa específica ( $\rho$ ) e suas características elásticas:

$$v \propto \left( \frac{E}{\rho} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Equação 8})$$

Um método usual de determinação da frequência fundamental é o de ressonância. O método de frequência ressonante utiliza ondas geradas eletromecanicamente. Normalmente o módulo assim obtido é chamado de módulo de elasticidade dinâmico. Esse módulo é calculado a partir das dimensões, massa, forma e frequência fundamental de vibração do corpo de prova. Esta relação se aplica a um meio sólido homogêneo, isotrópico e perfeitamente elástico.

Um segundo caminho para determinação da frequência fundamental é através da velocidade de pulsação ultra-sônica, que envolve a medida do tempo de propagação de pulsações mecânicas geradas eletronicamente. Uma outra opção desse método envolve a medida do tempo de propagação através do material de uma onda causada por impacto.”

(notações deste texto –  $E$ : módulo de Young,  $S_0$ : constante elástica da ligação,  $r_0$ : distância de equilíbrio,  $v$ : velocidade de propagação do som,  $\rho$ : massa específica).

GOMES (1995), em sua tese de doutorado, apresenta uma interessante correlação entre o módulo de elasticidade dinâmico e a resistência à tração na flexão das argamassas, apontando para a propensão à fissuração das mesmas em função dos valores obtidos (referência: CSTB, 1982) conforme reproduzido na tabela IV.7.

Tabela IV.7 – Potencial de fissuração das argamassas (CSTB, 1982)

<b>Propriedade</b>	<b>Baixa Fissurabilidade</b>	<b>Média Fissurabilidade</b>	<b>Alta Fissurabilidade</b>
$E_d$ Módulo de elasticidade dinâmico (MPa)	$E_d \leq 7000$	$7000 \leq E_d \leq 12000$	$E_d \geq 12000$
$\frac{\Delta l}{l}$ Retração (mm/m)	$\frac{\Delta l}{l} < 0,7$	$0,7 < \frac{\Delta l}{l} < 1,2$	$\frac{\Delta l}{l} > 1,2$
$\frac{E_d}{f_t}$ Correlação entre Módulo de elasticidade dinâmico e tração na flexão	$\frac{E_d}{f_t} \leq 2500$	$2500 < \frac{E_d}{f_t} < 3500$	$\frac{E_d}{f_t} > 3500$



#### 4.6.4. Retração por secagem

De acordo com CINCOTTO et al. (1995) a argamassa endurecida, exposta a um ambiente com umidade relativa baixa, tende a perder água para o ambiente e se contrair, devido à tendência de aproximação das paredes dos poros capilares quando da saída da água, com a conseqüente contração volumétrica do elemento endurecido. Este fenômeno é conhecido como retração hidráulica (ou retração por secagem).

Ao ser aplicada, a argamassa perde água de amassamento para a base, por efeito de sucção, o qual é tanto mais acentuado quanto mais porosos forem os componentes da base. Também influem condições de temperatura, incidência solar, umidade relativa e velocidade do ar. Dentre os fatores que tem influência sobre a retração pode-se dizer que o papel mais importante cabe ao agregado que inibe a retração que ocorreria na pasta. O teor de água da argamassa também tem influência sobre a retração na medida em que, aumentando-se a quantidade de água, o volume de agregado será reduzido e o volume da pasta aumentado, elevando-se assim o potencial de retração. O teor de aglomerantes determina a retração por hidratação e por carbonatação, as quais relacionam-se aos processos de endurecimento da pasta de aglomerante. Observa-se que o aumento do teor de cimento eleva o potencial de retração da argamassa, sendo responsável pelo aumento da retração por hidratação, significativamente superior à retração por carbonatação (SABBATINI, 1984).

Este ensaio foi realizado tomando-se como base os parâmetros apresentados na tabela IV.8.

Tabela IV.8 – Parâmetros de ensaio para avaliação da retração por secagem

<b>Parâmetros de ensaio</b>	<b>Valores e condições</b>
Nº de CPs	3
Dimensões do CP	2,5cm x 2,5cm x 25cm
Condições de secagem	T = (23 ± 2)°C UR = (50 ± 4)%
Metodologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>. 23 ± ½ h no molde</li> <li>. imersão em água (15 minutos) em temperatura de (23 ± 0,5) °C</li> <li>. leitura inicial – B (feita após retirada do CP da imersão em água)</li> <li>. imersão em água + cal (28 dias) em temperatura entre (21 e 25)°C</li> <li>. leitura – A (realizada aos 28 dias)</li> <li>. armazenamento para secagem em temperatura entre (20 e 20)°C</li> <li>. medidas realizadas aos 32, 35, 42 e 56 dias e a 12, 20, 36 e 68 semanas</li> </ul>
Medidas	Comprimento
Precisão das medidas	0,002mm a 0,004mm
Apresentação dos resultados	$\varepsilon = \frac{A - B}{250} \times 100 (\%) \quad (4.5)$ <p>onde:</p> <p>ε: expansão (se +) ou retração (se -) por secagem, expresso em porcentagem e arredondada ao mais próximo de 0,001%</p> <p>A: leitura efetuada numa idade qualquer em mm</p> <p>B = leitura efetuada após a desforma em mm</p>

## 4.7. Ensaio de caracterização da argamassa aplicada sobre a base

### 4.7.1. Resistência de aderência à tração

Entende-se por resistência de aderência de uma argamassa, a capacidade desta em absorver tensões normais e tangenciais à superfície de interface argamassa/base. Observa-se ser importante a aderência tanto da argamassa fresca como da argamassa endurecida. A aderência é significativamente influenciada pelas condições da base, como a porosidade e absorção de água, resistência mecânica, textura superficial e pelas próprias condições de execução do assentamento de componentes da base. A capacidade de aderência da interface base-argamassa depende, ainda, da capacidade de retenção de água, da consistência e do teor de ar incorporado da argamassa.

A determinação da resistência de aderência à tração foi realizada através do ensaio de arrancamento de placas metálicas de 50mm de diâmetro coladas com cola epóxi sobre a superfície da argamassa, conforme pode ser verificado na figura 4.9.



Figura 4.9 – Realização de teste de resistência de aderência com equipamento digital.

#### 4.7.2. Permeabilidade à água

Este ensaio foi realizado de acordo com as recomendações do CSTC (1982), que preconiza o método do cachimbo para avaliação “in situ” da permeabilidade em superfícies verticais. Foi acoplado à superfície a ser ensaiada, utilizando-se um mástique, um cachimbo de vidro (com pescoço graduado), preenchido com água até a referência do nível. Registrou-se, a cada minuto, a leitura do abaixamento do nível de água, em  $\text{cm}^3$ , até completar 15 minutos ou o nível de água atingir a marca de  $4 \text{ cm}^3$ . Foram realizadas medidas em três pontos de ensaio sobre o revestimento, distanciados de no mínimo 1 metro. O cachimbo de vidro permite exercer uma pressão inicial de 92mm de água, o que corresponde à ação estática de um vento com velocidade aproximada de 140km/h. A realização das medidas pode ser visualizada na figura 4.10.



Figura 4.10 – Realização de leitura do ensaio no pescoço graduado do cachimbo.

## 4.8. Avaliações microestruturais

### 4.8.1. Análise utilizando-se microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microanalisador EDS

O primeiro passo para realização das análises microestruturais foi a extração e o preparo das amostras. Inicialmente foram realizadas extrações de corpos-de-prova brutos com utilização de serra-copo. Posteriormente as amostras foram reduzidas com serra manual ou cut-off até atingirem as dimensões necessárias para poderem ser introduzidas no porta-amostras do MEV/EDS, assumindo as formas apresentadas na figura 4.11.



Figura 4.11 – Amostras após redução com serra manual (metalizadas e não metalizadas), com aproximadamente 30mm de comprimento, 24mm de largura e 14mm de altura.

Como a realização dos cortes com serra manual ou cut-off transfere partes do material da argamassa para o bloco e vice-versa, foi realizada limpeza das amostras com detergente neutro e escova (antes da metalização com liga de ouro e paládio).

As análises no MEV foram realizadas no plano principal das amostras, conforme apresentado na figura 4.11 e também na face do bloco obtida após o destacamento do revestimento argamassado, conforme explicitado nas figuras 4.12 e 4.13.



Figura 4.12 – Separação da amostra entre o revestimento argamassado e o bloco cerâmico.



Figura 4.13 – Superfície do bloco cerâmico da amostra (para análise no MEV) após a retirada do revestimento argamassado.

Paralelamente à análise realizada no MEV, com o intuito de identificação dos constituintes através de análise química, foram realizadas análises pontuais e em microárea, utilizando-se o microanalisador EDS.

As avaliações através de MEV/EDS foram particularmente focadas nas argamassas aplicadas sobre os blocos cerâmicos (devido a necessidade de identificação dos teores de cálcio e enxofre no bloco, advindos da penetração da pasta de aglomerante – inicialmente inviável para os blocos de concreto devido ao fato dos mesmos já serem constituídos por estes elementos) e nas situações 1.1, 1.3, 1.5 (do reboco pronto), 2.1, 2.3, 2.5 (da argamassa 1:6, cimento e areia) e 3.1, 3.3, 3.5 (da argamassa 1:1:6, cimento, cal e areia), devido ao maior pronunciamento de discrepâncias do desempenho destas situações avaliadas nos testes de resistência de aderência (ensaios de arrancamento).

Em relação ao preparo da amostra, foi observada uma grande interferência do processo de sua obtenção, em relação aos resultados da análise. Como as amostras foram obtidas através do sistema de corte foi observado carreamento de constituintes da porção alvenaria para a porção argamassa e vice-versa (visualizado na lupa estereoscópica). Após limpeza da mesma com detergente neutro estas interferências diminuíram, porém, ainda motivaram nova limpeza realizada com a agitação no copo ultra-sônico e álcool, em um tempo de 5 minutos (tempo este inferior ao normalmente utilizado para limpeza de amostras metálicas, porém adequado a amostras cimentícias, devido ao fato de agitações em maiores frequências ou por maior período poder retirar da mesma, além das sujidades ou contaminações, elementos importantes para sua análise).

Todas as análises foram realizadas no MEV JEOL JSM-6360LV com EDS THERMO NORAN.

#### **4.8.2. Análise utilizando-se a difração de raios-X (DRX)**

A partir dos corpos de prova retirados para análise no MEV/EDS foram obtidos fragmentos da argamassa para a realização desta análise. Esta avaliação se concentrou na argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia (devido a presença dos dois aglomerantes na

mesma argamassa). Para se evitar a contaminação dos fragmentos pela umidade, os mesmos foram mantidos em saco plástico fechado e em contato com sílica-gel. O fragmento foi moído por apiloamento. A função deste apiloamento foi remover mecanicamente o máximo possível do agregado (fração quartzosa:  $\text{SiO}_2$ ) dos produtos cristalinos da hidratação do cimento e carbonatação da cal ( $\text{CaOH}_2$  e  $\text{CaCO}_3$ ). Para se evitar o trituração e promover apenas a separação física destes materiais distintos, o apiloamento foi feito de forma bem delicada. Ao final foram gerados dois conjuntos de amostras. Um passante na peneira 0,106mm e outro na peneira 0,053mm. As figuras a seguir apresentam esta seqüência de atividades.

Posteriormente, a fração pulverizada da amostra foi colocada no porta-amostra com espátula e em seguida prensada para então ser introduzida no equipamento Philips, modelo PW-3710 onde se procedeu à identificação das fases cristalinas da amostra. Neste difratômetro usou-se tubo de anodo de cobre, sendo a radiação monocromática a raia  $\text{CuK}\alpha$ , com  $\lambda = 1,5418\text{Å}$ .

#### **4.8.3. Análise utilizando-se a fluorescência de raios-X (FRX)**

As amostras que deram origem ao material utilizado na análise através da fluorescência de raios-X foram preparadas conforme explicitado nas figuras 4.12 e 4.13. Da mesma forma que já exposto em relação às avaliações realizadas no MEV/EDS estas análises se restringiram as argamassas aplicadas sobre os blocos cerâmicos (devido à necessidade de identificação dos teores de cálcio e enxofre no bloco, advindos da penetração da pasta de aglomerante – inicialmente inviável para os blocos de concreto devido ao fato dos mesmos já serem constituídos por estes elementos) e nas situações 1.1, 1.3, 1.5 (do reboco pronto), 2.1, 2.3, 2.5 (da argamassa 1:6, cimento e areia) e 3.1, 3.3, 3.5 (da argamassa 1:1:6, cimento, cal e areia), devido ao maior pronunciamento de discrepâncias do desempenho destas situações avaliadas nos testes de resistência de aderência (ensaios de arrancamento). O preparo das amostras pode também ser verificado nas figuras esquemáticas apresentadas a seguir.



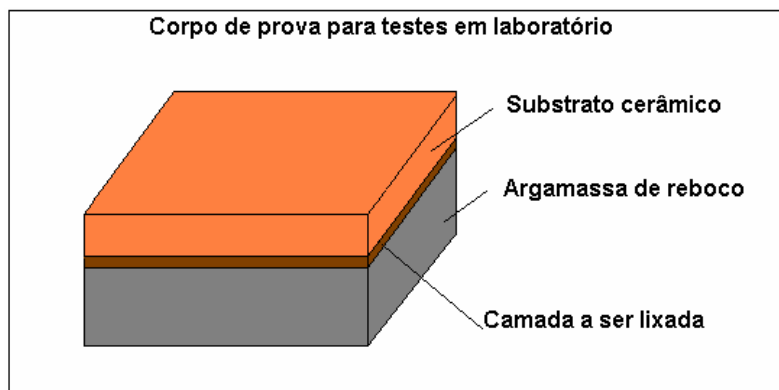


Figura 4.14 – CP a ser lixado.

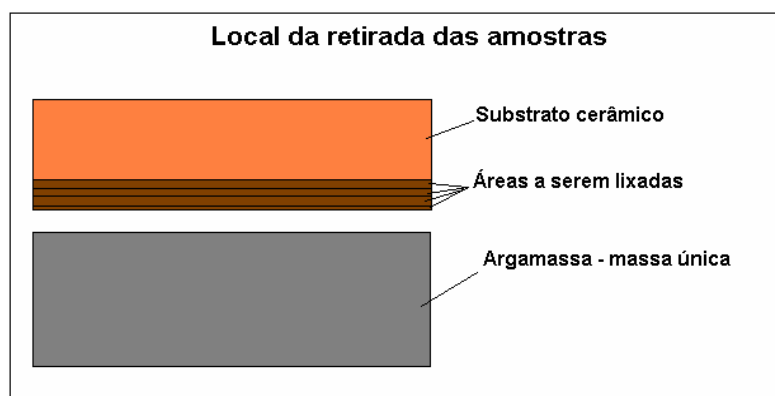


Figura 4.15 – Local da retirada das amostras por lixamento (abrasão superficial).

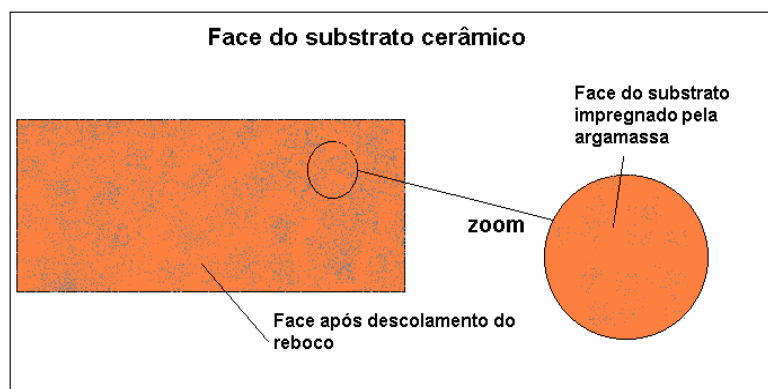


Figura 4.16 – Face do substrato cerâmico a ser lixada (obtida após a retirada da argamassa de revestimento).

A obtenção do material para análise de FRX (retirada das amostras por lixamento) pode ser visualizada nas figuras apresentadas a seguir.

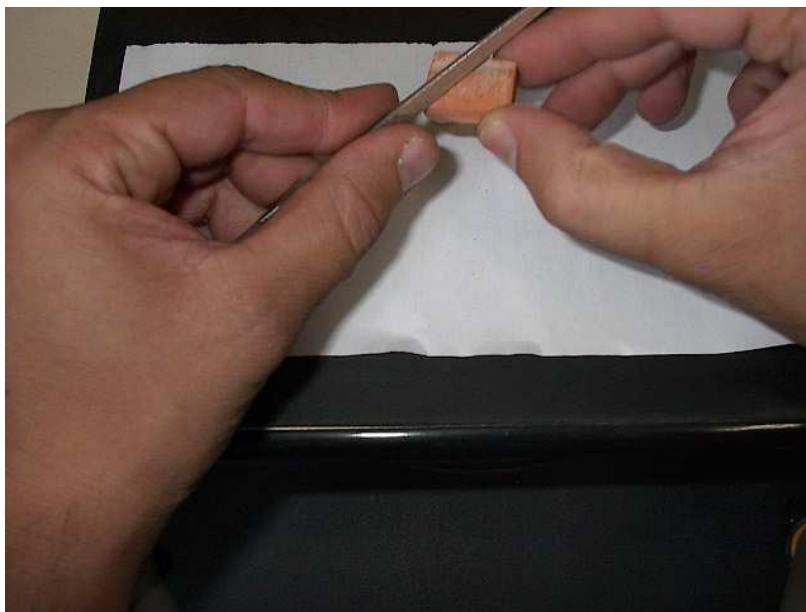


Figura 4.17 – Lixamento da superfície da amostra.



Figura 4.18 – Material proveniente do lixamento da amostra.



Figura 4.19 – Medidas sucessivas da espessura da amostra para avaliação da espessura da camada retirada por lixamento.

Cada fração lixada, proveniente de uma espessura específica de cada amostra, foi colocada no porta-amostra com espátula e em seguida prensada para então ser introduzida no espectrômetro de fluorescência de raios-X, marca Philips, modelo PW-2400, com tubo de anodo de ródio.

O elemento base escolhido para identificar a penetração da pasta de aglomerante nos poros do bloco cerâmico foi o cálcio. Presente em grande quantidade nos produtos de hidratação do cimento e em pequena quantidade no bloco cerâmico puro, este elemento funcionará como um indicador do perfil de penetração da pasta de aglomerante no substrato cerâmico (mecanismo que configura a aderência mecânica de uma argamassa à base – principal responsável pela aderência no caso de argamassas de revestimentos aplicadas sobre bases porosas, tal qual a alvenaria de blocos cerâmicos).

Para se minimizar a imprecisão das medidas realizadas os resultados serão sempre apresentados em função da relação do cálcio com os principais elementos presentes no sistema argamassa/bloco cerâmico (no caso, silício, alumínio, ferro, titânio e potássio). Esse processo elimina (ou pelo menos reduz sensivelmente) erros de medida do

aparelho, uma vez que se está expressando os valores sempre como uma relação entre medidas realizadas. Caso ocorram, os erros na determinação do teor de cálcio também estarão presentes na determinação do teor de silício, por exemplo. Como o valor apresentado será uma relação entre estas duas medidas, os erros se anularam, já que se está apresentando uma proporção. Seria como usar uma balança descalibrada para determinar a massa de dois corpos diferentes. As medidas de cada um deles poderiam estar a maior ou a menor da realidade, entretanto, a proporção de quanto um corpo é mais pesado que outro poderia ser avaliada com maior confiabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Resultados dos ensaios de caracterização do bloco cerâmico

#### 5.1.1. Absorção de água

Tabela V.1 – Absorção de água do bloco cerâmico segundo NBR 8947 (1985)

Bloco Cerâmico (n.º)	M <sub>h</sub> (g)	M <sub>s</sub> (g)	Absorção de água (%)
1	4.450	5.250	17,98
2	4.400	5.150	17,01
3	4.450	5.300	19,10
4	4.450	5.250	17,98
5	4.450	5.200	16,85
6	4.350	5.100	17,24
7	4.450	5.350	20,22
8	4.350	5.200	19,54
9	4.450	5.350	20,22
10	4.400	5.200	18,18
11	4.350	5.250	20,69
12	4.350	5.150	18,39
13	4.350	5.250	20,69
14	4.450	5.350	20,22
15	4.500	5.350	18,89
16	4.500	5.300	17,78
17	4.450	5.400	21,35
18	4.450	5.400	21,35
19	4.450	5.400	21,35
20	4.400	5.300	20,45
21	4.400	5.300	20,45
22	4.350	5.300	21,84
23	4.400	5.300	20,45
24	4.400	5.300	20,45
25	4.400	5.350	17,76
26	4.400	5.300	20,45
Média			19,50
Desvio padrão			1,51

Onde:

$$\text{Absorção de água (\%)} = \frac{M_h - M_s}{M_s} \times 100 \quad (5.1)$$

e

$M_h$ : massa do corpo-de-prova em estado saturado em água

$M_s$ : massa do corpo-de-prova

A amostragem (13 amostras para prova e 13 amostras para contra-prova) foi realizada de acordo com as recomendações da norma ABNT NBR 8947 (1992). Todas as amostras ensaiadas atenderam o especificado na norma ABNT NBR 7171 (1992) que observa que a absorção de água não deve ser inferior a 8% nem superior a 25%.

### 5.1.2. IRA (Initial rate of absorption – Ensaio de absorção inicial)

Tabela V.2 – IRA do bloco cerâmico segundo norma ASTM C67-97 (1997)

Amostra (n°)	Mse (g)	Mf (g)	Af (cm <sup>2</sup> )	IRA (g)
1	4.450	4.500	551	17,56
2	4.450	4.500	551	17,56
3	4.450	4.550	551	35,13
4	4.450	4.550	551	35,13
5	4.450	4.550	551	35,13
6	4.350	4.450	551	35,13
7	4.450	4.500	551	17,56
8	4.350	4.450	551	35,13
9	4.450	4.500	261	37,08
10	4.400	4.450	261	37,08
11	4.350	4.400	261	37,08
12	4.350	4.400	261	37,08
13	4.350	4.400	261	37,08
14	4.450	4.500	261	37,08
15	4.450	4.500	261	37,08
16	4.500	4.550	261	37,08
17	4.400	4.500	261	74,16
18	4.450	4.500	261	37,08
19	4.450	4.500	261	37,08
20	4.450	4.500	261	37,08
21	4.400	4.450	551	17,56
22	4.350	4.400	551	17,56
23	4.350	4.400	551	17,56
24	4.350	4.450	551	35,13
25	4.350	4.400	551	17,56
26	4.300	4.350	551	17,56
Média				32,05
Desvio padrão				12,30

$$IRA = (Mf - Mse) \times \frac{193,55}{Af} \quad (5.2)$$

Onde:

IRA: é o índice de absorção de água capilar inicial do componente de alvenaria, em g, equivalente a quantidade de água absorvida por uma área padrão de 193,55cm<sup>2</sup> do componente, durante o primeiro minuto de imersão em 3,18mm de coluna de água.

Mf: massa final do componente após 1 minuto de imersão em 3,18mm de coluna de água, em g.

Mse: massa do componente após secagem em estufa e equilíbrio higroscópico com o ambiente, em g.

Af: área da face de revestimento do componente submetido ao ensaio, em  $\text{cm}^2$

Como a norma ASTM C67-97 (1997) prevê a utilização de no mínimo 10 amostras (tomando-se como base a quantidade de blocos utilizados na confecção das paredes teste) repetiu-se a amostragem realizada para o ensaio de absorção de água (onde foram utilizados 26 blocos, 13 para prova e 13 para contra-prova), porém, foi realizada uma divisão levando-se em conta as duas diferentes áreas do bloco em contato com a argamassa.

Área em contato com a argamassa de revestimento do bloco =  $(19 \times 29) \text{cm} = 551 \text{cm}^2$ .

Área em contato com a argamassa de assentamento do bloco =  $(09 \times 29) \text{cm} = 261 \text{cm}^2$ .

Os valores obtidos neste ensaio estão em consonância com a bibliografia que, segundo GALEGOS (1995) aponta valores do ensaio IRA para unidades de argilas secas variando entre 10 e 160 gramas.



## 5.2. Resultados dos ensaios de caracterização do bloco de concreto

### 5.2.1. Absorção de água

Tabela V.3 – Absorção de água do bloco de concreto segundo MB 3459 (1991)

Bloco de Concreto (n.º)	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	Absorção de água (%)
1	11.600	12.150	4,74
2	11.550	12.150	5,19
3	11.750	12.300	4,68
4	11.150	12.200	9,41
5	11.160	12.100	8,42
6	11.350	12.250	7,93
Maior valor individual			9,41
Média			8,30
Desvio padrão			2,17

Onde:

$$\text{Absorção de água (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100 \quad (5.3)$$

e:

m<sub>2</sub>: massa do corpo-de-prova em estado saturado em água

m<sub>1</sub>: massa do corpo-de-prova seco

A amostragem (3 amostras para prova e 3 amostras para contra-prova) foi realizada de acordo com as recomendações da norma ABNT NBR 6136 (1994) em função das quantidades utilizadas na confecção das paredes teste. Os resultados atenderam a especificação desta norma que observa que a absorção de água determinada em qualquer um dos blocos ensaiados deve apresentar valor igual ou inferior a 10%.

### 5.2.2. Adaptação do ensaio (IRA – Initial rate of absorption – Ensaio de absorção inicial) ao bloco de concreto

Tabela V.4 – IRA do bloco de concreto (adaptado segundo norma ASTM C67-97, 1997)

Amostra (n°)	Mse (g)	Mf (g)	Af (cm <sup>2</sup> )	IRA (g)
1	11.450	11.500	741	13,06
2	11.400	11.700	741	78,36
3	11.600	11.800	741	52,24
4	11.450	11.700	741	65,30
5	11.300	11.600	741	78,36
6	11.500	11.700	741	52,24
7	11.380	11.700	741	83,58
8	11.550	11.730	741	47,01
9	11.400	11.690	741	75,75
10	11.450	11.650	741	52,24
Média				59,81
Desvio padrão				21,24

$$IRA = (Mf - Mse) \times \frac{193,55}{Af} \quad (5.4)$$

Onde:

IRA: é o índice de absorção de água capilar inicial do componente de alvenaria, em g, equivalente a quantidade de água absorvida por uma área padrão de 193,55cm<sup>2</sup> do componente, durante o primeiro minuto de imersão em 3,18mm de coluna de água.

Mf: massa final do componente após 1 minuto de imersão em 3,18mm de coluna de água, em g.

Mse: massa do componente após secagem em estufa e equilíbrio higroscópico com o ambiente, em g.

Af: área da face de revestimento do componente submetido ao ensaio, em cm<sup>2</sup>

(Nas amostras de bloco de concreto foram realizados os testes em somente uma face do bloco: onde Af = ( 19 x 39 )cm = 741cm<sup>2</sup>)

A amostragem (10 amostras) foi realizada de acordo com as recomendações da norma ASTM C67-97 (1997), determinada em função das quantidades utilizadas na confecção das paredes teste.

A grande maioria dos valores obtidos neste ensaio (8 das 10 amostras ensaiadas) não está em consonância com a bibliografia que, segundo GALEGOS (1995) aponta valores do ensaio IRA para unidades de blocos de concreto e blocos sílico-calcários variando entre 20 e 50 gramas. Acredita-se que os maiores valores encontrados possam estar relacionados ao fato do material utilizado ser um bloco de concreto estrutural, de maior resistência que os blocos de vedação e, portanto, de massa mais compacta, o que pode estar conduzindo a um menor diâmetro dos capilares. Como a ascensão capilar é inversamente proporcional ao quadrado do diâmetro do canalículo, menores diâmetros podem vir a apresentar melhores condições de sucção de água neste ensaio.

### **5.3. Resultados dos ensaios de caracterização dos aglomerantes**

#### **5.3.1. Ensaio de caracterização do cimento**

Tanto o cimento utilizado na confecção das argamassas rodados no canteiro de teste (1:6 cimento e areia e 1:1:6 cimento, cal e areia) como o utilizado no reboco pronto foi o cimento CP II-E 32. Como as paredes teste foram confeccionadas de 17/02/2004 a 10/03/2004, para caracterização do cimento, é apresentada a seguir a tabela V.5 contendo a média dos ensaios realizados neste material entre os dias 08/01/2004 e 11/03/2004 (dados fornecidos pelo fabricante).

Tabela V.5 – Ensaio de caracterização do cimento no período 08/01/2004 a 11/03/2004 (fonte: fabricante do cimento)

<b>FÍSICOS</b>	Resíduo na peneira # 200 (ou 0,075mm) (%) NBR 11579		3,03
	Blaine (cm <sup>2</sup> /g) NBR 7224		4056 (ou 405,6 m <sup>2</sup> /kg)
	A/C (%)		26,3
	Tempo pega (min.) NBR 11581	Início	177
		Fim	268
	Resistência à compressão (MPa) NBR 7215	3 dias	24,5
		7 dias	30,8
28 dias		39,4	
<b>QUÍMICOS</b>	CO <sub>2</sub> (%) NBR 11583		4,83
	Perda ao Fogo 500°C (%)		0,43
	Perda ao Fogo 1000°C (%) NBR 5743		5,41
	Resíduos Insolúveis (%) NBR 5744		1,78
	SO <sub>3</sub> (%) NBR 5745		1,47

Todos os resultados apresentados estão em consonância com os limites apresentados nas normas brasileiras referendadas pela ABCP (2002).

### 5.3.2. Ensaios de caracterização da cal

Os ensaios de caracterização da cal (restritos a reatividade e coloração) foram realizados pelo laboratório da empresa fabricante do reboco pronto, apontando para a aprovação do produto para utilização em argamassas. Os resultados dos ensaios são apresentados na tabela V.6.

Tabela V.6 – Ensaios de caracterização da cal

<b>IDENTIFICAÇÃO DA CAL HIDRATADA</b>		
Código: MHL01	Descrição: Cal CH-I	
Dados do Fornecedor		
Lote do Fabricante: ***	Nota Fiscal / Lote Interno: 436438	
<b>RESULTADOS DE ANÁLISE</b>		
Reatividade °C: 1,6°C	(%) Coloração: 100%	
<b>DADOS COMPLEMENTARES</b>		
Laboratório	Data de recebimento: 02/02/2004	Data de liberação: 04/02/2004

## 5.4. Resultados dos ensaios de caracterização dos agregados

### 5.4.1. Ensaios de caracterização da areia

A areia utilizada no reboco pronto seguiu os padrões estabelecidos pelo fabricante desta argamassa industrializada. A areia utilizada para confecção das argamassas de cimento e areia (1:6) e cimento, cal e areia (1:1:6) apresentou as características granulométricas de areia fina. O quadro V.7 abaixo apresenta o relatório de ensaio realizado.

Tabela V.7 – Resultados da análise granulométrica da areia.

<b>RELATORIO DE ANALISE GRANULOMETRICA</b>						
Malha da Peneira	DATA DA AMOSTRA		HORA DA AMOSTRA		DATA DA ANALISE	
	18/2/2004		16:00		18/2/2004	
	P1	P2	$\delta P$	%	XP	ACM.%
# 8 - 2,40mm	472,80	472,80	0,00	0,0	0,00	0,0
# 16 - 1,20mm	482,49	494,51	12,02	9,8	78,64	9,8
# 30 - 0,60mm	426,75	451,37	24,62	20,1	322,15	30,0
# 50 - 0,30mm	431,72	474,68	42,96	35,1	1053,97	65,1
# 100 - 0,15mm	352,26	381,19	28,93	23,7	1182,94	88,8
# 200 - 0,075mm	336,82	347,19	10,37	8,5	848,05	97,2
# 325 - 0,045mm	322,24	322,24	0,00	0,0	0,00	0,0
<b>FUNDO</b>	440,33	443,71	3,38	2,8	552,83	100,0
			122,28	100,0	4038,58	193,6

<b>MALHA MÉDIA PASSANTE:</b>	40,4
<b>MÓDULO DE FINURA:</b>	1,9
<b>DIMENSÃO MÁX. CARACT. (mm):</b>	2,40
<b>TEOR DE ARGILA (LAMA) %VOL.</b>	2

**CURVAS TÍPICAS PARA A.C. - #65**

Gráfico de curvas típicas para A.C. - #65. O eixo Y representa a porcentagem de material retido (ACM.%) de 0,0 a 100,0. O eixo X representa as malhas de peneira: # 8 - 2,40mm, # 16 - 1,20mm, # 30 - 0,60mm, # 50 - 0,30mm, # 100 - 0,15mm, # 200 - 0,075mm. Há três curvas: uma tracejada (MAX), uma pontilhada (ACM.%) e uma tracejada (MIN).

A areia foi ainda avaliada quanto aos quesitos: teor de argila em torrões e materiais friáveis (segundo norma ABNT NBR 7218/1987), teor de materiais pulverulentos (segundo norma ABNT NBR 7219/1987) e teor de impurezas orgânicas (segundo norma ABNT NBR 7220/1987), tendo sido aprovada para utilização em argamassas e concretos.

## 5.5. Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa no estado plástico

### 5.5.1. Consistência

Tabela V.8 – Índice de consistência padrão segundo NBR 13276 (2002)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Índice de consistência padrão (mm)</b>
Reboco pronto	284,0
Reboco pronto com resina SBR	295,5
Reboco pronto com fibras de nylon	285,8
1:6 cimento/areia	244,0
1:6 cimento/areia com resina SBR	276,0
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	249,0
1:1:6 cimento/cal/areia	263,0
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	311,0
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	266,0

Os maiores valores obtidos em todas as argamassas com presença da resina a base de estireno-butadieno (SBR) parece acontecer devido a algum efeito lubrificante deste aditivo (com a argamassa no estado fresco). O aditivo utilizado (especificamente fabricado para a utilização em chapisco), apresenta como característica positiva esta acentuação da fluidez da argamassa uma vez que o chapisco é aplicado apresentando consistência mais fluida que as das outras argamassas (ver quadro V.9 apresentado a seguir).

Os menores valores obtidos em todas as argamassas com a presença de fibras de nylon parecem acontecer devido a algum travamento que estas devem proporcionar devido a seu entrelaçamento no “bulk” (seio) da argamassa em seu estado fresco, reduzindo sua capacidade de escorregamento por sobre a flow-table.

Os menores valores relativos obtidos nas argamassas de traço 1:6 (cimento/areia) em relação ao reboco pronto e a argamassa de traço 1:1:6 eram esperados, devido ao fato do reboco pronto apresentar em sua constituição aditivo plastificante e o traço 1:1:6 (cimento/cal/areia) apresentar em sua constituição o aglomerante cal. Tanto o aditivo plastificante quanto o aglomerante cal apresentam características tenso-ativas, ou seja, diminuem a tensão superficial da pasta de aglomerante, o que contribui para um maior índice de consistência.

Os valores dos índices de consistência obtidos podem ser cotejados com as informações contidas no *Projeto Argamassa: Projeto de Desenvolvimento Experimental de Argamassas*, desenvolvido por FERREIRA et al. (1996), onde várias consistências de argamassas são apresentadas em função de suas finalidades, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela V.9 – Limites de consistência segundo finalidade das argamassas (FERREIRA et al., 1996)

<b>Finalidade da argamassa</b>	<b>Índice de consistência (mm) NBR 13276 (1995)</b>
. Para assentamento de tijolos cerâmicos	240 – 270
. Para revestimento interno (base p/ pintura) . Para revestimento interno (base p/ assentamento de azulejos ou cerâmicas) . Para emboço externo (base para assentamento de cerâmicas) . Para revestimento externo (base para pinturas de baixa permeabilidade)	280 – 320
. Para contra-piso (assentamento de peças cerâmicas internas e externas)	180 – 200
. Para chapisco	> 350
. Para base de assentamento de carpete	160 - 180 (consistência de terra úmida)
. Industrializada para assentamento de cerâmicas e azulejos	330 – 350



### 5.5.2. Retenção de água

Tabela V.10 – Retenção de água segundo NBR 13277 (1995)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Retenção de água (%)</b>
Reboco pronto	99,5
Reboco pronto com resina SBR	85,5
Reboco pronto com fibras de nylon	98,6
1:6 cimento/areia	92,0
1:6 cimento/areia com resina SBR	91,0
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	88,8
1:1:6 cimento/cal/areia	92,9
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	85,5
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	83,2

Os maiores valores encontrados para o reboco pronto podem ser justificados pelo fato deste apresentar em sua composição areia de menor módulo de finura (areia mais fina – que naturalmente retém mais água, devido sua maior superfície específica) além da presença de aditivo retentor de água.

A cal, que também age como retentor de água (promovendo, devido sua maior finura em relação ao cimento, a possibilidade da formação de um gel de água adsorvida em torno de seu grão, sendo este gel de água da ordem do volume do grão) justifica os elevados valores obtidos para a retenção de água da argamassa no traço 1:1:6 (cimento/cal/areia).

De maneira geral, esperavam-se menores valores de retenção de água da argamassa no traço 1:6 (cimento/areia), devido à ausência de cal ou qualquer aditivo que promovesse a melhoria desta propriedade. Os resultados foram bem superiores aos esperados, de acordo com a teoria.

Pelo menos de acordo com o método utilizado neste ensaio, a adição de resina a base de estireno-butadieno (SBR) e fibras de nylon pareceu não apresentar relação direta e intensa com grandes modificações na propriedade retenção de água (abaixando ligeiramente os valores em alguns ensaios e aumentando em outros). Salienta-se que

através de outros processos de medida na qual existe interferência da retenção de água (tais como as realizadas nas avaliações de retração na secagem) estas introduções surtiram maior efeito, como pode ser visto no item relacionado a este ensaio.

### 5.5.3. Massa específica

Tabela V.11 – Massa específica segundo NBR 13278 (1995)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Massa específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>
Reboco pronto	2,699
Reboco pronto com resina SBR	2,699
Reboco pronto com fibras de nylon	2,729
1:6 cimento/areia	2,644
1:6 cimento/areia com resina SBR	2,644
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	2,760
1:1:6 cimento/cal/areia	2,655
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	2,655
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	2,633

As massas específicas das argamassas avaliadas apresentaram valores bastante próximos.

A presença da resina não alterou em nada o valor da massa específica e a presença das fibras de nylon aumentou este valor (com exceção da argamassa no traço 1:1:6 cimento/cal/areia, onde pode ter havido erro na medida, suscitando nova avaliação).

### 5.5.4. Teor de ar incorporado

Tabela V.12 – Teor de ar incorporado segundo NBR 13278 (1995)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Ar incorporado (%)</b>
Reboco pronto	17,9
Reboco pronto com resina SBR	24,7
Reboco pronto com fibras de nylon	17,7
1:6 cimento/areia	6,3
1:6 cimento/areia com resina SBR	2,9
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	8,6
1:1:6 cimento/cal/areia	8,8
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	10,0
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	4,0

Os maiores valores dos teores de ar incorporado obtidos para o reboco pronto podem ser justificados pela presença do aditivo incorporador de ar em sua composição.

Os menores valores obtidos para as argamassas nos traços 1:6 (cimento/areia) e 1:1:6 (cimento/cal/areia) podem ser interpretados pela ausência de qualquer tipo de produto que induza o aparecimento do ar incorporado.

## 5.6. Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa no estado endurecido

### 5.6.1. Resistência à compressão

Tabela V.13 – Resistência à compressão segundo NBR 13279 (1995)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Média da resistência à compressão em 4 CPs (MPa)</b>
Reboco pronto	1,53
Reboco pronto com resina SBR	2,87
Reboco pronto com fibras de nylon	1,80
1:6 cimento/areia	5,50
1:6 cimento/areia com resina SBR	6,30
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	8,55
1:1:6 cimento/cal/areia	8,80
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	2,93
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	6,57

De maneira geral, os resultados estão condizentes com a lógica de que os traços mais fortes (ou seja, com maior proporção aglomerante/agregado) devam apresentar maiores valores de resistência à compressão, justamente o que ocorre em relação aos traços das argamassas rodadas no canteiro teste (1:6 cimento/areia e 1:1:6 cimento/cal/areia) se comparados com o traço da argamassa industrializada (reboco pronto).

A presença do aditivo a base de estireno-butadieno (SBR) e das fibras de nylon parecem não ter interferido significativamente nesta propriedade.

### 5.6.2. Resistência à tração na flexão

Tabela V.14 – Resistência à tração na flexão

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Média da resistência à tração na flexão (MPa)</b>
Reboco pronto	0,36 (média de 4 ensaios)
Reboco pronto com resina SBR	0,40 (média de 4 ensaios)
Reboco pronto com fibras de nylon	-
1:6 cimento/areia	-
1:6 cimento/areia com resina SBR	0,84 (média de 4 ensaios)
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	-
1:1:6 cimento/cal/areia	-
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	0,52 (média de 2 ensaios)
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	-

Assim como nos resultados de resistência à compressão, de maneira geral, os resultados estão condizentes com a lógica de que os traços mais fortes (ou seja, com maior proporção aglomerante/agregado) devam apresentar também maiores valores de resistência à tração na flexão, justamente o que ocorre em relação aos traços das argamassas rodadas no canteiro teste (1:6 cimento/areia e 1:1:6 cimento/cal/areia) se comparados com o traço da argamassa industrializada (reboco pronto).

A presença do aditivo a base de estireno-butadieno (SBR) e das fibras de nylon parecem não ter interferido significativamente nesta propriedade.

Vários corpos de prova foram danificados antes da realização do ensaio (quebra no acoplamento à prensa) impedindo a obtenção de alguns resultados.

### 5.6.3. Módulo de Elasticidade dinâmico

Tabela V.15 – Módulo de elasticidade dinâmico obtido através de frequência ressonante

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Módulo de elasticidade dinâmico – <math>E_d</math> Média de 10 medições (GPa)</b>
Reboco pronto (CP 01)	6,782
Reboco pronto (CP 02)	9,654
Reboco pronto (CP 03)	9,854
Reboco pronto com resina SBR (CP 01)	4,663
Reboco pronto com resina SBR (CP 02)	6,676
Reboco pronto com resina SBR (CP 03)	6,606
Reboco pronto com fibras de nylon (CP 01)	9,568
Reboco pronto com fibras de nylon (CP 02)	9,97
Reboco pronto com fibras de nylon (CP 03)	10,99
1:6 cimento/areia (CP 01)	11,569
1:6 cimento/areia (CP 02)	8,794
1:6 cimento/areia (CP 03)	7,959
1:6 cimento/areia com resina SBR (CP 01)	6,035
1:6 cimento/areia com resina SBR (CP 02)	6,860
1:6 cimento/areia com resina SBR (CP 03)	8,674
1:6 cimento/areia com fibras de nylon (CP 01)	8,780
1:6 cimento/areia com fibras de nylon (CP 02)	9,590
1:6 cimento/areia com fibras de nylon (CP 03)	8,870
1:1:6 cimento/cal/areia (CP 01)	8,563
1:1:6 cimento/cal/areia (CP 02)	6,916
1:1:6 cimento/cal/areia (CP 03)	8,491
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR (CP 01)	7,140
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR (CP 02)	7,211
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR (CP 03)	7,623
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon (CP 01)	10,570
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon (CP 02)	11,080
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon (CP 03)	10,900

A planilha completa que deu origem a tabela V.15 está localizada no anexo II.

Como era de se esperar, a argamassa composta somente por cimento e areia (no traço 1:6) apresentou o maior módulo de elasticidade. A ausência de cal ou aditivos e o traço forte conduziram a este maior valor. Em um valor intermediário apareceu a argamassa industrializada (reboco pronto), associando este desempenho a presença dos aditivos

plastificante, retentor de água e incorporador de ar. E, finalmente, apresentando melhor desempenho, a argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6, creditando a presença do aglomerante cal os melhores valores obtidos.

Uma sensível redução do módulo de elasticidade dinâmico foi obtida em todas as situações onde foi utilizada a resina constituída de polímero a base de estireno-butadieno (SBR). Segundo AGUILAR et al. (2004) materiais com ligações secundárias dipolo-dipolo, como os polímeros, apresentam menores valores de  $E_d$  (módulo de elasticidade dinâmico) que materiais que possuem ligações iônicas, e estes, por sua vez, menores valores de  $E_d$  que materiais com predominância de ligações metálicas, que ainda apresentam menores valores de  $E_d$  que os materiais que possuem ligações covalentes.

A presença das fibras de nylon não apresentou bom desempenho no sentido de reduzir o módulo de elasticidade dinâmico, atuando, no geral, no sentido contrário – aumentando o valor de  $E_d$ . Sugestões ao fabricante/representante das fibras utilizadas serão feitas no sentido de uma re-avaliação de seu fator forma (comprimento e diâmetro), bem como no traço sugerido: foram utilizadas 20g de fibras por saco de 20kg de Reboco Pronto e 80g de fibras por saco de 50kg de cimento nos traços 1:6 (cimento e areia) e 1:1:6 (cimento, cal e areia).

Vale a pena salientar que, de acordo com as recomendações do CSTB (1982), todas as argamassas testadas apresentaram características de baixa fissurabilidade ( $E_d \leq 7000$  MPa ou 7,0 GPa) e média fissurabilidade ( $7000 \text{ MPa} \leq E_d \leq 12000 \text{ MPa}$  ou  $7,0 \text{ GPa} \leq E_d \leq 12,0 \text{ GPa}$ ).

#### 5.6.4. Retração por secagem

Tabela V.16 – Retração por secagem segundo NBR 8490 (1984)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Média da retração na secagem em 03 CPs (%)</b>
Reboco pronto	0,019
Reboco pronto com resina SBR	0,016
Reboco pronto com fibras de nylon	0,015
1:6 cimento/areia	0,020
1:6 cimento/areia com resina SBR	0,017
1:6 cimento/areia com fibras de nylon	0,018
1:1:6 cimento/cal/areia	0,012
1:1:6 cimento/cal/areia com resina SBR	0,015
1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon	0,028

O maior valor obtido na argamassa 1:6 (cimento/areia) justifica-se devido a ausência de cal ou qualquer tipo de aditivo retentor de água. Neste caso o traço mais forte (com maior teor de cimento) está associado a condição de maior rigidez e, face ao elevado teor de finos, maior propensão à retração hidráulica. Em um valor intermediário observa-se a argamassa industrializada (reboco pronto) devido a presença do aditivo retentor de água e, o menor valor obtido para a argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia) pode ser associado a presença do aglomerante cal, que age como um excelente retentor de água, promovendo, devido sua maior finura em relação ao cimento, a possibilidade da formação de um gel de água adsorvida em torno de seu grão, sendo este gel de água da ordem do volume do grão (conforme já exposto anteriormente), reduzindo a perda de água nas primeiras idades, o que está diretamente relacionado com a redução da retração hidráulica.

Para as argamassas sem o aglomerante cal, tanto o aditivo a base de estireno-butadieno (SBR), quanto às fibras de nylon, parecem ter acrescentado alguma propriedade de reter a água, pois se observou uma redução na retração por secagem. O valor de 0,028% obtido para a argamassa 1:1:6 cimento/cal/areia com fibras de nylon (atípico) pode ter ocorrido devido a erro na medida, suscitando nova avaliação.

## 5.7. Resultados dos ensaios de caracterização da argamassa aplicada sobre a base

### 5.7.1. Resistência de aderência à tração da argamassa segundo a NBR 13528 (1996)

Tabela V.17 – Resistência de aderência à tração segundo NBR 13528 (1996)

Tipo de argamassa	Condição	Ensaio de arrancamento realizados com idade mínima de 28 dias (MPa)			
		Média (de 12 ensaios)		Desvio padrão (de 12 ensaios)	
		Bloco Cer.	Bloco Conc.	Bloco Cer.	Bloco Conc.
Reboco Pronto	Base úmida	0,21	0,20	0,19	0,12
	Base seca	0,20	0,13	0,16	0,06
	Base com pulverulência	0,14	0,19	0,17	0,14
	Base com saibro	0,12	0,15	0,15	0,15
	Base com gordura	0,05	0,15	0,06	0,13
	Base saturada	0,20	0,18	0,14	0,14
	Com resina SBR (base úmida)	0,08	0,02	0,09	0,04
Com fibras de nylon (base úmida)	0,13	0,09	0,08	0,14	
1:6 (cimento e areia)	Base úmida	0,19	0,13	0,13	0,06
	Base seca	0,21	0,19	0,12	0,11
	Base com pulverulência	0,16	0,18	0,13	0,11
	Base com saibro	0,06	0,07	0,05	0,05
	Base com gordura	0,03	0,04	0,05	0,06
	Base saturada	0,20	0,17	0,09	0,07
	Com resina SBR (base úmida)	0,08	0,17	0,06	0,09
Com fibras de nylon (base úmida)	0,17	0,14	0,12	0,14	
1:1:6 (cimento, cal e areia)	Base úmida	0,22	0,43	0,16	0,30
	Base seca	0,12	0,44	0,12	0,13
	Base com pulverulência	0,07	0,19	0,06	0,09
	Base com saibro	0,08	0,24	0,07	0,12
	Base com gordura	0,02	0,02	0,03	0,03
	Base saturada	0,19	0,27	0,17	0,14
	Com resina SBR (base úmida)	0,10	0,16	0,10	0,12
Com fibras de nylon (base úmida)	0,19	0,27	0,22	0,23	

As planilhas completas que deram origem a tabela V.17 estão localizadas no anexo III.



De maneira geral, os maiores valores médios de resistência de aderência à tração ocorreram para a alvenaria umedecida (situação ideal). As situações de base seca e saturada pareceram não interferir muito significativamente nos resultados. É importante salientar que a base saturada na realidade se apresentou como uma base “bem umedecida”, pois as tentativas de aplicação de argamassa em uma base realmente impregnada com muita água não passaram da etapa de aplicação no painel (com a base muito molhada, após a aplicação da argamassa com colher de pedreiro, a mesma despencava da parede antes mesmo de poder ser sarrafeada, conduzindo, portanto à necessidade de espera de escoamento/secagem parcial da alvenaria para que se pudesse fazer a aplicação, o sarrafeamento e o desempenho da argamassa).

Todas as sujidades aplicadas sobre a alvenaria (pulverulência, saibro e gordura) reduziram de sobremaneira o valor médio da resistência de aderência à tração. Estas sujidades provavelmente se transformaram em uma barreira, um corpo estranho que se justapôs entre a argamassa e a alvenaria, impedindo a migração de pasta de aglomerante para os poros dos blocos (mecanismo que configura a aderência mecânica de uma argamassa à base). Observa-se que o maior dano em relação a esta propriedade aconteceu nas paredes impregnadas com gordura (menor valor médio encontrado: 0,02 MPa). Parece ter havido um selamento dos poros (a gordura penetrou nos poros ocupando o lugar que seria da pasta de aglomerante) dificultando significativamente a aderência.

Os maiores valores médios de resistência de aderência foram obtidos para a argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia) aplicada sobre os blocos estruturais de concreto, nas condições de base umedecida e seca (0,43 e 0,44MPa respectivamente). Neste caso parece ter havido uma conjugação de fatores favoráveis à resistência de aderência (no caso a migração da pasta de aglomerante para os poros da base): a maior plasticidade da pasta, promovida pelo fato da cal se apresentar como um agente ativo na interface, diminuindo a tensão superficial da pasta de aglomerante, associada à maior capacidade de sucção da pasta pelo bloco estrutural de concreto (observada pelos altos valores de IRA apresentados por este elemento de alvenaria, conforme apresentado no subitem **5.2.2**). Mesmo na situação da base seca (o que conforme exposto anteriormente, não interferiu

significativamente nos resultados, mas de maneira geral suscitou uma ligeira queda nos valores médios de resistência de aderência), o aglomerante cal, como bom retentor de água, agiu impedindo que a base seca pudesse absorver a água necessária a hidratação do cimento e ainda comprometer a manutenção de plasticidade para que fossem completadas todas as operações de aplicação e acabamento do revestimento argamassado.

O desempenho das argamassas aditivadas com resina a base de estireno-butadieno ficou bastante aquém do esperado (onde a expectativa era de que fosse introduzido um sistema de aderência químico para se somar ao sistema de aderência mecânico existente na argamassa), basicamente reduzindo os valores médios de resistência de aderência em todas as situações estudadas (se comparados com os valores médios de resistência de aderência obtidos para as argamassas na situação ideal e sem qualquer tipo de aditivo ou adição). Parece que o aumento da viscosidade da pasta (formada por aglomerante(s), água e resina SBR) dificultou a penetração desta dentro dos poros dos blocos, justificando-se então esta redução destes valores médios. A utilização com sucesso deste produto como aditivo adesivo para chapisco (quando aplicado em superfícies de concreto armado) e pontes de aderência entre argamassas existentes e novas argamassas (procedimentos comuns em reformas) parece estar associada a uma menor diluição recomendada pelo fabricante para estas situações (1 parte de resina a base de estireno-butadieno para 2 partes de água pura). A diluição utilizada neste trabalho (1 parte de resina a base de estireno-butadieno para 8 partes de água pura) parecia ser a mais lógica em função da argamassa utilizada como reboco ter naturalmente um desempenho inferior às argamassas de chapisco ou argamassas utilizadas como ponte de aderência, porém, face aos resultados apresentados verificou-se que uma menor diluição deva ser realizada em novas avaliações. Salienta-se que a diluição utilizada neste trabalho foi discutida com fornecedores e representantes em função do teor de sólidos da resina (15%).

O uso das fibras de nylon, embora de maneira menos drástica que a resina a base de estireno-butadieno (SBR), também promoveu a redução dos valores médios de resistência de aderência em todas as situações estudadas (se comparadas com os valores

médios de resistência de aderência obtidos para as argamassas na situação ideal e sem qualquer tipo de aditivo ou adição). O fato pode estar associado a barreiras que este entrelaçado de fibras dentro da argamassa pode ter constituído, atuando como inibidoras do fluxo da pasta para dentro dos poros da alvenaria.

Os valores médios de resistência de aderência obtidos podem ser cotejados com as recomendações da norma ABNT NBR 13749 (1996) reproduzidas na tabela a seguir.

Tabela V.18 – Limites de resistência de aderência à tração segundo NBR 13749 (1996)

<b>Local</b>		<b>Acabamento</b>	<b>Ra (MPa)</b>
<b>Parede</b>	<b>Interna</b>	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	<b>Externa</b>	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
<b>Teto</b>			≥ 0,20

### 5.7.3. Permeabilidade à água

Por se tratar de uma propriedade bastante associada às características superficiais da argamassa aplicada, a permeabilidade à água foi avaliada desconsiderando-se as variações de preparo de base e a presença de aditivos ou adições. Portanto, as avaliações feitas no reboco pronto, na argamassa 1:6 (cimento/areia) e na argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia) são apresentadas a seguir.

Tabela V.19 – Medidas de permeabilidade no reboco pronto segundo o CSTC (1982)

Tempo (min)	Ponto 1 (cm <sup>3</sup> )	Ponto 2 (cm <sup>3</sup> )	Ponto 3 (cm <sup>3</sup> )
1	0,8	0,3	0,3
2	0,9	0,6	0,5
3	1,0	0,7	0,6
4	1,3	1,0	0,8
5	1,6	1,2	0,9
6	2,0	1,3	1,0
7	2,1	1,5	1,1
8	2,2	1,6	1,2
9	2,4	1,8	1,4
10	2,4	1,9	1,5
11	2,6	2,1	1,6
12	2,7	2,2	1,7
13	2,8	2,4	1,8
14	3,0	2,6	1,9
15	3,1	2,7	2,0

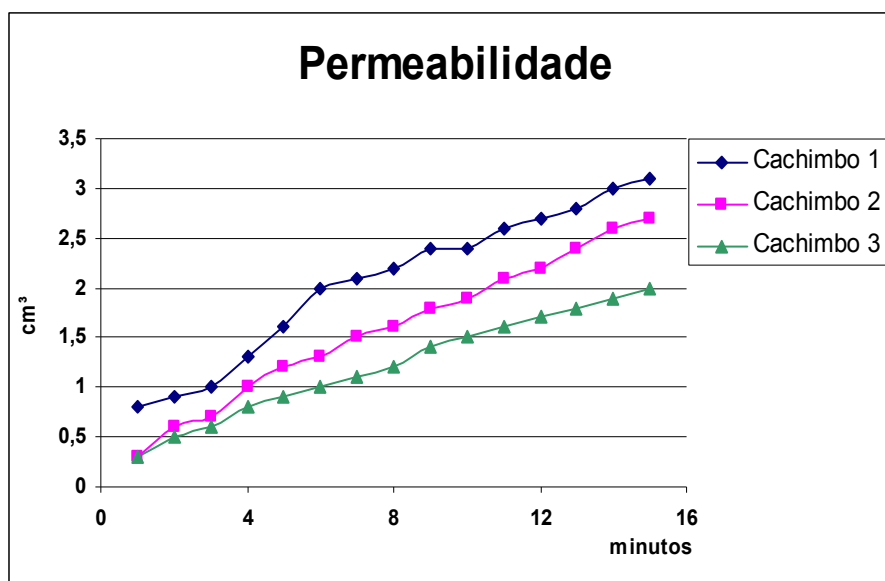


Figura 5.1 – Evolução da permeabilidade no reboco pronto.

Tabela V.20 – Medidas de permeabilidade na argamassa 1:6 (cimento/areia) segundo o CSTC (1982)

Tempo (min)	Ponto 1 (cm <sup>3</sup> )	Ponto 2 (cm <sup>3</sup> )	Ponto 3 (cm <sup>3</sup> )
1	0,4	0,3	0,2
2	0,5	0,4	0,4
3	0,5	0,6	0,5
4	0,7	0,7	0,6
5	0,7	0,8	0,7
6	0,9	0,9	0,8
7	0,9	1,0	0,8
8	0,9	1,1	0,9
9	1,2	1,2	1,0
10	1,3	1,3	1,1
11	1,4	1,3	1,1
12	1,4	1,4	1,2
13	1,4	1,5	1,3
14	1,4	1,6	1,3
15	1,6	1,7	1,4

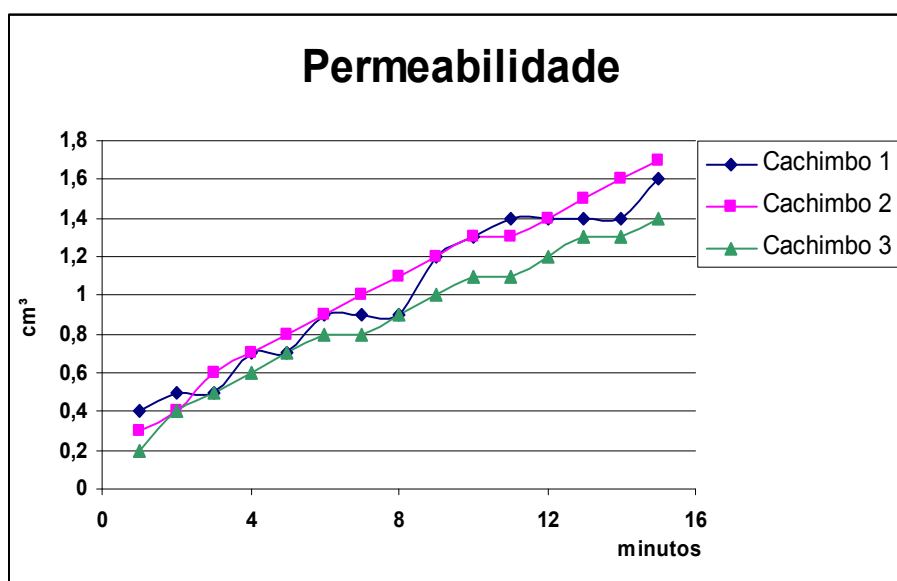


Figura 5.2 – Evolução da permeabilidade na argamassa 1:6 (cimento/areia).

Tabela V.21 – Medidas de permeabilidade na argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia)  
segundo o CSTC (1982)

Tempo (min)	Ponto 1 (cm <sup>3</sup> )	Ponto 2 (cm <sup>3</sup> )	Ponto 3 (cm <sup>3</sup> )
1	0,4	0,3	0,3
2	0,5	0,5	0,4
3	0,6	0,6	0,6
4	0,8	0,7	0,8
5	0,9	0,8	1,1
6	1,0	0,9	1,2
7	1,2	1,0	1,3
8	1,3	1,1	1,4
9	1,3	1,3	1,4
10	1,4	1,4	1,5
11	1,5	1,6	1,7
12	1,6	1,8	1,8
13	1,7	2,0	1,9
14	1,9	2,0	2,1
15	2,0	2,1	2,3

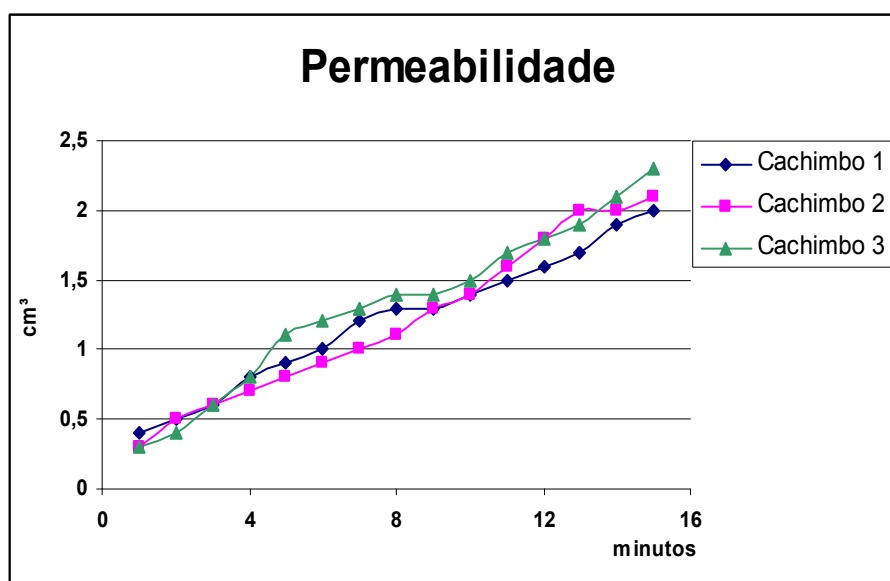


Figura 5.3 – Evolução da permeabilidade na argamassa 1:1:6 (cimento/cal/areia).

Tabela V.22 – Maior valor da permeabilidade à água “in situ” segundo o CSTC (1982)

<b>Tipo de argamassa</b>	<b>Maior valor da permeabilidade – medido aos 15 minutos de contato da água presente no cachimbo com a superfície da argamassa (cm<sup>3</sup>)</b>
Reboco pronto	3,1
1:6 cimento/areia	1,7
1:1:6 cimento/cal/areia	2,3

A menor permeabilidade associada ao traço 1:6 (cimento/areia) está condizente com a teoria que diz ser esta propriedade inversamente proporcional à quantidade de cimento utilizada na argamassa (obviamente respeitando-se os limites que, acima dos quais, a elevada fissuração por retração hidráulica conduziria a uma elevada permeabilidade).

Os valores apresentados confirmam as avaliações de SABBATINI (1981) apresentadas na tabela III.4 onde se afirma que a impermeabilidade decresce (ou seja, a permeabilidade cresce) à medida que se acrescenta cal como aglomerante na argamassa.

Observa-se ainda que, cotejando estes resultados com os de resistência à compressão e resistência à tração na flexão, a permeabilidade apresenta-se como uma grandeza inversamente proporcional a estas.

## 5.8. Resultados das análises de caracterização microestrutural

### 5.8.1. Análise utilizando-se o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e o microanalisador EDS

A seguir, são apresentados, em conjunto, os estudos realizados no MEV JEOL JSM-6360LV com EDS THERMO NORAN. Nas fotomicrografias e análises pelo EDS, apresentadas até a figura 5.10, as amostras foram metalizadas utilizando-se uma liga de ouro e paládio. Nas fotomicrografias e análises pelo EDS apresentadas a partir da figura 5.11, face à necessidade de se privilegiar a análise química, mesmo que em detrimento da qualidade da imagem, as amostras foram preparadas utilizando-se carbono (vaporização por arco voltáico, com eletrodos de grafita, no vácuo).

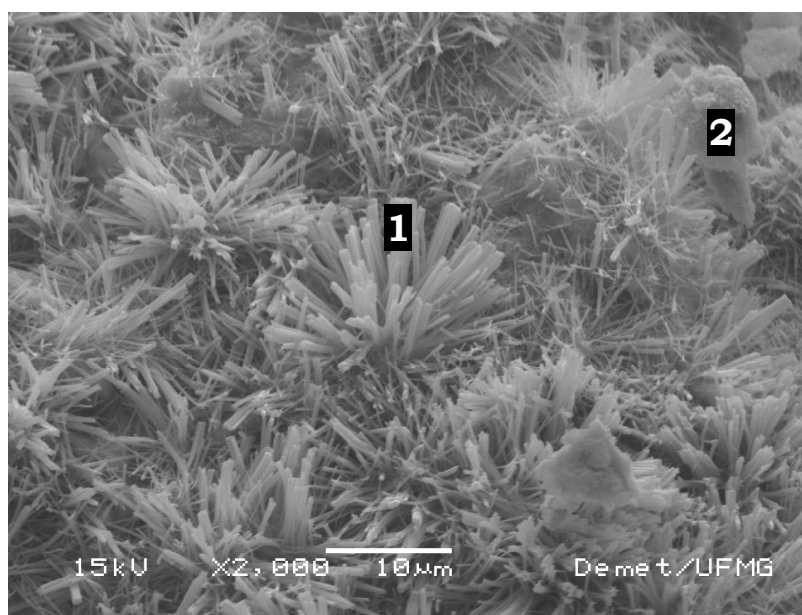


Figura 5.4 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (vista de topo do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – tal como pode ser visualizado na figura 4.13 – série 1.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES.

Tabela V.23 – Microanálises EDS, pontos 1 e 2 da figura 5.4

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	∑ (%)	Interpretação (fases prováveis)
1	11,2	30,0	15,6	2,1	39,2	1,9	100,0	etringita (+ CSH)
2	14,8	25,3	17,7	1,8	39,2	1,2	100,0	portlandita (+CSH)



A tabelas relativas às análises realizadas no microanalisador EDS (tal como a tabela V.23) foram geradas a partir da imagem e resultados obtidos pelo programa de computador específico acoplado ao EDS THERMO NORAN. Um exemplo da forma de apresentação de dados obtidos neste programa pode ser visualizado no anexo IV.

#### Descrição:

No ponto 1 da fotomicrografia de MEV-IES apresentada na figura 5.4, o elevado valor de cálcio e as presenças de enxofre e alumínio, associados à morfologia característica (agregados radiais de fitas euédricas) indicam que a fase dominante na microestrutura provavelmente é etringita.

No ponto 2, o teor elevado de cálcio, também associado à morfologia característica (placas) indica que esta fase é calcita (ou portlandita). As análises realizadas nesta amostra por difração de raios-X (DRX) confirmam esta possibilidade, tendo sido encontrados estes dois compostos. Os teores relativamente elevados de  $\text{SiO}_2$  (25,3 a 30,0%) indicam que CSH também está presente, provavelmente como fase intersticial e/ou como pseudomorfo da etringita e portlandita/calcita. Há também a possibilidade que o feixe tenha atravessado as superfícies mostradas na figura e atingido regiões ricas em sílica abaixo (bloco cerâmico ou grão de areia).

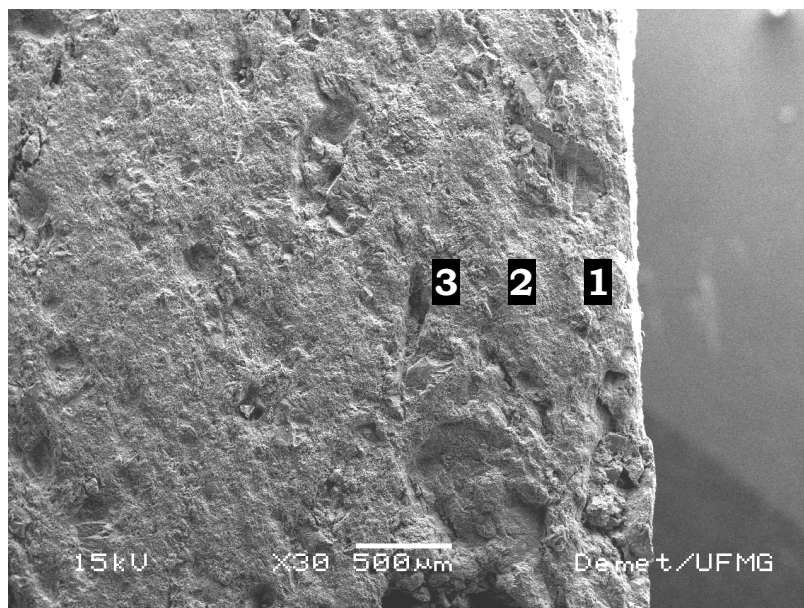


Figura 5.5 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo à interface com o reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES.

Tabela V.24 – Microanálises EDS, pontos 1, 2 e 3 da figura 5.5

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
<b>1</b>	20,8	62,8	-	6,5	4,3	5,7	100,0
<b>2</b>	28,9	56,4	-	4,5	2,4	7,9	100,0
<b>3</b>	31,0	52,8	-	2,9	2,0	11,3	100,0

#### Descrição:

Nas análises de EDS nos pontos 1, 2 e 3 da fotomicrografia apresentada na figura 5.5 foi observada a redução dos teores de cálcio à medida que se afastou da interface bloco cerâmico / reboco pronto (quando se caminhou para dentro do bloco cerâmico – no sentido de 1 para 3). Verifica-se que o teor de cálcio cai significativamente até o ponto 3; as análises além do ponto 3 (não mostradas), inclusive do cálcio, correspondem à composição típica de um bloco de cerâmica vermelha.

Conforme exposto anteriormente, apesar das análises pelo MEV/EDS focarem na avaliação do reboco pronto, isto é, somente as amostras das séries 1.1, 1.3 e 1.5 (respectivamente base umedecida, base com pulverulência e base com gordura), excepcionalmente foram realizadas avaliações em amostra da série 1.2 (mostradas a seguir) que somente diferem da série 1.1 pelo fato da alvenaria não ter sido umedecida quando da aplicação da argamassa. Esta análise foi motivada pela boa condição da superfície desta amostra e pela boa qualidade das imagens obtidas, mesmo para maiores aumentos (da ordem de 9000x).

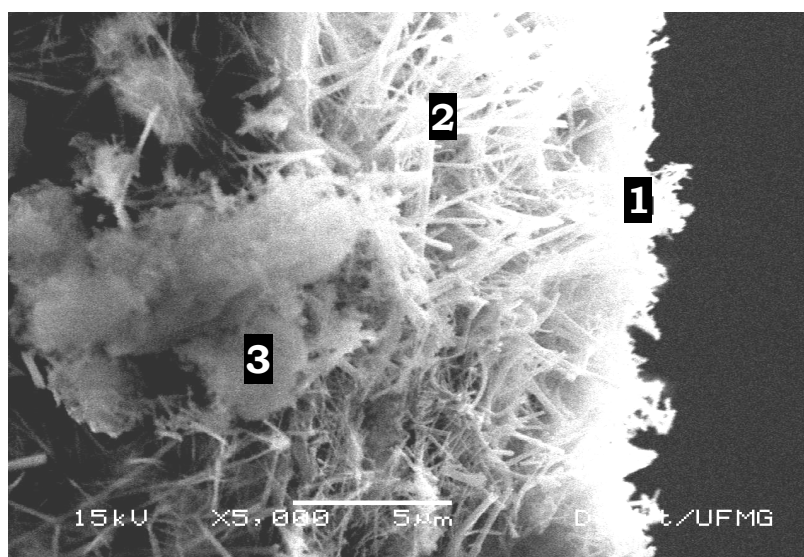


Figura 5.6 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo à interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES.

Tabela V.25 – Microanálises EDS, pontos 1, 2 e 3 da figura 5.6

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	∑ (%)	Interpretação (fases prováveis)
1	16,4	23,7	23,9	0,4	34,9	0,7	100,0	etringita (+CSH)
2	11,4	53,9	11,8	1,5	20,5	0,9	100,0	etringita (+CSH)
3	7,6	29,9	9,2	0,6	52,2	0,5	100,0	calcita e/ou portlandita

Descrição:

Devido ao elevado teor de cálcio e à presença de enxofre e alumínio, associados à morfologia (agregados fibrorradiais euédricos), conclui-se que a fase focada no ponto 1

da figura 5.6 é a etringita (trissulfoaluminato de cálcio hidratado). O teor muito mais alto de  $\text{SiO}_2$  sugere a presença de etringita, mas contendo CSH intersticial, no ponto 2. A fase focada no ponto 3, face ao elevado teor de CaO e seu formato característico (placa) provavelmente se trata de portlandita (ou calcita pseudomorfa) com um pouco de etringita. Os teores relativamente elevados de  $\text{SiO}_2$  (23,7 a 29,9%) indicam que CSH também está presente nos pontos 1 e 3, provavelmente como fase intersticial e/ou como pseudomorfo. Há também a possibilidade que o feixe tenha atravessado as superfícies mostradas na figura e atingido regiões ricas em sílica abaixo (bloco cerâmico ou grão de areia).

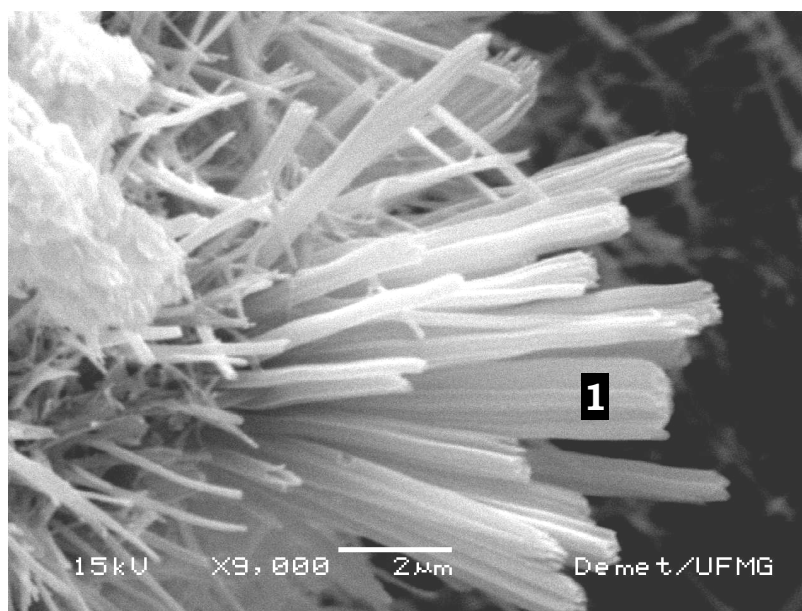


Figura 5.7 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo a interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES.

Tabela V.26 – Microanálise EDS, ponto 1 da figura 5.7

Miniárea ou ponto	$\text{Al}_2\text{O}_3$ (%)	$\text{SiO}_2$ (%)	$\text{SO}_3$ (%)	$\text{K}_2\text{O}$ (%)	$\text{CaO}$ (%)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (%)	$\Sigma$ (%)	Interpretação (fases prováveis)
<b>1</b>	14,6	11,3	34,2	0,4	39,0	0,5	100,0	etringita

Descrição:

Devido ao elevado teor de cálcio e à presença de enxofre, associados a morfologia (agregados radiais de fitas euédricas), conclui-se as fitas focadas na figura 5.7 é a etringita, que contém ainda 11,3% de SiO<sub>2</sub> em solução sólida.

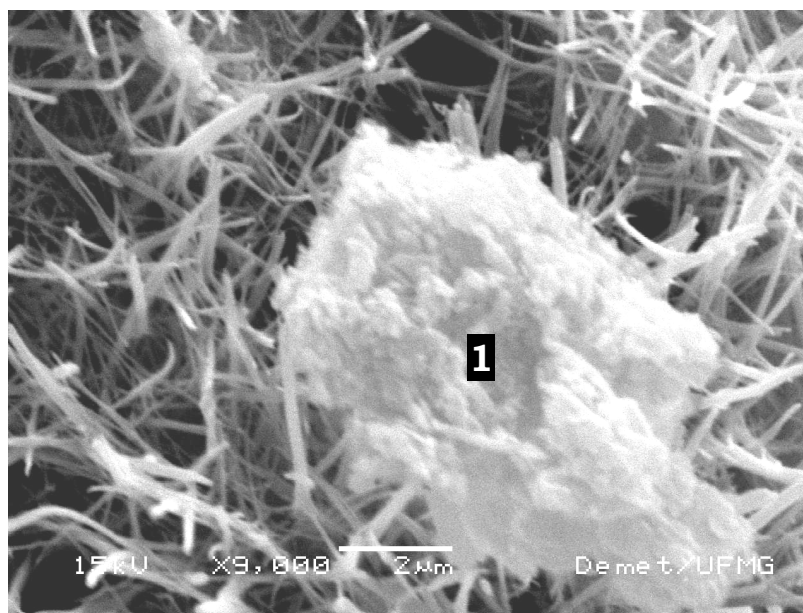


Figura 5.8 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo a interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES.

Tabela V.27 – Microanálise EDS, ponto 1 da figura 5.8

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)	Interpretação (fases prováveis)
1	10,9	29,1	20,7	0,6	36,6	2,1	100,0	calcita (+etringita)

Descrição:

A forma de pequenas lamelas compondo uma placa maior (figura 5.8) sugere que a fase do ponto 1 seria a portlandita, agora convertida para calcita. O elevado teor de SO<sub>3</sub> provavelmente deve-se a que o feixe de elétrons do instrumento atravessou esta placa e também analisou a etringita que ocorre ao redor e provavelmente abaixo da placa. Também o elevado conteúdo de SiO<sub>2</sub> se deve ao fato do feixe ter atravessado as superfícies mostradas na figura e atingido regiões ricas em sílica abaixo (bloco cerâmico ou grão de areia).

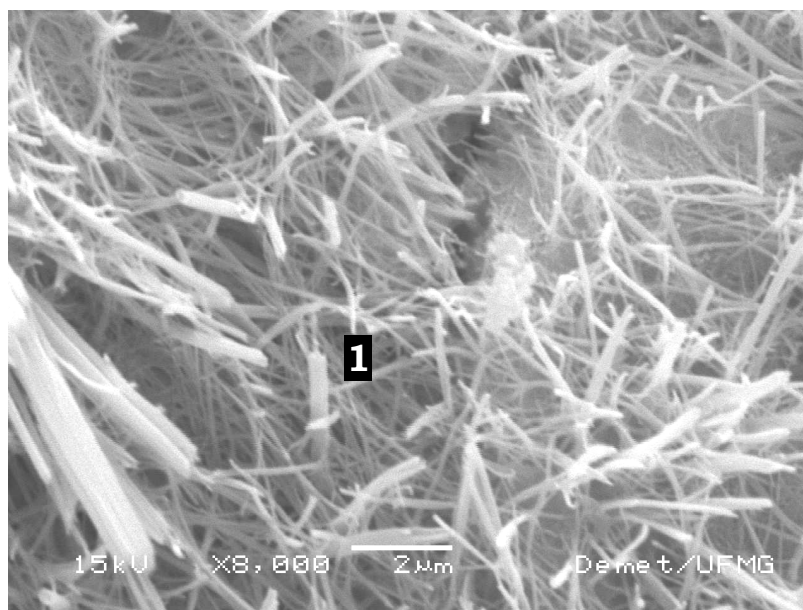


Figura 5.9 – Fotomicrografia do bloco cerâmico próximo a interface junto ao reboco pronto (vista lateral do bloco cerâmico após a retirada do reboco pronto – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES.

Tabela V.28 – Microanálise EDS, ponto 1 da figura 5.9

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	∑ (%)	Interpretação (fases prováveis)
1	11,2	26,2	19,7	0,5	41,6	0,8	100,0	etringita+CSH

Descrição:

Os elevados teores de cálcio, silício, alumínio e enxofre, associados à forma de fibras emaranhadas (figura 5.9) indica que estas provavelmente são uma associação de etringita e silicatos de cálcio hidratados (CSH). Na parte esquerda há predominância de fitas euédricas, mais típicas da etringita.

Ainda nas análises da amostra 1.2 (reboco pronto aplicado sobre alvenaria de blocos cerâmicos em condição seca) são apresentadas a seguir avaliações tomando-se a amostra inteira (sem retirada do revestimento argamassado) constituída de bloco cerâmico e reboco pronto (reboco pronto à esquerda e bloco cerâmico à direita).

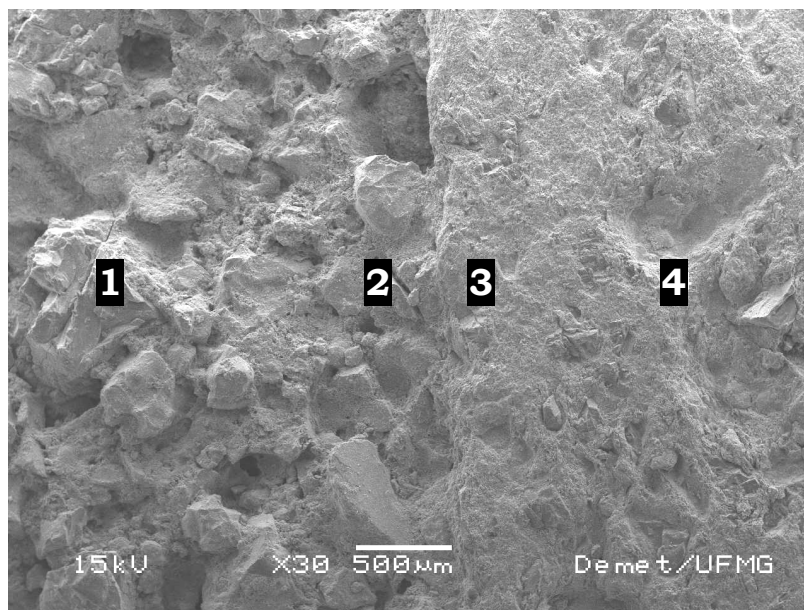


Figura 5.10 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.2 bloco cerâmico seco). MEV-IES.

Tabela V.29 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.10

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
1	8,5	47,1	11,6	-	30,8	2,1	100,0
2	7,5	21,6	15,6	1,1	50,8	3,5	100,0
3	27,7	46,0	11,2	2,6	4,2	8,4	100,0
4	28,7	50,3	2,0	2,4	1,4	15,1	100,0

Comentários:

Foram observados teores altos de cálcio e enxofre na região da argamassa (pontos 1 e 2) e porcentagens elevadas de alumínio e silício na região do bloco cerâmico (pontos 3 e 4), que são as composições esperadas. Os teores de cálcio e enxofre no bloco cerâmico diminuíram gradativamente à medida que a análise se afastou da interface (teor de cálcio no ponto 3 maior que o teor de cálcio no ponto 4), indicando a penetração destes elementos, a partir do reboco.

A partir daqui, retorna-se a análise somente as amostras das séries 1.1, 1.3, 1.5, 2.1, 2.3, 2.5, 3.1, 3.3 e 3.5, pelo fato destas situações terem apresentado as maiores discrepâncias

de desempenho avaliadas nos testes de resistência de aderência (conforme exposto anteriormente). Também, a partir deste ponto, face à necessidade de se privilegiar a análise química, mesmo que em detrimento da qualidade da imagem, as amostras foram preparadas utilizando-se carbono (vaporização por arco voltáico, com eletrodos de grafita no vácuo). Nas fotomicrografias das seções transversais das interfaces apresentadas nas figuras a seguir, a argamassa de revestimento situa-se à esquerda e o bloco cerâmico à direita.

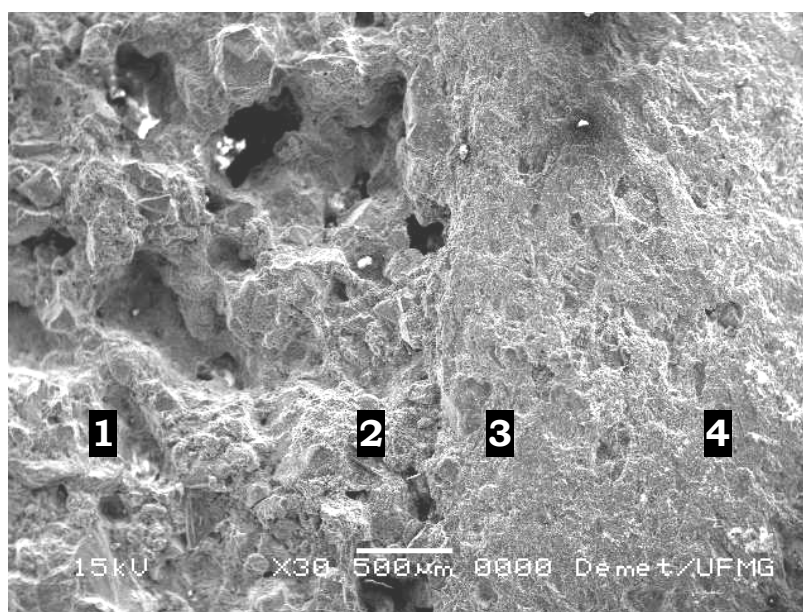


Figura 5.11 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES

Tabela V.30 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.11

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
1	13,1	42,7	1,8	7,0	35,4	-	100,0
2	16,9	30,1	10,4	3,0	39,6	-	100,0
3	28,8	48,2	0,2	4,4	2,5	15,9	100,0
4	25,3	62,4	0,5	1,9	3,3	6,6	100,0

Descrição:

Foram observados teores altos de cálcio na região da argamassa (pontos 1 e 2) e porcentagens elevadas de alumínio e silício na região do bloco cerâmico (pontos 3 e 4). Os teores de cálcio presentes no bloco cerâmico foram baixos. O elevado teor de silício do ponto 1 sugere a proximidade de um grão de areia (SiO<sub>2</sub>).



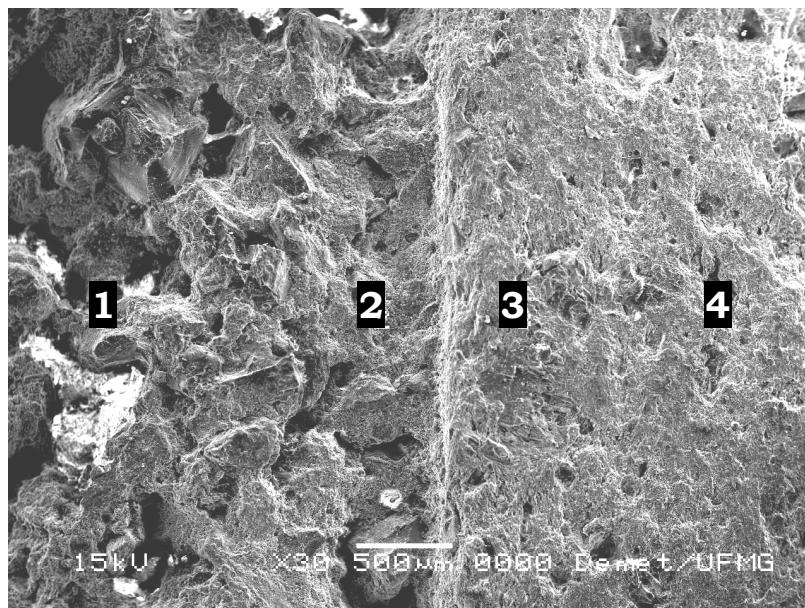


Figura 5.12 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.3 bloco cerâmico com pulverulência). MEV-IES.

Tabela V.31 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.12

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
<b>1</b>	20,5	59,0	2,0	2,0	13,1	3,3	100,0
<b>2</b>	9,6	40,6	20,6	1,1	25,7	2,4	100,0
<b>3</b>	20,6	30,0	26,4	2,1	17,3	3,5	100,0
<b>4</b>	12,8	18,0	36,0	0,9	27,6	4,8	100,0

#### Descrição:

Os valores dos elementos químicos indicativos do reboco pronto (pontos 1 e 2) e do bloco cerâmico (pontos 3 e 4) analisados (Ca, Si, S e Al) foram inconclusivos, isto é, não mostram tendência característica nenhum destes. Talvez tenha ocorrido contaminação ou outro problema na preparação da amostra.

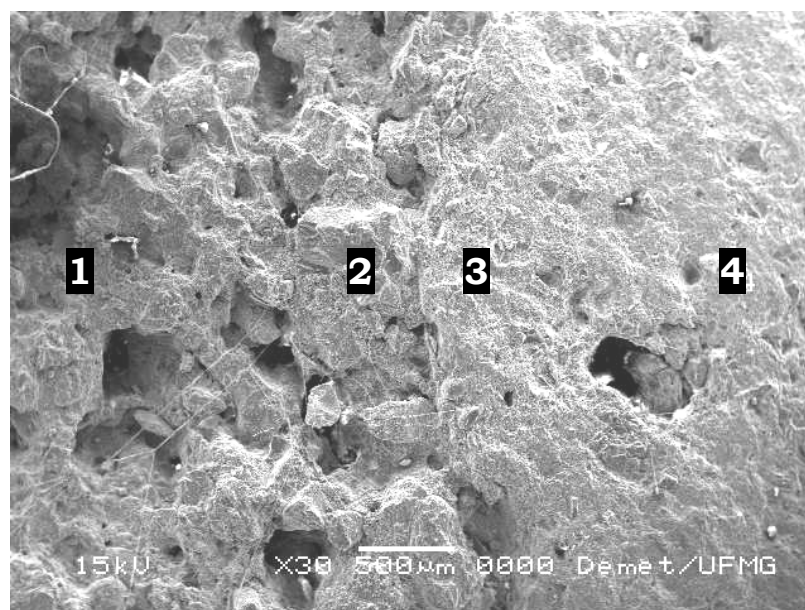


Figura 5.13 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / reboco pronto (seção transversal – série 1.5. bloco cerâmico com gordura). MEV-IES.

Tabela V.32 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.13

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	∑ (%)
<b>1</b>	9,1	23,7	2,2	0,6	62,5	2,0	100,0
<b>2</b>	6,2	34,8	1,4	0,6	47,6	9,4	100,0
<b>3</b>	28,0	37,6	14,2	2,1	11,9	6,1	100,0
<b>4</b>	28,4	61,6	1,5	1,8	1,1	5,5	100,0

Descrição:

Observaram-se os teores altos de cálcio na região da argamassa (pontos 1 e 2) e de alumínio e silício na região do bloco cerâmico (pontos 3 e 4). Os teores de cálcio no bloco cerâmico diminuíram gradativamente a partir da interface (teor de cálcio no ponto 3 maior que no ponto 4). Este teor de cálcio no ponto 3, provavelmente, deve-se a uma penetração pontual de pasta de aglomerante numa área onde a gordura não obstruiu (selou) os poros do bloco cerâmico.

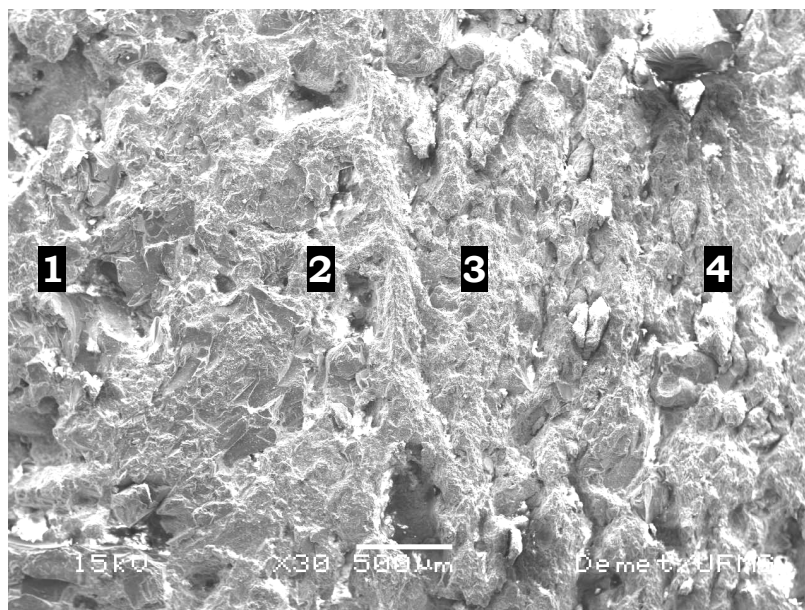


Figura 5.14 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (seção transversal – série 2.1. bloco cerâmico umedecido). MEV-IES.

Tabela V.33 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.14

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
1	11,4	23,8	6,9	1,2	54,5	2,1	100,0
2	9,9	27,6	5,7	0,8	52,9	3,1	100,0
3	35,2	51,1	0,6	2,6	0,6	9,8	100,0
4	27,9	48,0	0,1	2,8	1,5	19,7	100,0

Descrição:

Foram observados os teores altos de cálcio e médios de enxofre na região da argamassa (pontos 1 e 2) e os teores elevados de alumínio e silício e medianos de potássio na região do bloco cerâmico (pontos 3 e 4), conforme esperado em ambos os materiais. Os teores de cálcio no bloco cerâmico diminuíram bruscamente a partir da interface.

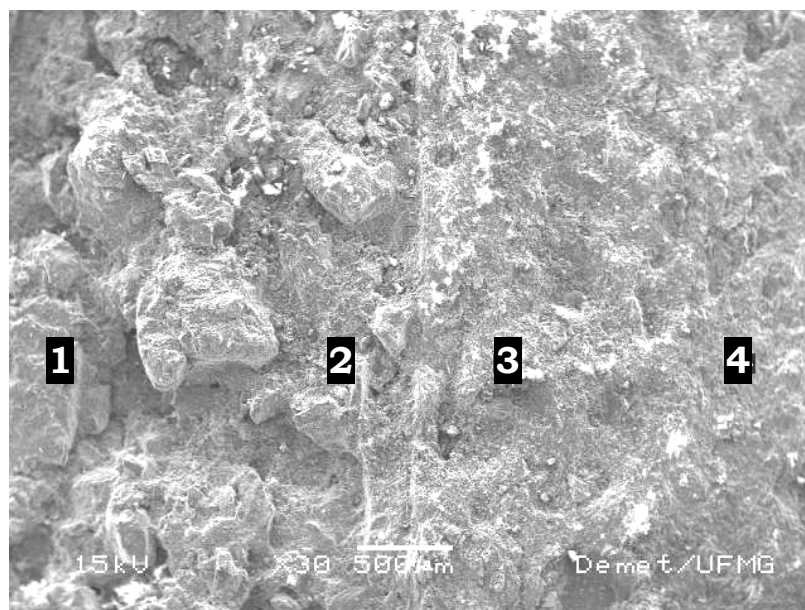


Figura 5.15 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (seção transversal – série 2.3 bloco cerâmico com pulverulência). MEV-IES.

Tabela V.34 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.15

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
<b>1</b>	19,5	70,3	-	3,2	4,5	2,5	100,0
<b>2</b>	17,7	47,9	-	9,5	0,7	24,2	100,0
<b>3</b>	33,4	51,6	-	2,7	3,9	8,3	100,0
<b>4</b>	29,2	61,5	-	2,0	0,5	6,8	100,0

Descrição:

A amostra apresentou baixos valores de cálcio em todos os 4 pontos analisados (embora decrescentes a medida que a análise se distanciou da interface). Todos os 4 pontos analisados apontaram elevados valores de alumínio e silício. Também neste caso, os dados de microanálise foram inconclusivos.

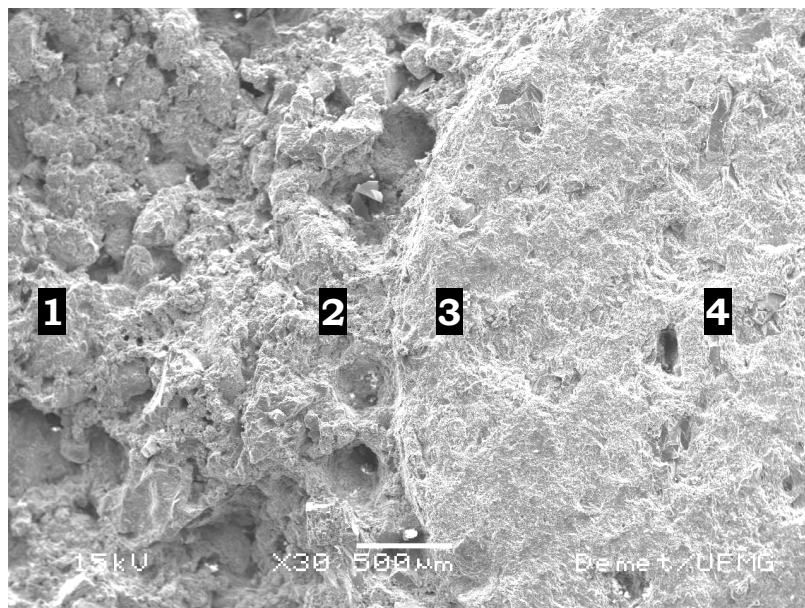


Figura 5.16 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (seção transversal – série 2.5. bloco cerâmico com gordura). MEV-IES.

Tabela V.35 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.16

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
<b>1</b>	6,8	22,5	4,1	0,9	64,3	1,4	100,0
<b>2</b>	9,3	10,7	3,9	0,6	67,6	7,9	100,0
<b>3</b>	37,7	52,1	1,2	2,1	1,8	5,0	100,0
<b>4</b>	36,6	50,7	0,9	2,3	0,9	8,7	100,0

Descrição:

A microanálise mostrou os teores esperados para ambos materiais: argamassa (pontos 1 e 2) e bloco cerâmico (pontos 3 e 4). Os teores de cálcio no bloco cerâmico diminuíram bruscamente a partir da interface.

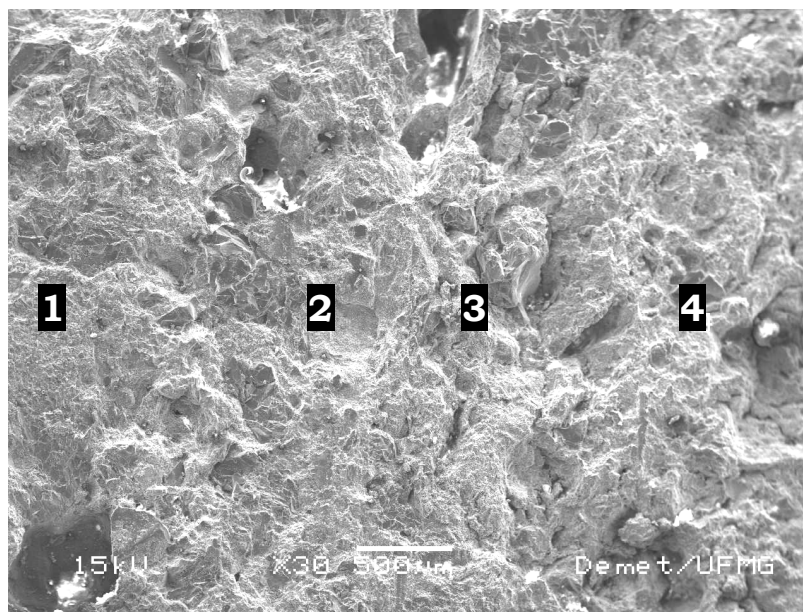


Figura 5.17 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (seção transversal – série 3.1 bloco cerâmico umedecido). MEV-IES.

Tabela V.36 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.17

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
<b>1</b>	5,3	16,6	3,2	0,4	70,8	3,8	100,0
<b>2</b>	7,5	14,8	1,8	0,7	73,7	1,5	100,0
<b>3</b>	33,9	51,7	0,6	3,3	0,4	10,2	100,0
<b>4</b>	34,7	48,9	0,4	2,9	0,7	12,3	100,0

#### Descrição:

Foram observados teores muito altos de cálcio na região da argamassa (pontos 1 e 2), o que é consistente com a adição de cal, e porcentagens elevadas de alumínio e silício na região do bloco cerâmico (pontos 3 e 4), inclusive com valores medianos de K<sub>2</sub>O. Os teores de cálcio no bloco cerâmico diminuíram bruscamente a partir da interface.

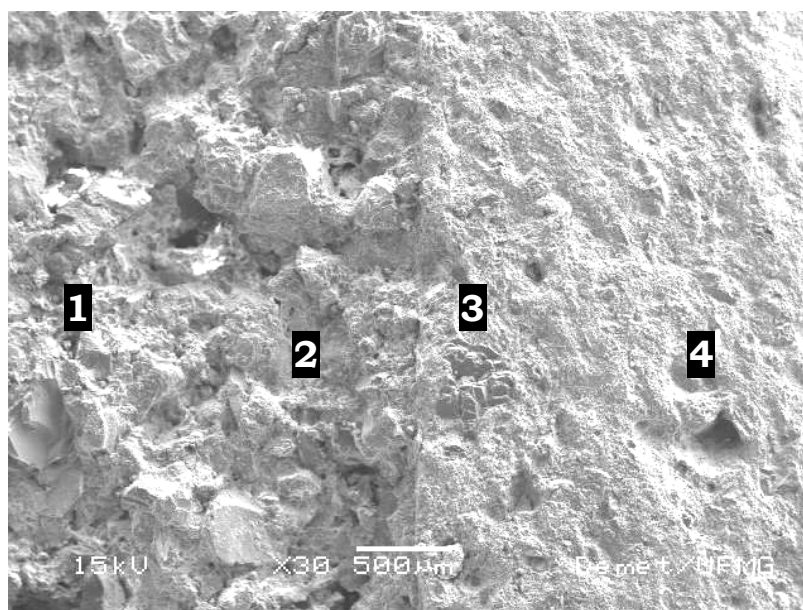


Figura 5.18 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (seção transversal – série 3.3 bloco cerâmico com pulverulência). MEV-IES.

Tabela V.37 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.18

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
1	16,5	34,5	0,5	2,1	20,8	25,6	100,0
2	9,1	20,0	2,4	0,8	63,0	4,8	100,0
3	36,9	51,8	0,9	2,0	1,1	7,4	100,0
4	36,5	50,3	1,6	2,0	2,1	7,4	100,0

#### Descrição:

Foi observado teor médio de cálcio e valor muito elevado de ferro na região da argamassa no ponto 1, o que sugere a contaminação de ferro na areia, o que não é raro. Já o ponto 2 na região da argamassa mostrou teores normais de cálcio e dos demais elementos. A composição química do bloco cerâmico (pontos 3 e 4) também foi típica. Os teores de cálcio no bloco cerâmico diminuíram bruscamente a partir da interface.

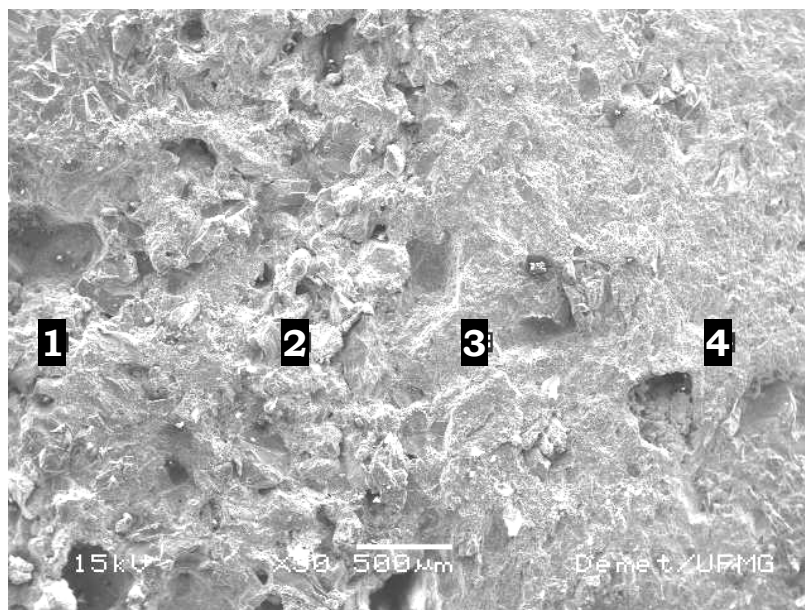


Figura 5.19 – Fotomicrografia da interface bloco cerâmico / argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (seção transversal – série 3.5 bloco cerâmico com gordura). MEV-IES.

Tabela V.38 – Microanálises EDS, pontos 1, 2, 3 e 4 da figura 5.19

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
1	11,9	24,2	1,4	1,1	52,8	8,7	100,0
2	17,0	52,3	3,2	5,8	19,8	2,0	100,0
3	29,9	47,9	1,0	2,2	7,0	12,0	100,0
4	31,1	56,1	0,7	5,5	1,1	5,6	100,0

**Comentários:**

Foi observado teor elevado de cálcio no ponto da argamassa, mas com valor muito alto de SiO<sub>2</sub> no ponto 2 da argamassa, devido provavelmente a um grão oculto de areia. O bloco cerâmico (pontos 3 e 4) mostrou os teores elevados de alumínio e silício esperados. Os teores de cálcio no bloco cerâmico diminuíram gradualmente, à medida que se afastou da interface (teor de cálcio no ponto 3 maior que no ponto 4).



Para efeitos comparativos, o mesmo conjunto de análises similar às anteriores foi realizado no bloco cerâmico puro (bloco sobre o qual não houve nenhuma aplicação de revestimento argamassado). Os resultados são apresentados na figura seguinte.

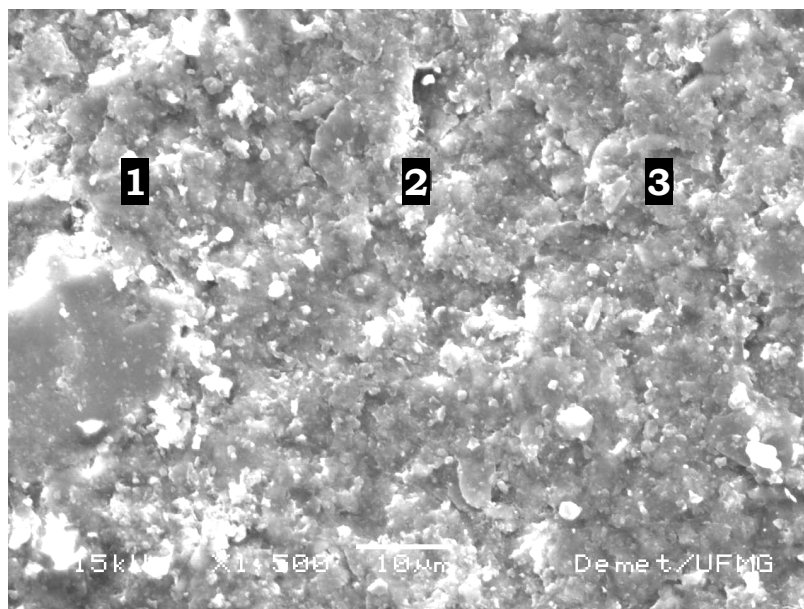


Figura 5.20 – Fotomicrografia do bloco cerâmico puro. MEV-IES.

Tabela V.39 – Microanálises EDS, pontos 1, 2 e 3 da figura 5.20

Miniárea ou ponto	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Σ (%)
<b>1</b>	36,9	51,0	1,0	2,0	2,5	6,6	100,0
<b>2</b>	34,1	51,9	2,1	1,5	3,0	7,4	100,0
<b>3</b>	35,9	50,0	1,1	2,7	1,7	8,6	100,0

Descrição:

O bloco cerâmico puro apresentou, como esperado, teores elevados de alumínio e silício, médios de ferro e baixos de potássio. Os valores baixos de cálcio encontrados mostram que este elemento ocorre naturalmente neste material. Isto demonstra que, em alguns pontos analisados, onde foram verificados valores baixos de cálcio, os mesmos podem provir do próprio bloco cerâmico e não necessariamente oriundos da penetração de pasta de aglomerante nos poros do bloco.

Com auxílio do MEV/EDS foram registrados os mapas de concentração dos elementos alumínio, silício, enxofre e cálcio nas seções transversais avaliadas para as amostras de reboco pronto (figuras 5.11, 5.12 e 5.13), argamassa de cimento e areia no traço 1:6 (figuras 5.14, 5.15 e 5.16) e argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:1:6 (figuras 5.17, 5.18 e 5.19). Ao final é apresentado também o mapeamento destes elementos no bloco cerâmico puro. Os resultados se encontram no anexo V.

### **5.8.2. Análise utilizando-se a difração de raios-X (DRX)**

Os difratogramas de raios-X correspondem às amostras preparadas visando o enriquecimento no material cimentício e o conseqüente empobrecimento nos minerais oriundos da areia, que apenas diluíam as raia das fases cimentícias, importantes para esta pesquisa.

Em ambos os difratogramas, a principal raia do quartzo (em 3,34Å) aparece ainda nítida, bem como outras dos demais minerais da areia. Contudo, a raia dominante da calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) ocorrente em 3,03Å está também bastante intensa, bem como as demais raia desta fase. A principal raia da portlandita –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  – aparece em aproximadamente 2,62Å; sua intensidade é muito menor que aquela da calcita. Uma estimativa indica que a quantidade de portlandita é de apenas cerca de 10% em relação à calcita. Isto indica uma extensa carbonatação da portlandita, o que seria esperado nesta situação.

Em ambos os difratogramas, nota-se uma linha de base (background) bastante elevada e ruidosa; isto é evidência de fase amorfa. Além disto, o difratograma da amostra passada pela peneira 0,053mm mostra um domo de amorfização pouco intenso mas nítido, centrado em torno do ângulo  $2\theta$  de 30 graus, que também é uma evidência de fase amorfa. Esta fase de baixa cristalinidade ou mesmo amorfa é o silicato de cálcio hidratado (CSH), certamente presente na amostra.

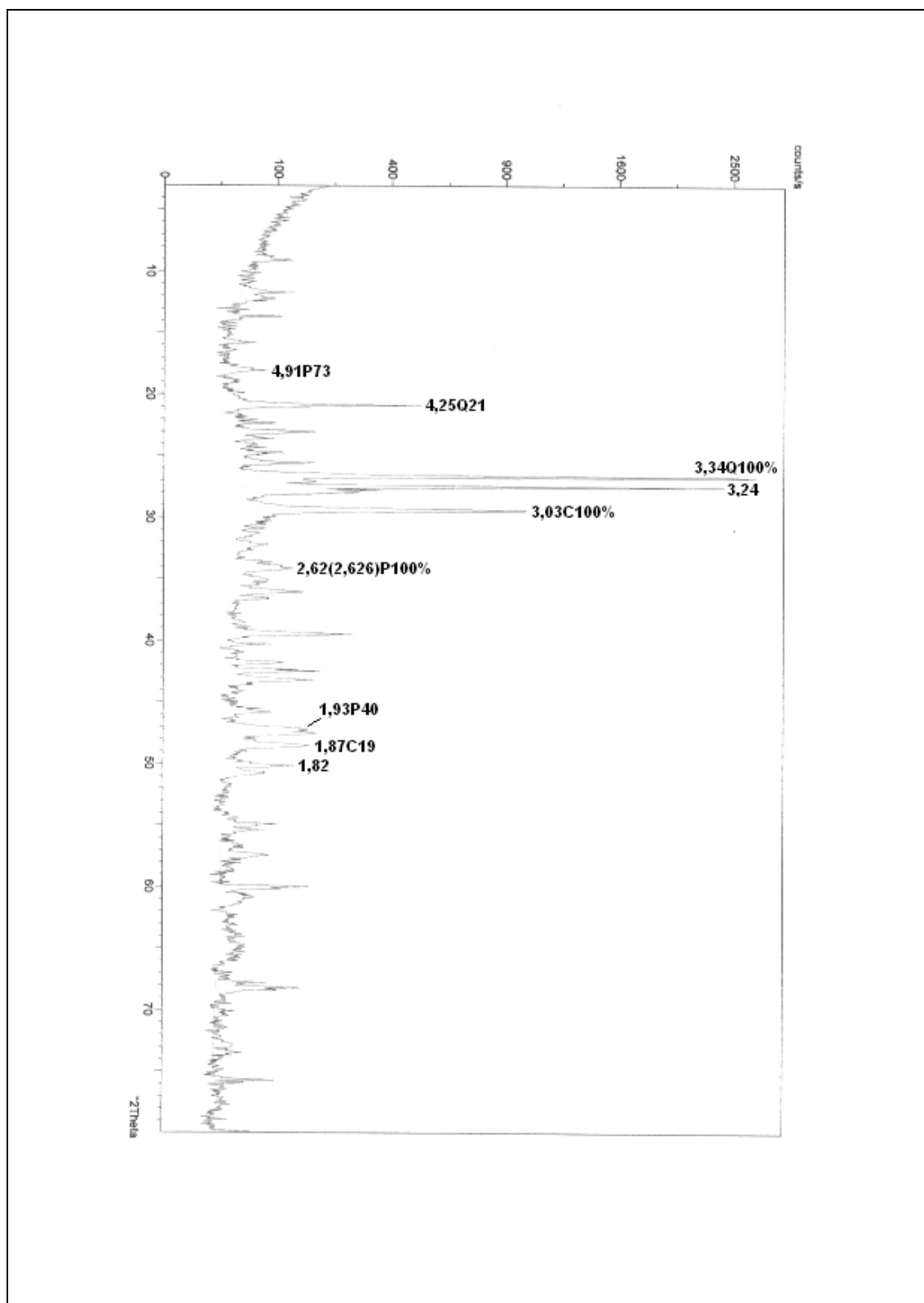


Figura 5.21 – Difratoograma de raios-X da amostra oriunda da argamassa 1:1:6 (cimento, cal e areia) após passagem pela peneira 0,106mm (C: calcita, P: portlandita e Q: quartzo).

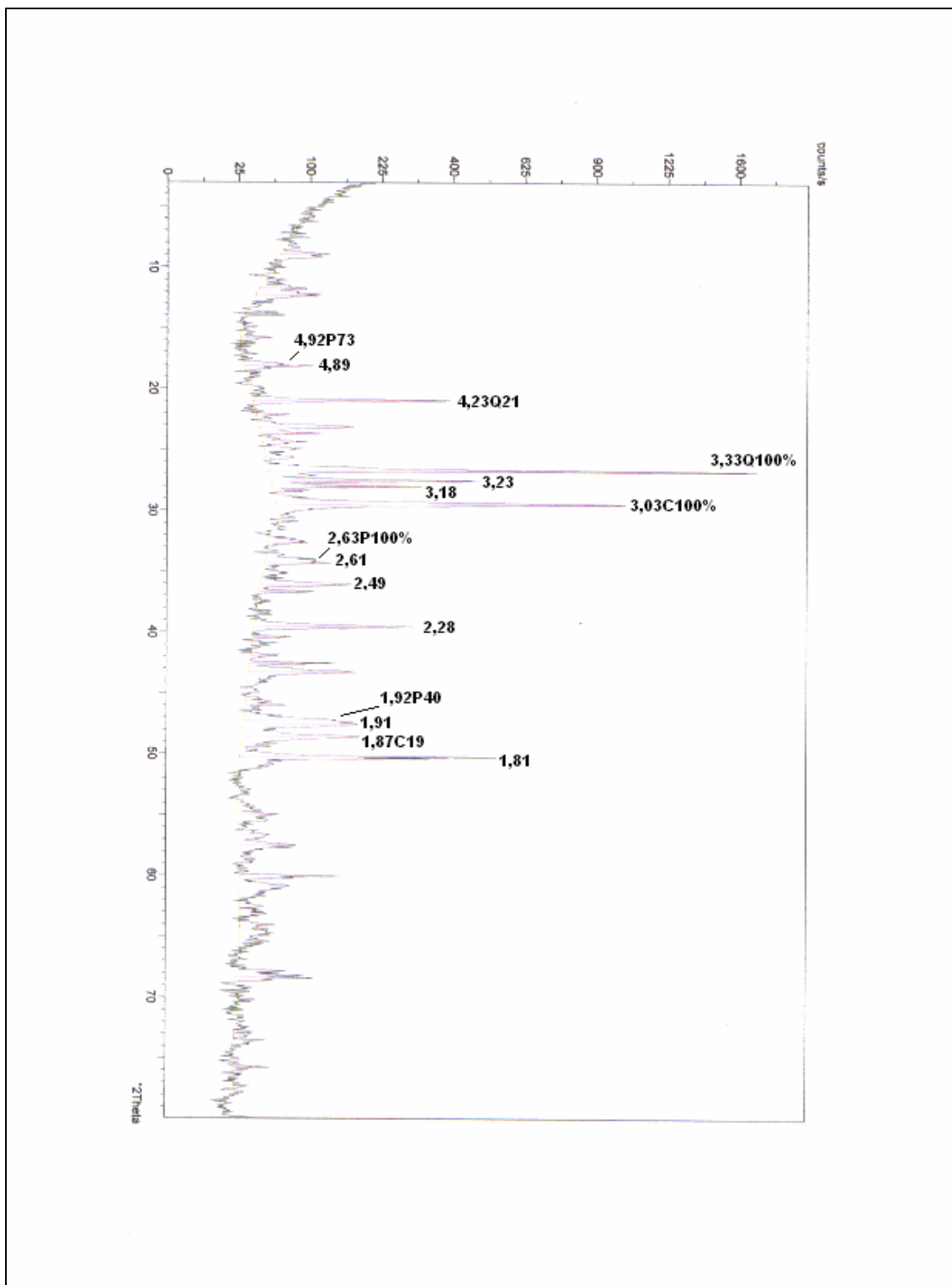


Figura 5.22 – Difratoograma de raios-X da amostra oriunda da argamassa 1:1:6 (cimento, cal e areia) após passagem pela peneira 0,053mm (C: calcita, P: portlandita e Q: quartzo).

### **5.8.3. Análise utilizando-se a fluorescência de raios-X (FRX)**

Conforme já exposto anteriormente, as avaliações a seguir foram realizadas tomando-se como base a presença do elemento cálcio e as relações de sua concentração com as concentrações de outros elementos químicos importantes presentes, fazendo-se a correlação com a profundidade de penetração da pasta de aglomerante nos poros do bloco cerâmico. As planilhas básicas que deram origem aos gráficos e planilhas apresentados nas figuras a seguir se encontram no anexo VI.

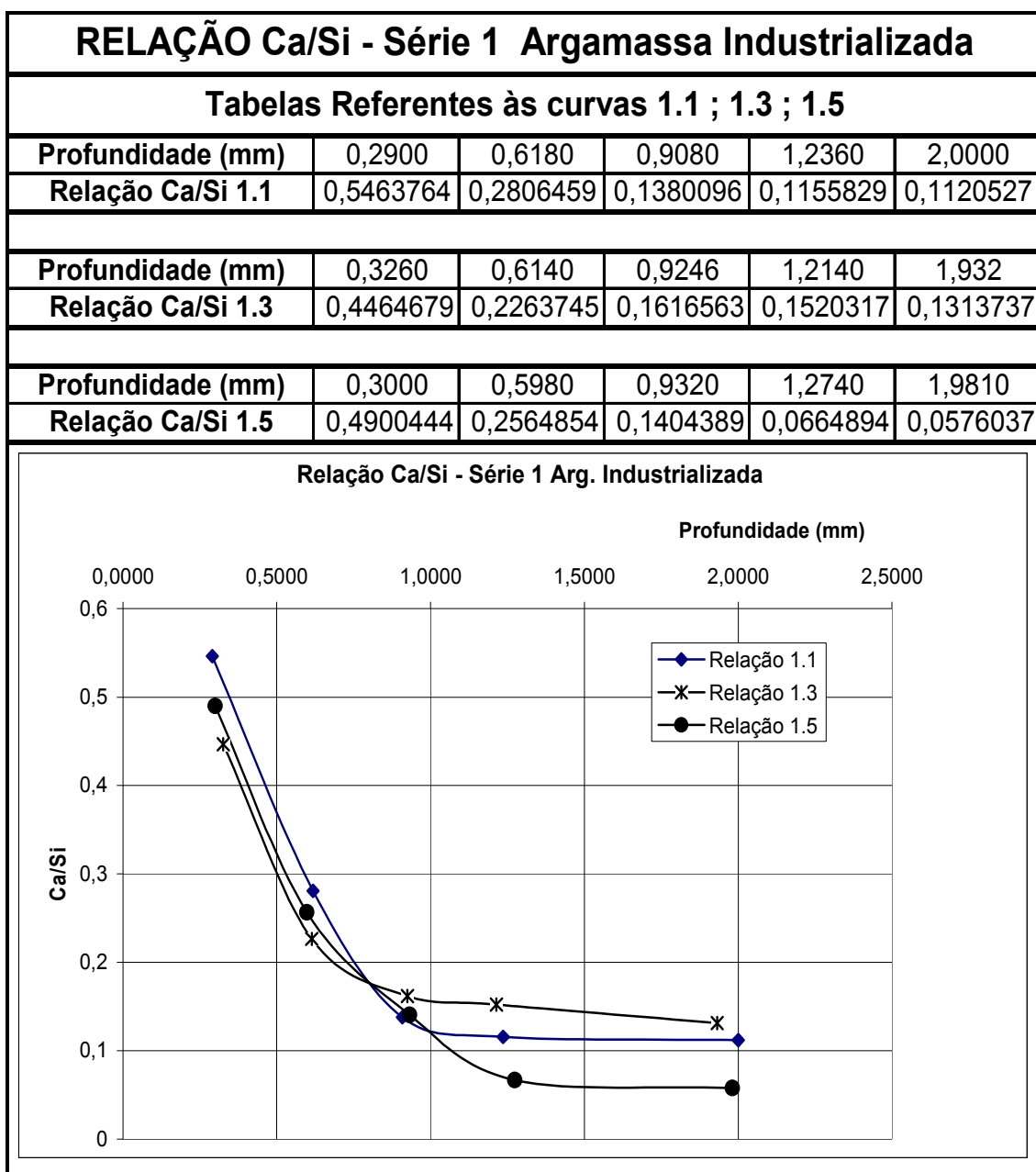


Figura 5.23 – Relação Ca/Si versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).

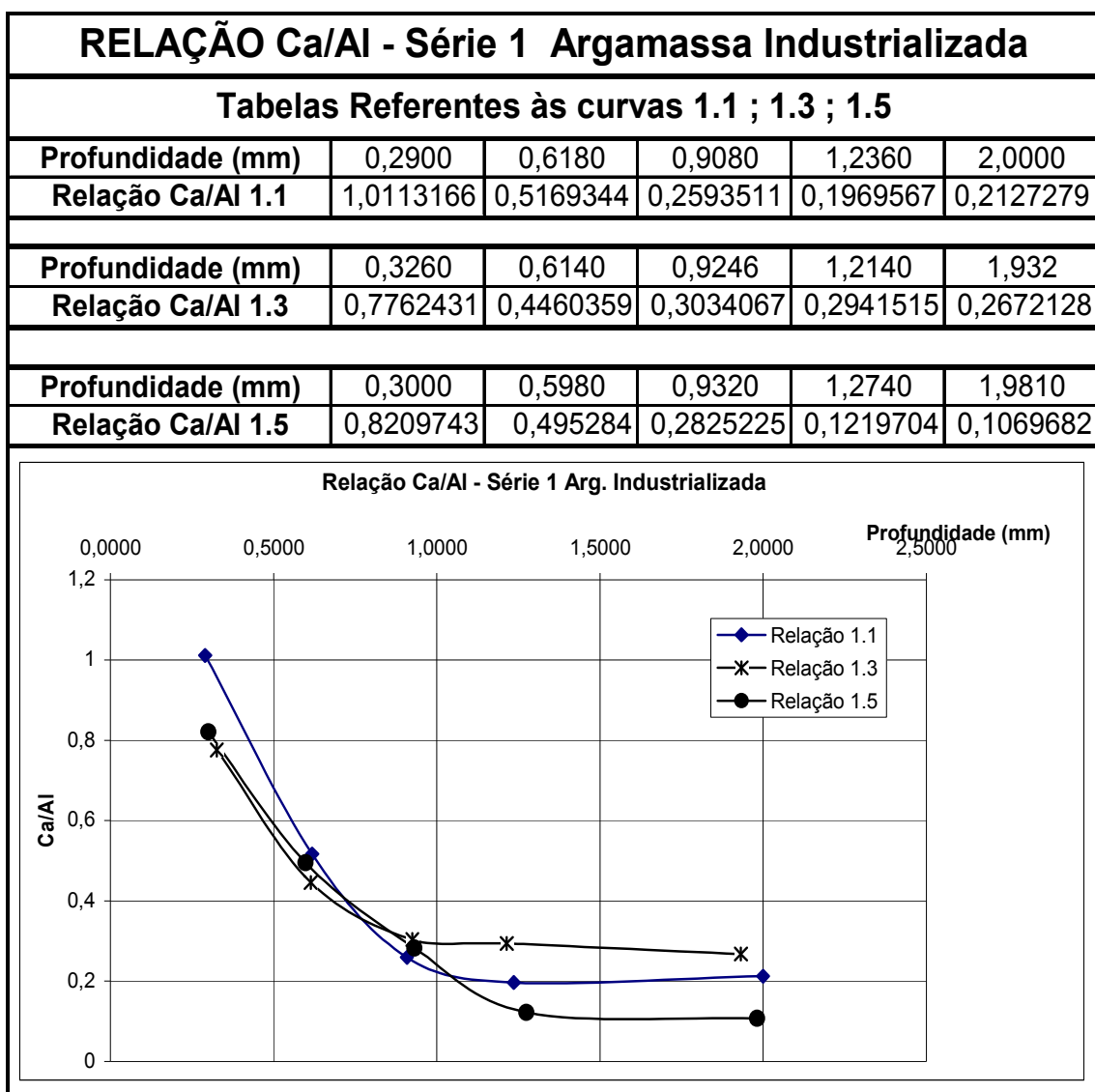


Figura 5.24 – Relação Ca/Al versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).

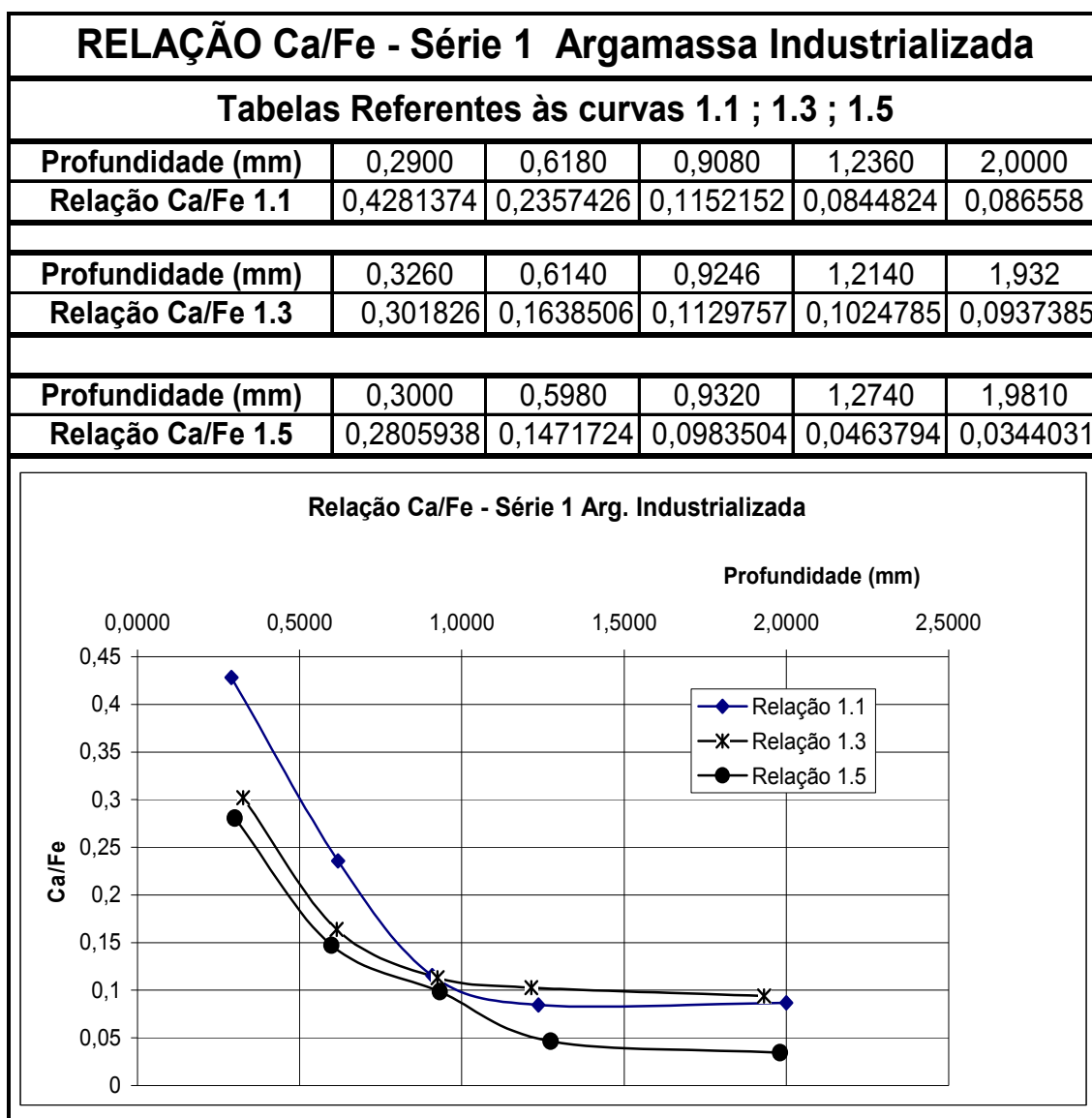


Figura 5.25 – Relação Ca/Fe versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).



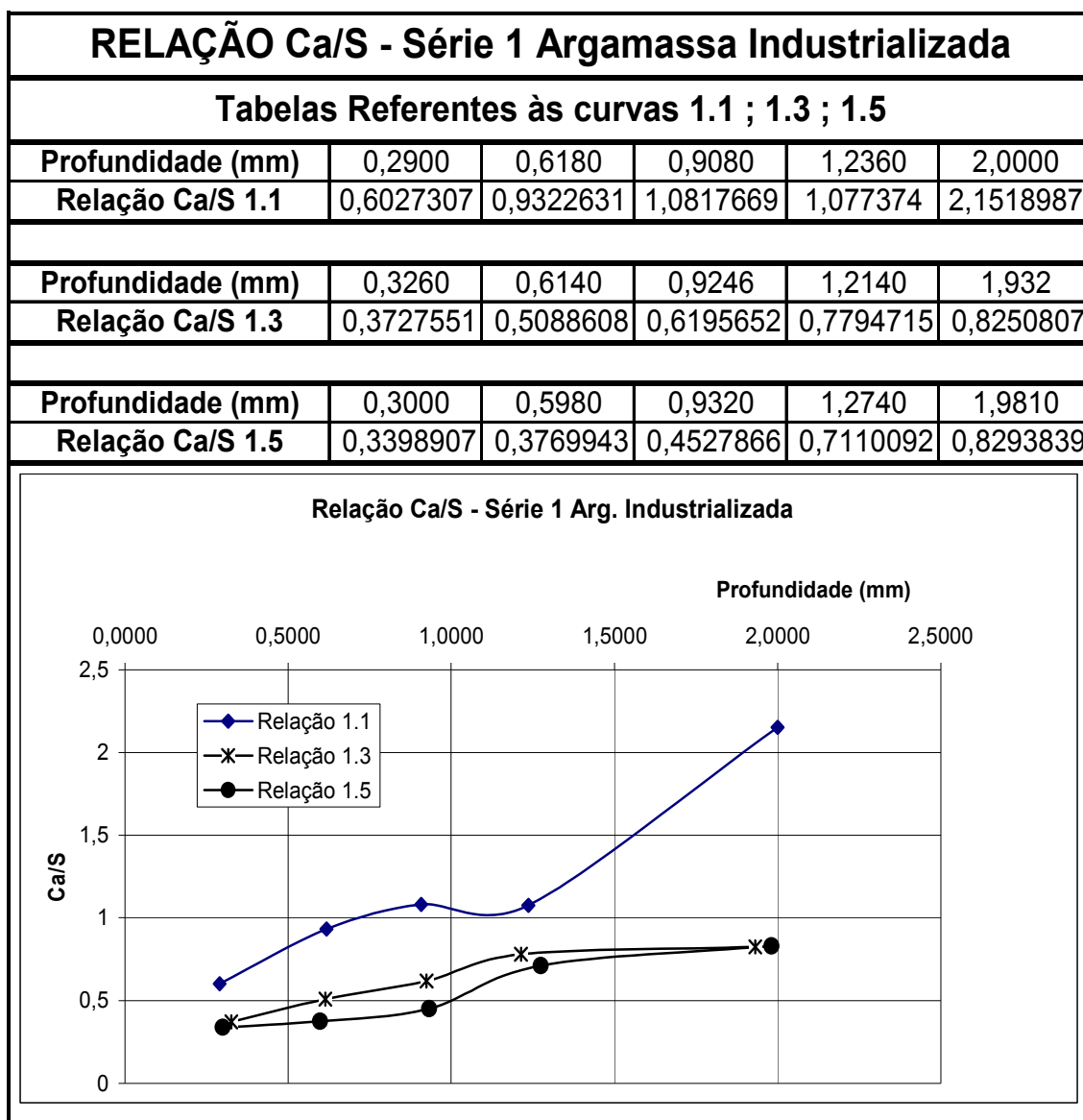


Figura 5.26 – Relação Ca/S versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).

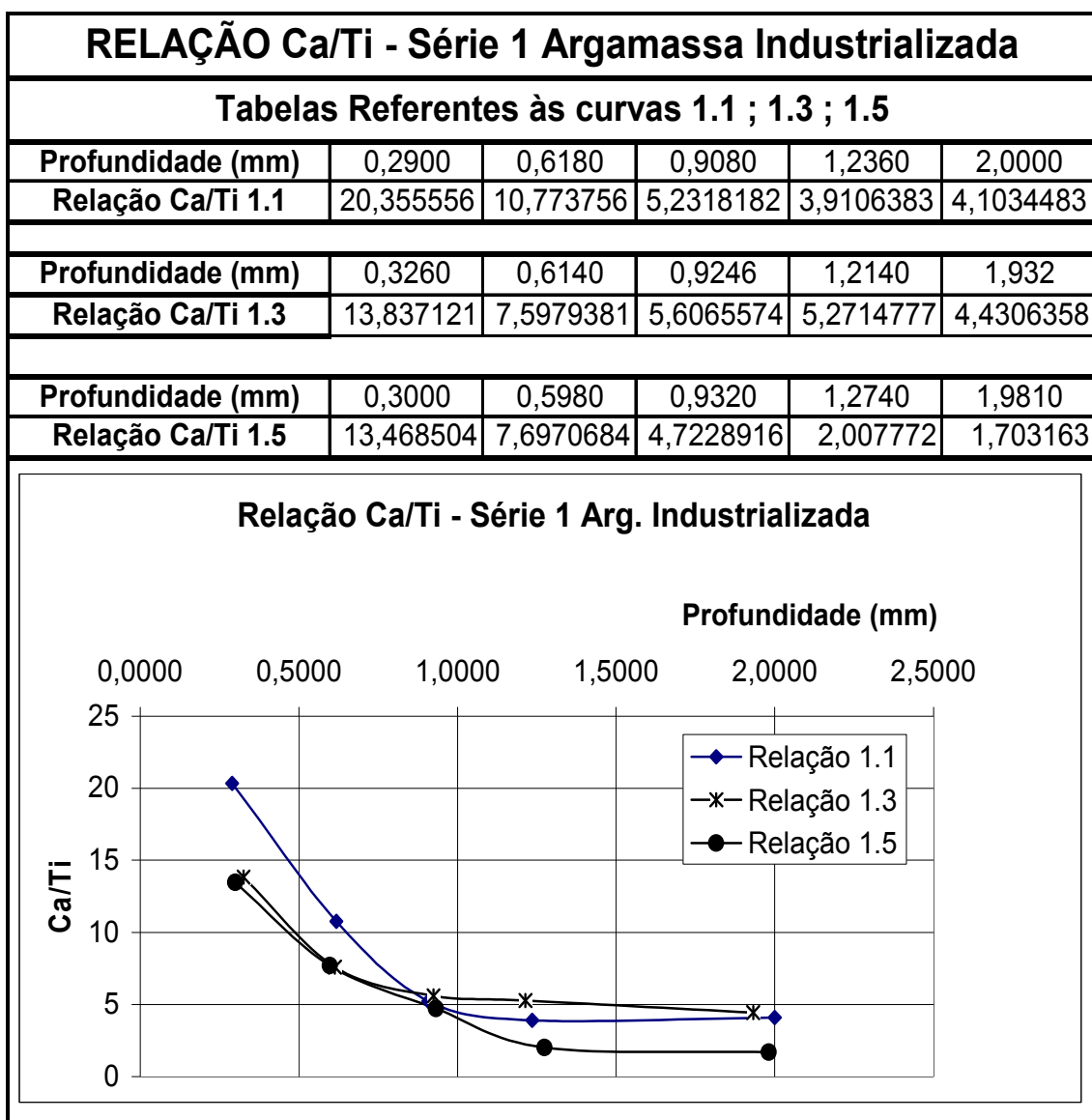


Figura 5.27 – Relação Ca/Ti versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).

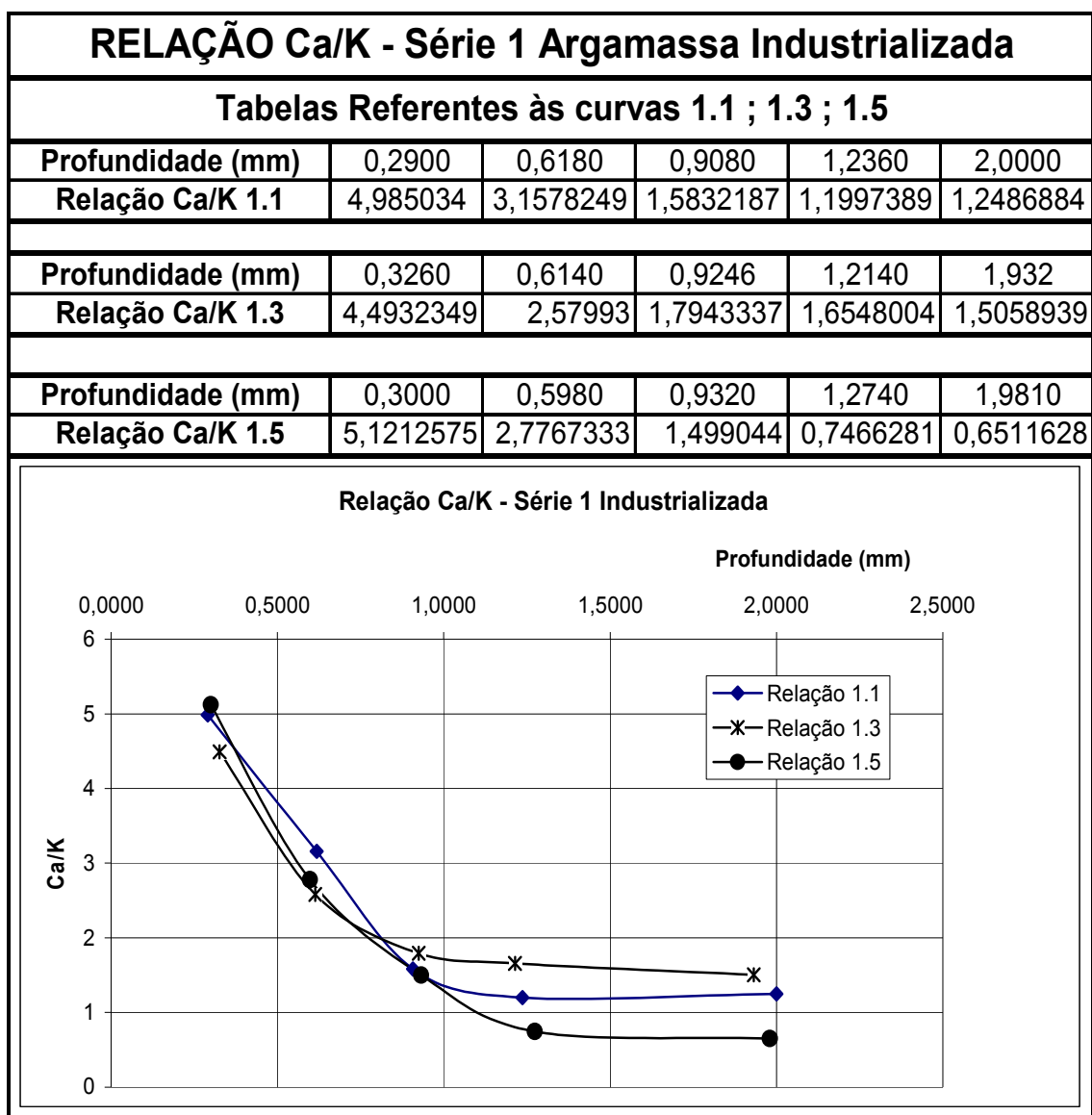


Figura 5.28 – Relação Ca/K versus profundidade de penetração para o reboco pronto (séries 1.1, 1.3, 1.5).

Comentários:

Os maiores valores de resistência de aderência (média da série 1.1 – reboco pronto aplicado sobre blocos cerâmicos umedecidos: 0,21MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados com a maior concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada (0,3mm). Os valores intermediários de resistência de aderência (média da série 1.3 – reboco pronto aplicado sobre blocos cerâmicos com pulverulência: 0,14MPa – dado retirado da tabela V.17) e os menores valores de resistência de aderência (média da série 1.5 – reboco pronto aplicado sobre blocos cerâmicos com gordura: 0,05MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados com as menores concentrações relativas do elemento cálcio (em comparação com as concentrações observadas nas curvas da série 1.1) na primeira camada avaliada (alternando entre si suas posições em função do elemento utilizado na relação).

A queda brusca da concentração do elemento Ca até a região de 1,0mm de profundidade no bloco cerâmico parece indicar que, a partir desta profundidade, devido à reduzida concentração relativa de Ca associada à maior distância da interface, a presença deste elemento tem pouca influência na magnitude da resistência de aderência obtida no ensaio de arrancamento. As curvas se tornam suaves entre as profundidades de 1,0 a 1,2mm e se estabilizam (desenvolvendo-se paralelamente ao eixo horizontal) entre 1,2 e 2,0mm.

Em respeito à relação Ca/S, a tendência ascendente de todas as curvas denota uma maior facilidade de penetração do cálcio e/ou uma maior frequência da presença deste elemento nos produtos de hidratação do cimento (e posterior carbonatação destes compostos) que penetram nos poros do bloco cerâmico, pois o cálcio, além de estar presente, junto com o enxofre, na etringita, comparece também na calcita, na portlandita e no CSH. A relação Ca/S não foi um bom traçador para a penetração de material cimentício; isto já era esperado, pois ambos elementos são enriquecidos na argamassa e são baixos a traços no bloco cerâmico.

Observa-se ainda que a relação Ca/Si se apresentou como bom traçador da involução da concentração do cálcio à medida que a análise se afasta da interface bloco cerâmico /

argamassa de revestimento. O elemento Si presente na argamassa (principalmente na fração quartzosa da areia:  $\text{SiO}_2$ ) apresenta dimensões significativamente superiores ao diâmetro médio dos poros do bloco cerâmico inviabilizando sua penetração dentro deste e levando a crer que o Si da relação apresentada refere-se tão somente ao existente no bloco cerâmico.

Também os teores dos elementos Al, Fe, Ti e K mostraram ser bons indicadores para a monitorar a penetração do cálcio no bloco cerâmico, pois as relações entre as concentrações do cálcio e as destes elementos mostraram uma diminuição marcante, quando correlacionadas com a profundidade dentro do bloco.

A presença de aditivo plastificante na argamassa industrializada, devido ao fato de aumentar a fluidez da pasta, parece ter favorecido sua penetração relativa em maiores profundidades, uma vez que o ponto crítico das curvas desta série (ponto onde a partir do qual a concentração relativa de Ca parece ter pouca influência na magnitude da resistência de aderência) é da ordem de 1,0mm, tendo-se este valor de ponto crítico da ordem de 0,6mm para a argamassa 1:6 de cimento e areia; e, 0,9mm para a argamassa 1:1:6 para a argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia.

O melhor desempenho no quesito resistência de aderência parece estar mais associado com a concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada do que com a profundidade de penetração do mesmo no bloco cerâmico.

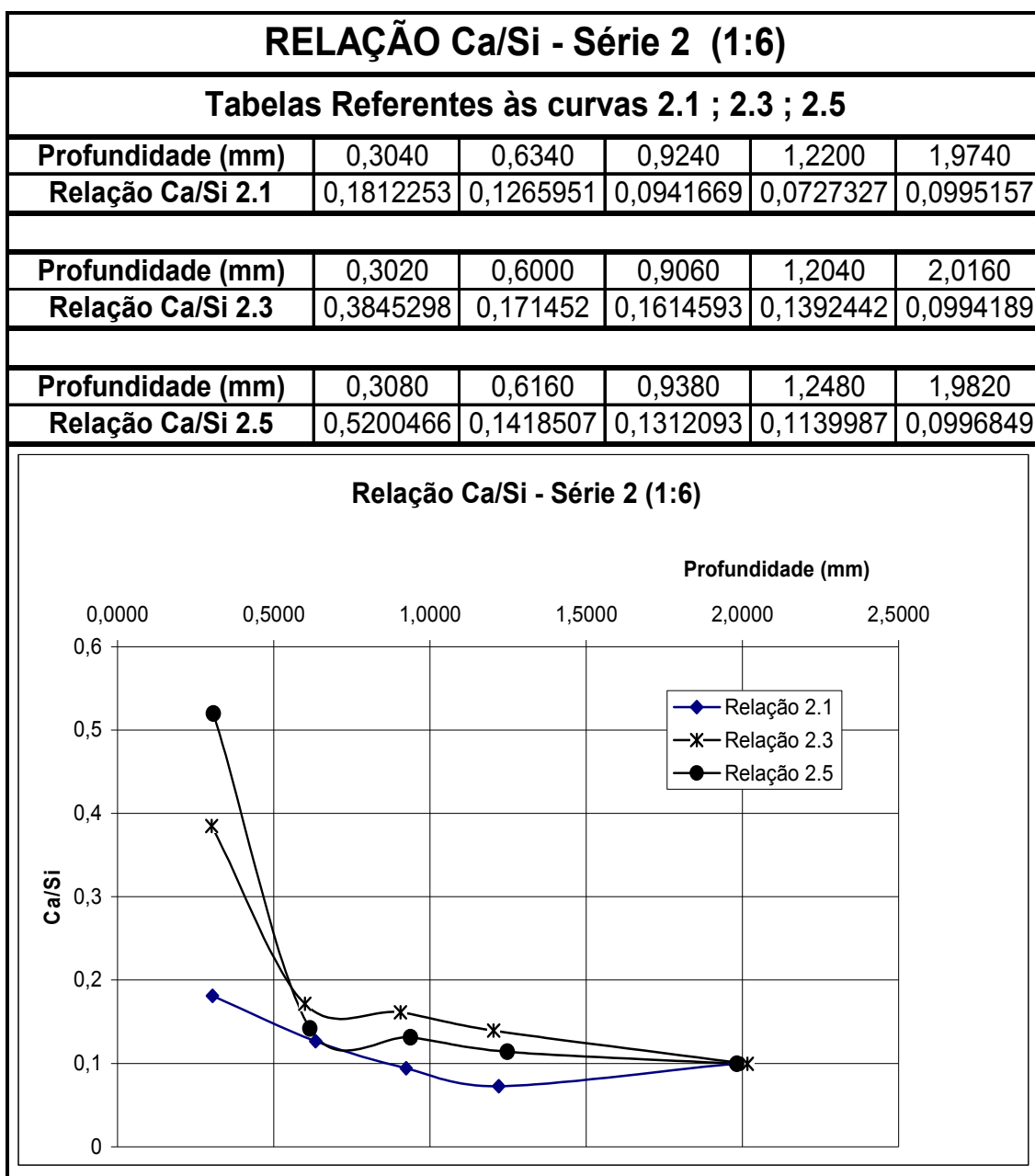


Figura 5.29 – Relação Ca/Si versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5).

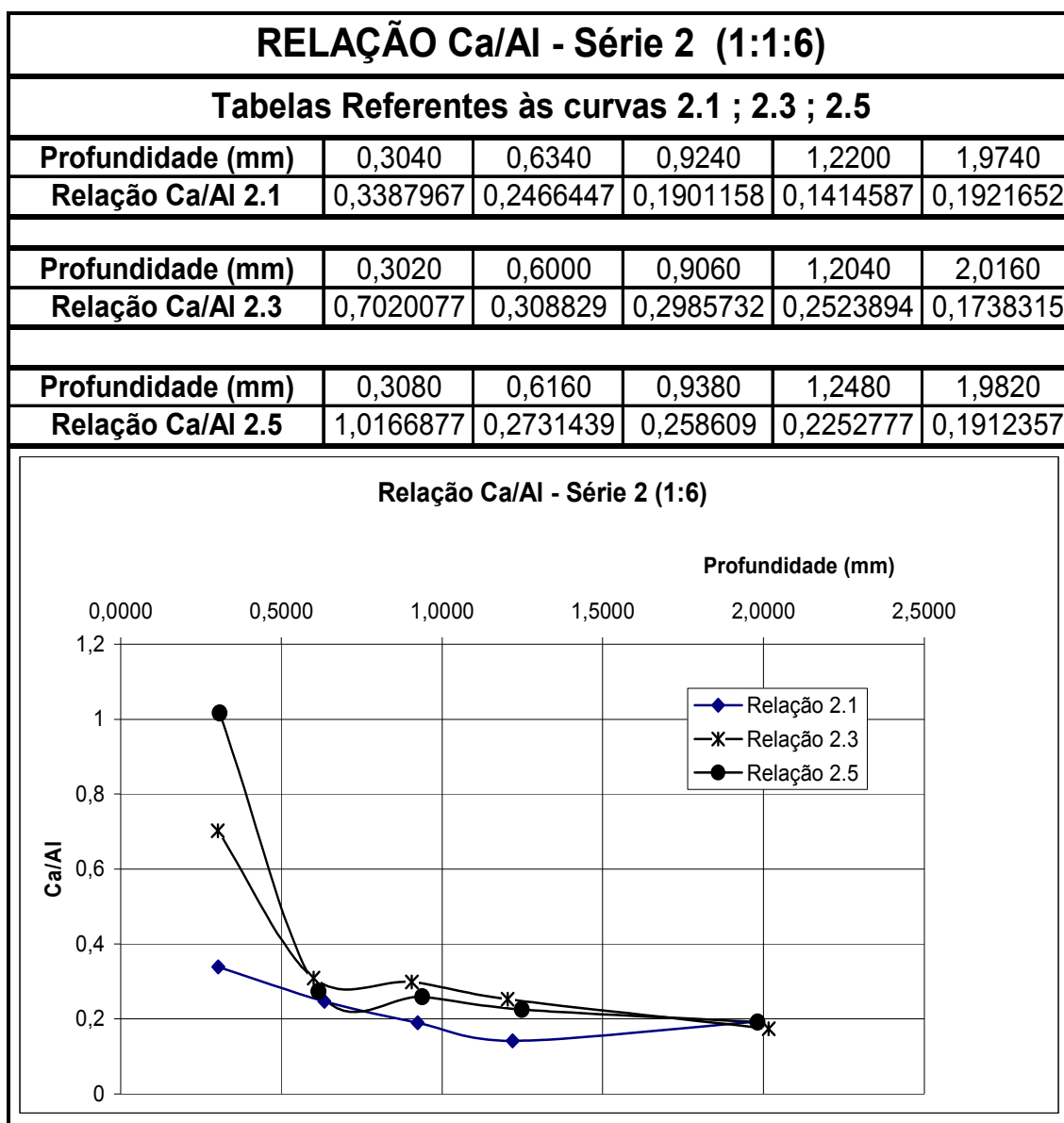


Figura 5.30 – Relação Ca/Al versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5).

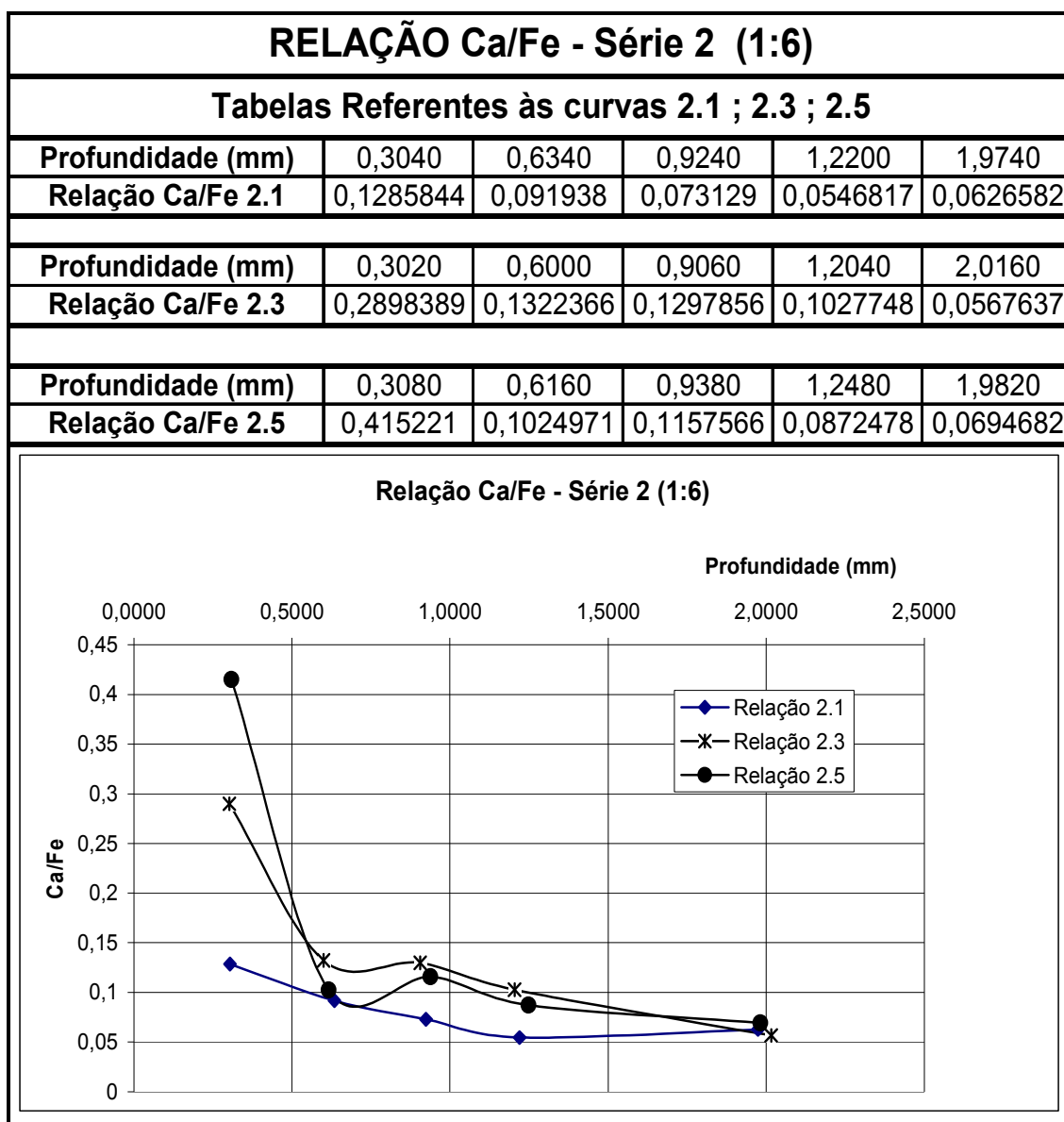


Figura 5.31 – Relação Ca/Fe versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5).



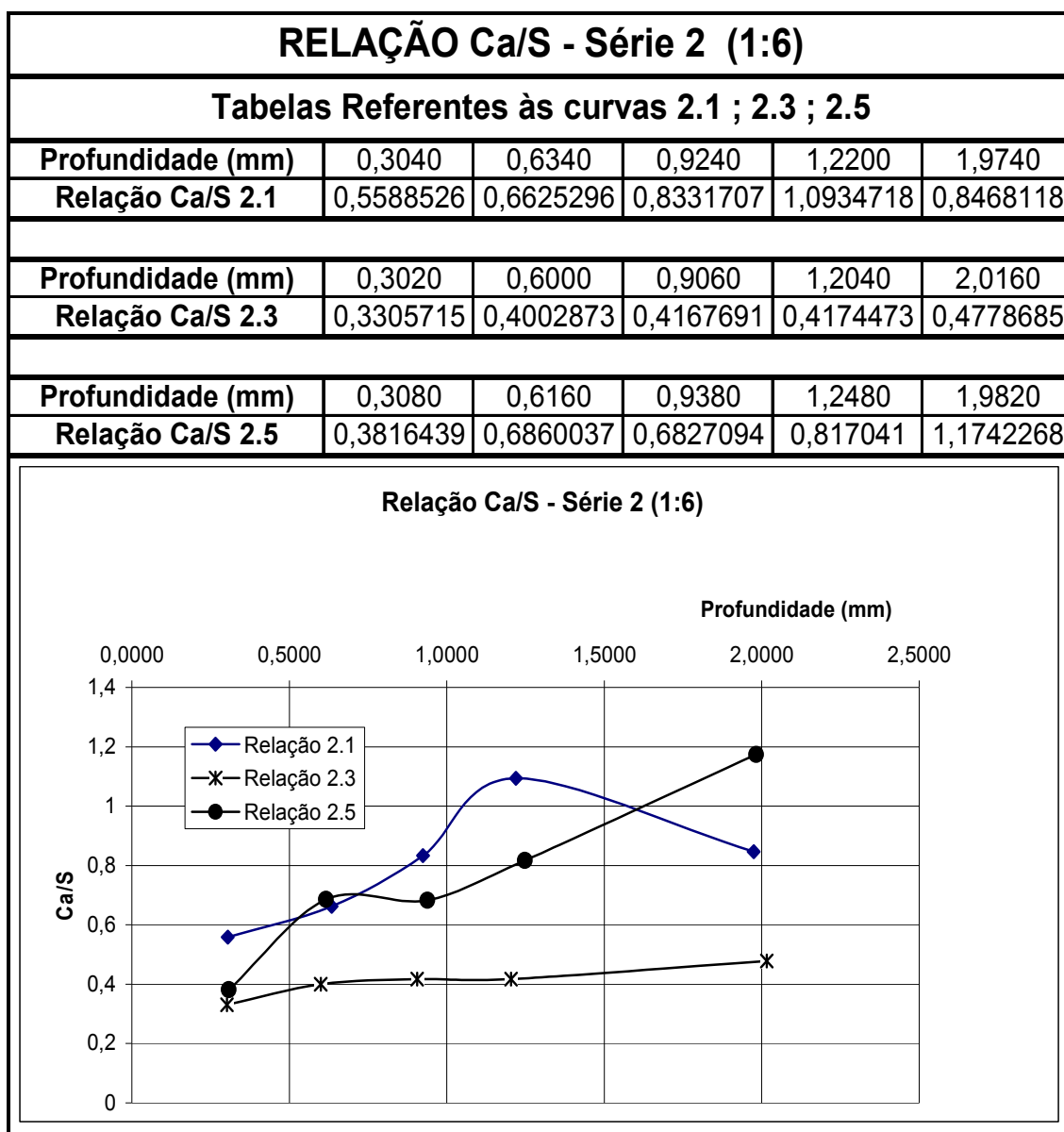


Figura 5.32 – Relação Ca/S versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5).

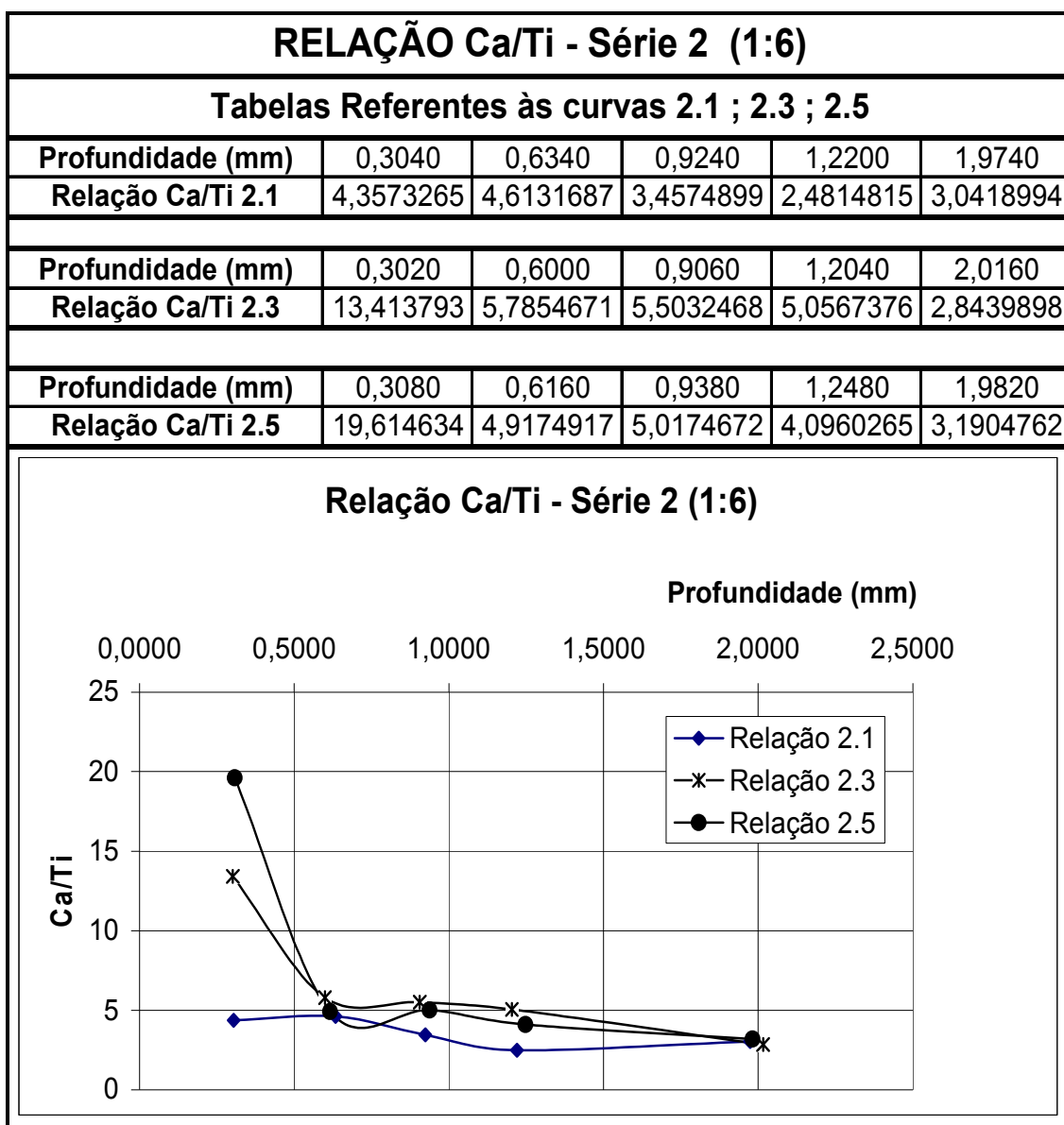


Figura 5.33 – Relação Ca/Ti versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5).

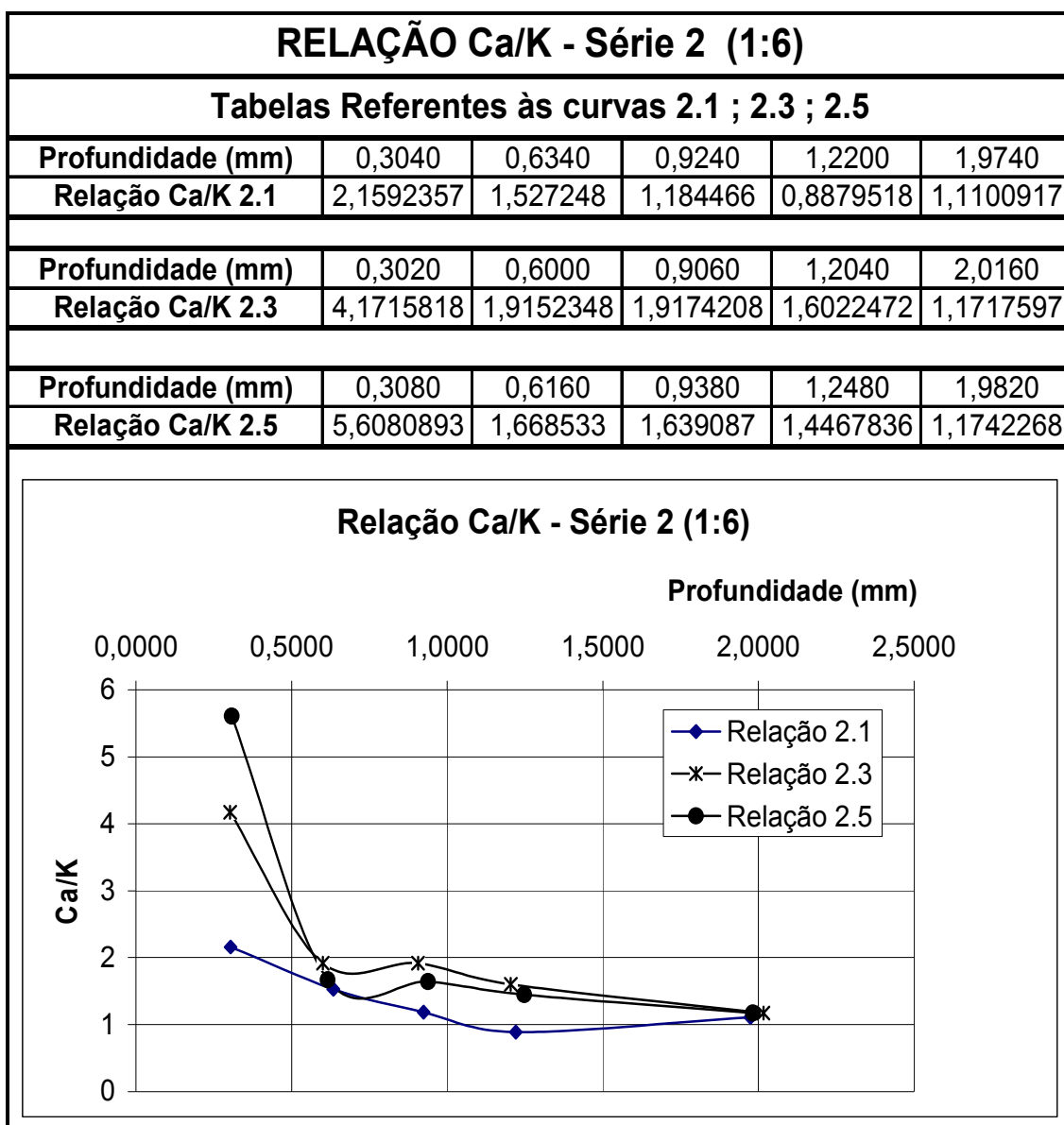


Figura 5.34 – Relação Ca/K versus profundidade de penetração para argamassa 1:6 de cimento e areia (séries 2.1, 2.3, 2.5).

Comentários:

Com exceção da relação Ca/S, os maiores valores de resistência de aderência (média da série 2.1 – argamassa 1:6 de cimento e areia aplicada sobre blocos cerâmicos umedecidos: 0,19MPa – dado retirado da tabela V.17), contrariando o esperado, estão associados com a menor concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada. Os menores valores de resistência de aderência (média da série 2.5 – argamassa 1:6 de cimento e areia aplicada sobre blocos cerâmicos com gordura: 0,03MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados com a maior concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada. Os valores intermediários de resistência de aderência (média da série 2.3 – reboco pronto aplicado sobre blocos cerâmicos com pulverulência: 0,16MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados com valor intermediário de concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada.

A inversão do melhor desempenho no quesito resistência de aderência estar associada a menor concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada, dentro da linha de raciocínio adotada, só poderia estar relacionada com um desvio pontual que pode ser explicado tomando-se os resultados individuais de resistência de aderência à tração apresentados no anexo. A série 2.5 (argamassa 1:6 de cimento e areia aplicada sobre blocos cerâmicos com gordura) apresentou os seguintes valores individuais de resistência de aderência (em MPa, colocados em ordem crescente): 0,00 – 0,00 – 0,00 – 0,00 – 0,00 – 0,01 – 0,01 – 0,02 – 0,04 – 0,04 – 0,08 – 0,16. O ponto de valor de arrancamento 0,16MPa provavelmente representou um dos poucos pontos onde a aplicação da gordura (óleo de cozinha aplicado com brocha sobre a superfície da alvenaria do painel teste) não foi realizada de maneira satisfatória, podendo este efeito ter se repetido na amostra recolhida para a análise microestrutural, suscitando novas avaliações.

Coincidentemente, a série 2.1 (argamassa 1:6 de cimento e areia aplicada sobre blocos cerâmicos umedecidos) apresentou os seguintes valores individuais de resistência de aderência (em MPa, colocados em ordem crescente): 0,00 – 0,00 – 0,00 – 0,11 – 0,14 – 0,17 – 0,22 – 0,28 – 0,28 – 0,33 – 0,34 – 0,50. Os pontos de valor de arrancamento

0,00MPa provavelmente representaram os poucos pontos onde a aplicação da argamassa não tenha sido realizada de maneira satisfatória (pouco aperto da massa contra a parede, por exemplo, ou existência de alguma sujidade que prejudicou a aderência), podendo este efeito ter se repetido na amostra recolhida para a análise microestrutural, suscitando novas avaliações.

O fato é que, face ao aspecto exploratório do trabalho e um certo pioneirismo deste tipo de análise microestrutural (utilizando-se a fluorescência de raios-X), alguns parâmetros, tais como a amostragem, foram subdimensionados, levando à conclusão que, para trabalhos posteriores, um mínimo de três pontos (distantes entre si de no mínimo 1 metro) devam ser retirados para esta avaliação.

Com exceção da relação Ca/S, a queda brusca da concentração do elemento Ca até a região de 0,6mm de profundidade no bloco cerâmico parece indicar que, a partir desta profundidade, devido a reduzida concentração relativa de Ca associada a maior distância da interface, a presença deste elemento tem pouca influência na magnitude da resistência de aderência obtida no ensaio de arrancamento. A partir da profundidade de 0,6mm as curvas convergem para um ponto na profundidade de 2,0mm. Para a série 2.1 (argamassa 1:6 de cimento e areia aplicada sobre blocos cerâmicos umedecidos) não houve queda brusca da concentração do elemento Ca, uma vez que esta série apresentou as menores concentrações relativas de cálcio na primeira camada avaliada, já estando estes valores mais próximos de estabilização/convergência das curvas.

Da mesma maneira como ocorrido para a argamassa industrializada a relação Ca/S, apresentou tendência ascendente em todas as curvas denotando mais uma vez uma maior facilidade de penetração do cálcio e/ou uma maior frequência da presença deste elemento nos produtos de hidratação do cimento (e posterior carbonatação destes compostos) que penetram nos poros do bloco cerâmico, pois o cálcio, além de estar presente, junto com o enxofre, na etringita, comparece também na calcita e na portlandita.

Também, como observado para a argamassa industrializada, a relação Ca/Si se apresentou como bom traçador da involução da concentração do cálcio à medida que a análise se afasta da interface bloco cerâmico / argamassa de revestimento. O elemento Si presente na argamassa (principalmente na fração quartzosa da areia: SiO<sub>2</sub>) apresenta dimensões significativamente superiores ao diâmetro médio dos poros do bloco cerâmico inviabilizando sua penetração dentro deste e levando a crer que o Si da relação apresentada refere-se tão somente ao existente no bloco cerâmico.

A ausência de aditivo plastificante ou cal na argamassa 1:6 cimento e areia, resultou na menor penetração relativa observada até se atingir o ponto crítico das curvas desta série (ponto onde a partir do qual a concentração relativa de Ca parece ter pouca influência na magnitude da resistência de aderência) que foi da ordem de 0,6mm, tendo-se este valor de ponto crítico da ordem de 1,0mm para a argamassa industrializada; e, 0,9mm para a argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia.

Mais uma vez observa-se que o melhor desempenho no quesito resistência de aderência parece estar mais associado com a concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada do que com a profundidade de penetração do mesmo no bloco cerâmico.

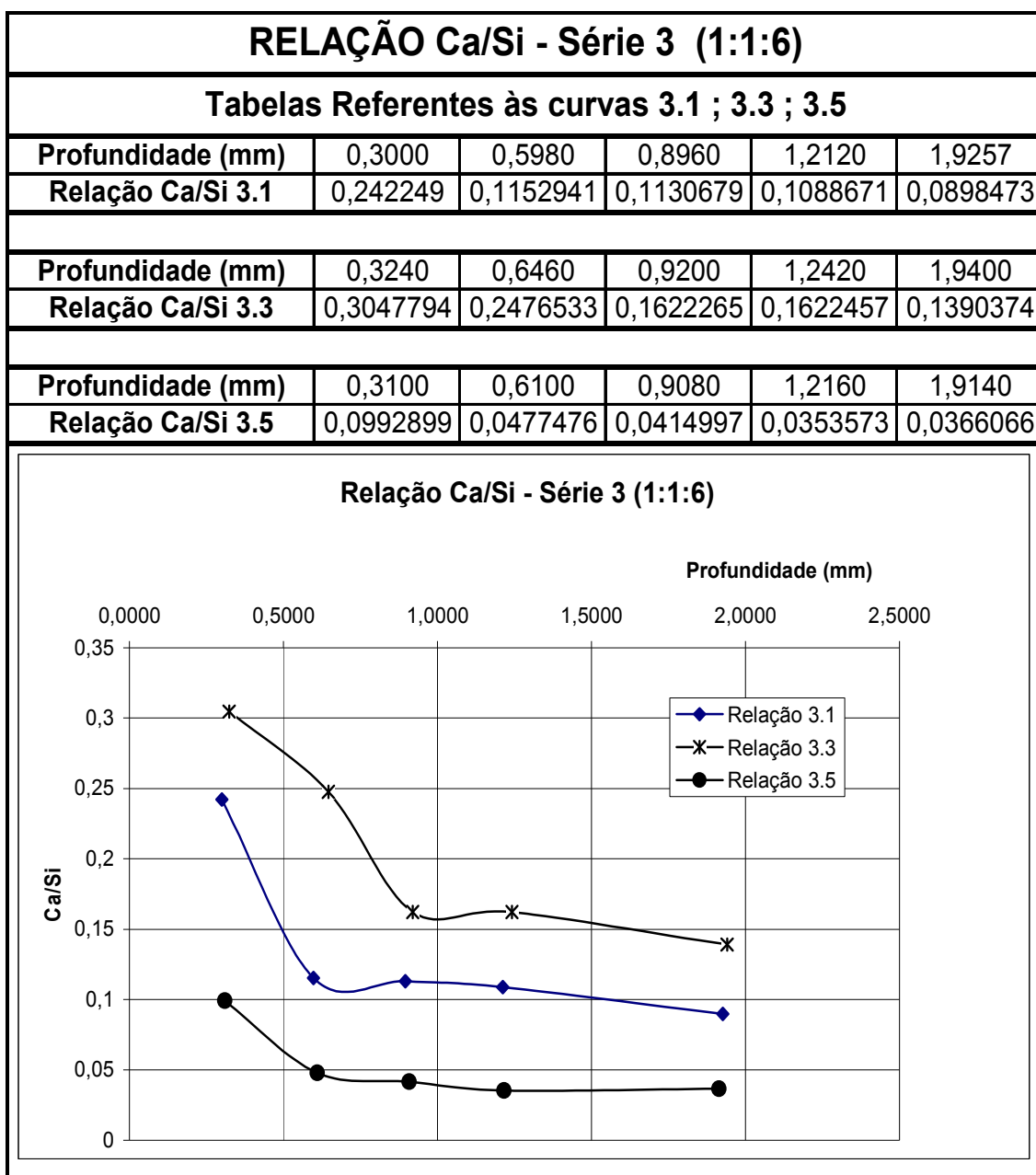


Figura 5.35 – Relação Ca/Si versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).

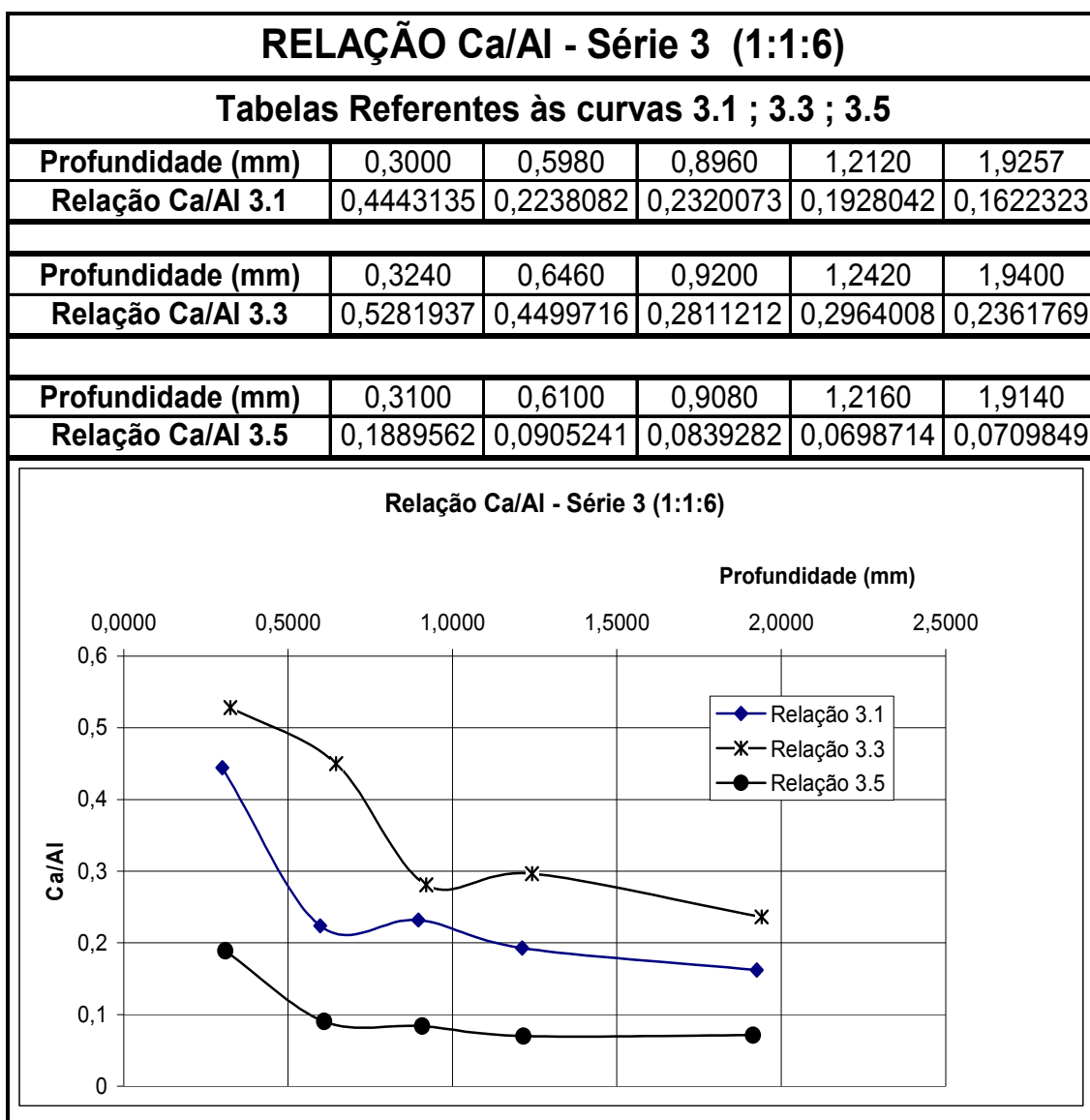


Figura 5.36 – Relação Ca/Al versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).



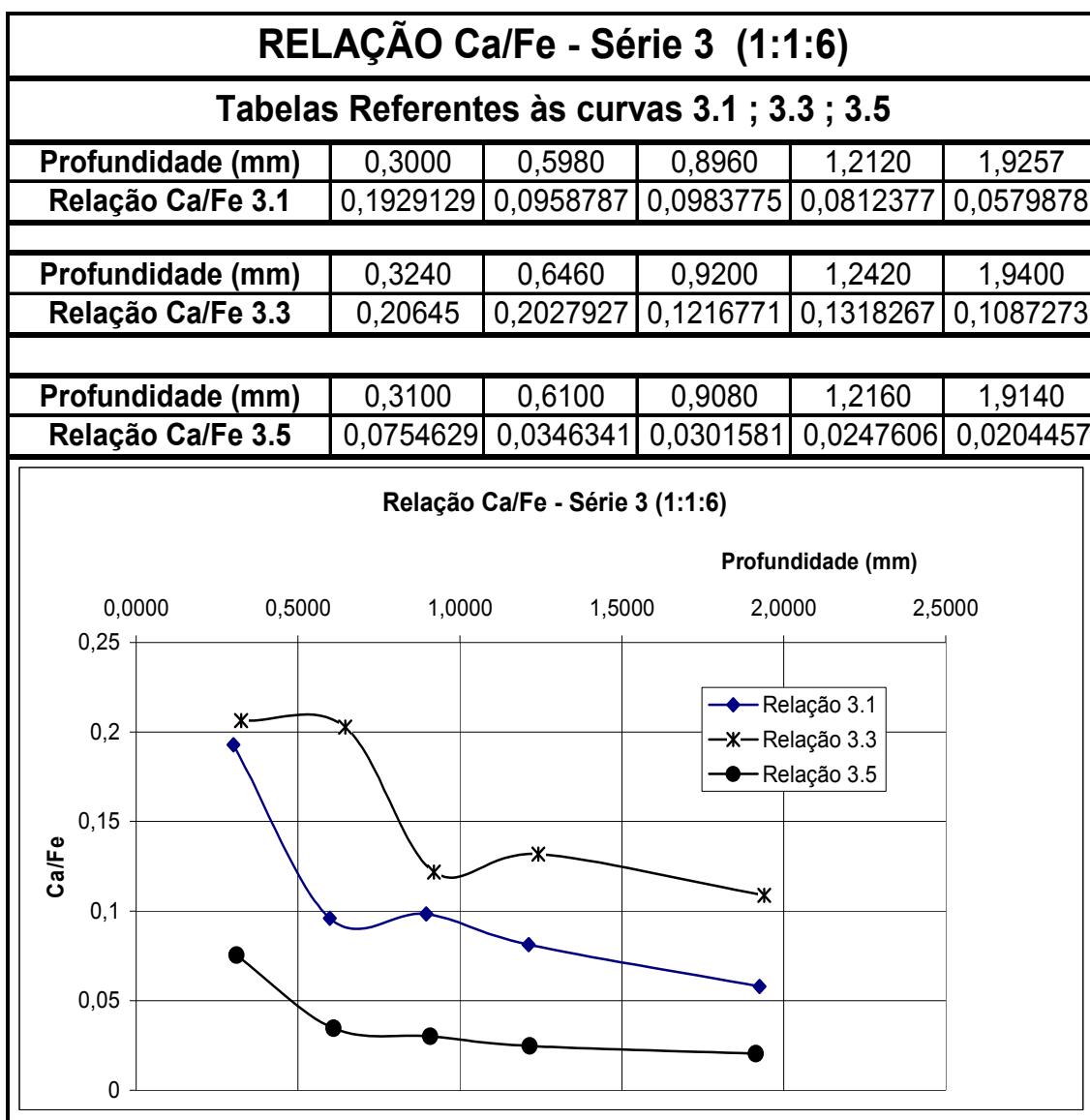


Figura 5.37 – Relação Ca/Fe versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).

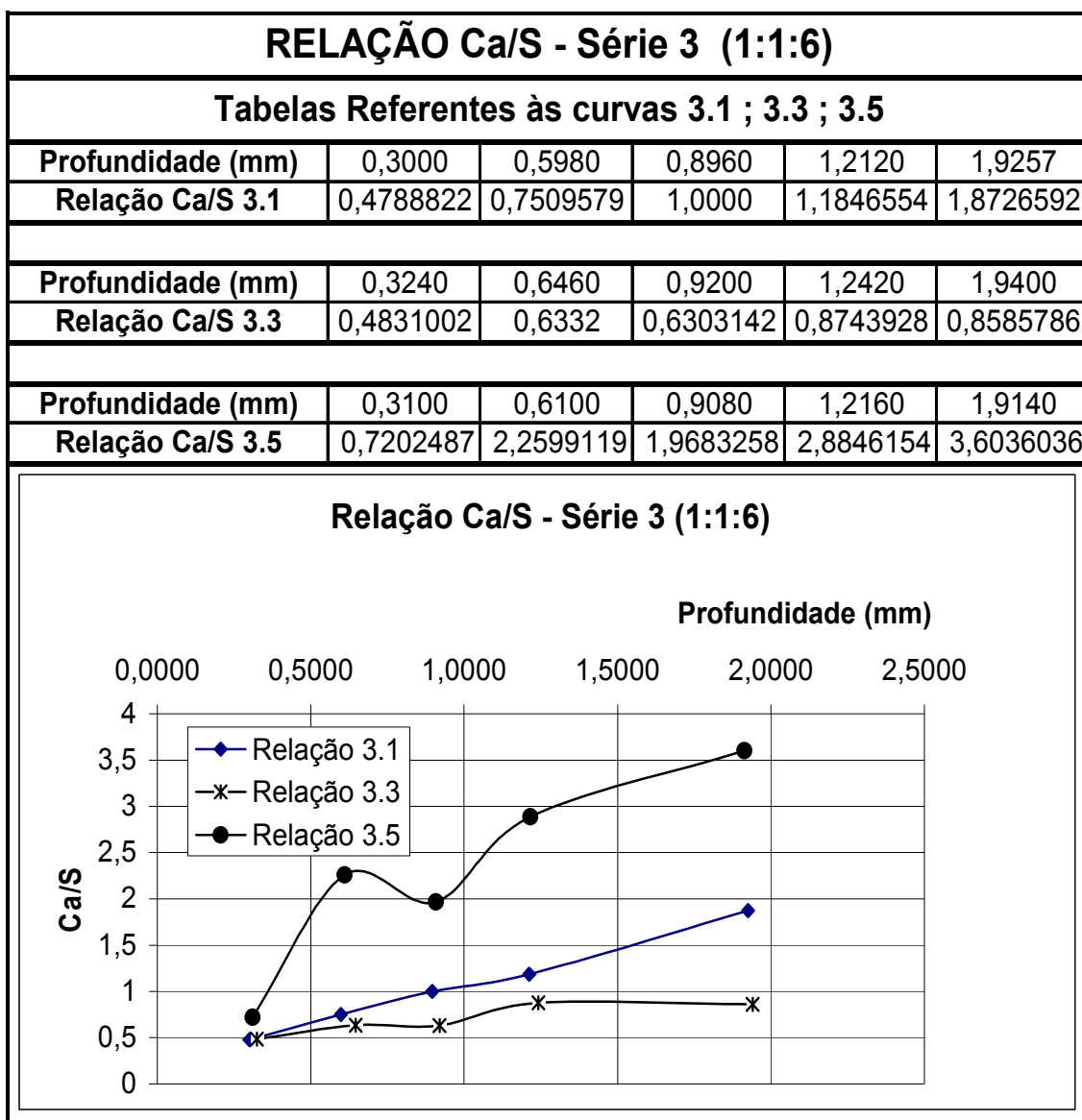


Figura 5.38 – Relação Ca/S versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).

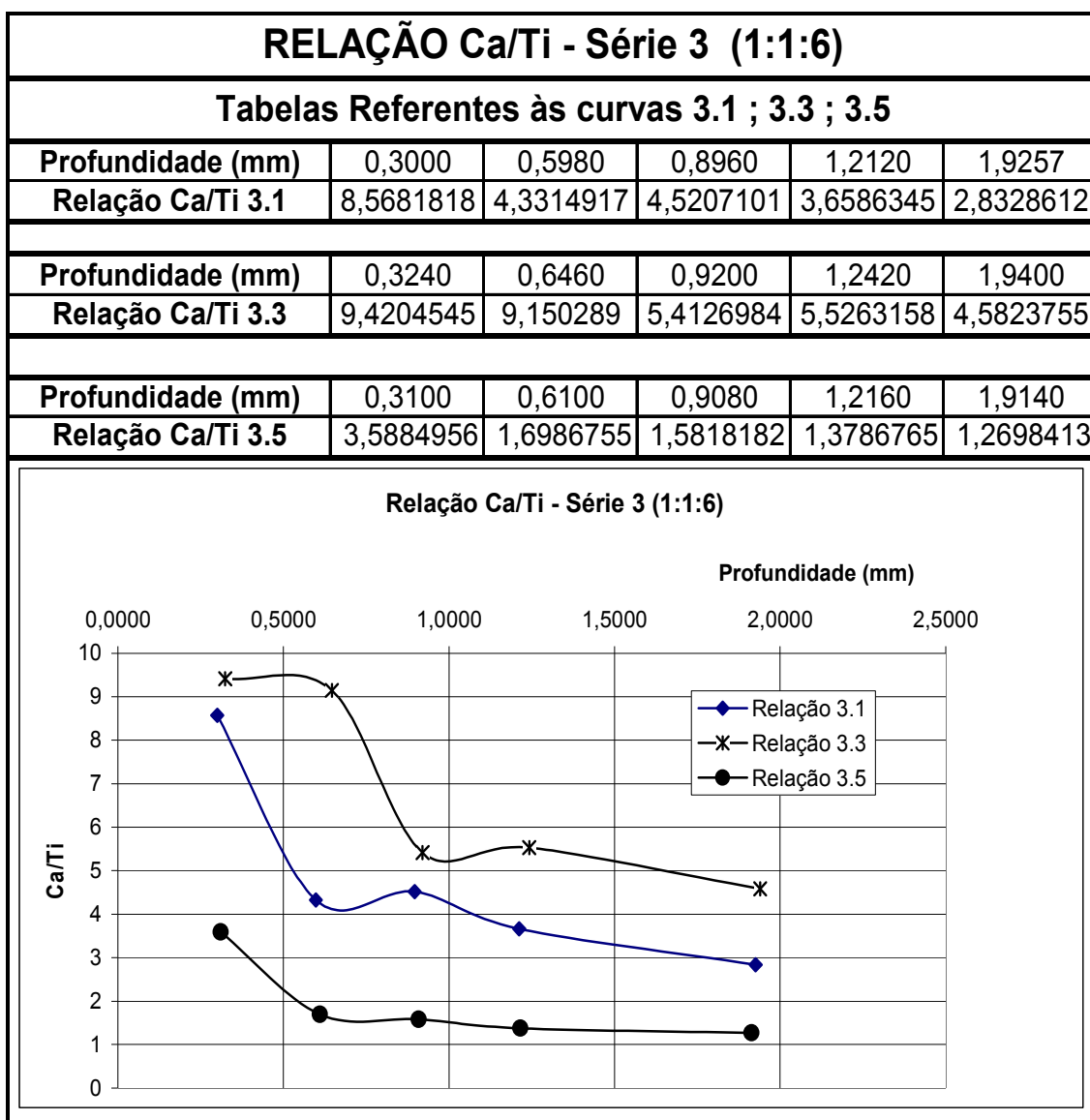


Figura 5.39 – Relação Ca/Ti versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).

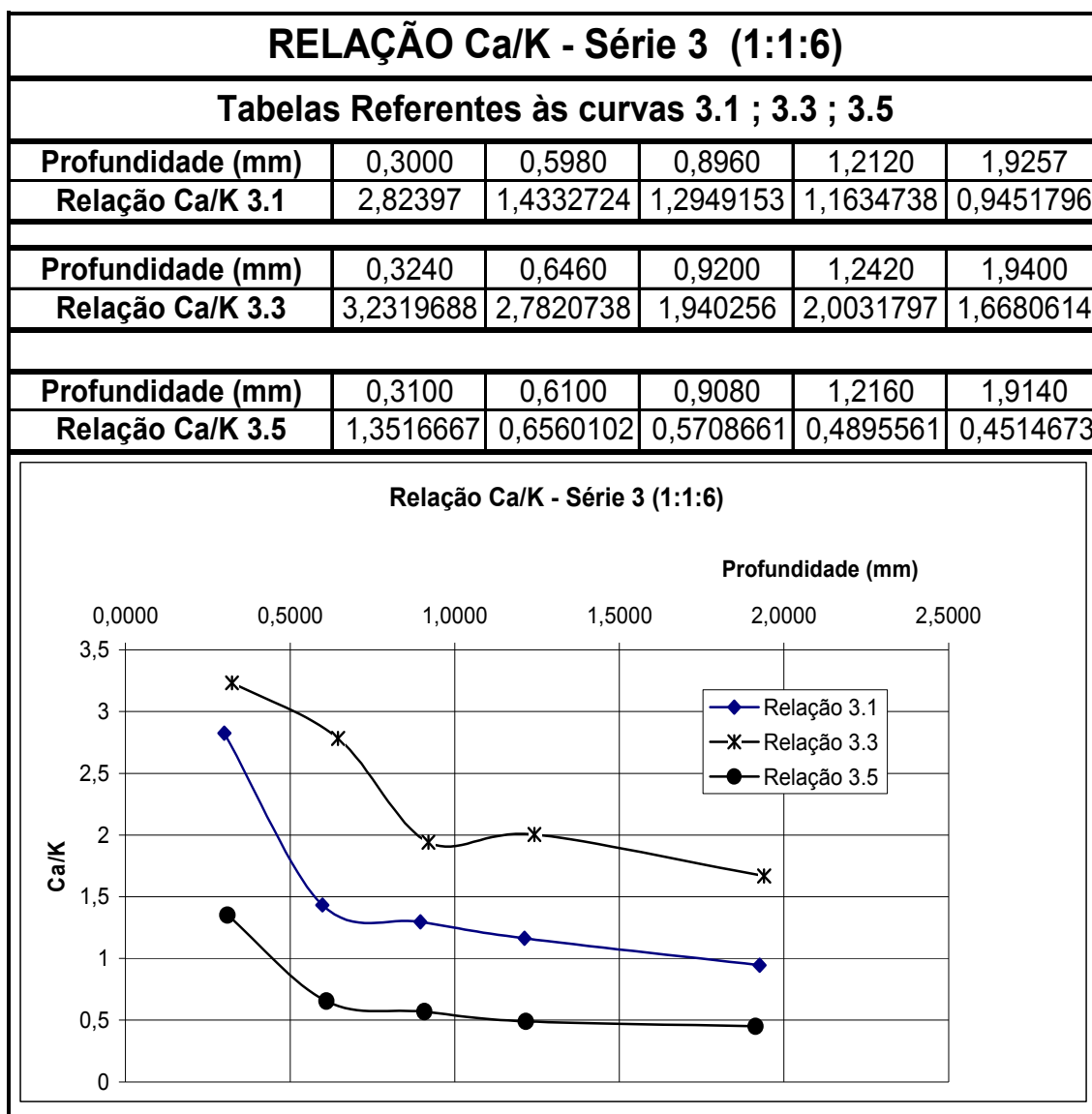


Figura 5.40 – Relação Ca/K versus profundidade de penetração para argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia (séries 3.1, 3.3, 3.5).

Comentários:

Com exceção da relação Ca/S, os maiores valores de resistência de aderência (média da série 3.1 – argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia aplicada sobre blocos cerâmicos umedecidos: 0,22MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados aos valores medianos (bem próximos dos valores máximos) de concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada. Os menores valores de resistência de aderência (média da série 1.5 – argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia aplicada sobre bloco cerâmicos com gordura: 0,02MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados com a menor concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada. Os valores intermediários (um pouco melhores que o mínimo) de resistência de aderência (média da série 1.3 – reboco pronto aplicado sobre blocos cerâmicos com pulverulência: 0,07MPa – dado retirado da tabela V.17) estão associados com os maiores valores de concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada avaliada.

Assim como na análise da série 2, a inversão do melhor desempenho no quesito resistência de aderência estar associada a concentração mediana relativa do elemento cálcio na primeira camada, dentro da linha de raciocínio adotada, só poderia estar relacionada com um desvio pontual que pode ser explicado tomando-se os resultados individuais de resistência de aderência à tração apresentados no anexo. A série 3.3 (argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia aplicada sobre bloco cerâmicos com pulverulência) apresentou os seguintes valores individuais de resistência de aderência (em MPa, colocados em ordem crescente): 0,00 – 0,00 – 0,00 – 0,00 – 0,05 – 0,06 – 0,10 – 0,10 – 0,10 – 0,12 – 0,15 – 0,17. Os pontos de valor de arrancamento 0,12 a 0,17MPa provavelmente representaram alguns dos poucos pontos onde a aplicação da pulverulência (areia umedecida sem peneirar lançada com a mão e brocha sobre a alvenaria – antes da aplicação da argamassa de revestimento foi retirado o excesso da pulverulência) não foi realizada de maneira satisfatória, podendo este efeito ter se repetido na amostra recolhida para a análise microestrutural, suscitando novas avaliações.

Coincidentemente, a série 3.1 (argamassa 1:1:6 de cimento, cal e areia aplicada sobre bloco cerâmicos umedecido) apresentou os seguintes valores individuais de resistência

de aderência (em MPa, colocados em ordem crescente): 0,04 – 0,06 – 0,09 – 0,12 – 0,15 – 0,16 – 0,20 – 0,21 – 0,32 – 0,34 – 0,40 – 0,56. Os pontos de valor de arrancamento 0,04 a 0,16 MPa (valores inferiores a 0,17MPa, ou seja, o maior valor encontrado na resistência de aderência da série 3.3 apresentada no parágrafo anterior) provavelmente representaram alguns pontos onde a aplicação da argamassa não tenha sido realizada de maneira satisfatória (pouco aperto da massa contra a parede, por exemplo, ou existência de alguma sujidade que prejudicou a aderência), podendo este efeito ter se repetido na amostra recolhida para a análise microestrutural, suscitando novas avaliações.

Novamente reforça-se a sugestão de que em trabalhos posteriores, um mínimo de três pontos (distantes entre si de no mínimo 1 metro) deva ser retirado para esta avaliação.

Com exceção da correlação Ca/S, a queda brusca da concentração do elemento Ca até a região de 0,9mm de profundidade no bloco cerâmico parece indicar que, a partir desta profundidade, devido a reduzida concentração relativa de Ca associada a maior distância da interface, a presença deste elemento tem pouca influência na magnitude da resistência de aderência obtida no ensaio de arrancamento. A partir da profundidade de 0,9mm as curvas assumem a tendência de se desenvolverem aproximadamente paralelas ao eixo horizontal até atingirem a profundidade de 2,0mm.

Da mesma maneira como ocorrido para a argamassa industrializada e para a argamassa 1:6 cimento e areia, a relação Ca/S apresentou tendência ascendente em todas as curvas denotando mais uma vez uma maior facilidade de penetração do cálcio e/ou uma maior frequência da presença deste elemento nos produtos de hidratação do cimento (e posterior carbonatação destes compostos) que penetram nos poros do bloco cerâmico, pois o cálcio, além de estar presente, junto com o enxofre, na etringita, comparece também na calcita e na portlandita.

Também, como observado para a argamassa industrializada e para a argamassa 1:6 cimento e areia, a relação Ca/Si se apresentou como bom traçador da involução da concentração do cálcio à medida que a análise se afasta da interface bloco cerâmico / argamassa de revestimento. O elemento Si presente na argamassa (principalmente na

fração quartzosa da areia:  $\text{SiO}_2$ ) apresenta dimensões significativamente superiores ao diâmetro médio dos poros do bloco cerâmico inviabilizando sua penetração dentro deste e levando a crer que o Si da relação apresentada refere-se tão somente ao existente no bloco cerâmico.

A presença de cal na argamassa 1:1:6 cimento, cal e areia, parece ter agido de forma similar ao aditivo plastificante, resultando numa significativa penetração relativa observada até se atingir o ponto crítico das curvas desta série (ponto onde a partir do qual a concentração relativa de Ca parece ter pouca influência na magnitude da resistência de aderência) que foi da ordem de 0,9mm, tendo-se este valor de ponto crítico da ordem de 1,0mm para a argamassa industrializada; e, 0,6mm para a argamassa 1:6 cimento e areia.

Assim como nas análises das séries 1 e 2 realizadas anteriormente, observa-se que o melhor desempenho no quesito resistência de aderência parece estar mais associado com a concentração relativa do elemento cálcio na primeira camada do que com a profundidade de penetração do mesmo no bloco cerâmico.

### **5.9. Combinação dos resultados**

Com o intuito de facilitar a visualização e o entendimento das avaliações realizadas são apresentados no anexo VII gráficos contendo a combinação de vários resultados para que os mesmos possam ser comparados entre si.

## 6. CONCLUSÕES

Observou-se uma dificuldade de visualização da interface argamassa/bloco cerâmico nas imagens de microscópio eletrônico de varredura (principalmente nos maiores aumentos) devido à dificuldade de contraste, uma vez que os elementos constituintes destes materiais apresentam números atômicos próximos e as massas específicas das fases são similares.

A identificação do perfil de penetração da pasta de aglomerante nos poros do bloco cerâmico através da espectrometria de fluorescência de raios-X foi realizada com sucesso. Entretanto, no cotejamento desta propriedade com a resistência de aderência à tração, pareceu ser mais importante a maior concentração do cálcio nos primeiros 500 $\mu\text{m}$  do que a profundidade de penetração da pasta propriamente dita. Além de apresentar uma queda significativa de sua concentração relativa, o cálcio que penetrou para dentro do bloco parece não ter influência significativa em relação à argamassa localizada na interface com o bloco, que é a região onde as solicitações que demandam a resistência de aderência ocorrem.

Correlacionando as propriedades no estado fresco (tais como a consistência e a trabalhabilidade) com as propriedades da argamassa no estado endurecido e aplicada sobre a alvenaria (tais como a resistência de aderência à tração) e todas estas com a penetração e concentração da pasta nos primeiros 500 $\mu\text{m}$  do bloco cerâmico, pode-se inferir que não é só o teor de cimento que estaria relacionado com a resistência de aderência, mas também a capacidade de penetração da pasta.

Quanto às argamassas com utilização de resina a base de estireno-butadieno (SBR), o baixo desempenho das mesmas neste trabalho pode ser atribuído à alta diluição utilizada. Acredita-se também que os resultados não satisfatórios observados nas argamassas com adição de fibras de nylon possa estar associado tanto à diluição como também com ao fator forma das fibras (comprimento e diâmetro). Um reestudo de dosagens / fator forma destes materiais poderá vir a produzir resultados mais profícuos.



## **7. CONTRIBUIÇÕES ORIGINAIS AO CONHECIMENTO**

Acredita-se que o uso da técnica de espectrometria de fluorescência de raios-X (FRX) para avaliar a microestrutura do sistema de revestimento argamassado (composto de argamassa de revestimento e bloco cerâmico) tenha sido uma contribuição original para o conhecimento na área da avaliação dos revestimentos na construção civil.

Esta técnica, usada eventualmente na avaliação de contaminação de materiais refratários, até que se tenha notícia (após várias consultas relativas ao assunto em livros, periódicos e Internet) nunca tinha sido utilizada, desta maneira, para a avaliação do perfil de penetração do aglomerante nos poros do bloco cerâmico, correlacionando esta propriedade com a resistência de aderência e, portanto, com o desempenho do revestimento argamassado em serviço.

## **8. RELEVÂNCIA DOS RESULTADOS**

Destaca-se a relevância dos resultados obtidos em termos dos impactos financeiros e tecnológicos que podem advir deste e de outros trabalhos que o sucederão dentro desta mesma linha de pesquisa e raciocínio. O melhor entendimento do sistema de aderência, culminando na definição de procedimentos que proporcionem uma redução da ocorrência das patologias nos revestimentos, está diretamente ligado com a redução do desperdício de materiais e de mão-de-obra e, por conseguinte, com uma melhoria da eficiência dos processos construtivos.

Como a maior parte dos revestimentos argamassados (reboco e emboço) não apresentam adituações poliméricas (que introduziriam colagem, ou seja, sistema de aderência química), a maior parte de sua aderência se dá pelo processo mecânico. A identificação do perfil de penetração da pasta, da concentração de cálcio próximo à interface, correlacionada com o preparo de base e os valores de resistência de aderência à tração podem vir a explicar várias patologias, tais como os descolamentos em placas e também contribuir para uma melhor atenção do construtor no que diz respeito aos revestimentos, enfocando-se a especificação de materiais, o preparo da base e as técnicas executivas de modo geral.

Em relação ao fabricante de argamassas industrializadas, acredita-se que novos conceitos facilitadores e incrementadores de aderência poderão ser estudados (tais como a dosagem de aditivos plastificantes – tenso-ativos – e sua interferência da resistência de aderência).

Observa-se ainda que as técnicas exploradas neste trabalho poderão vir a contribuir para segmentos específicos da construção civil, tais como a área de perícias e a área de recuperação de revestimentos em monumentos históricos / patrimônios tombados.

## 9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Primeiramente, observa-se que em trabalhos similares a esta tese, onde análises microestruturais utilizando-se a fluorescência de raios-X forem procedidas, um maior número de amostras deva ser retirado dos painéis teste, a fim de se evitar o ocorrido com a série 2 e 3 neste trabalho (inversão parcial ou total de tendência de resultado). Sugere-se que sejam retirados, por painel teste a ser avaliado, pelo menos três corpos de prova distando entre si no mínimo 1 metro.

Dentre as várias colocações feitas nas conclusões, algumas delas poderiam dar origem a novos trabalhos, a saber:

. Avaliação qualitativa e quantitativa da introdução de aditivos plastificantes nas argamassas e suas interferências na fluidez da pasta, na sua penetração nos poros das alvenarias e na resistência de aderência.

. Um estudo similar ao exposto acima também poderia ser realizado utilizando-se a cal (aglomerante que apresenta pasta com menor tensão superficial que a pasta de cimento) no lugar do aditivo plastificante, fazendo-se as mesmas avaliações.

Além destas, poder-se-ia sugerir também o desenvolvimento de sistemas que acoplados à alvenaria indicasse que determinada concentração de cálcio já atingiu a faixa dos 500 $\mu$ m de profundidade na alvenaria, indicando assim uma boa condição de aderência. O sensor na alvenaria poderia ser térmico ou químico, que mudasse de cor ou desse um indicativo qualquer de que a pasta penetrou nos poros e atingiu a profundidade e concentração desejada para o bom desenvolvimento da aderência. Um determinado número de blocos em uma parede poderia receber este sensor, o que representaria um ensaio não destrutivo para a avaliação da resistência de aderência dos revestimentos argamassados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, M. T. P., CORRÊA, E. C. S., CARVALHO JR., A. N., CETLIN, P. R. Estudo do desempenho de argamassas de revestimento fabricadas com sílica ativa e escória. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM – INTERNACIONAL, 57, 2002, São Paulo. Anais... São Paulo: ABM, 2002. p186-194.

AGUILAR, M. T. P., CORRÊA, E. C. S., CETLIN, P. R. Análise da capacidade de deformação do concreto: Módulo de Young x Módulo de Deformação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 46, 2004, São Paulo. Anais em CD... São Paulo: IBRACON, 2004.

AGUILAR, M. T. P., Texto oriundo de mensagem encaminhada por e-mail em 23/01/05. Belo Horizonte, 2005.

ALBUQUERQUE, A. S. Capítulo 4 do livro Materiais de Construção I (Coordenador: Luiz Alfredo Falcão Bauer). 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1987. 435p.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Michigan. *ACI 318-02 e ACI 318R-02*. Building Code Requirements for Structural Concrete and Comentary. ISBN 0-087031-065-8. 2002. 443p.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, *ACI Commitee 363*, State-of-the-art report on high strength concrete. *ACI Journal*, Detroit, vol.81, n. 4, p. 364-411, jul.-ago. 1984 apud SILVA, C. A. R. Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para caracterização e análise estrutural de concretos de cimento Portland. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1998. 410p. (Tese, Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Easton. *ASTM C 67 – 97*; Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile. In: Annual Book of ASTM Standards. Easton, 1997, p43-44.

AMPTEK INC. *X-Ray Fluorescence (XRF)*. Em <<http://www.amptek.com/xrf.pdf>>. Acesso em 12 de janeiro de 2005.

ARROBAS, A. A. M. N., DJANIKIAN, J. G. Argamassa dosada em central – O desempenho da plasticidade após 12 horas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGE/ANTAC, 1999. p73-83.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento portland. 7. ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106)

BAUER, L. A. F. *Materiais de Construção I*. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Ed., 1987. 435p.

BRANDÃO, P. R. G. *Notas de aula da disciplina Métodos de Instrumentação e Análise*. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas – CPGEM. EE.UFMG, 2001.

CALHAU, E. L., TRISTÃO, F. A. Influência do teor de ar incorporado nas propriedades das argamassas mistas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGE/ANTAC, 1999. p219-230.

CANDIA, M. C. *Contribuição ao estudo das técnicas de preparo de base no desempenho dos revestimentos argamassados*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1998. 198p. (Tese, Doutorado em Engenharia Civil).

CARASEK, H. *Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos; avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação*. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1996. 285p. (Tese, Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana).

CARASEK, H. Fatores que exercem influência na resistência de aderência de argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p133-146.

CARASEK, H., CASCUDO, O., CINCOTTO, M. A., DJANIKIAN, J. G. Microestrutura da interface argamassa/tijolo cerâmico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p469-483.

CARASEK, H., CASCUDO, O., SCARTEZINI, L. M. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

CARVALHO JR., A. N. *Técnicas de Revestimento; Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil*. 1.ed. Belo Horizonte: DEMC- EE.UFMG, 1999. 54p.

CARVALHO, JR., A. N., SILVA, A. P., NETO, F. M. Perícias em patologias de revestimentos de fachadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, X COBREAP, 1999, Porto Alegre. *Anais em disquete (artigo nº 20)...* Porto Alegre: IBAPE, 1999.

CAVANI, G. R., ANTUNES, R. P. N., JOHN, V. M. Influência do teor de ar incorporado na trabalhabilidade das argamassas mistas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p110-119.

CAVANI, G. R., OLIVEIRA, M. C. B. Investigação das causas das fissuras e descolamentos de revestimento de argamassa de fachada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 44, 2002, Belo Horizonte. *Anais em disquete ...* Belo Horizonte: IBRACON, 2002.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION – *Hidrofuges de surfaces: choix et mise en oeuvre*. Bruxelles, 1982. 24p. (Note D'Information Technique, 140). apud CINCOTTO et al. *Argamassas de revestimento; Características, propriedades e métodos de ensaio* (Publicação IPT 2378). 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB) – *Modalités d'essais des enduits extérieurs d'imperméabilisation de mur à base de liants hydrauliques*. Cahier n° 1779, 1982. apud GOMES, A. M., *Caracterização de argamassas tradicionais utilizadas nos revestimentos exteriores dos edifícios*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico (IST), 1995. 269p. (Tese, Doutorado em Engenharia Civil).

CHASE, G. W. Investigations of the interface between Brick and Mortar. *The Masonry Society Journal*, v.3, n.2, pT1-T9, 1984. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

CINCOTTO, M A., BOLORINO, H. A influência do tipo de cimento nas argamassas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: CETA/ANTAC, 1997. p15-25.

CINCOTTO, M. A. Patologias das argamassas de revestimentos: análise e recomendações. In: VÁRIOS. *Tecnologia das Edificações (Publicação IPT 1801)*. 2.ed. São Paulo: Editora Pini, 1989. p549-554.

CINCOTTO, M. A., SILVA, M. A. C., CARASEK, H. *Argamassas de revestimento; Características, propriedades e métodos de ensaio* (Publicação IPT 2378). 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

COUTINHO, A. S. *Fabrico e Propriedades do Betão*. Vol. 1.ed. LNEC. Lisboa: LNEC. 1997. cap. 4, p.311-67.

Curso Intensivo sobre Argamassas de Assentamento e Revestimento – CIARE, 18, 2001, Belo Horizonte. *Revestimento de argamassas de paredes e tetos de edifícios; Projeto, execução e manutenção*. São Paulo: ABCP, 1996. 57p.

DÉTRICHÉ, C. H. et al. Influence des paramètres de mise en oeuvre et de composition sur le comportement des mortiers d'enduit. *Matériaux et Constructions*, v.18, n.105, p193-200,1985. apud CARASEK et al. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

DUPIN, I.; DÉTRICHÉ, C. H.; MASO, J. C. Accrochage direct d'un enduit sur un isolant par une liaison de type mécanique dans le cadre d'un procédé d'isolation par l'estérieur. *Materiaux et Constructions*, v.21, p370-378, 1988. apud CARASEK et al. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

FERREIRA, A. O. M., LARA, D. S., FRANÇA, E. P., SILVA, L. P., ROCHA, G. G. N., SOUZA, M. G., NASCIMENTO, O. L. VIEIRA, P. L. P., ALONSO, R. Z., REIS, R. J. P. *Projeto Argamassa*; Projeto de Desenvolvimento Experimental de Argamassas. Relatório Técnico 1.ed. Belo Horizonte, 1996. 302p.

FIORITO, A. J. S. I. *Manual de argamassas e revestimentos*; estudos e procedimentos de execução. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1994. 221p.

GALLEGOS, H. Adhesion entre el mortero y las unidades de albañilería. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I, 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p117-133.

GODOY, E. H. P., BARROS, M. M. S. B. Contribuição ao estudo da influência do teor de polímero nas propriedades das argamassas de cimento Portland. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGEC/ANTAC, 1999. p249-265.

GOLDSTEIN et al. *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*; A Text for Biologists, Materials Scientists, and Geologists. 2.ed. New York: Plenum Press, 1992. 820p.

GOMES, A. M., *Caracterização de argamassas tradicionais utilizadas nos revestimentos exteriores dos edifícios*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico (IST), 1995. 269p. (Tese, Doutorado em Engenharia Civil).

GRIGOLI, A. S. Argamassa contendo entulho de obra – Procedimento de molhagem antes do uso para melhoria do desempenho. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p249-262.

GROOT, C. J. W. P. The Characteristics of Brick and Mortar Considering Mortar/Brick Bond. In: INTERNATIONAL BRICK/BLOCK MASONRY CONFERENCE, 11<sup>th</sup>, 1997, Shanghai. *Proceedings* ...Shanghai: Tongji University, 1997. p50-58. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

GUIMARÃES, J. E. P. *A Cal; Fundamentos e Aplicações na Construção Civil*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1997. 285p.

IOPPI, P. R., PRUDÊNCIO, L. R., IRIYAMA, W. J. Estudo da absorção inicial de substratos de concreto: metodologias de ensaio e influência na aderência das argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I, 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p93-102.

ISBERNER, A. W. *Properties of masonry cement mortars*. In: Designing engineering and constructing with masonry products. Houston, Gulf, 1969. p42-50 apud SABBATINI, F. H. *Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente*; Estudo Técnico ET-91. 2.ed.São Paulo: ABCP, 1998. 44p.

JESUS FILHO, A. L. *A espectrometria de fluorescência de raios-x de energia dispersiva na medida de espessura de filmes poliméricos e filmes metálicos espessos*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1999. 105p. (Dissertação, Mestrado no Instituto de Química).

KAMPF, L. Factors affecting Bond of Mortar to Brick. Symposium on Masonry Testing, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM STP 1063, p217-234. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

KURODA, M., WATANABE, T., TERASHI, N. Increase of bond strength at interfacial transition zone by use of fly ash. *Cement and Concrete Research*, Elsevier Science Ltd. v. 30, p253-258, 2000.

LANGE, D. A., DEFORD, H. D., AHMED, A. Microstructure and Mechanisms of Bond in Masonry. In: NORTH AMERICAN MASONRY CONFERENCE, 7<sup>th</sup>, 1996, South Bend. *Proceedings* ...South Bend: University of Notre Dame, 1996. p167-174. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.



LANGE, D. A., DEFORD, H. D., WERNER, A. M. Microstructural Investigation of Mortar/Unit Interaction. *Journal of The Masonry Society*, p31-42, 1999. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

LAWRENCE, S. J., CAO, H. T. An Experimental Study of the Interface between Brick and Mortar. In: AMERICAN MASONRY CONFERENCE, 4<sup>th</sup>, 1987, Los Angeles. *Proceedings ...Los Angeles*, 1987. p48/1-48/14. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

LAWRENCE, S. J., CAO, H. T. Microstructure of The Interface Between Brick and Mortar. In: INTERNATIONAL BRICK/BLOCK MASONRY CONFERENCE, 8<sup>th</sup>, 1988, Dublin. *Proceedings ...Dublin*: DeCourcy, J. W., Ed., v1, 1988. p194-204. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

LEVY, S. M., HELENE, P. R. L. Reciclagem de entulhos na construção civil, a solução política e ecologicamente correta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, I, 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. p315-325.

McGINLEY, W. M. IRA and The flexural Bond Strength of Clay Brick Masonry, Masonry: Components to assemblages, Matthys, J. H., Ed., AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM STP 1063, p217-234. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

MEHTA, P. K. *Concrete, Structure, Properties and Materials*. New York: Prentice-Hall, Inc, 1986. 450p. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

MIRANDA, L. F. R., SELMO, S. M. S. Avaliação de argamassas com entulhos reciclados, por procedimentos racionais de dosagem – parte I. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGE/ANTAC, 1999. p295-307.

MIRANDA, L. F. R., SELMO, S. M. S. Avaliação de argamassas com entulhos reciclados, por procedimentos racionais de dosagem – parte II. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p225-236.

MOROPOULOU, A., BAKOLAS, A., BISBIKOU, K. Physico-chemical adhesion and cohesion bonds in joint mortars imparting durability to the historic structures. *Construction and Building Materials*, Elsevier Science Ltd. v. 14, p35-46, 2000.

MURRAY, I. H. The adhesion of cementitious render to a brick background. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LOAD BEARING BRICKWORK, 8, 1983. *Proceedings*. London: BCS, 1983. P1-12. apud CARASEK et al. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

NEVILLE, A. M. *Propriedades do concreto*. Tradução Salvador E. Giammusso, 2.ed. São Paulo: Editora Pini, 1997. apud CARASEK et al. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

OLIVEIRA, J. A. C., BAUER, E. Análise comparativa das alterações das propriedades dos revestimentos com polímeros base látex. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGE/ANTAC, 1999. p281-292.

OPPERMANN, B., RUDERT, V. Untersuchungen zur verbesserung des haftverbundes mörtel/stein. *Zement-Kalk-Gips*, n.1, 1983 apud CARASEK et al. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, IV, 2001, Brasília. *Anais...* Brasília: PECC/ANTAC, 2001. p43-67.

PADILHA A. F., AMBROZIO FILHO, F. *Técnicas de Análise Microestrutural*. 1.ed. São Paulo: Editora Hemus, 1985. 190p.

PIERCE, J. S. Mixing and curing water for concrete. In: KLIEGER, P., LAMOND, J.F. *ASTM STP 169C: Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials*. Philadelphia: American Society of Testing and Materials, 1994. cap. 42, p.473-77. apud SILVA, C. A. R. *Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para caracterização e análise estrutural de concretos de cimento Portland*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1998. 410p. (Tese, Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

REDA, M. N., SHRIVE, N. G. Enhancing Masonry Bond Using Fly Ash. *Masonry International - Journal of The British Masonry Society*, v14, n.1, p9-17, 2000. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Departament of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

RENSBURG, J. J. J. et al. *Factors influencing the bond strength calcium silicate bricks and mortar*. Pretoria, Council for Scientific and Industrial Research, 1978. (CSIR Research Report 340) apud SABBATINI, F. H. *Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente*; Estudo Técnico ET-91. 2.ed. São Paulo: ABCP, 1998. 44p.

RIBEIRO, C. C. PINTO, J. D. S., STARLING, T. *Materiais de Construção Civil*. 2ed. Belo Horizonte: Editora UFMG e Escola de Engenharia da UFMG, 2002. 102p.  
RIPPER, E. *Manual prático de materiais de construção*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1995. 252p.

RIPER, E. *Manual prático de materiais de construção*. 1.ed. São Paulo: Editora Pini, 1995. 252p.

RODRIGUES, M. P. S. F. F. *Revestimentos de impermeabilização de paredes à base de ligantes minerais*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico (IST), 1993. 278p. (Dissertação, Mestrado em Construção).

ROSSIGNOLO, J. A., AGNESINI, M. V. C. Propriedades da argamassa de cimento Portland modificada com látex estireno-butadieno para revestimentos de fachadas – Estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, III, 1999, Vitória. *Anais...* Vitória: PPGE/ANTAC, 1999. p267-279.

SABBATINI, F. H. *Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria Resistente*; Estudo Técnico ET-91. 2.ed. São Paulo: ABCP, 1998. 44p.

SABBATINI, F. H. *Argamassas*; notas de aula da disciplina Materiais de Construção Civil. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, 1981.

SABBATINI, F. H. *O processo construtivo de edifícios de alvenaria estrutural sílico calcária*. São Paulo: EPUSP/DECC, 1984. (Dissertação, Mestrado em Construção). apud CINCOTTO et al. *Argamassas de revestimento*; Características, propriedades e métodos de ensaio (Publicação IPT 2378). 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118p.

SILVA, C. A. R. *Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para caracterização e análise estrutural de concretos de cimento Portland*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1998. 410p. (Tese, Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

SILVA, V. S., LIBÓRIO, J. B. L. Estudo da aderência de argamassas de revestimentos e chapiscos em estruturas de concreto armado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 44, 2002, Belo Horizonte. *Anais em CD...* Belo Horizonte: IBRACON, 2002.

SOUZA, R., MEKBEKIAN, G., FRANCO, L. S., BARROS, M. M. S. B., ASSAHI, P. N., UEMOTO, K. L. *Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras*. 1ed. São Paulo: Editora Pini, 1996. 275p.

SUGO, H. O. *Strength and Microstructural Characteristics of Brick/Mortar Bond*. Newcastle: University of Newcastle, 2001. (Tese, Doutorado no Department of Civil, Surveying and Environmental Engineering). apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

SUGO, H. O., PAGE, A. W., LAWRENCE, S. J. Characterization of Bond Strengths of Mortars with Clay Masonry Units. In: INTERNATIONAL BRICK/BLOCK MASONRY CONFERENCE, 11<sup>th</sup>, 1997, Shanghai. *Proceedings ...Shanghai*: Tongji University, 1997. p59-68. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

SUGO, H. O., PAGE, A. W., LAWRENCE, S.J. The development of mortar/unit bond. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

TAHA, M. M. R., EL-DIEB, A. S., SHRIVE, N. G. Sorptivity: A Reliable Measurement for Surface Absorption of Masonry Brick Units, In Press, *Materials and Structures*, RILEM, 2001, France. apud TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

TAHA, M. M. R., SHRIVE, N. G. The use of pozzolans to improve bond and bond strength. In: CANADIAN MASONRY SYMPOSIUM, 9<sup>th</sup>, Fredericton. Department of Civil Engineering – University of New Brunswick, 2001.

YAZIGI, W. *A técnica de edificar*. 4.ed. São Paulo: Editora Pini/Sinduscon-SP, 2002. 669p.

ZAMPIERI, V. A. *Cimento Portland aditivado com pozolanas de argilas calcinadas*: fabricação, hidratação e desempenho mecânico. São Paulo: USP, 1993. 233p. Tese (Doutorado em Mineralogia e Petrologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1993. apud SILVA, C. A. R. *Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para caracterização e análise estrutural de concretos de cimento Portland*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1998. 410p. (Tese, Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas).

ZHU, M., CHUNG, D. D. L. Improving brick-to-mortar bond strength by the addition of carbon fibers to mortar. *Cement and Concrete Research*. Elsevier Science Ltd. v. 27, n. 12, p1829-1839, set. 1997.

ANEXO I – Observações a respeito dos procedimentos de aplicação das argamassas nos painéis de alvenaria

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 1.1</b>		<b>Data: 17/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 27°C</b>		<b>U.R. do AR: 86%</b>	
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Úmida</b>		<b>Hora: 14:10</b>	
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>			
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CP II - E 32</b>			<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação: 14:10</b>			<b>Hora - Desempenamento: 16:45</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:43</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 16:52</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 1.2</b>	<b>Data:17/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Nublado</b>	<b>Temperatura: 27°C</b>	<b>U.R. do AR: 86%</b>	<b>Hora: 14:10</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Seca</b>	<b>Série: 1</b>	
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>	<b>Traço: Industrializado</b>		
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CP II - E 32</b>	<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 14:10</b>	<b>Hora - Desempenamento: 16:22</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:45</b>	<b>Hora - Fim do Reboco: 16:33</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava “leveza”, “boa liga” e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 1.3</b>	<b>Data:17/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima:Nublado</b>	<b>Temperatura: 27°C</b>	<b>U.R. do AR: 86%</b>	<b>Hora: 14:25</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base:Pulverulência</b>	<b>Série: 1</b>	
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>	<b>Traço: Industrializado</b>		
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CP II - E 32</b>	<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 14:25</b>	<b>Hora - Desempenamento: 16:32</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:54</b>	<b>Hora - Fim do Reboco: 16:40</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, observaram-se grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 1.4</b>	<b>Data:17/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima:Nublado</b>	<b>Temperatura: 27°C</b>	<b>U.R. do AR: 86%</b>	<b>Hora: 14:25</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Saibro</b>	<b>Série: 1</b>	
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>	<b>Traço: Industrializado</b>		
<b>Areia Procedência: Análise Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CP II - E 32</b>	<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 14:25</b>	<b>Hora - Desempenamento: 16:28</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 16:11</b>	<b>Hora - Fim do Reboco: 16:34</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, pode-se também observar grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.



<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 1.5</b>	<b>Data:17/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima:Nublado</b>	<b>Temperatura: 29°C</b>	<b>U.R. do AR: 86%</b>	<b>Hora: 14:38</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base:Engordurada</b>		<b>Série: 1</b>
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CP II - E 32</b>		<b>Cal: Não Possui no traço</b>	
<b>Hora - Aplicação 14:40</b>		<b>Hora - Desempenamento: 16:55</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 16:37</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 17:01</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 1.6</b>		<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Nublado</b>		<b>Temperatura: 29°C</b>		<b>U.R. do AR: 88%</b>	
<b>Hora: 09:56</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Saturada</b>	
<b>Série: 1</b>		<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CP II - E 32</b>			<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:57</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:56</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:08</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13:01</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho, como no dia anterior.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 1.8</b>	<b>Data:02/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 37°C</b>	<b>U.R. do AR: 88%</b>	<b>Hora: 09:58</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Úmida</b>	<b>Série: 1</b>	
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado/resina SBR</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais -OK !</b>			
<b>Cimento: CP II - E 32</b>		<b>Cal: Não Possui no traço</b>	
<b>Hora - Aplicação 09:58</b>		<b>Hora - Desempenamento: 13:06</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:10</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 13:11</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados fornecidos informalmente pelos operários que ali executavam a confecção dos painéis, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", boa liga. Pode-se dizer que a massa puxava bem, na linguagem coloquial. O menor intervalo entre as etapas de execução era esperado, uma vez que as condições climáticas estavam favoráveis para a aplicação do revestimento. Estas observações de campo refletem a trabalhabilidade da argamassa. O acréscimo da resina SBR não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 1.9</b>		<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 30°C</b>		<b>U.R. do AR: 88%</b>	
<b>Hora: 10:52</b>		<b>Base:Úmida</b>		<b>Série: 1</b>	
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>			<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		
<b>Traço: Industrializado/fibras</b>			<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>		
<b>Cimento: CP II - E 32</b>			<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 10:52</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:41</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:28</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:47</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, como no dia anterior, o que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho. O acréscimo das FIBRAS de NYLON não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.1</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 28°C</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 11:10</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII E - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 11:10</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:37</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:28</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:42</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.2</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 28°C</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 11:22</b>		<b>Base: Seca</b>		<b>Série: 2</b>	
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>					
<b>Argamassa: 1:6</b>			<b>Traço: Convencional</b>		
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 11:22</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:42</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:35</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:51</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.3</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 30°C</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 13:05</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base:Pulverulência</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais -OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 13:05</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:17</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:10</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:24</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.4</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 30 °</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 13:30</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Saibro</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 13:30</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:15</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:57</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:22</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.



<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.5</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 30 °</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 13:03</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Engordurada</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 13:03</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:12</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:50</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:20</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.6</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 30 °</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 12:55</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Saturada</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 12:55</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:35</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:42</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:41</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam,, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.8</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 32°C</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 14:32</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>			
<b>Traço: Convencional/resina SBR</b>					
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 14:55</b>			<b>Hora - Desempenamento: 15:55</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:32</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 16:02</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Para a utilização da resina à base de estireno-butadieno, foi utilizado cerca de 16 litros da mistura deste material com água no amassamento da argamassa. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo da resina SBR não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 2.9</b>		<b>Data:08/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 30 °</b>		<b>U.R. do AR: 80%</b>	
<b>Hora: 12:55</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 2</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional/fibras</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais -OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 14:55</b>			<b>Hora - Desempenamento: 15:55</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:32</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 16:02</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo das FIBRAS de NYLON não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 3.1</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 28°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 15:05</b>		<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 3</b>		<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CPII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 15:05</b>			<b>Hora - Desempenamento: 15:50</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:40</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 16:00</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 3.2</b>	<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima:Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 28°C</b>	<b>U.R. do AR: 71%</b>	<b>Hora: 15:06</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Seca</b>	<b>Série: 3</b>	
<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CPII - 32</b>		<b>Cal: Hidratada CH-I</b>	
<b>Hora - Aplicação 15:06</b>		<b>Hora - Desempenamento: 16:17</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 16:00</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 16:21</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 3.3</b>	<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima:Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 35°C</b>	<b>U.R. do AR: 66%</b>	<b>Hora: 09:00</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base:Pulverulência</b>		<b>Série: 3</b>
<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CPII - 32</b>		<b>Cal: Hidratada CH-I</b>	
<b>Hora - Aplicação 09:00</b>		<b>Hora - Desempenamento: 10:40</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 09:55</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 10:47</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 3.4</b>	<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 35°C</b>	<b>U.R. do AR: 66%</b>	<b>Hora: 09:52</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Saibro</b>		<b>Série: 3</b>
<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32</b>		<b>Cal: Hidratada CH-I</b>	
<b>Hora - Aplicação 09:32</b>		<b>Hora - Desempenamento: 10:40</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 10:00</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 10:48</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.



<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 3.5</b>		<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 35°C</b>		<b>U.R. do AR: 66%</b>	
<b>Hora: 09:25</b>		<b>Base: Engordurada</b>		<b>Série: 3</b>	
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>			<b>Argamassa: 1:1:6</b>		
<b>Traço: Convencional</b>			<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais -OK !</b>		
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:25</b>			<b>Hora - Desempenamento: 10:50</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 10:11</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 10:59</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 3.6</b>	<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima:Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 35°C</b>	<b>U.R. do AR: 66%</b>	<b>Hora: 09:40</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Saturada</b>		<b>Série: 3</b>
<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32</b>		<b>Cal: Hidratada CH-I</b>	
<b>Hora - Aplicação 09:40</b>		<b>Hora - Desempenamento: 10:50</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 10:25</b>		<b>Hora -Fim do Reboco: 11:01</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 3.8</b>		<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 36°C</b>		<b>U.R. do AR: 66%</b>	
<b>Hora: 13:07</b>		<b>Base:Úmida</b>		<b>Série: 3</b>	
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>			<b>Argamassa: 1:1:6</b>		
			<b>Traço:Convencional/resina SBR</b>		
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 13:07</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:06</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:40</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:13</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Para a utilização da resina à base de estireno-butadieno, foi utilizado cerca de 23 litros da mistura deste material com água no amassamento da argamassa. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo da resina SBR não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 3.9</b>		<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima:Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 36°C</b>		<b>U.R. do AR: 66%</b>	
<b>Hora: 13:33</b>		<b>Base:Úmida</b>		<b>Série: 3</b>	
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>			<b>Argamassa: 1:1:6</b>		
<b>Traço:Convencional/fibras</b>			<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>		
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 13:33</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:10</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:43</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:17</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar pequenos intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu devido ao clima no dia de assentamento do reboco, verificado na planilha. A alta temperatura em campo colaborou para que o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento fosse curto, em relação a outros painéis com condições climáticas menos favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo das FIBRAS de NYLON não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 4.1</b>	<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Nublado</b>	<b>Temperatura: 26°C</b>	<b>U.R. do AR: 88%</b>	<b>Hora: 09:25</b>
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>	<b>Base: Úmida</b>		<b>Série: 4</b>
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32</b>		<b>Cal: Não Possui no traço</b>	
<b>Hora - Aplicação 09:25</b>		<b>Hora - Desempenamento: 15:40</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 15:10</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 15:45</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, tais como operários e serventes, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 4.2</b>	<b>Data:02/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 33°C</b>	<b>U.R. do AR: 74 %</b>	<b>Hora: 09:05</b>
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>	<b>Base: Seca</b>	<b>Série: 4</b>	
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>	<b>Traço: Industrializado</b>		
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32</b>	<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:05</b>	<b>Hora - Desempenamento: 13:55</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:54</b>	<b>Hora - Fim do Reboco: 14:00</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Mesmo com sol incidindo sobre os painéis, o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento foi longo, em relação a outros painéis com condições climáticas favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 4.3</b>		<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 28°C</b>		<b>U.R. do AR: 88 %</b>	
<b>Hora: 09:27</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base:Pulverulência</b>	
<b>Série: 4</b>		<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:27</b>			<b>Hora - Desempenamento: 15:35</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:50</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 15:42</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 4.4</b>		<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 30°C</b>		<b>U.R. do AR: 88 %</b>	
<b>Hora: 09:45</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Saibro</b>	
<b>Série: 4</b>		<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:45</b>			<b>Hora - Desempenamento: 15:05</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:45</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 15:12</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.



<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 4.5</b>	<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Nublado</b>	<b>Temperatura: 30°C</b>	<b>U.R. do AR: 88 %</b>	<b>Hora: 09:45</b>
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>	<b>Base: Engordurada</b>		<b>Série: 4</b>
<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CPII - 32</b>		<b>Cal: Não Possui no traço</b>	
<b>Hora - Aplicação 09:45</b>		<b>Hora - Desempenamento: 15:55</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:35</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 16:00</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 4.6</b>		<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 27°C</b>		<b>U.R. do AR: 88 %</b>	
<b>Hora: 09:47</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Saturada</b>	
<b>Série: 4</b>		<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não Possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:47</b>			<b>Hora - Desempenamento: 15:00</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:25</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 15:05</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 4.8</b>		<b>Data:02/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 35°C</b>		<b>U.R. do AR: 74 %</b>	
<b>Hora: 09:40</b>		<b>Base: Úmida</b>		<b>Série: 4</b>	
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>			<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		
<b>Traço: Industrializado/resina SBR</b>			<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>		
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:40</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:45</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:15</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13:21</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Mesmo com sol incidindo sobre os painéis, o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento foi longo, em relação a outros painéis com condições climáticas favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo da resina SBR não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 4.9</b>		<b>Data:18/02/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 27°C</b>		<b>U.R. do AR: 88%</b>	
<b>Hora: 10:28</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 4</b>		<b>Argamassa: Reboco Pronto</b>		<b>Traço: Industrializado/fibras</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 10:28</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:55</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:15</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 15:00</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente, utilizando-se 3,5 litros de água no traço, de acordo com o fabricante. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho. O acréscimo das FIBRAS de NYLON não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.1</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 07:17</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 07:17</b>			<b>Hora - Desempenamento: 11:05</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 10:53</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 11:09</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.2</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 07:30</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Seca</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CPII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 07:30</b>			<b>Hora - Desempenamento: 11:07</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 10:52</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 11:12</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.3</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 07:42</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base:Pulverulência</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 07:42</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:22</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 11:10</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:27</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.4</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 07:50</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Saibro</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 07:50</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:27</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:16</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:32</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.



<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.5</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 08:00</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Engordurada</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 08:00</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:45</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:31</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:50</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.6</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 08:15</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Saturada</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 08:15</b>			<b>Hora - Desempenamento: 12:50</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:35</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 12:55</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.8</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 09:37</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional/resina SBR</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:37</b>			<b>Hora - Desempenamento: 13:25</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:50</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13:30</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Para a utilização da resina à base de estireno-butadieno, foi utilizado cerca de 16 litros da mistura deste material com água no amassamento da argamassa. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho. O acréscimo da resina SBR não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 5.9</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 22°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 09:23</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 5</b>		<b>Argamassa: 1:6</b>		<b>Traço: Convencional/fibras</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Não possui no traço</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:23</b>			<b>Hora - Desempenamento: 13:30</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:04</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13:34</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:6 (cimento e areia) foi produzido utilizando cerca de 16 litros de água para a mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho. O acréscimo das FIBRAS de NYLON não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 6.1</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 25°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 09:55</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Úmida</b>	
<b>Série: 6</b>		<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CPII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 09:55</b>			<b>Hora - Desempenamento: 13:35</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:16</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13:39</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 6.2</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 25°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 10:05</b>		<b>Base: Seca</b>		<b>Série: 6</b>	
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>			<b>Argamassa: 1:1:6</b>		
<b>Traço: Convencional</b>			<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>		
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 10:05</b>			<b>Hora - Desempenamento: 13:50</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:37</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13:54</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 6.2</b>	<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 29°C</b>	<b>U.R. do AR: 71%</b>	<b>Hora: 10:05</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base: Seca</b>	<b>Série: 6</b>	
<b>Argamassa: 1:1:6</b>	<b>Traço: Convencional</b>		
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - IMAR OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32 Holcim</b>	<b>Cal: Supercal - Ical</b>		
<b>Hora - Aplicação 10:05</b>	<b>Hora - Desempenamento: 13:50</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 13:37</b>	<b>Hora - Fim do Reboco: 13:54</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 6.4</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 24°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 10:30</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base: Saibro</b>	
<b>Série: 6</b>		<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CPII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 10:30</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:15</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:00</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:19</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.



<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 6.5</b>		<b>Data:09/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Nublado</b>		<b>Temperatura: 24°C</b>		<b>U.R. do AR: 71%</b>	
<b>Hora: 10:35</b>		<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>		<b>Base:Engordurada</b>	
<b>Série: 6</b>		<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>					
<b>Cimento: CPII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 10:35</b>			<b>Hora - Desempenamento: 14:32</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 14:15</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 14:38</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, foram observados grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Esse fenômeno ocorreu provavelmente devido ao clima chuvoso, que pode ter retardado as etapas de sarrafeamento e desempenho.

<b>Massa Única</b>		<b>Painel: 6.6</b>		<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>					
<b>Clima: Ensolarado</b>		<b>Temperatura: 29°C</b>		<b>U.R. do AR: 66%</b>	
<b>Hora: 08:50</b>		<b>Base: Saturada</b>		<b>Série: 6</b>	
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>			<b>Argamassa: 1:1:6</b>		
<b>Traço: Convencional</b>			<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>		
<b>Cimento: CII - 32</b>			<b>Cal: Hidratada CH-I</b>		
<b>Hora - Aplicação 08:50</b>			<b>Hora - Desempenamento: 13:47</b>		
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:15</b>			<b>Hora - Fim do Reboco: 13: 53</b>		

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Mesmo com sol incidindo sobre os painéis, o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento foi longo, em relação a outros painéis com condições climáticas favoráveis no dia de assentamento da argamassa.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 6.8</b>	<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 29°C</b>	<b>U.R. do AR: 66%</b>	<b>Hora: 10:48</b>
<b>Tipo de Bloco: Cerâmico</b>	<b>Base:Úmida</b>		<b>Série: 6</b>
<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional/resina SBR</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - IMAR OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32 Holcim</b>		<b>Cal: Supercal - Ical</b>	
<b>Hora - Aplicação 10:48</b>		<b>Hora - Desempenamento: 13:40</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:30</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 13: 45</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Para a utilização da resina à base de estireno-butadieno, foi utilizado cerca de 23 litros da mistura deste material com água no amassamento da argamassa. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Mesmo com sol incidindo sobre os painéis, o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento foi longo, em relação a outros painéis com condições climáticas favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo da resina SBR não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.

<b>Massa Única</b>	<b>Painel: 6.9</b>	<b>Data:10/03/04</b>	
<b>Procedimento de Aplicação da Massa Única</b>			
<b>Clima: Ensolarado</b>	<b>Temperatura: 29°C</b>	<b>U.R. do AR: 66%</b>	<b>Hora: 10:55</b>
<b>Tipo de Bloco: Concreto</b>	<b>Base: Úmida</b>		<b>Série: 6</b>
<b>Argamassa: 1:1:6</b>		<b>Traço: Convencional/fibras</b>	
<b>Análise da Areia: Laboratório de Materiais - OK !</b>			
<b>Cimento: CII - 32</b>		<b>Cal: Hidratada CH-I</b>	
<b>Hora - Aplicação 10:55</b>		<b>Hora - Desempenamento: 13:50</b>	
<b>Hora - Sarrafeamento: 12:43</b>		<b>Hora - Fim do Reboco: 13: 55</b>	

. Avaliações subjetivas realizadas no trabalho de campo:

Foi observada a boa trabalhabilidade da argamassa confeccionada mecanicamente. O traço 1:1:6 (cimento, cal e areia) foi produzido utilizando cerca de 23 litros de água para cada mistura contendo 1 lata (de 18 litros) de cimento, 1 lata (de 18 litros) de cal e 6 latas (de 18 litros) de areia. Em dados recolhidos informalmente juntos aos operários que ali trabalhavam, pôde-se verificar que a massa apresentava "leveza", "boa liga" e que também "puxava bem". Dados inerentes ao processo, pois estas observações coloquiais refletem a trabalhabilidade da argamassa utilizada. De acordo com os procedimentos utilizados, podemos também observar grandes intervalos entre os processos construtivos do painel em questão. Mesmo com sol incidindo sobre os painéis, o intervalo entre etapas de sarrafeamento e desempenamento foi longo, em relação a outros painéis com condições climáticas favoráveis no dia de assentamento da argamassa. O acréscimo das FIBRAS de NYLON não influenciou no comportamento da argamassa no estado fresco, segundo a mão-de-obra empregada na confecção dos painéis.



## ANEXO III – Planilhas dos testes de resistência de aderência à tração

Testes de Tração				Painel: 1.1		Idade : 37 Dias				
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 29° C			Base: Úmida					
Data da Colagem:		24/03/2004			Data do Arrancamento: 25/03/2004					
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	425,00	48,20	1.823,74	0,23	100	x	x	x	x	2 cm
2	700,00	48,10	1.816,18	0,39	95	5	x	x	x	2 cm
3	900,00	48,00	1.808,64	0,50	100	x	x	x	x	2 cm
4	950,00	48,00	1.808,64	0,53	100	x	x	x	x	2 cm
5	-	47,60	1.778,62	-	100	x	x	x	x	2 cm
6	125,00	47,50	1.771,16	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
7	125,00	47,60	1.778,62	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
8	375,00	48,00	1.808,64	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
9	490,00	47,50	1.771,16	0,28	25	75	x	x	x	2 cm
10	500,00	47,70	1.786,10	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	50	50	x	x	x	2 cm
12	-	47,00	1.734,07	-	50	50	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,68</b>	<b>1.784,97</b>	<b>0,21</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,40</b>	<b>29,86</b>	<b>0,19</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,23	0,30
0,39	0,30
0,50	0,30
0,53	0,30
0,00	0,30
0,07	0,30
0,07	0,30
0,21	0,30
0,28	0,30
0,28	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20

### Resistência à Tração

—◆— R A

—■— NBR -13.749 -Reboco Externo

—▲— Média Resistências

—●— NBR 13.749 -Reboco Interno

Testes de Tração	Painel: 1.2	Idade : 37 Dias
------------------	-------------	-----------------

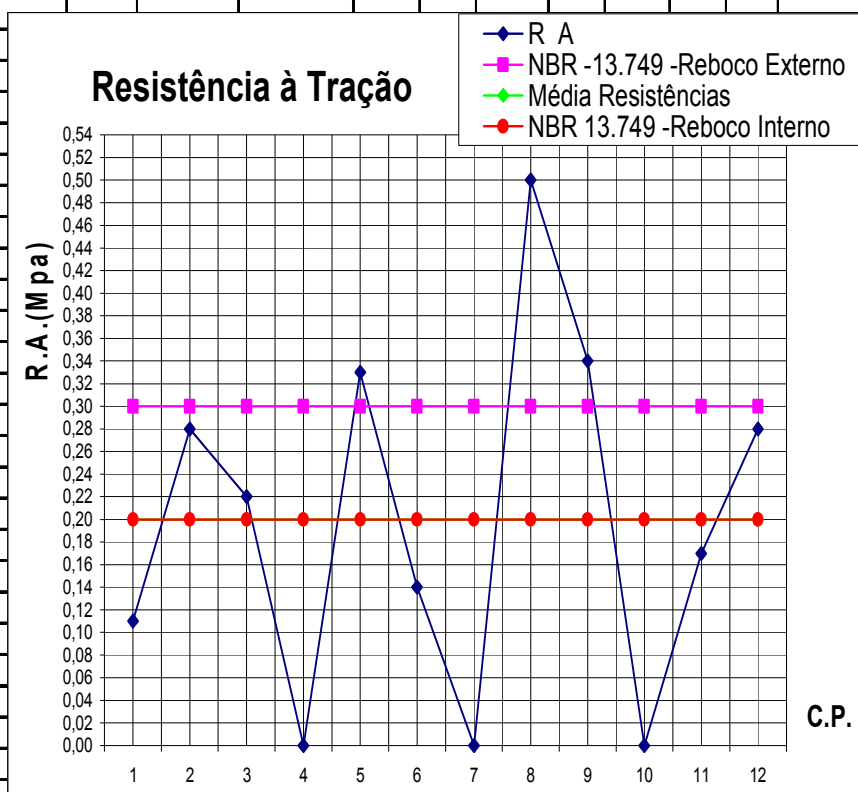
**Resistência de Aderência a Tração**

Clima: Estável	Temperatura: 29° C	Base: Seca
----------------	--------------------	------------

Data da Colagem:	24/3/2004	Data do Arrancamento:	25/3/2004
------------------	-----------	-----------------------	-----------

CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	200,00	47,50	1.771,16	0,11	x	x	100	x	x	2 cm
2	500,00	48,00	1.808,64	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
3	400,00	48,20	1.823,74	0,22	90	x	10	x	x	2 cm
4	-	47,50	1.771,16	-	x	x	x	100	x	2 cm
5	600,00	48,40	1.838,91	0,33	100	x	x	x	x	2 cm
6	250,00	47,50	1.771,16	0,14	x	x	x	100	x	2 cm
7	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	900,00	48,00	1.808,64	0,50	50	50	x	x	x	2 cm
9	600,00	47,50	1.771,16	0,34	50	50	x	x	x	2 cm
10	-	47,50	1.771,16	-	100	x	x	x	x	2 cm
11	300,00	47,70	1.786,10	0,17	100	x	x	x	x	2 cm
12	500,00	47,30	1.756,27	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,68</b>	<b>1.784,35</b>	<b>0,20</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,40</b>	<b>30,00</b>	<b>0,16</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,11	0,30
0,28	0,30
0,22	0,30
0,00	0,30
0,33	0,30
0,14	0,30
0,00	0,30
0,50	0,30
0,34	0,30
0,00	0,30
0,17	0,30
0,28	0,30
Média	NBR 13749
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20



Testes de Tração		Painel: 1.3		Idade : 37 Dias						
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 29° C		Base: Pulverulência						
Data da Colagem:		24/03/2004		Data do Arrancamento: 25/03/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	900,00	47,10	1.741,45	0,52	100	x	x	x	x	2 cm
2	-	47,20	1.748,85	-	100	x	x	x	x	2 cm
3	-	47,80	1.793,60	-	100	x	5	x	x	2 cm
4	250,00	47,80	1.793,60	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
5	600,00	47,50	1.771,16	0,34	100	x	x	x	x	2 cm
6	500,00	47,50	1.771,16	0,28	20	80	x	x	x	2 cm
7	-	47,70	1.786,10	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	-	47,80	1.793,60	-	100	x	x	x	x	2 cm
9	-	47,60	1.778,62	-	100	x	x	x	x	2 cm
10	360,00	47,60	1.778,62	0,20	100	x	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
12	352,00	47,60	1.778,62	0,20	70	30	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,52</b>	<b>1.772,45</b>	<b>0,14</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,28</b>	<b>20,53</b>	<b>0,17</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,52	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,14	0,30
0,34	0,30
0,28	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,20	0,30
0,00	0,30
0,20	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20
0,14	0,20

### Resistência à Tração

The graph plots Resistance to Tension (R.A. in Mpa) on the y-axis (0.00 to 0.56) against CP (1 to 12) on the x-axis. The R A series (blue diamonds) starts at 0.52 for CP 1, drops to 0.00 for CP 2 and 3, rises to 0.34 for CP 5, drops to 0.28 for CP 6, and then fluctuates between 0.00 and 0.20 for CP 7-12. The NBR -13.749 -Reboco Externo series (magenta squares) is constant at 0.30. The Média Resistências series (green diamonds) is constant at 0.14. The NBR 13.749 -Reboco Interno series (red circles) is constant at 0.20.

◆ R A  
 ■ NBR -13.749 -Reboco Externo  
 ◆ Média Resistências  
 ● NBR 13.749 -Reboco Interno



Testes de Tração	Painel: 1.4	Idade : 37 Dias
------------------	-------------	-----------------

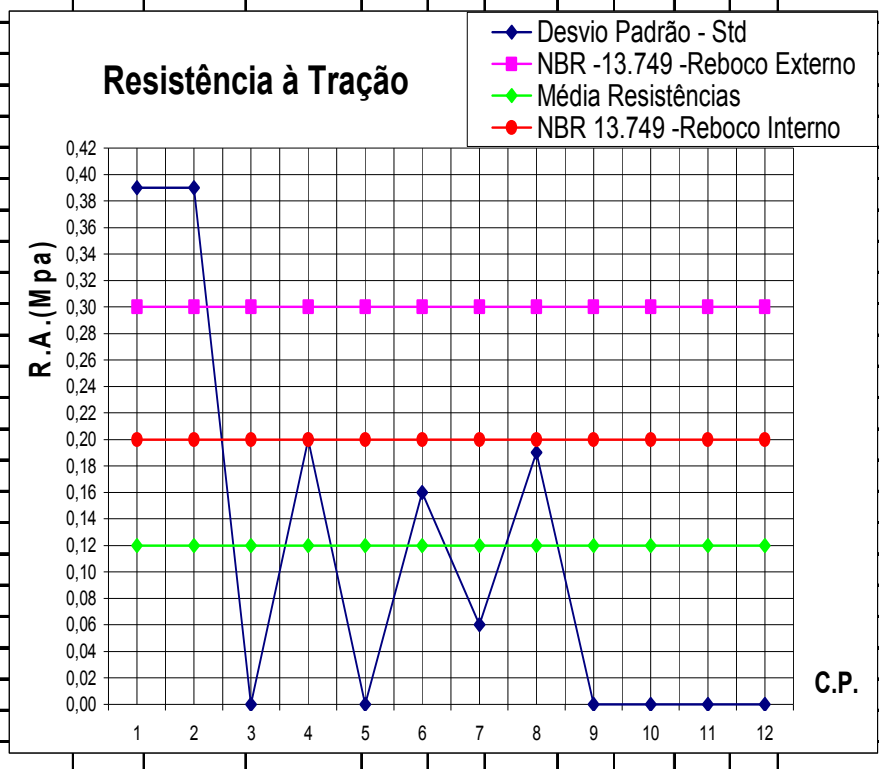
### Resistência de Aderência a Tração

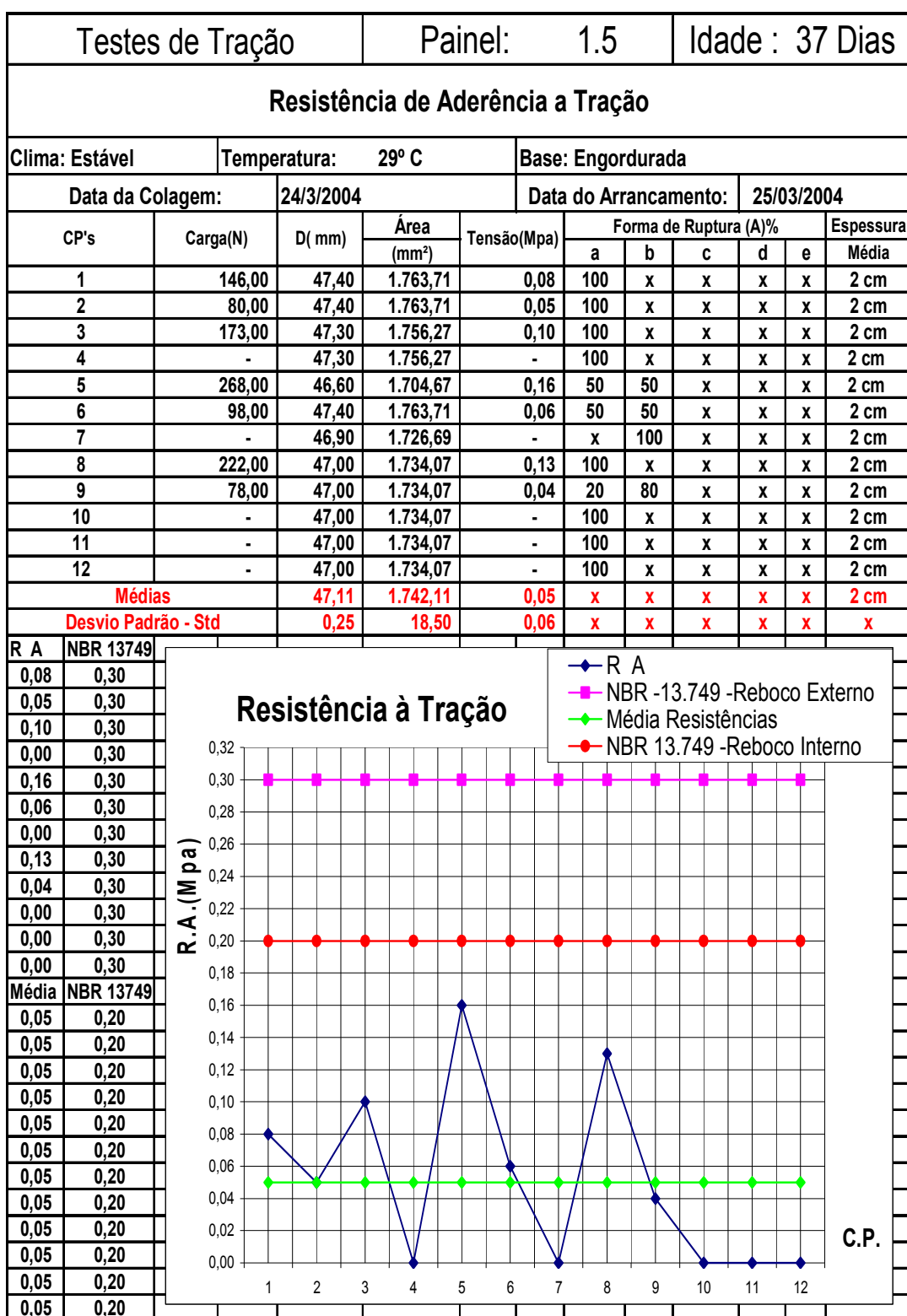
Clima: Estável	Temperatura: 29° C	Base: Saibro
----------------	--------------------	--------------

Data da Colagem: 24/03/2004	Data do Arrancamento: 25/03/2004
-----------------------------	----------------------------------

CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	702,00	47,90	1.801,11	0,39	90	10	x	x	x	2 cm
2	697,00	47,50	1.771,16	0,39	50	50	x	x	x	2 cm
3	-	47,50	1.771,16	-	100	x	x	x	x	2 cm
4	350,00	47,70	1.786,10	0,20	100	x	x	x	x	2 cm
5	-	46,80	1.719,34	-	100	x	x	x	x	2 cm
6	289,00	47,50	1.771,16	0,16	100	x	x	x	x	2 cm
7	106,00	47,30	1.756,27	0,06	100	x	x	x	x	2 cm
8	333,00	46,90	1.726,69	0,19	100	x	x	x	x	2 cm
9	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
10	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
12	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,26</b>	<b>1.753,27</b>	<b>0,12</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,36</b>	<b>26,40</b>	<b>0,15</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,39	0,30
0,39	0,30
0,00	0,30
0,20	0,30
0,00	0,30
0,16	0,30
0,06	0,30
0,19	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
Média	NBR 13749
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20





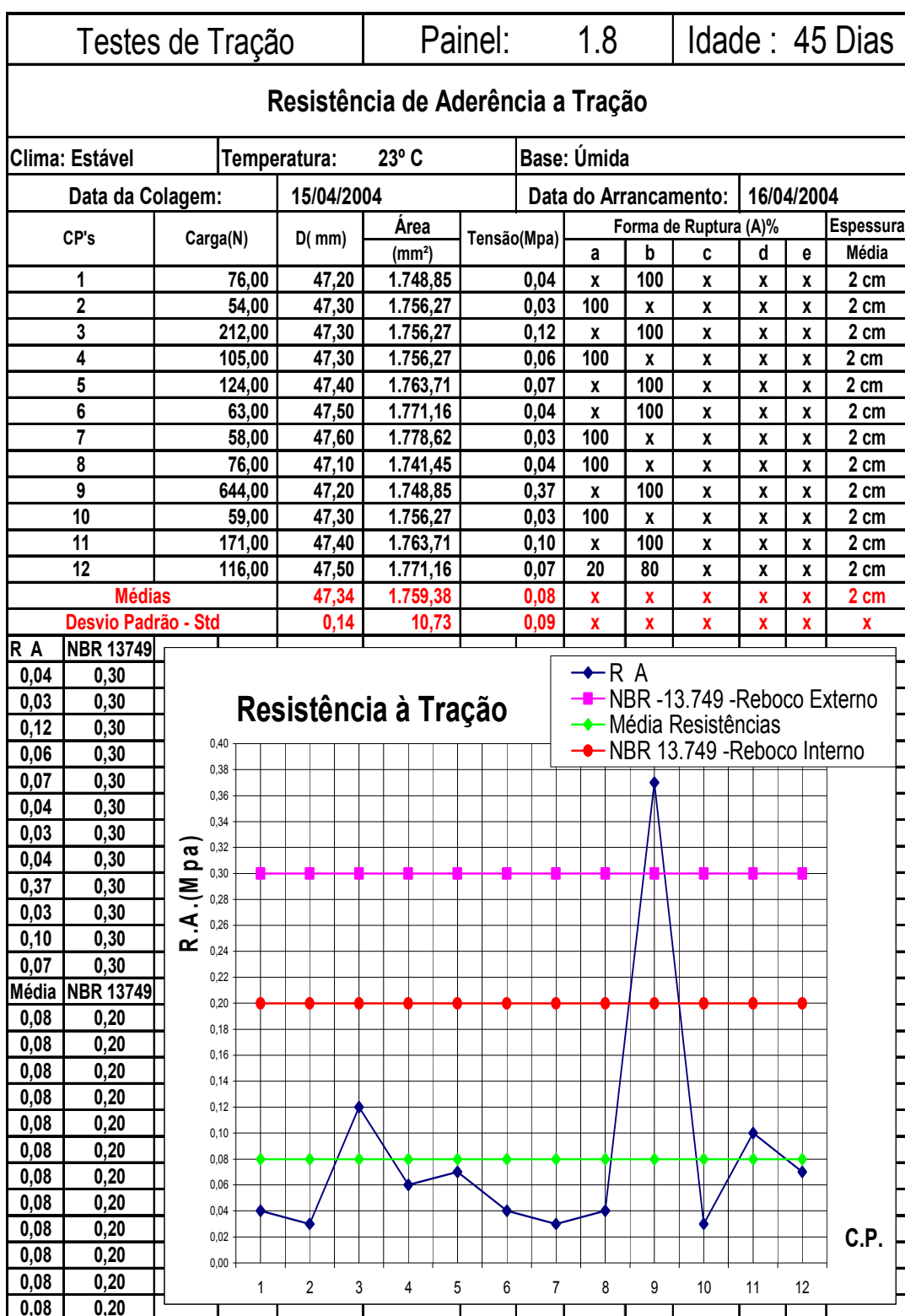
Testes de Tração			Painel: 1.6		Idade : 41 Dias					
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 26° C			Base: Saturada					
Data da Colagem: 26/03/2004			Data do Arrancamento: 30/03/2004							
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média(cm)
					a	b	c	d	e	
1	300,00	47,30	1.756,27	0,17	100	x	x	x	x	2,00
2	1.000,00	47,60	1.778,62	0,56	30	70	x	x	x	2,00
3	800,00	47,60	1.778,62	0,45	100	x	x	x	x	2,00
4	250,00	47,00	1.734,07	0,14	100	x	x	x	x	2,00
5	200,00	47,10	1.741,45	0,11	100	x	x	x	x	2,00
6	250,00	46,80	1.719,34	0,15	100	x	x	x	x	2,00
7	250,00	47,30	1.756,27	0,14	100	x	x	x	x	2,00
8	200,00	47,40	1.763,71	0,11	100	x	x	x	x	2,00
9	300,00	46,90	1.726,69	0,17	100	x	x	x	x	2,00
10	250,00	47,50	1.771,16	0,14	100	x	x	x	x	2,00
11	250,00	46,80	1.719,34	0,15	100	x	x	x	x	2,00
12	250,00	47,40	1.763,71	0,14	100	x	x	x	x	2,00
<b>Médias</b>		<b>47,23</b>	<b>1.750,77</b>	<b>0,20</b>	x	x	x	x	x	2,00
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,30</b>	<b>21,92</b>	<b>0,14</b>	x	x	x	x	x	x

R.A	NBR 13.749
0,17	0,30
0,56	0,30
0,45	0,30
0,14	0,30
0,11	0,30
0,15	0,30
0,14	0,30
0,11	0,30
0,17	0,30
0,14	0,30
0,15	0,30
0,14	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20

Resistência à Tração	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ R.A</li> <li>■ NBR -13.528 - Reboco Externo</li> <li>▲ Média Resistências</li> <li>● NBR-13.749 Reboco Interno</li> </ul>



Testes de Tração			Painel: 1.9		Idade : 41 Dias					
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 26° C		Base: Úmida						
Data da Colagem:		26/3/2004		Data do Arrancamento:		30/3/2004				
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	250,00	47,10	1.741,45	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
2	150,00	47,20	1.748,85	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
3	150,00	47,50	1.771,16	0,08	100	x	x	x	x	2 cm
4	200,00	47,30	1.756,27	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
5	600,00	47,00	1.734,07	0,35	5	x	95	x	x	2 cm
6	250,00	47,20	1.748,85	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
7	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	250,00	47,80	1.793,60	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
9	250,00	47,20	1.748,85	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
10	250,00	47,40	1.763,71	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
11	250,00	46,60	1.704,67	0,15	100	x	x	x	x	2 cm
12	150,00	47,20	1.748,85	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,21</b>	<b>1.749,53</b>	<b>0,13</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,29</b>	<b>21,77</b>	<b>0,08</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

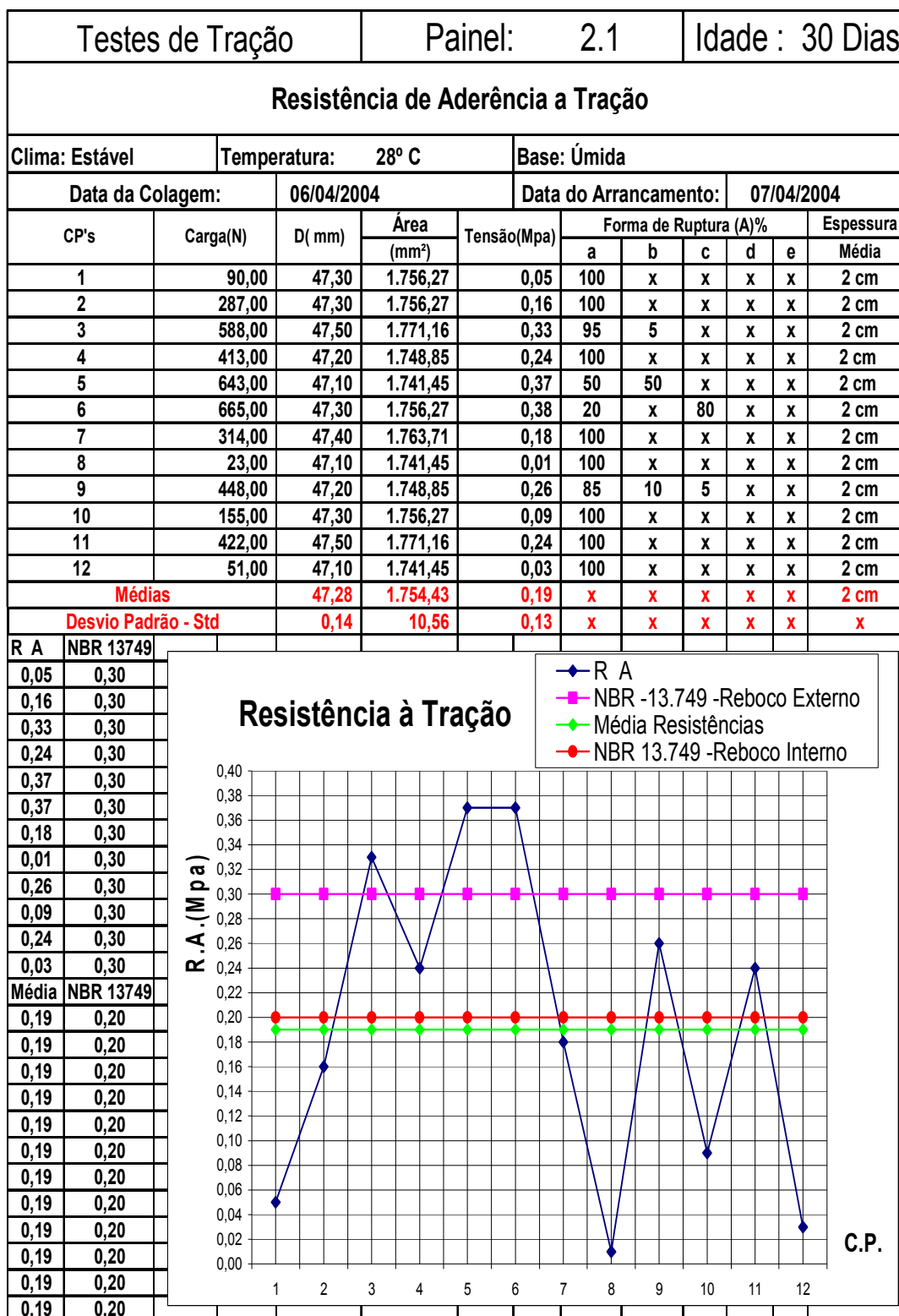
R A	NBR 13749
0,14	0,30
0,09	0,30
0,08	0,30
0,11	0,30
0,35	0,30
0,14	0,30
0,00	0,30
0,14	0,30
0,14	0,30
0,14	0,30
0,14	0,30
0,15	0,30
0,09	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20
0,13	0,20

### Resistência à Tração

C.P.	R A (Mpa)	NBR -13.749 -Reboco Externo (Mpa)	Média Resistências (Mpa)	NBR 13.749 -Reboco Interno (Mpa)
1	0.14	0.30	0.13	0.20
2	0.09	0.30	0.13	0.20
3	0.08	0.30	0.13	0.20
4	0.11	0.30	0.13	0.20
5	0.35	0.30	0.13	0.20
6	0.14	0.30	0.13	0.20
7	0.00	0.30	0.13	0.20
8	0.14	0.30	0.13	0.20
9	0.14	0.30	0.13	0.20
10	0.14	0.30	0.13	0.20
11	0.15	0.30	0.13	0.20
12	0.09	0.30	0.13	0.20

◆ R A  
 ■ NBR -13.749 -Reboco Externo  
 ◆ Média Resistências  
 ● NBR 13.749 -Reboco Interno



Testes de Tração				Painel: 2.2		Idade : 30 Dias					
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>											
Clima: Estável			Temperatura: 28° C			Base: Seca					
Data da Colagem: 06/04/2004			Data do Arrancamento: 07/04/2004								
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média	
					a	b	c	d	e		
1	75,00	47,30	1.756,27	0,04	100	x	x	x	x	2 cm	
2	549,00	47,20	1.748,85	0,31	x	75	25	x	x	2 cm	
3	525,00	47,20	1.748,85	0,30	80	x	20	x	x	2 cm	
4	534,00	47,30	1.756,27	0,30	x	x	x	100	x	2 cm	
5	769,00	47,70	1.786,10	0,43	100	x	x	x	x	2 cm	
6	184,00	47,60	1.778,62	0,10	100	x	x	x	x	2 cm	
7	213,00	47,30	1.756,27	0,12	100	x	x	x	x	2 cm	
8	106,00	47,20	1.748,85	0,06	25	x	75	x	x	2 cm	
9	333,00	46,90	1.726,69	0,19	100	x	x	x	x	2 cm	
10	296,00	47,20	1.748,85	0,17	100	x	x	x	x	2 cm	
11	293,00	47,40	1.763,71	0,17	100	x	x	x	x	2 cm	
12	508,00	46,80	1.719,34	0,30	100	x	x	x	x	2 cm	
Médias				1.753,22	0,21	x	x	x	x	x	2 cm
Desvio Padrão - Std			0,25	18,57	0,12	x	x	x	x	x	x

R A	NBR 13749
0,04	0,30
0,32	0,30
0,31	0,30
0,31	0,30
0,43	0,30
0,11	0,30
0,12	0,30
0,06	0,30
0,19	0,30
0,17	0,30
0,17	0,30
0,30	0,30
Média	NBR 13749
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20
0,21	0,20

### Resistência à Tração

**Legend:**

- ◆ R A
- NBR -13.749 -Reboco Externo
- ◆ Média Resistências
- NBR 13.749 -Reboco Interno

Testes de Tração			Painel: 2.3		Idade:30 e 36Dias					
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 28 e 27°C		Base:Pulverulência						
Data da Colagem:		06 e 08/04/2004		Data do Arrancamento:		07 e 13/04/2004				
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	519,00	47,30	1.756,27	0,30	100	x	x	x	x	2 cm
2	66,00	47,80	1.793,60	0,04	100	x	x	x	x	2 cm
3	835,00	47,20	1.748,85	0,48	100	x	x	x	x	2 cm
4	83,00	47,10	1.741,45	0,05	100	x	x	x	x	2 cm
5	354,00	47,20	1.748,85	0,20	60	x	40	x	x	2 cm
6	219,00	47,40	1.763,71	0,12	100	x	x	x	x	2 cm
7	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	128,00	47,20	1.748,85	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
9	109,00	47,10	1.741,45	0,06	100	x	x	x	x	2 cm
10	305,00	47,20	1.748,85	0,17	100	x	x	x	x	2 cm
11	323,00	47,30	1.756,27	0,18	95	x	5	x	x	2 cm
12	370,00	46,90	1.726,69	0,21	80	20	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,23</b>	<b>1.750,74</b>	<b>0,16</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,23</b>	<b>16,81</b>	<b>0,13</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,30	0,30
0,04	0,30
0,48	0,30
0,05	0,30
0,20	0,30
0,12	0,30
0,00	0,30
0,07	0,30
0,06	0,30
0,17	0,30
0,18	0,30
0,21	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20
0,16	0,20

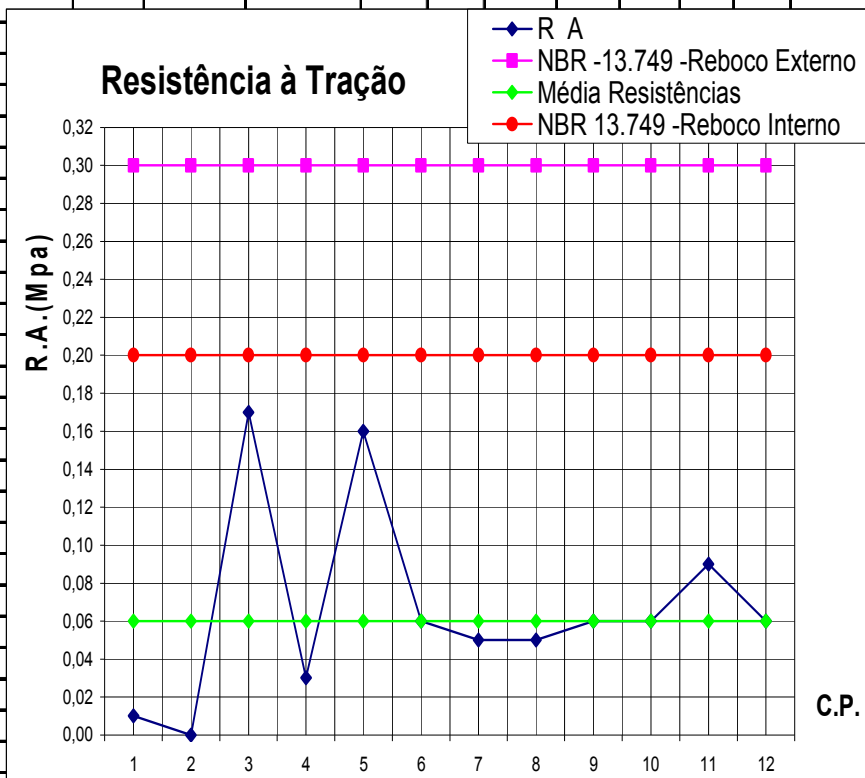
### Resistência à Tração

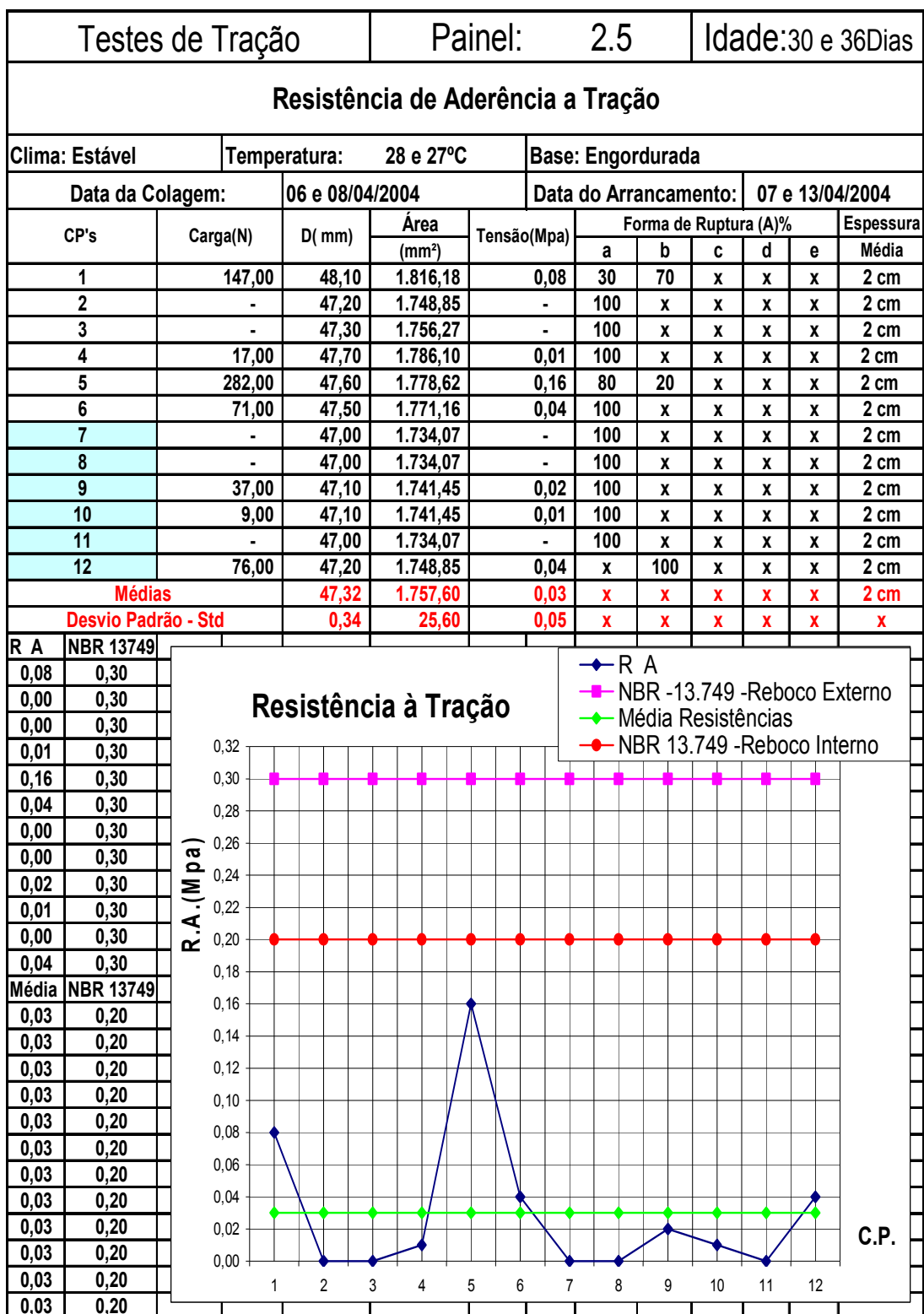
◆ R A  
 ■ NBR -13.749 -Reboco Externo  
 ◆ Média Resistências  
 ● NBR 13.749 -Reboco Interno

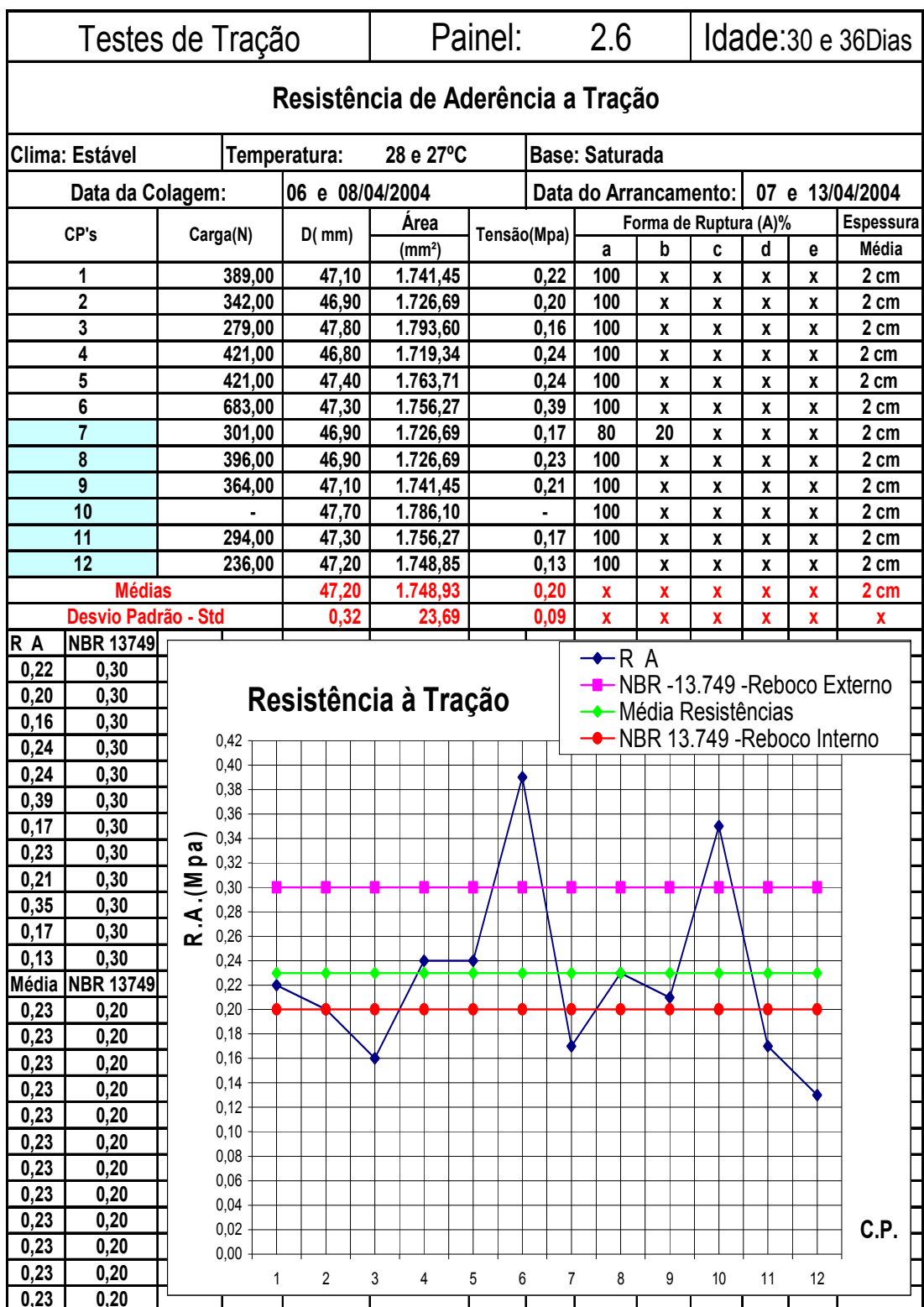


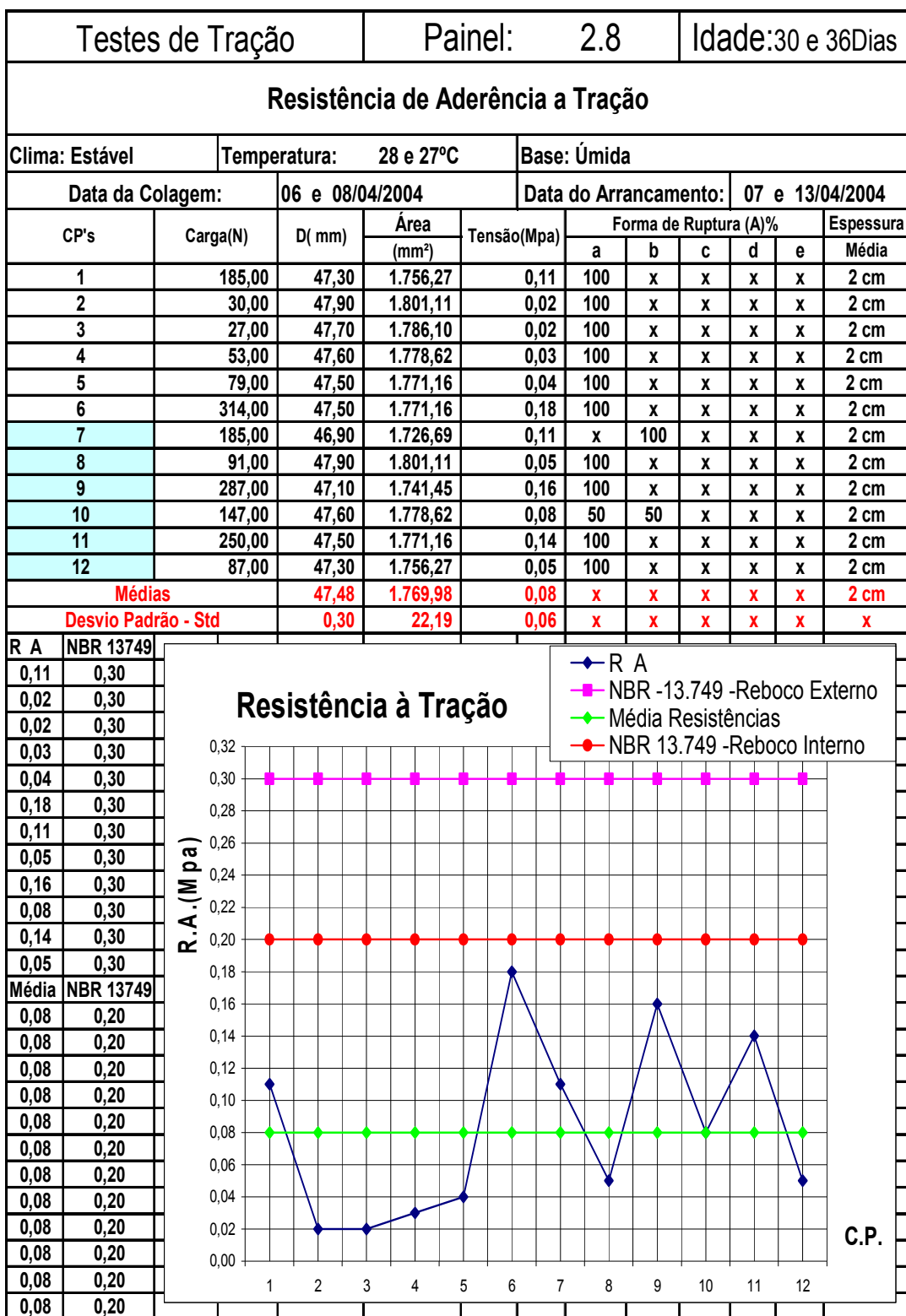
Testes de Tração		Painel: 2.4		Idade:30 e 36Dias						
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 28 e 27°C		Base: Saibro						
Data da Colagem:		06 e 08/04/2004		Data do Arrancamento: 07 e 13/04/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	Média
1	16,00	47,10	1.741,45	0,01	100	x	x	x	x	2 cm
2	-	46,90	1.726,69	-	100	x	x	x	x	2 cm
3	291,00	47,20	1.748,85	0,17	100	x	x	x	x	2 cm
4	59,00	47,20	1.748,85	0,03	50	50	x	x	x	2 cm
5	289,00	47,30	1.756,27	0,16	100	x	x	x	x	2 cm
6	96,00	46,90	1.726,69	0,06	100	x	x	x	x	2 cm
7	80,00	47,00	1.734,07	0,05	100	x	x	x	x	2 cm
8	79,00	47,20	1.748,85	0,05	100	x	x	x	x	2 cm
9	100,00	47,10	1.741,45	0,06	100	x	x	x	x	2 cm
10	99,00	47,40	1.763,71	0,06	100	x	x	x	x	2 cm
11	150,00	47,40	1.763,71	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
12	99,00	47,30	1.756,27	0,06	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,17</b>	<b>1.746,41</b>	<b>0,06</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,17</b>	<b>12,76</b>	<b>0,05</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,01	0,30
0,00	0,30
0,17	0,30
0,03	0,30
0,16	0,30
0,06	0,30
0,05	0,30
0,05	0,30
0,06	0,30
0,06	0,30
0,09	0,30
0,06	0,30
Média	NBR 13749
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20
0,06	0,20



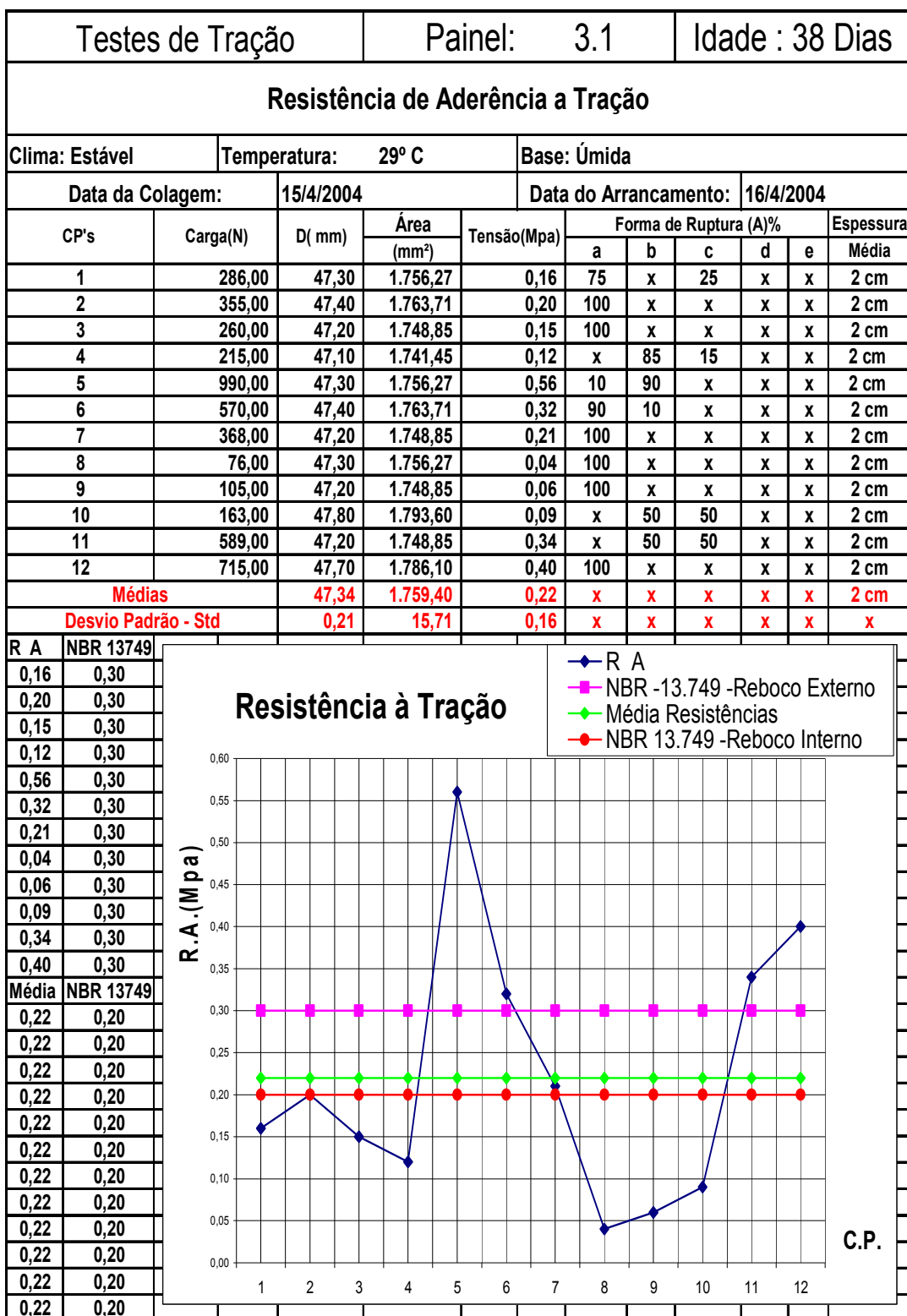






Testes de Tração			Painel: 2.9			Idade:30 e 36Dias				
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável			Temperatura: 28 e 27°C			Base: Úmida				
Data da Colagem: 06 e 08/04/2004				Data do Arrancamento: 07 e 13/04/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	645,00	47,20	1.748,85	0,37	100	x	x	x	x	2 cm
2	325,00	47,50	1.771,16	0,18	100	x	x	x	x	2 cm
3	235,00	47,50	1.771,16	0,13	40	60	x	x	x	2 cm
4	252,00	47,90	1.801,11	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
5	84,00	47,20	1.748,85	0,05	50	50	x	x	x	2 cm
6	678,00	47,30	1.756,27	0,39	100	x	x	x	x	2 cm
7	77,00	47,20	1.748,85	0,04	50	50	x	x	x	2 cm
8	493,00	47,10	1.741,45	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
9	31,00	46,90	1.726,69	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
10	398,00	46,90	1.726,69	0,23	75	x	25	x	x	2 cm
11	133,00	47,20	1.748,85	0,08	100	x	x	x	x	2 cm
12	337,00	47,70	1.786,10	0,19	90	x	10	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,30</b>	<b>1.756,34</b>	<b>0,17</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,30</b>	<b>22,43</b>	<b>0,12</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
R A	NBR 13749									
0,37	0,30									
0,18	0,30									
0,13	0,30									
0,14	0,30									
0,05	0,30									
0,39	0,30									
0,04	0,30									
0,28	0,30									
0,02	0,30									
0,23	0,30									
0,08	0,30									
0,19	0,30									
Média	NBR 13749									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									
0,17	0,20									





Testes de Tração				Painel: 3.2				Idade : 38 Dias			
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>											
Clima: Estável			Temperatura: 29° C			Base: Seca					
Data da Colagem:			15/4/2004			Data do Arrancamento:			16/4/2004		
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média	
					a	b	c	d	e		
1	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
2	256,00	47,50	1.771,16	0,14	100	x	x	x	x	2 cm	
3	590,00	46,90	1.726,69	0,34	10	90	x	x	x	2 cm	
4	77,00	46,90	1.726,69	0,04	100	x	x	x	x	2 cm	
5	489,00	47,20	1.748,85	0,28	x	80	x	20	x	2 cm	
6	-	47,10	1.741,45	-	x	x	x	x	100	2 cm	
7	108,00	47,30	1.756,27	0,06	100	x	x	x	x	2 cm	
8	140,00	47,40	1.763,71	0,08	100	x	x	x	x	2 cm	
9	37,00	47,20	1.748,85	0,02	100	x	x	x	x	2 cm	
10	136,00	47,30	1.756,27	0,08	100	x	x	x	x	2 cm	
11	489,00	47,20	1.748,85	0,28	x	100	x	x	x	2 cm	
12	145,00	47,10	1.741,45	0,08	100	x	x	x	x	2 cm	
Médias		47,18	1.747,03	0,12	x	x	x	x	x	2 cm	
Desvio Padrão - Std		0,19	13,81	0,12	x	x	x	x	x	x	

R A	NBR 13749
0,00	0,30
0,14	0,30
0,34	0,30
0,04	0,30
0,28	0,30
0,00	0,30
0,06	0,30
0,08	0,30
0,02	0,30
0,08	0,30
0,28	0,30
0,08	0,30
Média	NBR 13749
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20
0,12	0,20

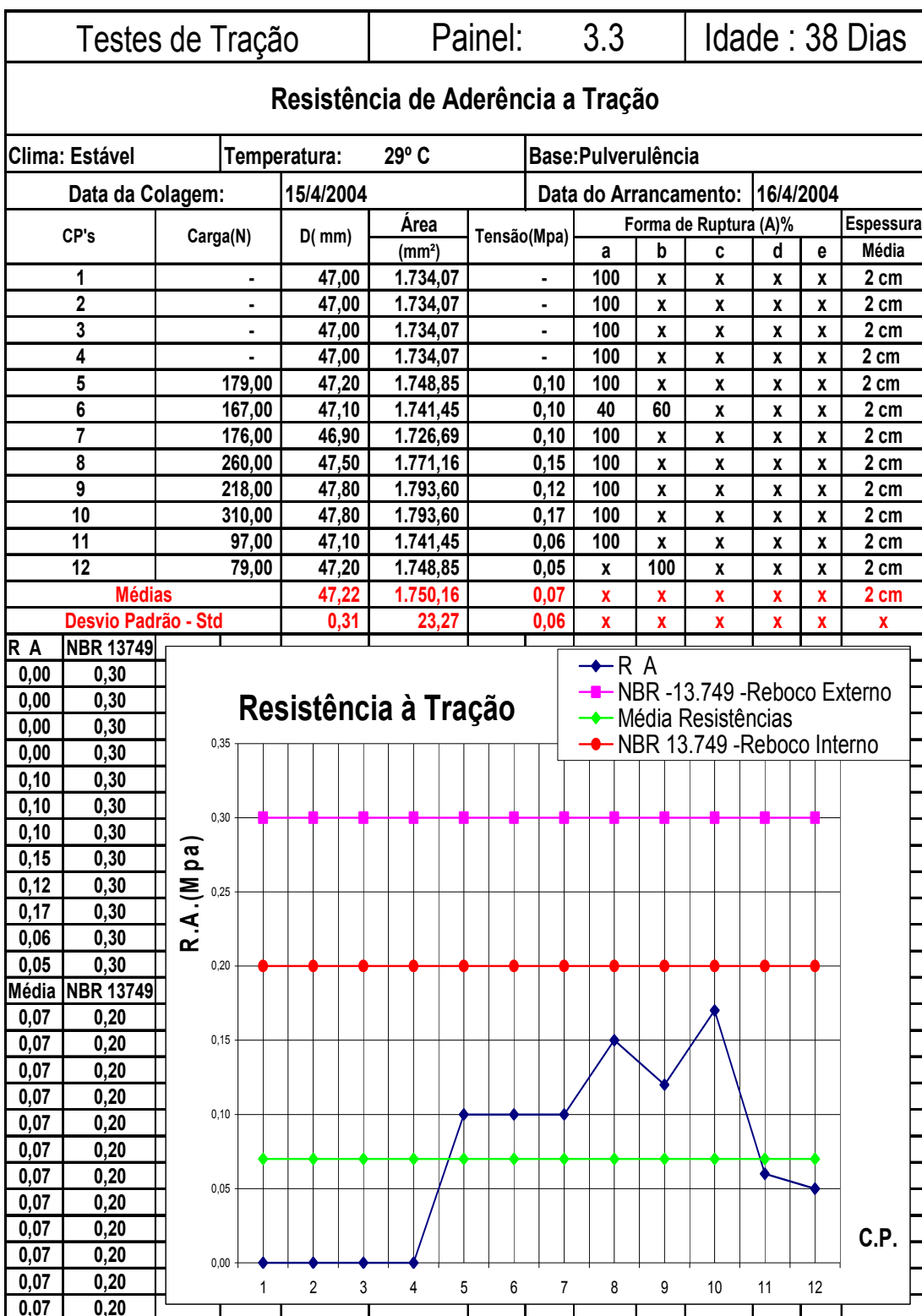
### Resistência à Tração

◆ R A

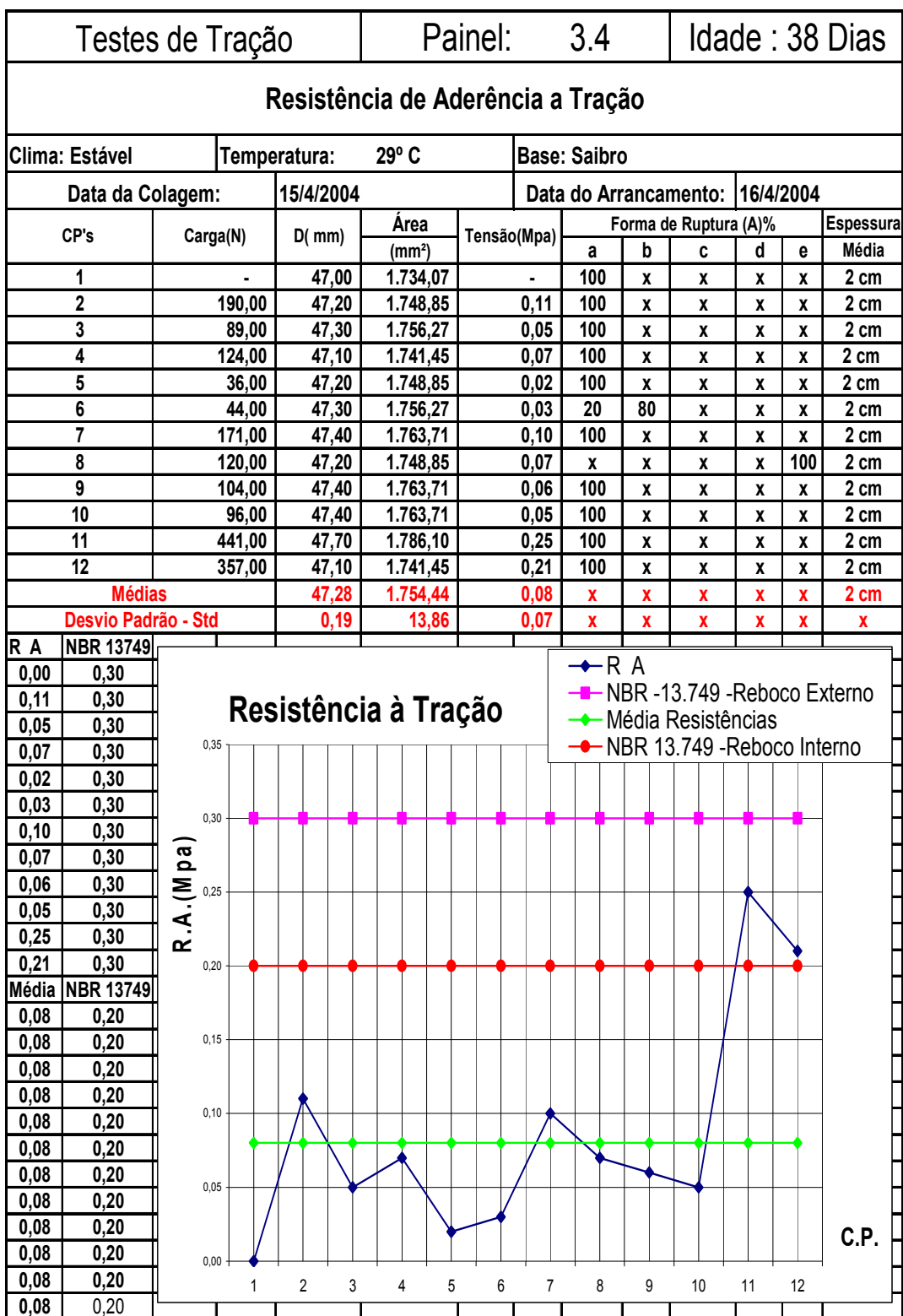
■ NBR -13.749 -Reboco Externo

◆ Média Resistências

● NBR 13.749 -Reboco Interno

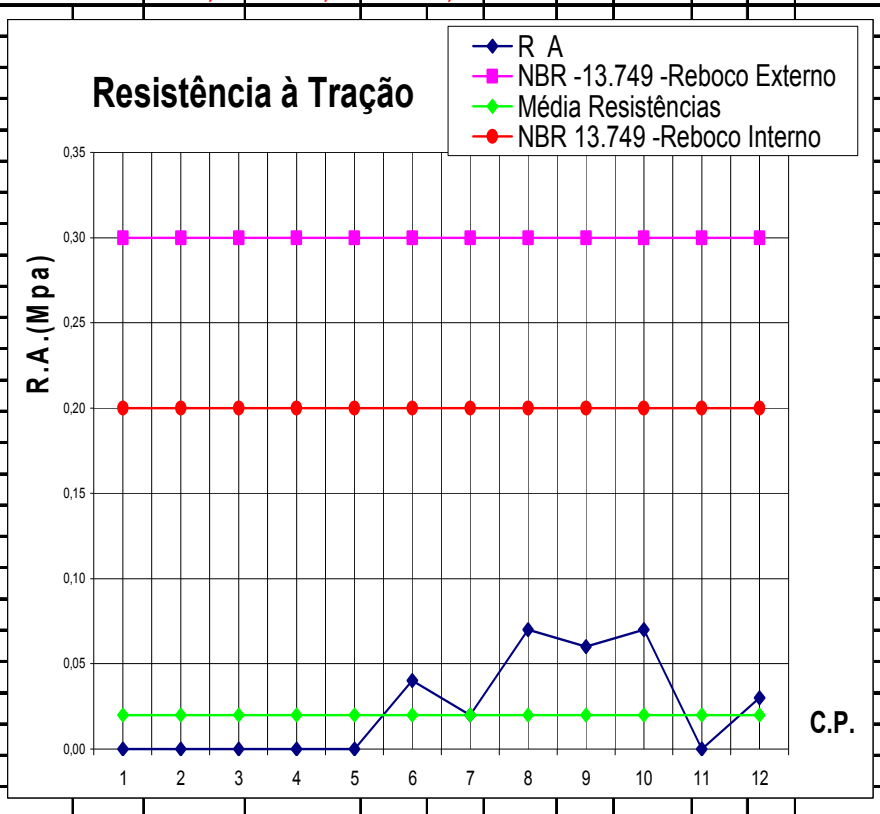


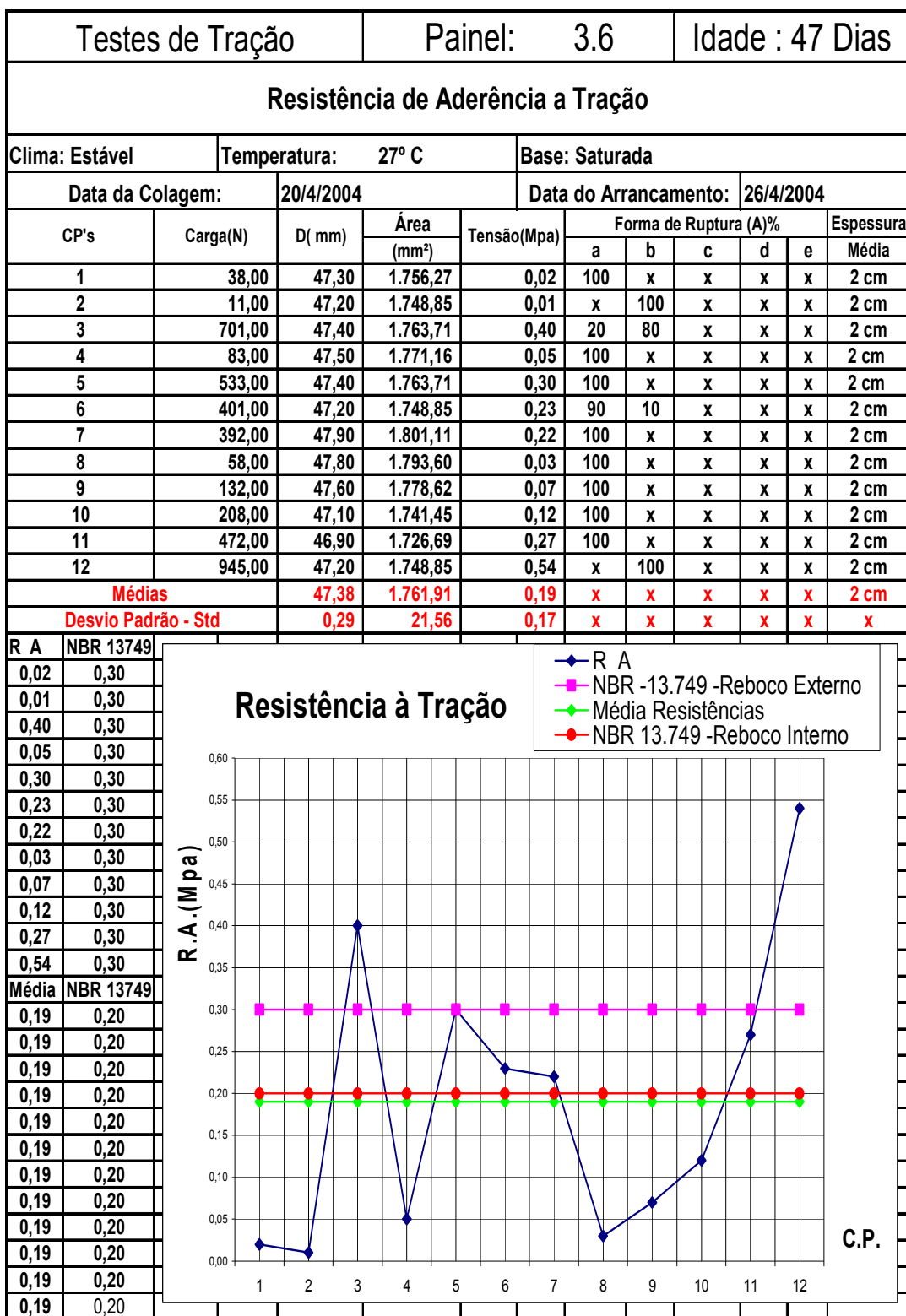




Testes de Tração		Painel: 3.5		Idade : 47 Dias						
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 29° C		Base: Engordurada						
Data da Colagem:		20/4/2004		Data do Arrancamento: 26/4/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
2	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
3	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
4	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
5	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
6	75,00	47,50	1.771,16	0,04	50	50	x	x	x	2 cm
7	32,00	47,60	1.778,62	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
8	128,00	47,20	1.748,85	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
9	114,00	47,30	1.756,27	0,06	80	20	x	x	x	2 cm
10	121,00	47,40	1.763,71	0,07	80	20	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
12	44,00	47,30	1.756,27	0,03	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,19</b>	<b>1.748,27</b>	<b>0,02</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,22</b>	<b>16,58</b>	<b>0,03</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,04	0,30
0,02	0,30
0,07	0,30
0,06	0,30
0,07	0,30
0,00	0,30
0,03	0,30
Média	NBR 13749
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20
0,02	0,20







Testes de Tração	Painel: 3.9	Idade : 47 Dias
------------------	-------------	-----------------

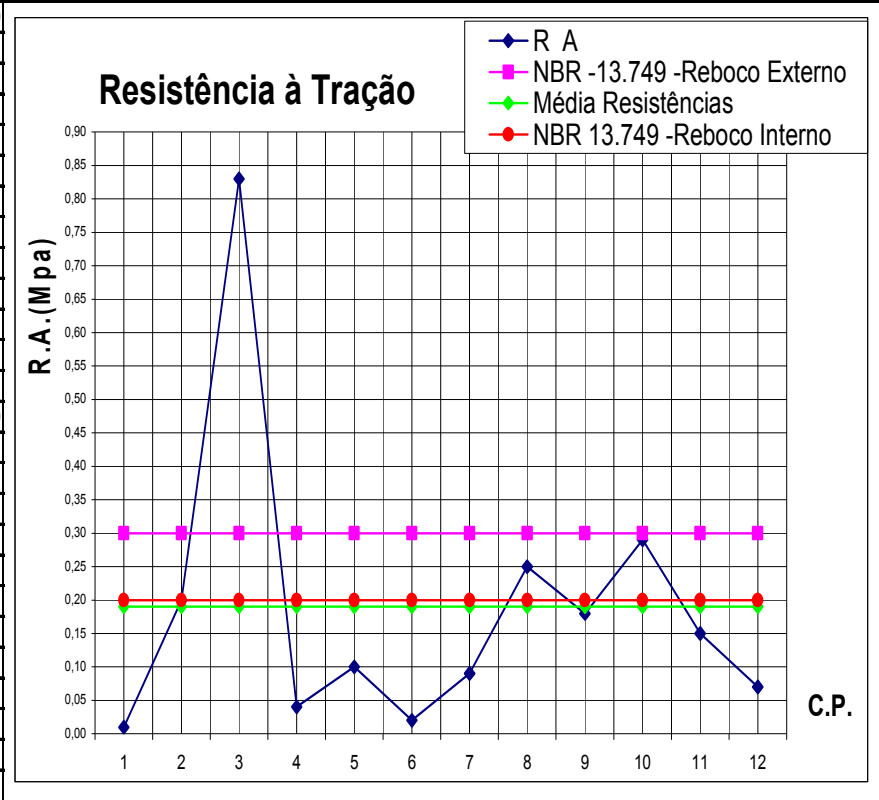
### Resistência de Aderência a Tração

Clima: Estável	Temperatura: 27° C	Base: Úmida
----------------	--------------------	-------------

Data da Colagem: 20/4/2004	Data do Arrancamento: 26/4/2004
----------------------------	---------------------------------

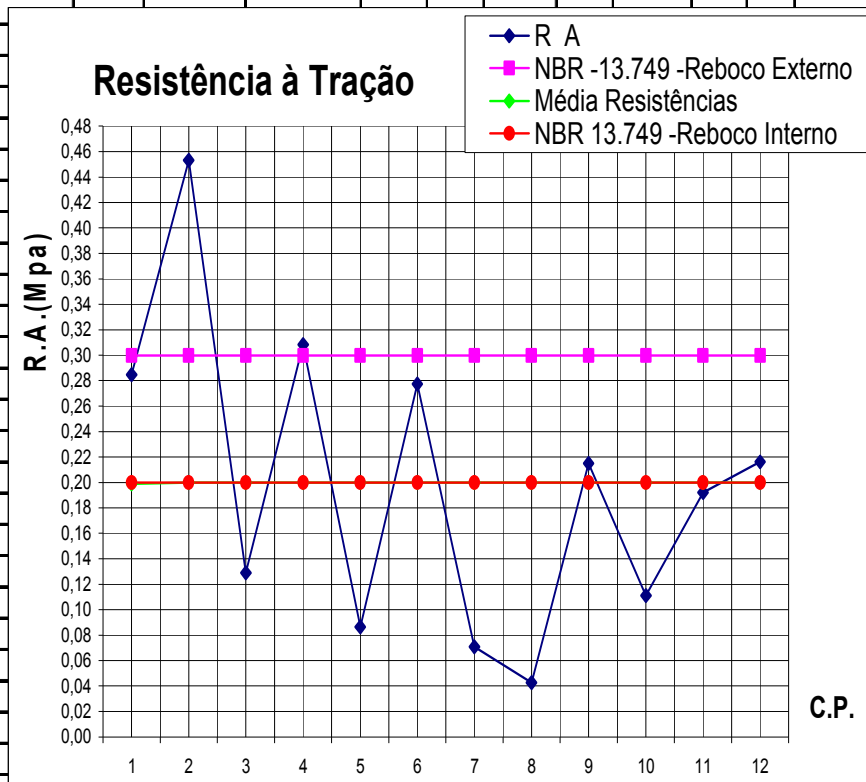
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	24,00	47,60	1.778,62	0,01	100	x	x	x	x	2 cm
2	353,00	47,20	1.748,85	0,20	100	x	x	x	x	2 cm
3	1.459,00	47,20	1.748,85	0,83	x	50	50	x	x	2 cm
4	81,00	47,90	1.801,11	0,04	80	20	x	x	x	2 cm
5	182,00	47,20	1.748,85	0,10	100	x	x	x	x	2 cm
6	36,00	47,30	1.756,27	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
7	154,00	47,40	1.763,71	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
8	445,00	47,80	1.793,60	0,25	100	x	x	x	x	2 cm
9	326,00	47,80	1.793,60	0,18	90	10	x	x	x	2 cm
10	510,00	47,70	1.786,10	0,29	100	x	x	x	x	2 cm
11	269,00	47,50	1.771,16	0,15	100	x	x	x	x	2 cm
12	132,00	47,50	1.771,16	0,07	90	10	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,51</b>	<b>1.771,82</b>	<b>0,19</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,25</b>	<b>18,94</b>	<b>0,22</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

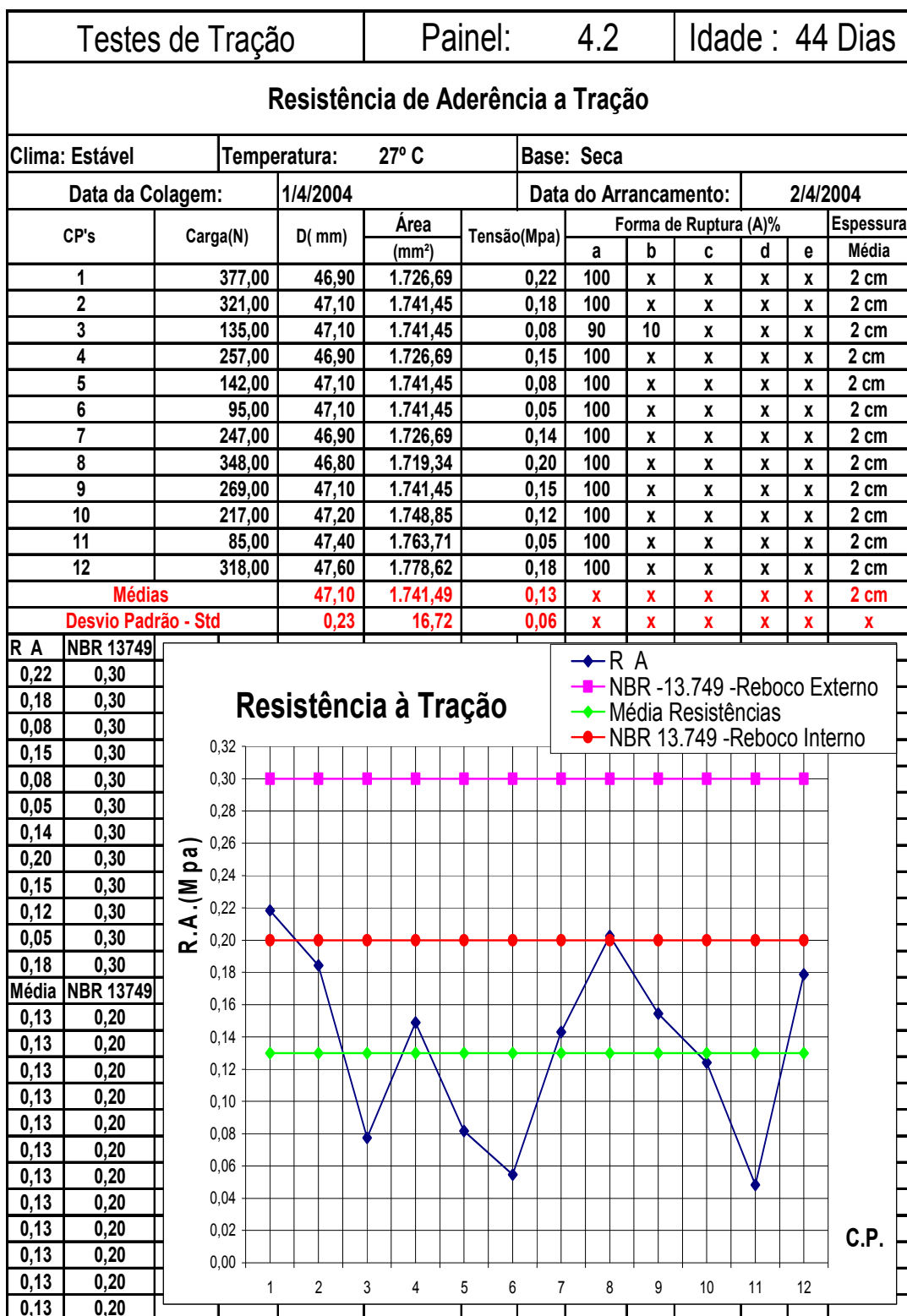
R A	NBR 13749
0,01	0,30
0,20	0,30
0,83	0,30
0,04	0,30
0,10	0,30
0,02	0,30
0,09	0,30
0,25	0,30
0,18	0,30
0,29	0,30
0,15	0,30
0,07	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20



Testes de Tração			Painel: 4.1		Idade :41e 44Dias					
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 26 e 27° C			Base: Úmida					
Data da Colagem:		26/03 e 01/04/2004		Data do Arrancamento:		30/03 e 02/04/2004				
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	
1	500,00	47,30	1.757,17	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
2	800,00	47,40	1.764,61	0,45	100	x	x	x	x	2 cm
3	226,00	47,20	1.749,75	0,13	100	x	x	x	x	2 cm
4	546,00	47,50	1.772,06	0,31	100	x	x	x	x	2 cm
5	151,00	47,20	1.749,75	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
6	496,00	47,70	1.787,01	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
7	125,00	47,40	1.764,61	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
8	74,00	47,00	1.734,95	0,04	100	x	x	x	x	2 cm
9	373,00	47,00	1.734,95	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
10	193,00	47,00	1.734,95	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
11	336,00	47,20	1.749,75	0,19	100	x	x	x	x	2 cm
12	375,00	47,00	1.734,95	0,22	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,24</b>	<b>1.752,87</b>	<b>0,20</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,23</b>	<b>16,90</b>	<b>0,12</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,28	0,30
0,45	0,30
0,13	0,30
0,31	0,30
0,09	0,30
0,28	0,30
0,07	0,30
0,04	0,30
0,21	0,30
0,11	0,30
0,19	0,30
0,22	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20
0,20	0,20





Testes de Tração	Painel: 4.3	Idade: 41 e 44 Dias
------------------	-------------	---------------------

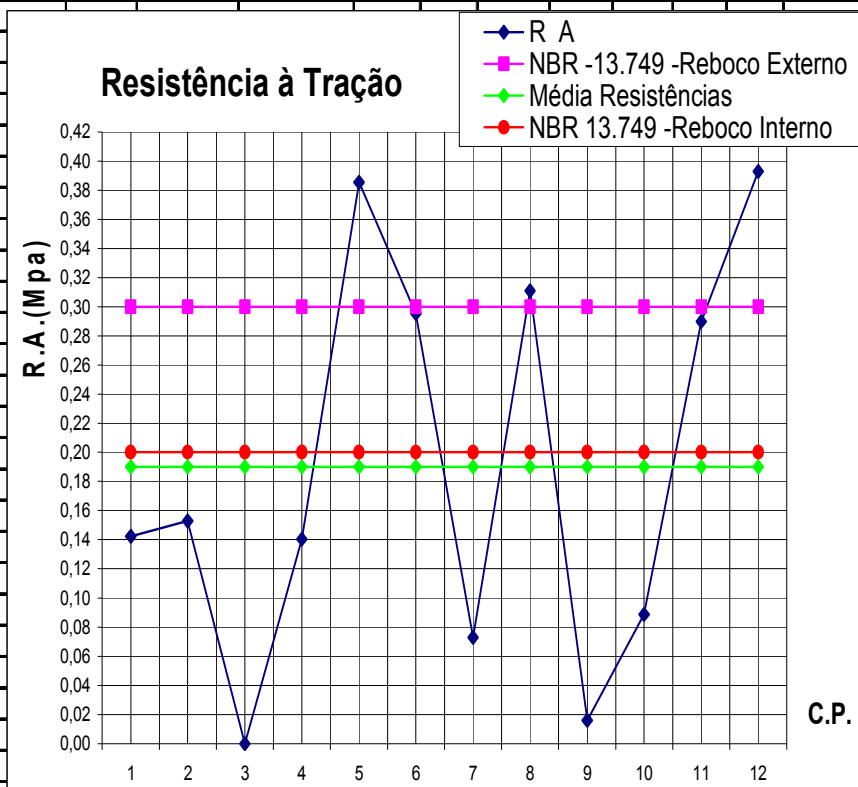
**Resistência de Aderência a Tração**

Clima: Estável	Temperatura: 26 e 27°C	Base: Pulverulência
----------------	------------------------	---------------------

Data da Colagem: 26 e 01/04/2004	Data do Arrancamento: 30 e 02/04/2004
----------------------------------	---------------------------------------

CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	250,00	47,30	1.756,27	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
2	270,00	47,40	1.763,71	0,15	100	x	x	x	x	2 cm
3	-	47,30	1.756,27	-	100	x	x	x	x	2 cm
4	250,00	47,60	1.778,62	0,14	x	100	x	x	x	2 cm
5	703,00	48,20	1.823,74	0,39	x	x	x	100	x	2 cm
6	532,00	47,90	1.801,11	0,30	100	x	x	x	x	2 cm
7	128,00	47,30	1.756,27	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
8	544,00	47,20	1.748,85	0,31	x	x	x	100	x	2 cm
9	28,00	47,00	1.734,07	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
10	156,00	47,30	1.756,27	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
11	507,00	47,20	1.748,85	0,29	x	x	x	100	x	2 cm
12	693,00	47,40	1.763,71	0,39	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,43</b>	<b>1.765,65</b>	<b>0,19</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,33</b>	<b>24,72</b>	<b>0,14</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,14	0,30
0,15	0,30
0,00	0,30
0,14	0,30
0,39	0,30
0,30	0,30
0,07	0,30
0,31	0,30
0,02	0,30
0,09	0,30
0,29	0,30
0,39	0,30
Média	NBR 13749
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20





Testes de Tração		Painel: 4.4		Idade:41 e 44Dias						
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 26 e 27°C		Base: Saibro						
Data da Colagem:		26 e 01/04/2004		Data do Arrancamento: 30 e 02/04/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	529,00	47,40	1.763,71	0,30	100	x	x	x	x	2 cm
2	552,00	47,50	1.771,16	0,31	100	x	x	x	x	2 cm
3	-	47,40	1.763,71	-	100	x	x	x	x	2 cm
4	-	47,30	1.756,27	-	100	x	x	x	x	2 cm
5	324,00	47,20	1.748,85	0,19	100	x	x	x	x	2 cm
6	483,00	46,60	1.704,67	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
7	136,00	47,50	1.771,16	0,08	x	100	x	x	x	2 cm
8	117,00	47,20	1.748,85	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
9	-	47,40	1.763,71	-	100	x	x	x	x	2 cm
10	23,00	47,30	1.756,27	0,01	100	x	x	x	x	2 cm
11	755,00	47,40	1.763,71	0,43	100	x	x	x	x	2 cm
12	191,00	47,30	1.756,27	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,29</b>	<b>1.755,70</b>	<b>0,15</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,24</b>	<b>17,66</b>	<b>0,15</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,30	0,30
0,31	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,19	0,30
0,28	0,30
0,08	0,30
0,07	0,30
0,00	0,30
0,01	0,30
0,43	0,30
0,11	0,30
Média	NBR 13749
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20

### Resistência à Tração

C.P.	R A (Mpa)	NBR -13.749 -Reboco Externo (Mpa)	Média Resistências (Mpa)	NBR 13.749 -Reboco Interno (Mpa)
1	0,30	0,30	0,15	0,20
2	0,31	0,30	0,15	0,20
3	0,00	0,30	0,15	0,20
4	0,00	0,30	0,15	0,20
5	0,19	0,30	0,15	0,20
6	0,28	0,30	0,15	0,20
7	0,08	0,30	0,15	0,20
8	0,07	0,30	0,15	0,20
9	0,01	0,30	0,15	0,20
10	0,11	0,30	0,15	0,20
11	0,43	0,30	0,15	0,20
12	0,11	0,30	0,15	0,20

C.P.

Testes de Tração		Painel: 4.5		Idade:41 e 44Dias						
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 26 e 27°C		Base: Engordurada						
Data da Colagem:		26 e 01/04/2004		Data do Arrancamento: 30 e 02/04/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	277,00	47,30	1.756,27	0,16	100	x	x	x	x	2 cm
2	714,00	47,50	1.771,16	0,40	100	x	x	x	x	2 cm
3	648,00	47,30	1.756,27	0,37	100	x	x	x	x	2 cm
4	220,00	47,30	1.756,27	0,13	100	x	x	x	x	2 cm
5	319,00	46,00	1.661,06	0,19	100	x	x	x	x	2 cm
6	-	47,30	1.756,27	-	100	x	x	x	x	2 cm
7	-	48,00	1.808,64	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	-	47,90	1.801,11	-	100	x	x	x	x	2 cm
9	125,00	47,50	1.771,16	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
10	375,00	47,40	1.763,71	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
11	250,00	47,30	1.756,27	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
12	250,00	47,40	1.763,71	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,35</b>	<b>1.760,16</b>	<b>0,15</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,49</b>	<b>35,92</b>	<b>0,13</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,16	0,30
0,40	0,30
0,37	0,30
0,13	0,30
0,19	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,07	0,30
0,21	0,30
0,14	0,30
0,14	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20
0,15	0,20

### Resistência à Tração

CP	R A (Mpa)	NBR -13.749 -Reboco Externo (Mpa)	Média Resistências (Mpa)	NBR 13.749 -Reboco Interno (Mpa)
1	0,16	0,30	0,15	0,20
2	0,40	0,30	0,15	0,20
3	0,37	0,30	0,15	0,20
4	0,13	0,30	0,15	0,20
5	0,19	0,30	0,15	0,20
6	0,00	0,30	0,15	0,20
7	0,00	0,30	0,15	0,20
8	0,00	0,30	0,15	0,20
9	0,07	0,30	0,15	0,20
10	0,21	0,30	0,15	0,20
11	0,14	0,30	0,15	0,20
12	0,14	0,30	0,15	0,20

C.P.

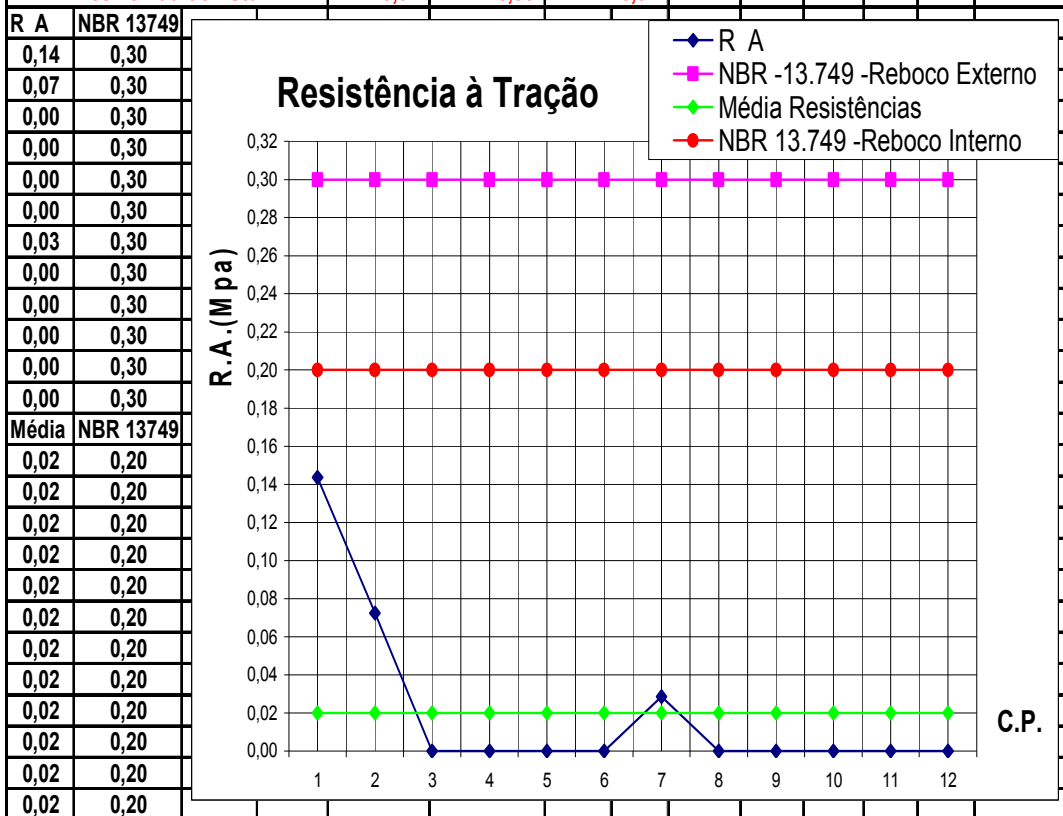
Testes de Tração			Painel: 4.6			Idade:41 e 44Dias				
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 26 e 27°C			Base: Saturada					
Data da Colagem:		26 e 01/04/2004			Data do Arrancamento:		30 e 02/04/2004			
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	Média
1	589,00	47,60	1.778,62	0,33	100	x	x	x	x	2 cm
2	663,00	47,30	1.756,27	0,38	100	x	x	x	x	2 cm
3	197,00	47,40	1.763,71	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
4	192,00	47,40	1.763,71	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
5	429,00	47,20	1.748,85	0,25	100	x	x	x	x	2 cm
6	415,00	47,30	1.756,27	0,24	100	x	x	x	x	2 cm
7	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	250,00	47,20	1.748,85	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
9	-	47,40	1.763,71	-	100	x	x	x	x	2 cm
10	750,00	47,40	1.763,71	0,43	100	x	x	x	x	2 cm
11	125,00	47,60	1.778,62	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
12	250,00	47,30	1.756,27	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,34</b>	<b>1.759,39</b>	<b>0,18</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,17</b>	<b>12,46</b>	<b>0,14</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
R A	NBR 13749									
0,33	0,30									
0,38	0,30									
0,11	0,30									
0,11	0,30									
0,25	0,30									
0,24	0,30									
0,00	0,30									
0,14	0,30									
0,00	0,30									
0,43	0,30									
0,07	0,30									
0,14	0,30									
Média	NBR 13749									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									
0,18	0,20									

### Resistência à Tração

◆ R A  
■ NBR -13.749 -Reboco Externo  
▲ Média Resistências  
● NBR 13.749 -Reboco Interno

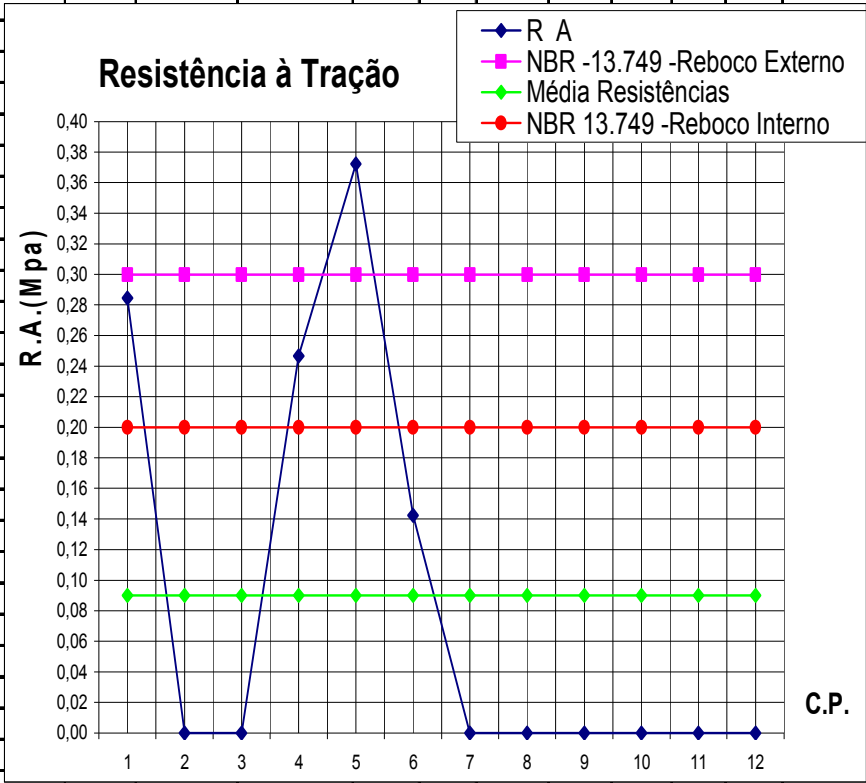
C.P.

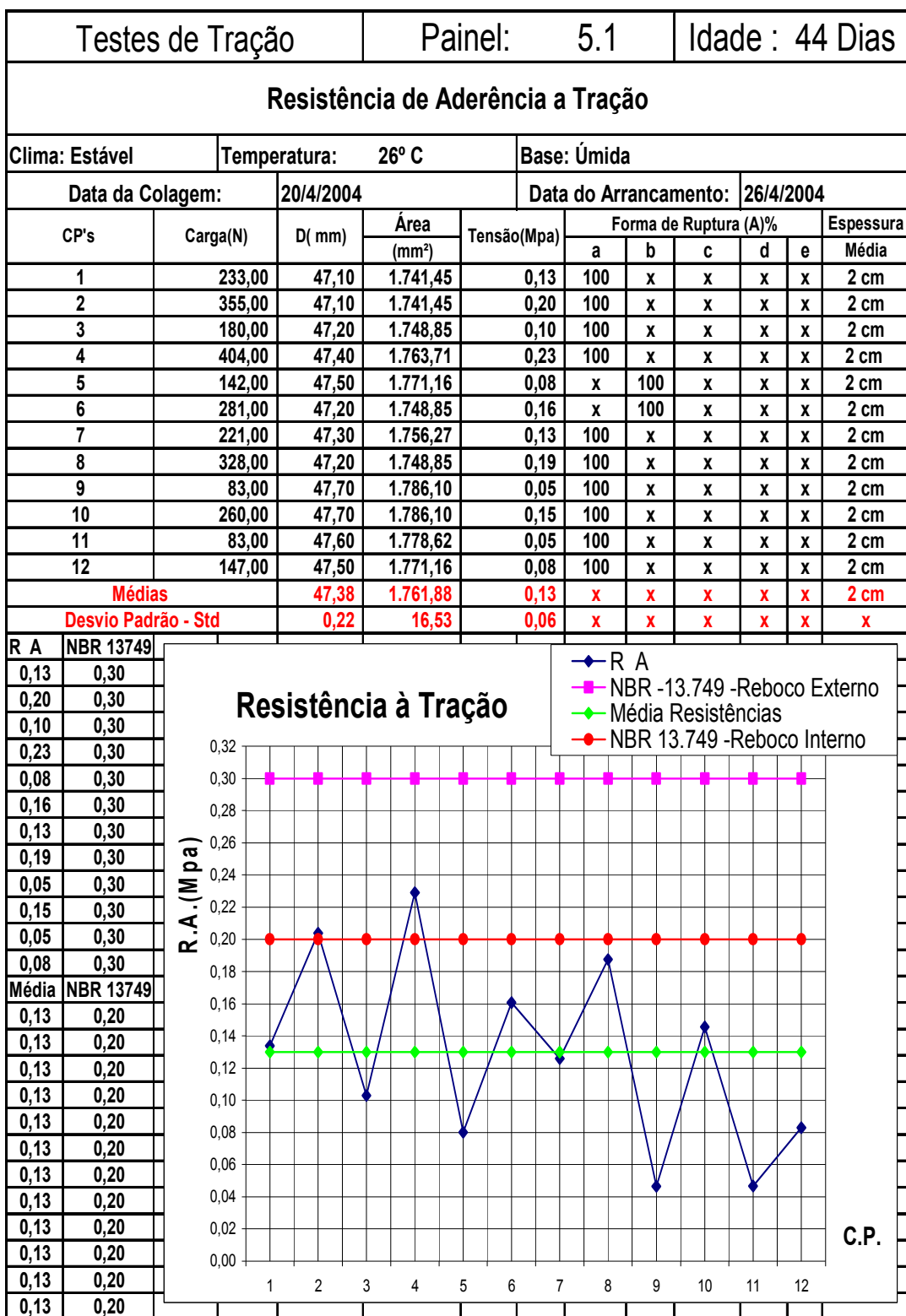
Testes de Tração			Painel: 4.8		Idade:31 Dias					
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 27°C		Base: Úmida						
Data da Colagem:		1/4/2004		Data do Arrancamento:		02/04/2004				
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	250,00	47,10	1.741,45	0,14	x	x	x	100	x	2 cm
2	125,00	46,90	1.726,69	0,07	x	x	x	100	x	2 cm
3	-	47,00	1.734,07	-	x	x	x	100	x	2 cm
4	-	47,00	1.734,07	-	x	x	x	100	x	2 cm
5	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
6	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
7	50,00	47,20	1.748,85	0,03	x	100	x	x	x	2 cm
8	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
9	-	47,00	1.734,07	-	x	100	x	x	x	2 cm
10	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	x	x	100	x	x	2 cm
12	-	47,00	1.734,07	-	x	100	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,02</b>	<b>1.735,30</b>	<b>0,02</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,07</b>	<b>5,30</b>	<b>0,04</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

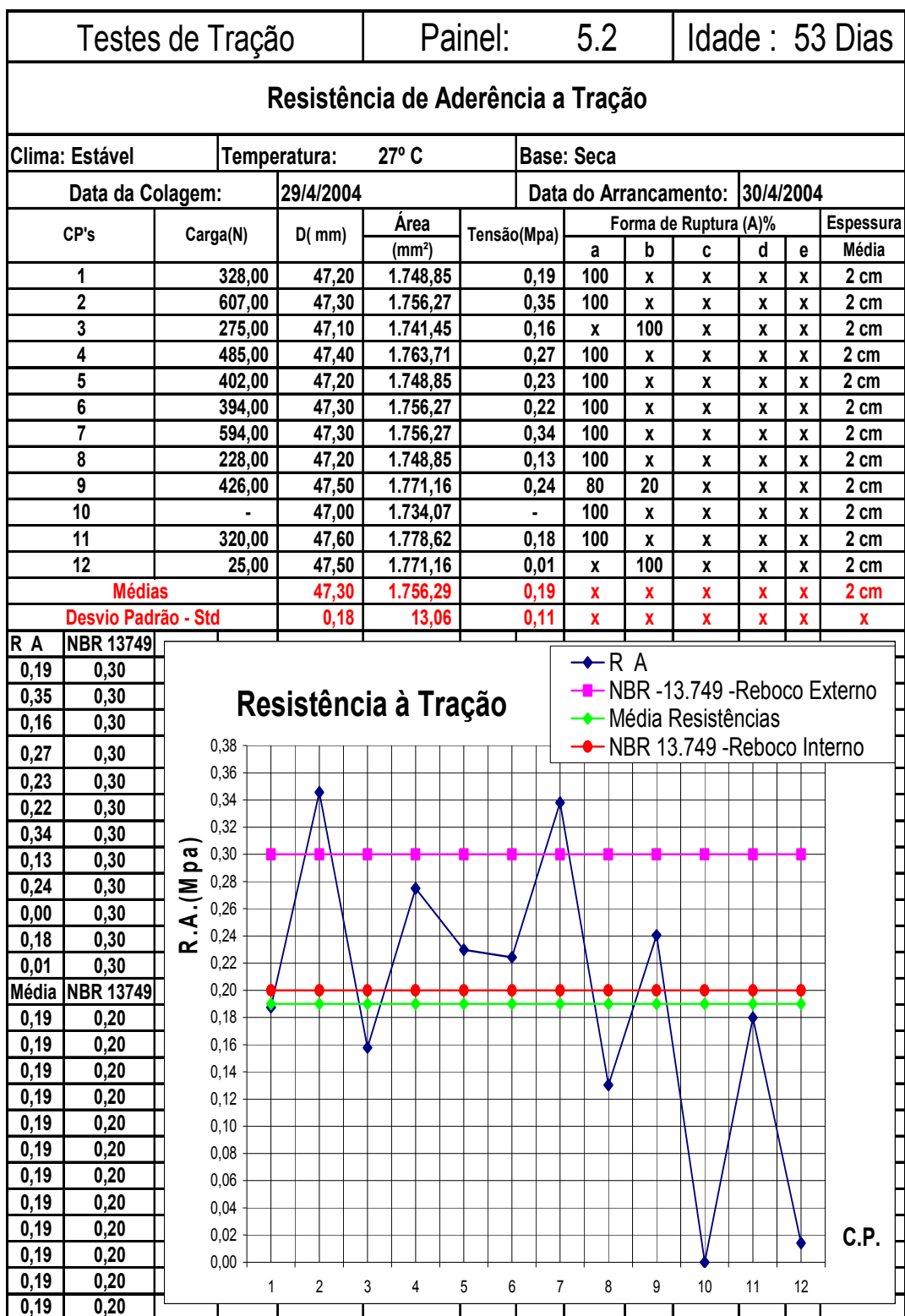


Testes de Tração		Painel: 4.9		Idade:41 e 44Dias						
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 26 e 27°C		Base: Úmida						
Data da Colagem:		26 e 01/04/2004		Data do Arrancamento: 30 e 02/04/2004						
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	
1	500,00	47,30	1.756,27	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
2	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
3	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
4	424,00	46,80	1.719,34	0,25	100	x	x	x	x	2 cm
5	629,00	46,40	1.690,07	0,37	100	x	x	x	x	2 cm
6	250,00	47,30	1.756,27	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
7	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
8	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
9	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
10	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
12	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>46,98</b>	<b>1.732,87</b>	<b>0,09</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,23</b>	<b>16,85</b>	<b>0,14</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,28	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,25	0,30
0,37	0,30
0,14	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,00	0,30
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20
0,09	0,20







Testes de Tração	Painel: 5.3	Idade : 53 Dias
------------------	-------------	-----------------

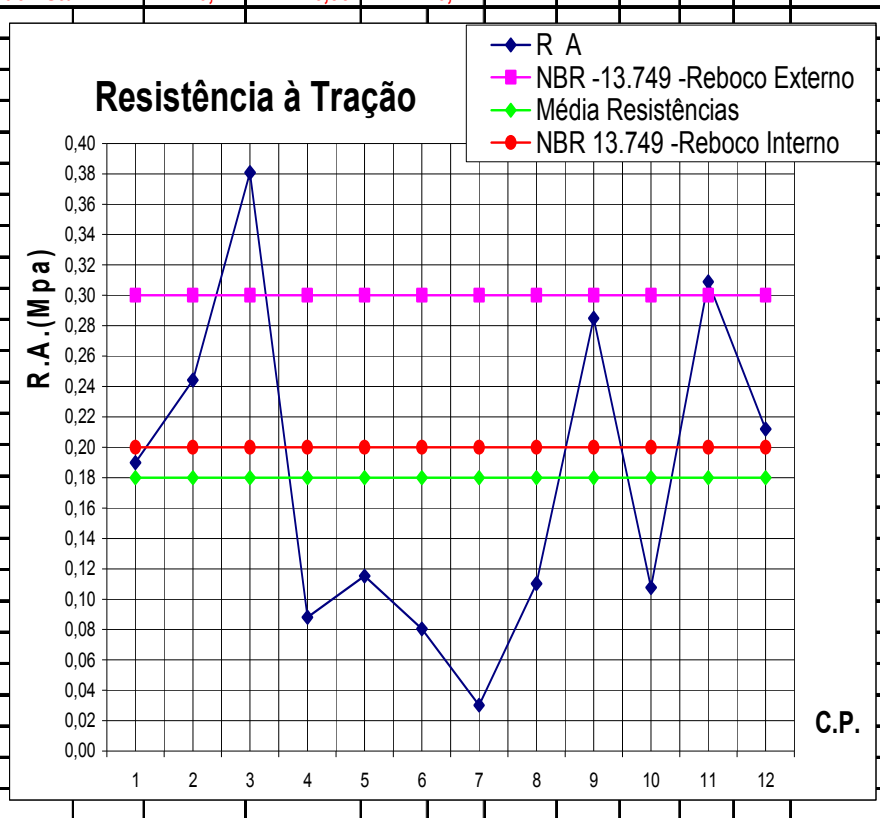
**Resistência de Aderência a Tração**

Clima: Estável	Temperatura: 27° C	Base:Pulverulência
----------------	--------------------	--------------------

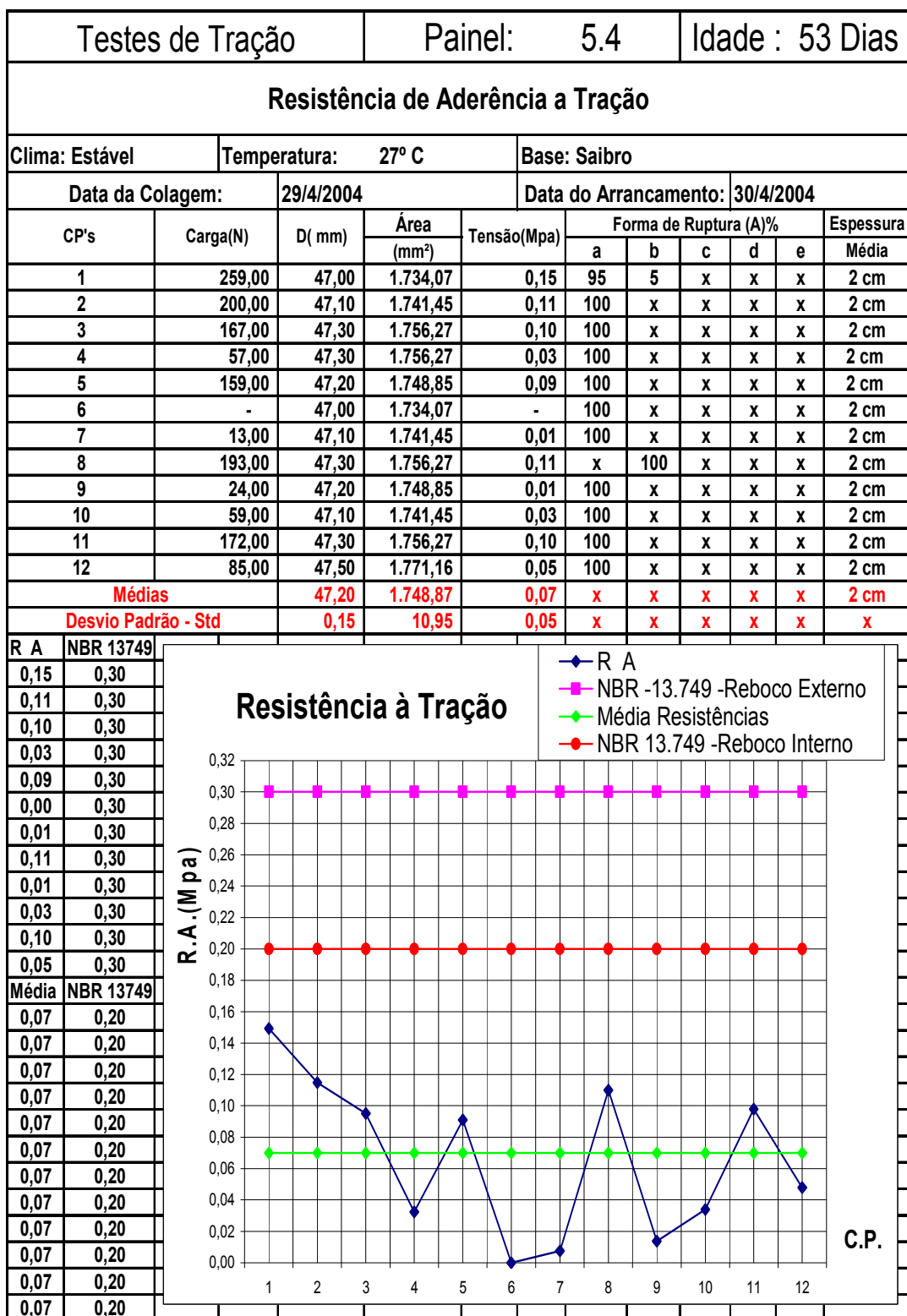
Data da Colagem: 29/4/2004	Data do Arrancamento: 30/4/2004
----------------------------	---------------------------------

CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	332,00	47,20	1.748,85	0,19	100	x	x	x	x	2 cm
2	429,00	47,30	1.756,27	0,24	100	x	x	x	x	2 cm
3	666,00	47,20	1.748,85	0,38	100	x	x	x	x	2 cm
4	155,00	47,40	1.763,71	0,09	100	x	x	x	x	2 cm
5	204,00	47,50	1.771,16	0,12	100	x	x	x	x	2 cm
6	144,00	47,80	1.793,60	0,08	100	x	x	x	x	2 cm
7	54,00	47,80	1.793,60	0,03	100	x	x	x	x	2 cm
8	195,00	47,50	1.771,16	0,11	x	100	x	x	x	2 cm
9	498,00	47,20	1.748,85	0,28	100	x	x	x	x	2 cm
10	189,00	47,30	1.756,27	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
11	540,00	47,20	1.748,85	0,31	100	x	x	x	x	2 cm
12	372,00	47,30	1.756,27	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,39</b>	<b>1.763,12</b>	<b>0,18</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,22</b>	<b>16,35</b>	<b>0,11</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,19	0,30
0,24	0,30
0,38	0,30
0,09	0,30
0,12	0,30
0,08	0,30
0,03	0,30
0,11	0,30
0,28	0,30
0,11	0,30
0,31	0,30
0,21	0,30
Média	NBR 13749
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20
0,18	0,20







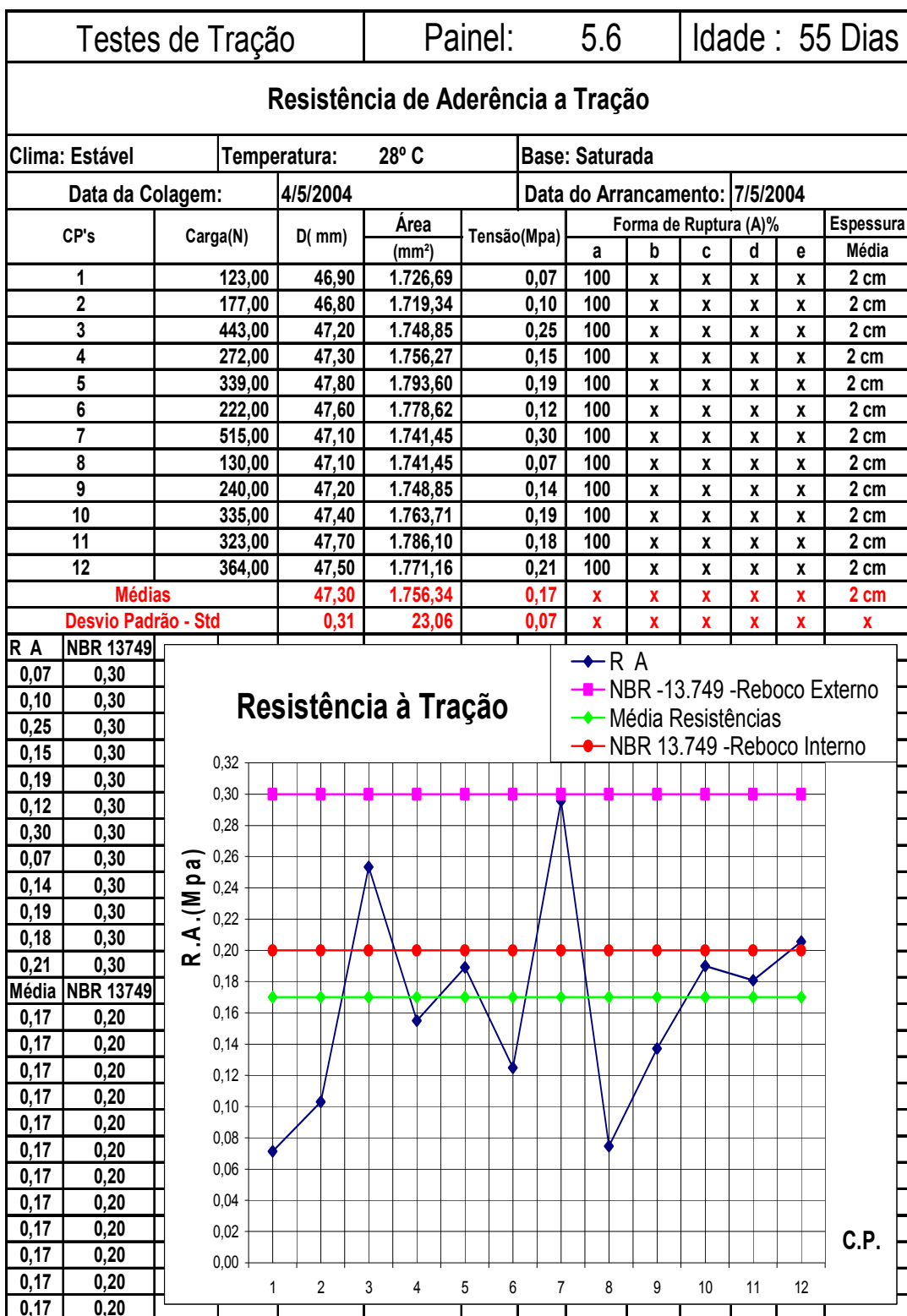
Testes de Tração		Painel: 5.5		Idade : 53 Dias							
Resistência de Aderência a Tração											
Clima: Estável		Temperatura: 27° C		Base: Engordurada							
Data da Colagem: 29/4/2004			Data do Arrancamento: 30/4/2004								
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média	
					a	b	c	d	e		
1	297,00	47,10	1.741,45	0,17	x	100	x	x	x	2 cm	
2	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
3	234,00	47,30	1.756,27	0,13	100	x	x	x	x	2 cm	
4	41,00	47,20	1.748,85	0,02	100	x	x	x	x	2 cm	
5	52,00	47,30	1.756,27	0,03	100	x	x	x	x	2 cm	
6	27,00	47,40	1.763,71	0,02	100	x	x	x	x	2 cm	
7	119,00	47,30	1.756,27	0,07	100	x	x	x	x	2 cm	
8	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
9	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
10	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
11	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
12	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm	
<b>Médias</b>		<b>47,00</b>	<b>1.743,94</b>	<b>0,04</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>	
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,16</b>	<b>11,53</b>	<b>0,06</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	
<b>R A</b>	<b>NBR 13749</b>										
0,17	0,30										
0,00	0,30										
0,13	0,30										
0,02	0,30										
0,03	0,30										
0,02	0,30										
0,07	0,30										
0,00	0,30										
0,00	0,30										
0,00	0,30										
0,00	0,30										
0,00	0,30										
0,00	0,30										
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										
0,04	0,20										

### Resistência à Tração

Legend:  
◆ R A  
■ NBR -13.749 -Reboco Externo  
● Média Resistências  
● NBR 13.749 -Reboco Interno

C.P.



Testes de Tração	Painel: 5.8	Idade : 55 Dias
------------------	-------------	-----------------

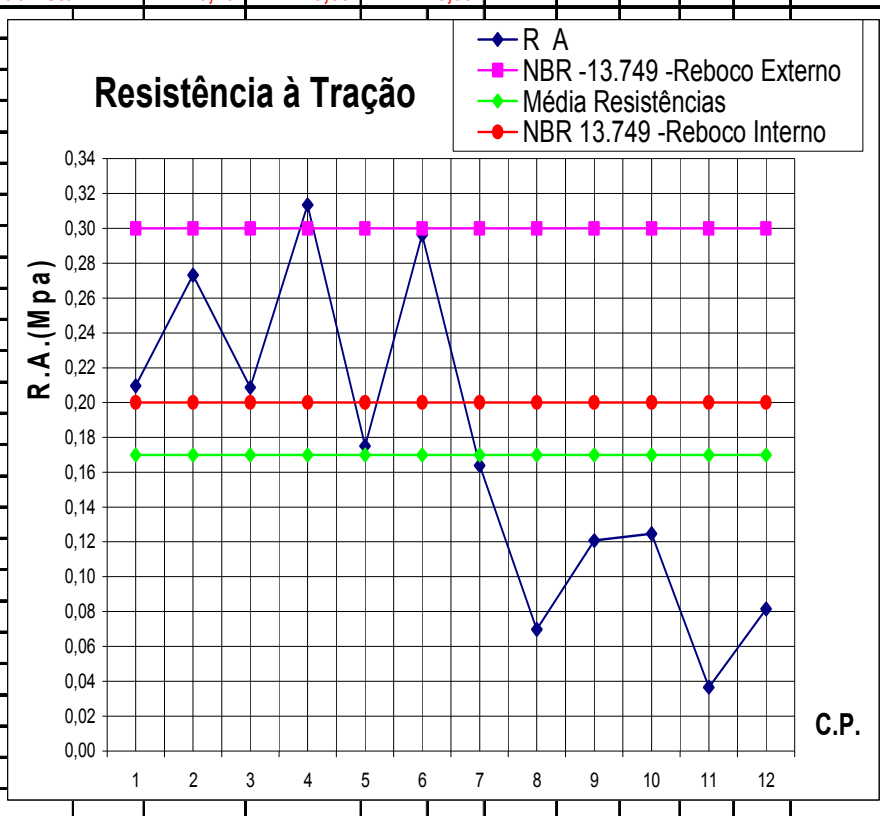
### Resistência de Aderência a Tração

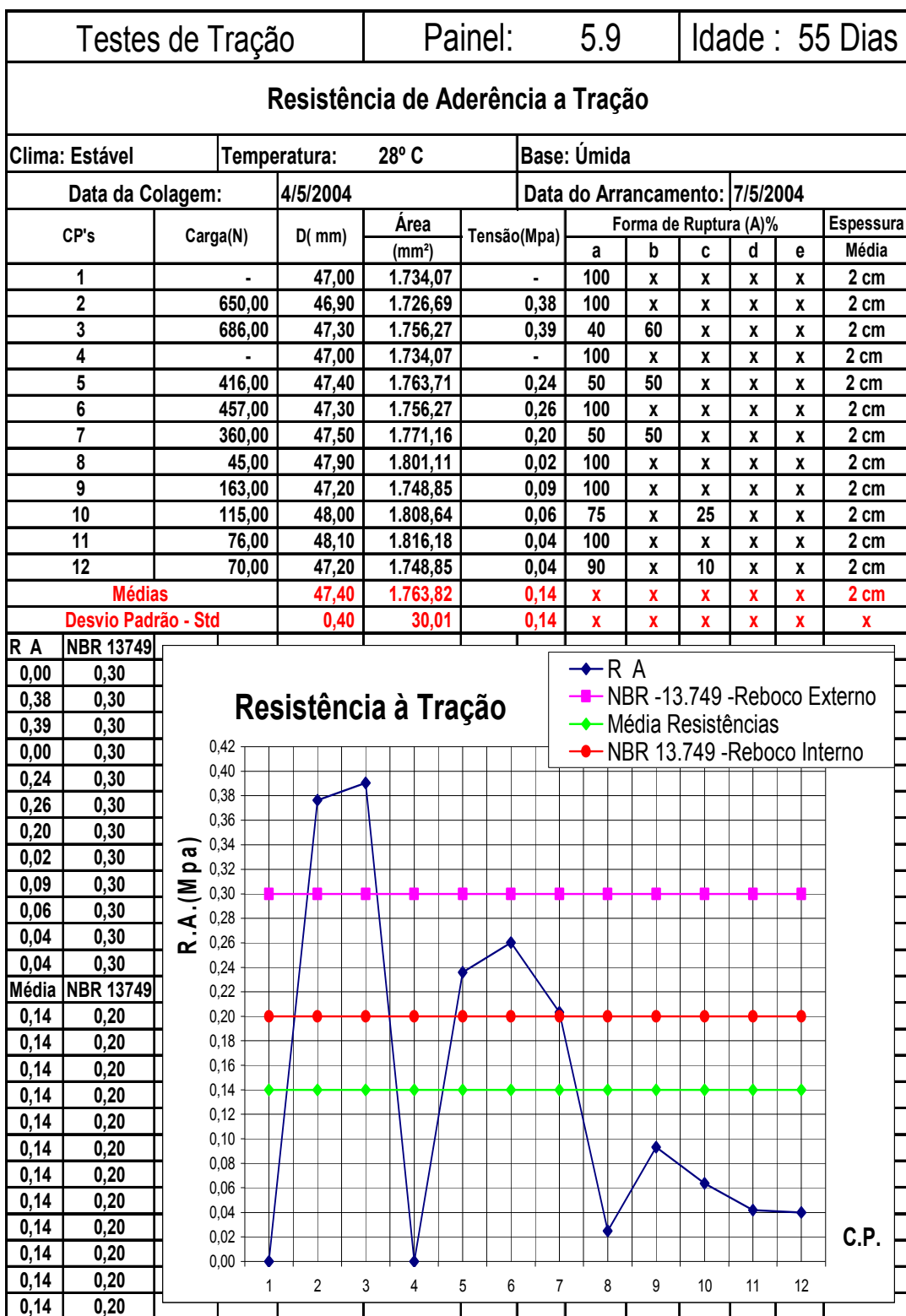
Clima: Estável	Temperatura: 28° C	Base: Úmida
----------------	--------------------	-------------

Data da Colagem: 4/5/2004	Data do Arrancamento: 7/5/2004
---------------------------	--------------------------------

CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	365,00	47,10	1.741,45	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
2	478,00	47,20	1.748,85	0,27	100	x	x	x	x	2 cm
3	371,00	47,60	1.778,62	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
4	553,00	47,40	1.763,71	0,31	100	x	x	x	x	2 cm
5	314,00	47,80	1.793,60	0,18	100	x	x	x	x	2 cm
6	516,00	47,10	1.741,45	0,30	100	x	x	x	x	2 cm
7	289,00	47,40	1.763,71	0,16	100	x	x	x	x	2 cm
8	122,00	47,20	1.748,85	0,07	100	x	x	x	x	2 cm
9	212,00	47,30	1.756,27	0,12	100	x	x	x	x	2 cm
10	219,00	47,30	1.756,27	0,12	100	x	x	x	x	2 cm
11	64,00	47,20	1.748,85	0,04	100	x	x	x	x	2 cm
12	147,00	47,90	1.801,11	0,08	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,38</b>	<b>1.761,90</b>	<b>0,17</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,26</b>	<b>19,63</b>	<b>0,09</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,21	0,30
0,27	0,30
0,21	0,30
0,31	0,30
0,18	0,30
0,30	0,30
0,16	0,30
0,07	0,30
0,12	0,30
0,12	0,30
0,04	0,30
0,08	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20
0,17	0,20





Testes de Tração	Painel: 6.1	Idade : 56 Dias
------------------	-------------	-----------------

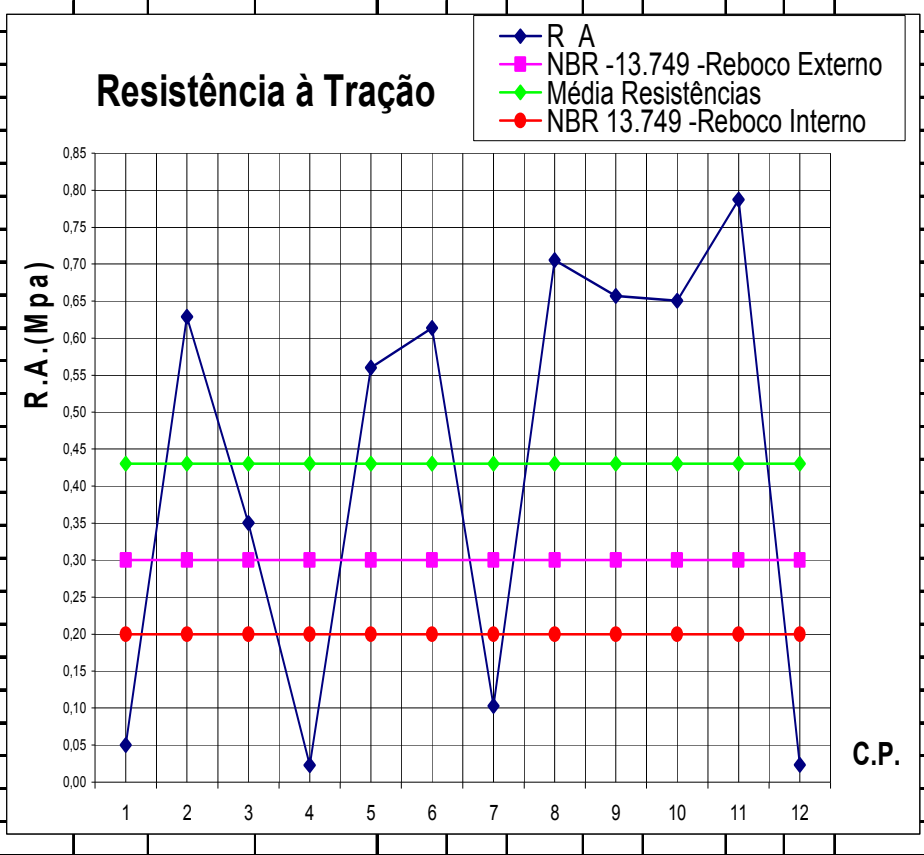
**Resistência de Aderência a Tração**

Clima: Estável	Temperatura: 29° C	Base: Úmida
----------------	--------------------	-------------

Data da Colagem: 4/5/2004	Data do Arrancamento: 7/5/2004
---------------------------	--------------------------------

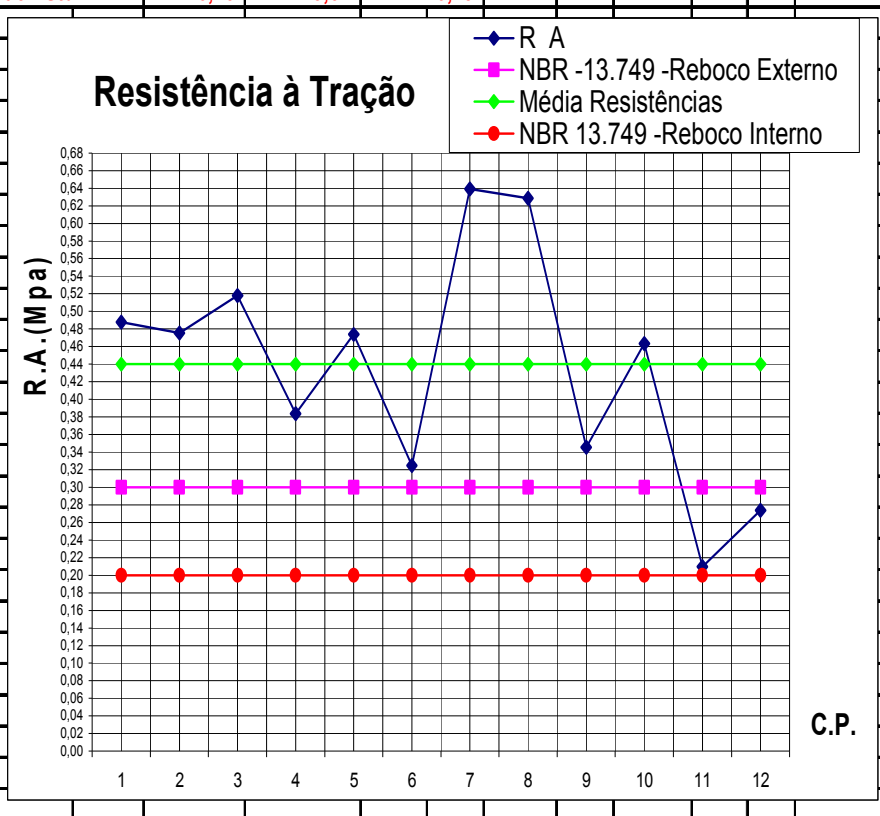
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	
1	88,00	47,30	1.756,27	0,05	80	20	x	x	x	2 cm
2	1.109,00	47,40	1.763,71	0,63	90	10	x	x	x	2 cm
3	610,00	47,10	1.741,45	0,35	x	100	x	x	x	2 cm
4	40,00	47,00	1.734,07	0,02	x	100	x	x	x	2 cm
5	963,00	46,80	1.719,34	0,56	x	100	x	x	x	2 cm
6	1.073,00	47,20	1.748,85	0,61	20	80	x	x	x	2 cm
7	183,00	47,60	1.778,62	0,10	50	50	x	x	x	2 cm
8	1.239,00	47,30	1.756,27	0,71	x	100	x	x	x	2 cm
9	1.149,00	47,20	1.748,85	0,66	x	100	x	x	x	2 cm
10	1.123,00	46,90	1.726,69	0,65	x	100	x	x	x	2 cm
11	1.383,00	47,30	1.756,27	0,79	x	100	x	x	x	2 cm
12	41,00	47,50	1.771,16	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		47,22	1.750,13	0,43	x	x	x	x	x	2 cm
<b>Desvio Padrão - Std</b>		0,24	17,54	0,30	x	x	x	x	x	x

R A	NBR 13749
0,05	0,30
0,63	0,30
0,35	0,30
0,02	0,30
0,56	0,30
0,61	0,30
0,10	0,30
0,71	0,30
0,66	0,30
0,65	0,30
0,79	0,30
0,02	0,30
Média	NBR 13749
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20
0,43	0,20



Testes de Tração			Painel: 6.2			Idade : 59 Dias				
<b>Resistência de Aderência a Tração</b>										
Clima: Estável		Temperatura: 29° C			Base: Seca					
Data da Colagem:		4/5/2004			Data do Arrancamento:		7/5/2004			
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	
1	857,00	47,30	1.756,27	0,49	100	x	x	x	x	2 cm
2	846,00	47,60	1.778,62	0,48	100	x	x	x	x	2 cm
3	929,00	47,80	1.793,60	0,52	90	10	x	x	x	2 cm
4	668,00	47,10	1.741,45	0,38	85	15	x	x	x	2 cm
5	825,00	47,10	1.741,45	0,47	10	90	x	x	x	2 cm
6	570,00	47,30	1.756,27	0,32	100	x	x	x	x	2 cm
7	1.118,00	47,20	1.748,85	0,64	10	90	x	x	x	2 cm
8	1.123,00	47,70	1.786,10	0,63	100	x	x	x	x	2 cm
9	614,00	47,60	1.778,62	0,35	30	70	x	x	x	2 cm
10	821,00	47,50	1.771,16	0,46	100	x	x	x	x	2 cm
11	376,00	47,80	1.793,60	0,21	100	x	x	x	x	2 cm
12	479,00	47,20	1.748,85	0,27	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,43</b>	<b>1.766,24</b>	<b>0,44</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,26</b>	<b>19,67</b>	<b>0,13</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,49	0,30
0,48	0,30
0,52	0,30
0,38	0,30
0,47	0,30
0,32	0,30
0,64	0,30
0,63	0,30
0,35	0,30
0,46	0,30
0,21	0,30
0,27	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20
0,44	0,20



Testes de Tração			Painel: 6.3		Idade : 59 Dias					
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 26° C		Base: Pulverulêcia						
Data da Colagem:		7/5/2004			Data do Arrancamento:		8/5/2004			
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
2	223,00	47,20	1.748,85	0,13	100	x	x	x	x	2 cm
3	280,00	47,40	1.763,71	0,16	100	x	x	x	x	2 cm
4	434,00	47,10	1.741,45	0,25	100	x	x	x	x	2 cm
5	484,00	47,30	1.756,27	0,28	95	5	x	x	x	2 cm
6	249,00	46,90	1.726,69	0,14	100	x	x	x	x	2 cm
7	332,00	47,30	1.756,27	0,19	100	x	x	x	x	2 cm
8	211,00	47,60	1.778,62	0,12	100	x	x	x	x	2 cm
9	588,00	47,20	1.748,85	0,34	100	x	x	x	x	2 cm
10	442,00	47,30	1.756,27	0,25	100	x	x	x	x	2 cm
11	506,00	47,70	1.786,10	0,28	90	10	x	x	x	2 cm
12	321,00	47,30	1.756,27	0,18	70	30	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,28</b>	<b>1.754,45</b>	<b>0,19</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,23</b>	<b>16,79</b>	<b>0,09</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,00	0,30
0,13	0,30
0,16	0,30
0,25	0,30
0,28	0,30
0,14	0,30
0,19	0,30
0,12	0,30
0,34	0,30
0,25	0,30
0,28	0,30
0,18	0,30
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20
0,19	0,20

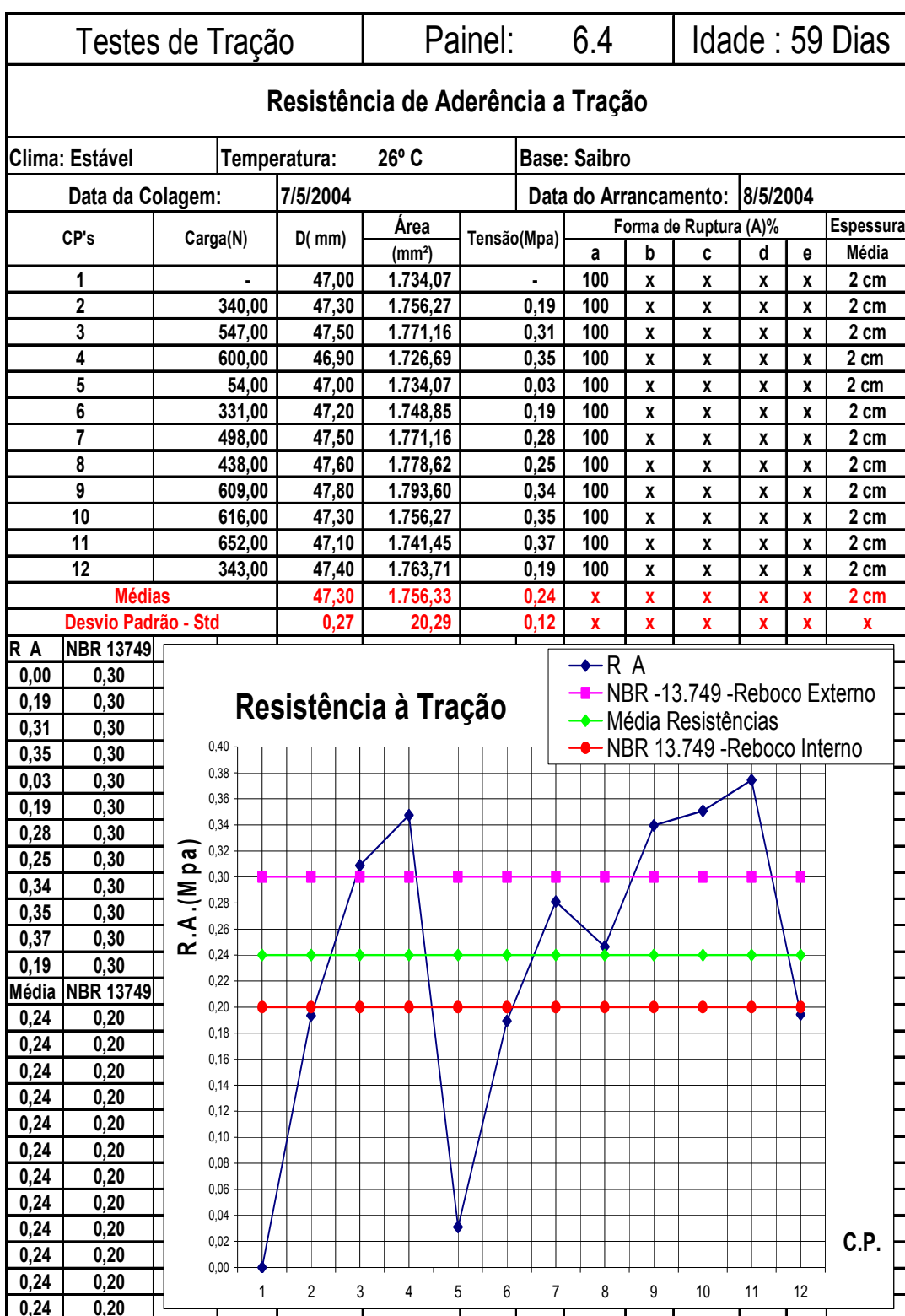
**Resistência à Tração**

Y-axis: R.A. (Mpa) from 0,00 to 0,36  
X-axis: CP. from 1 to 12

Legend:  
 - R A (Blue diamonds)  
 - NBR -13.749 -Reboco Externo (Magenta squares)  
 - Média Resistências (Green diamonds)  
 - NBR 13.749 -Reboco Interno (Red circles)

C.P.



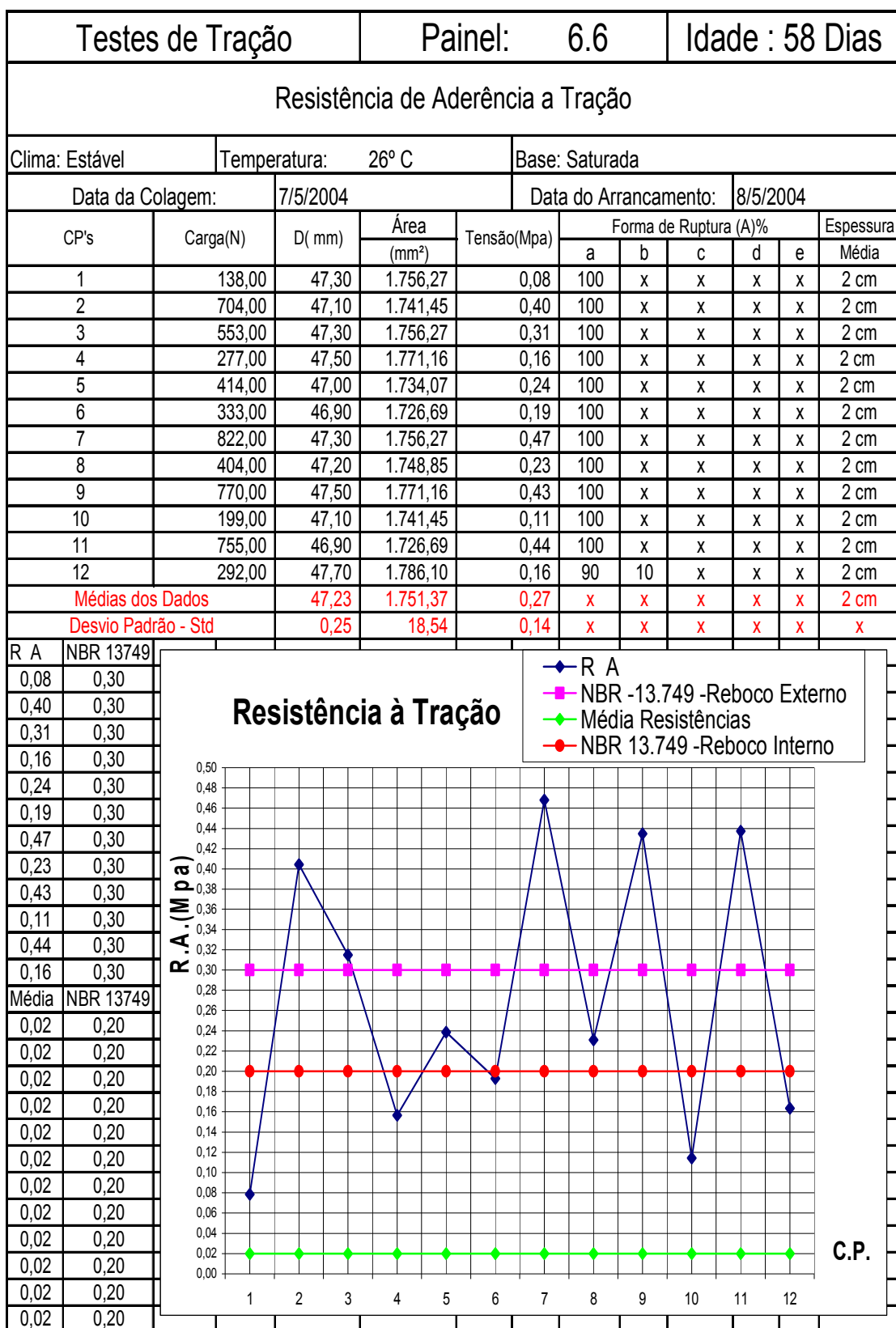


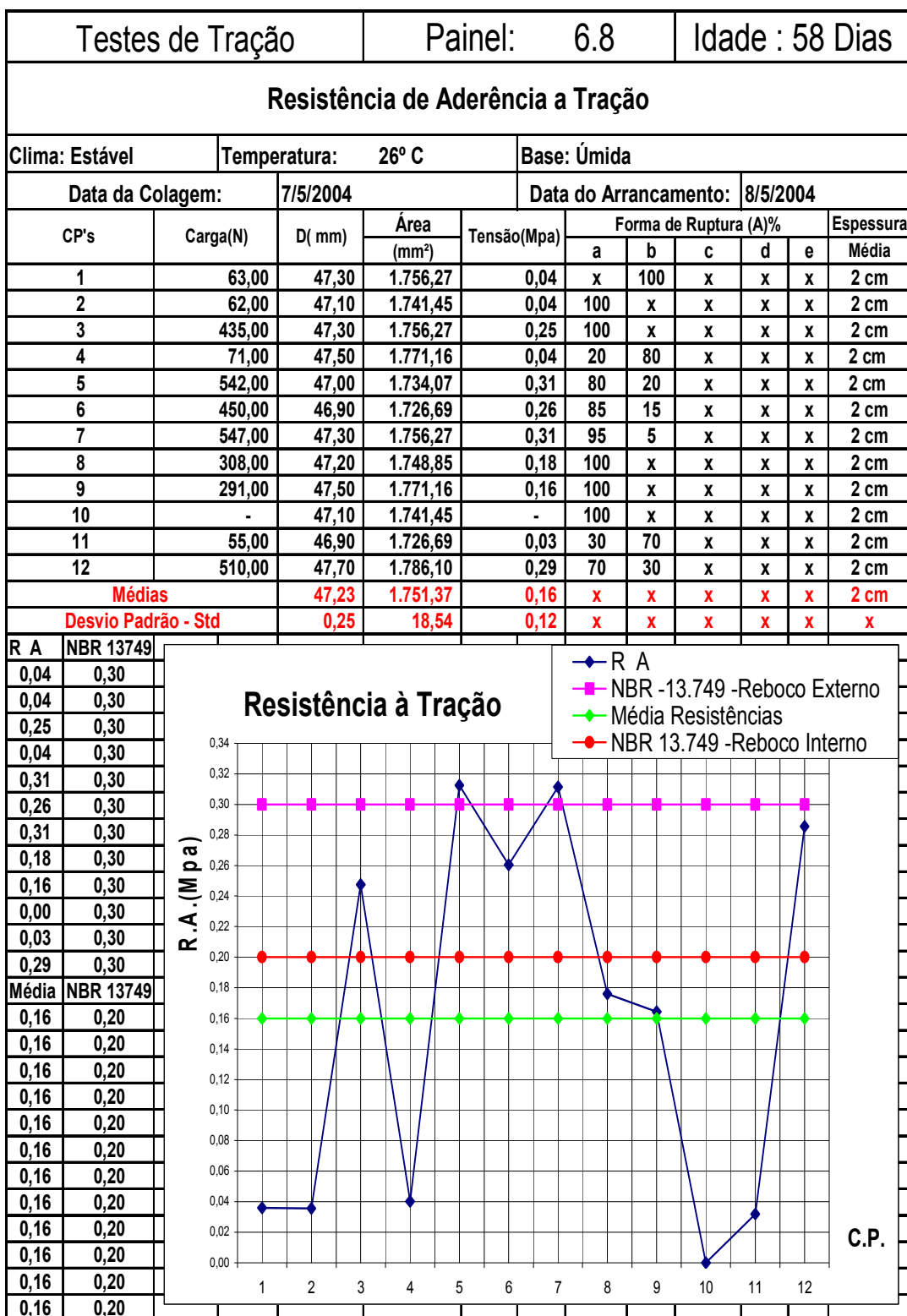
Testes de Tração				Painel: 6.5		Idade : 59 Dias				
Resistência de Aderência a Tração										
Clima: Estável		Temperatura: 26° C			Base: Engordurada					
Data da Colagem:		7/5/2004			Data do Arrancamento:		8/5/2004			
CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura Média
					a	b	c	d	e	
1	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
2	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
3	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
4	47,00	47,20	1.748,85	0,03	100	x	x	x	x	2 cm
5	42,00	47,30	1.756,27	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
6	33,00	47,00	1.734,07	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
7	11,00	47,80	1.793,60	0,01	100	x	x	x	x	2 cm
8	37,00	47,50	1.771,16	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
9	58,00	47,40	1.763,71	0,03	100	x	x	x	x	2 cm
10	191,00	47,30	1.756,27	0,11	100	x	x	x	x	2 cm
11	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
12	12,00	47,00	1.734,07	0,01	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,21</b>	<b>1.749,52</b>	<b>0,02</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,26</b>	<b>19,39</b>	<b>0,03</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
R A	NBR 13749									
0,00	0,30									
0,00	0,30									
0,00	0,30									
0,03	0,30									
0,02	0,30									
0,02	0,30									
0,01	0,30									
0,02	0,30									
0,03	0,30									
0,11	0,30									
0,00	0,30									
0,01	0,30									
<b>Média</b>	<b>NBR 13749</b>									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									
0,02	0,20									

**Resistência à Tração**

Legendas:  
◆ R A  
■ NBR -13.749 -Reboco Externo  
◆ Média Resistências  
● NBR 13.749 -Reboco Interno

Y-axis: R.A. (Mpa)  
X-axis: C.P.





Testes de Tração	Painel: 6.9	Idade : 58 Dias
------------------	-------------	-----------------

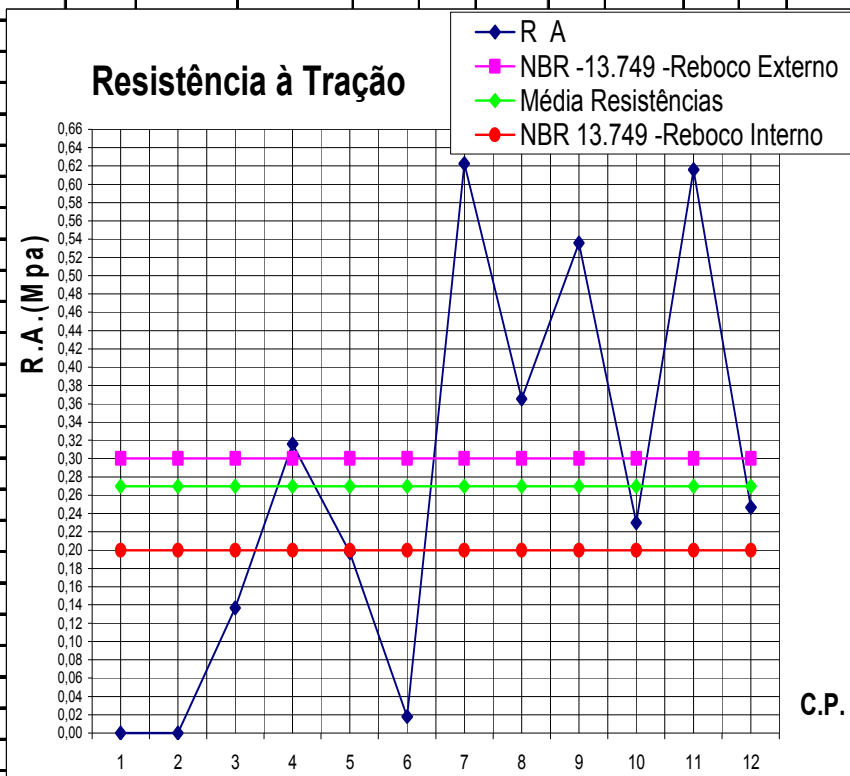
**Resistência de Aderência a Tração**

Clima: Estável	Temperatura: 26° C	Base: Úmida
----------------	--------------------	-------------

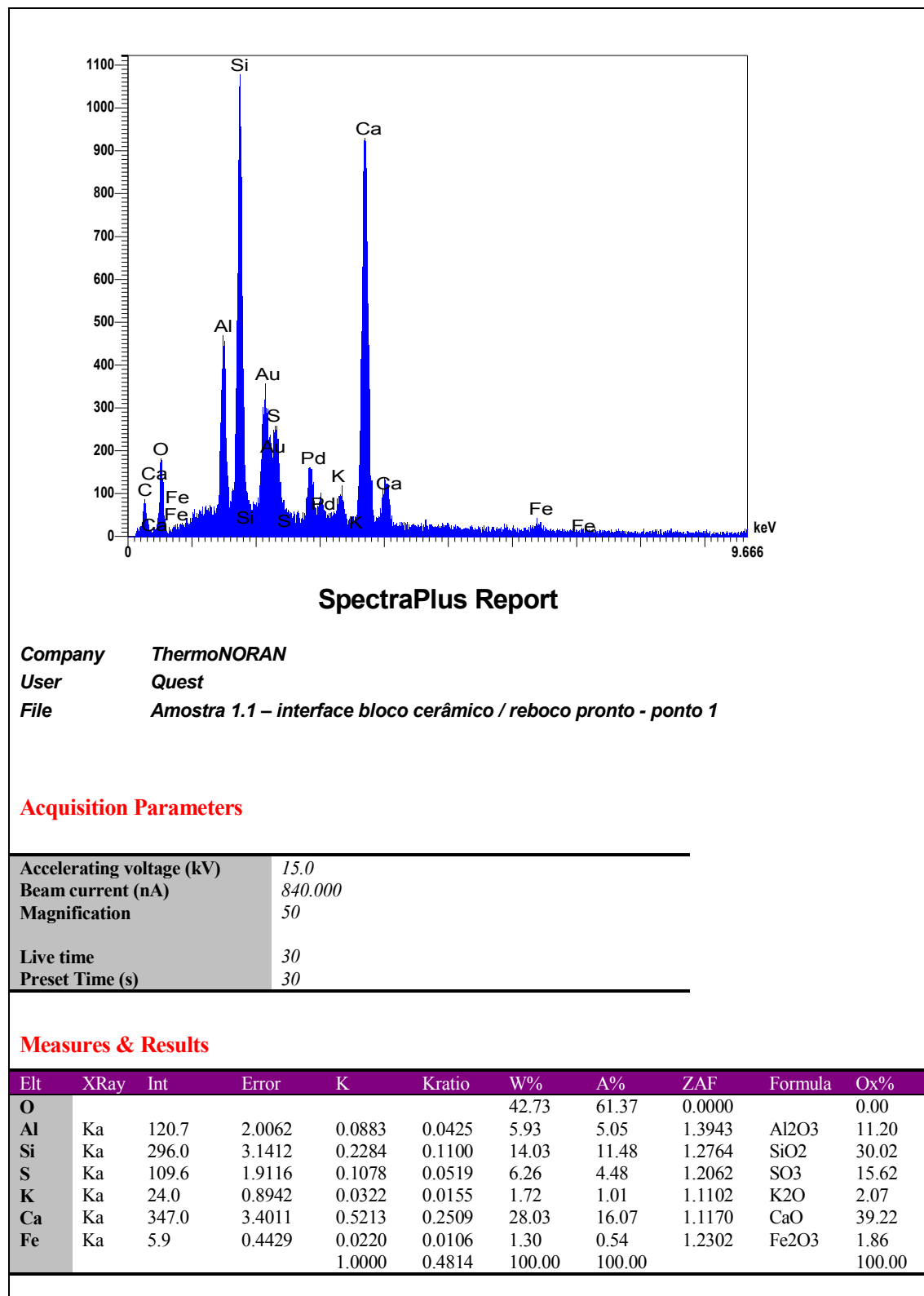
Data da Colagem:	7/5/2004	Data do Arrancamento:	8/5/2004
------------------	----------	-----------------------	----------

CP's	Carga(N)	D( mm)	Área (mm²)	Tensão(Mpa)	Forma de Ruptura (A)%					Espessura
					a	b	c	d	e	
1	-	47,00	1.734,07	-	100	x	x	x	x	2 cm
2	-	47,00	1.734,07	-	x	100	x	x	x	2 cm
3	238,00	47,10	1.741,45	0,14	x	100	x	x	x	2 cm
4	553,00	47,20	1.748,85	0,32	100	x	x	x	x	2 cm
5	351,00	47,60	1.778,62	0,20	100	x	x	x	x	2 cm
6	31,00	47,00	1.734,07	0,02	100	x	x	x	x	2 cm
7	1.070,00	46,80	1.719,34	0,62	100	x	x	x	x	2 cm
8	636,00	47,10	1.741,45	0,37	100	x	x	x	x	2 cm
9	945,00	47,40	1.763,71	0,54	100	x	x	x	x	2 cm
10	400,00	47,10	1.741,45	0,23	100	x	x	x	x	2 cm
11	1.109,00	47,90	1.801,11	0,62	100	x	x	x	x	2 cm
12	424,00	46,80	1.719,34	0,25	100	x	x	x	x	2 cm
<b>Médias</b>		<b>47,17</b>	<b>1.746,46</b>	<b>0,27</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>2 cm</b>
<b>Desvio Padrão - Std</b>		<b>0,32</b>	<b>23,99</b>	<b>0,23</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

R A	NBR 13749
0,00	0,30
0,00	0,30
0,14	0,30
0,32	0,30
0,20	0,30
0,02	0,30
0,62	0,30
0,37	0,30
0,54	0,30
0,23	0,30
0,62	0,30
0,25	0,30
Média	NBR 13749
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20
0,27	0,20



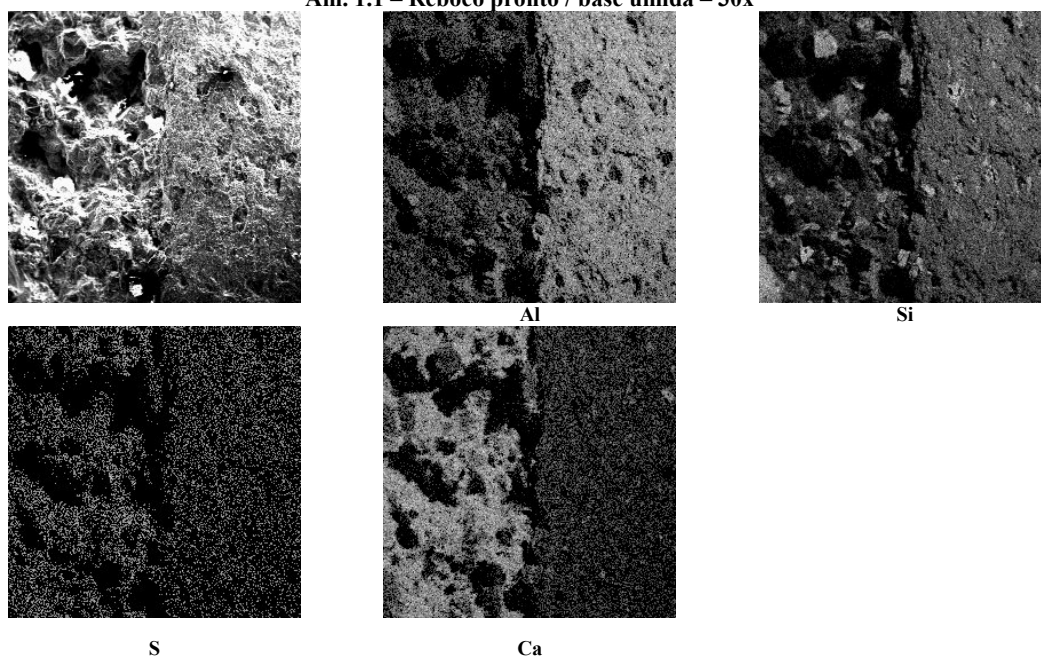
ANEXO IV – Imagem do espectro e resultados gerados pelo programa de computador na análise realizada no microanalisador EDS (exemplo: ponto 1 da fotomicrografia apresentada na figura 5.4)

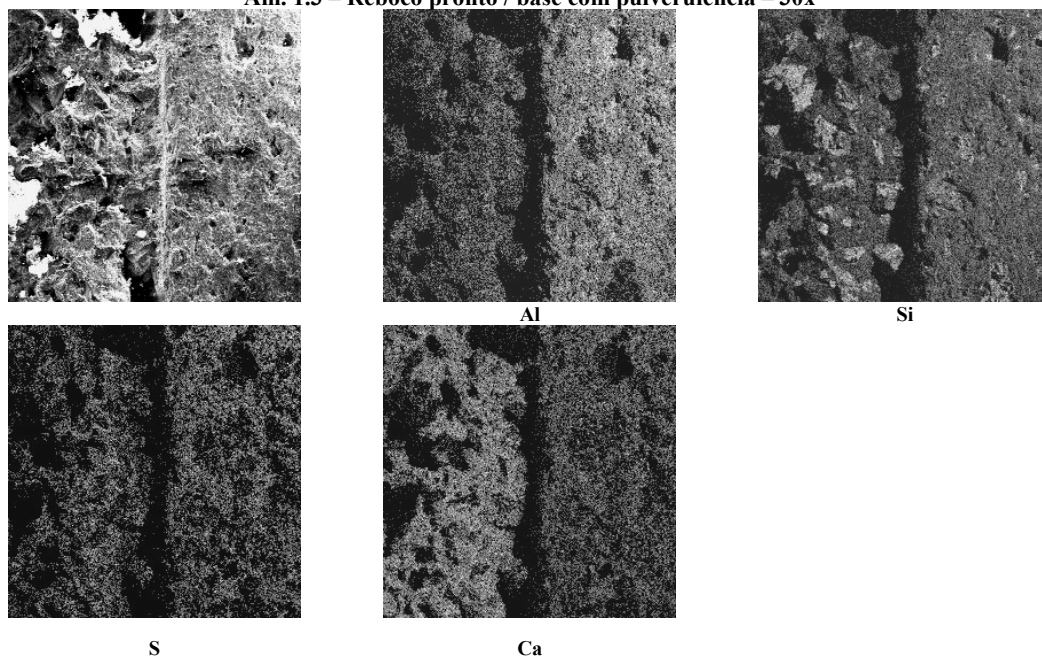
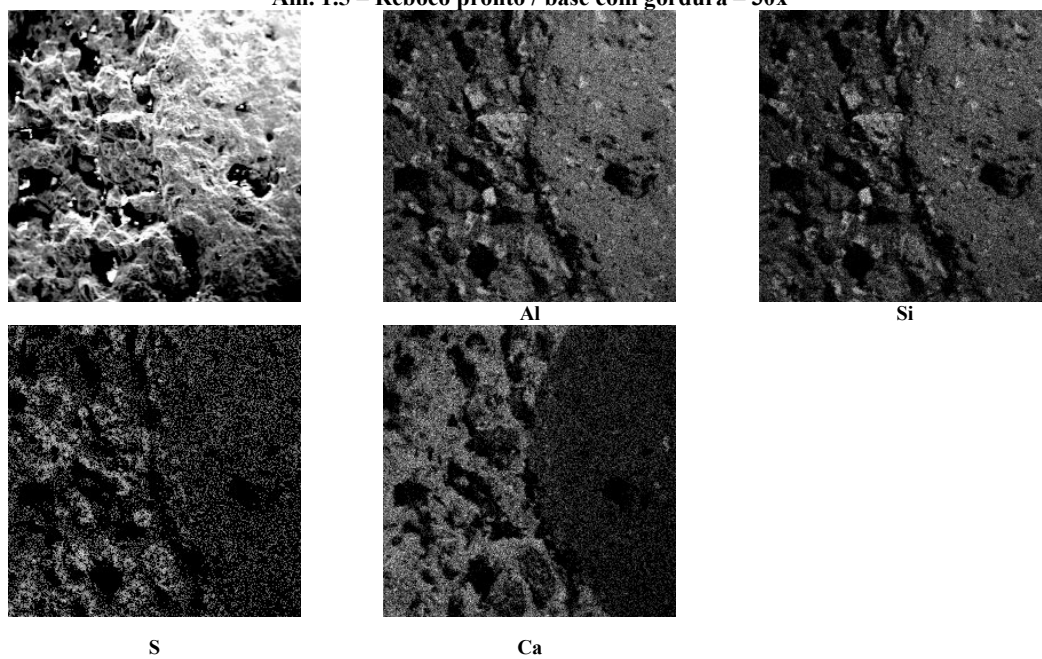


## ANEXO V – Mapas de concentração dos elementos Al, Si, S e Ca

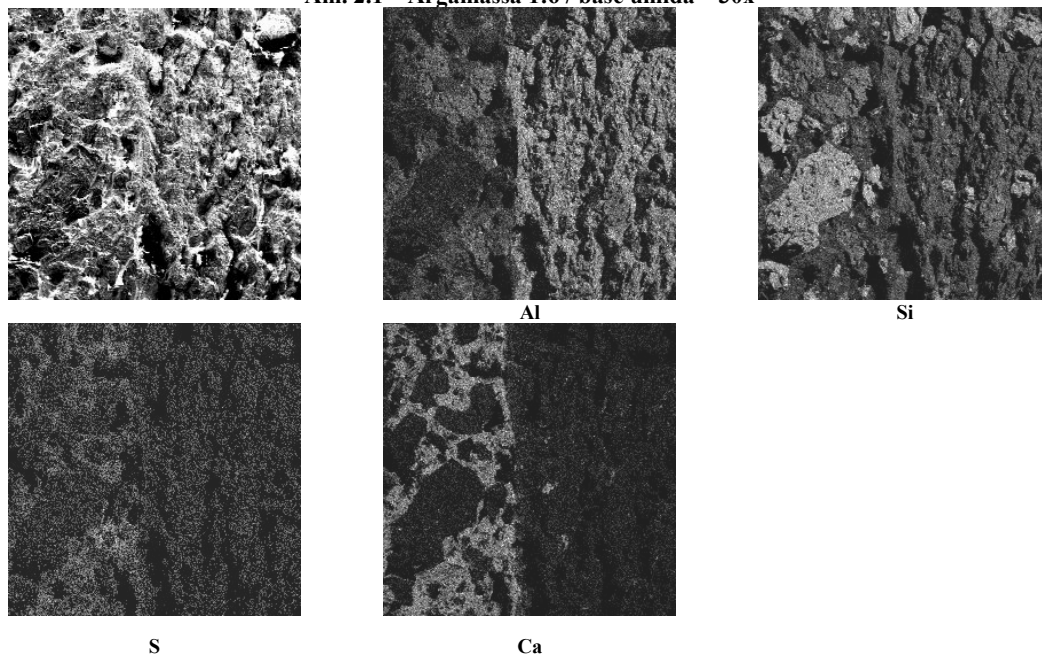
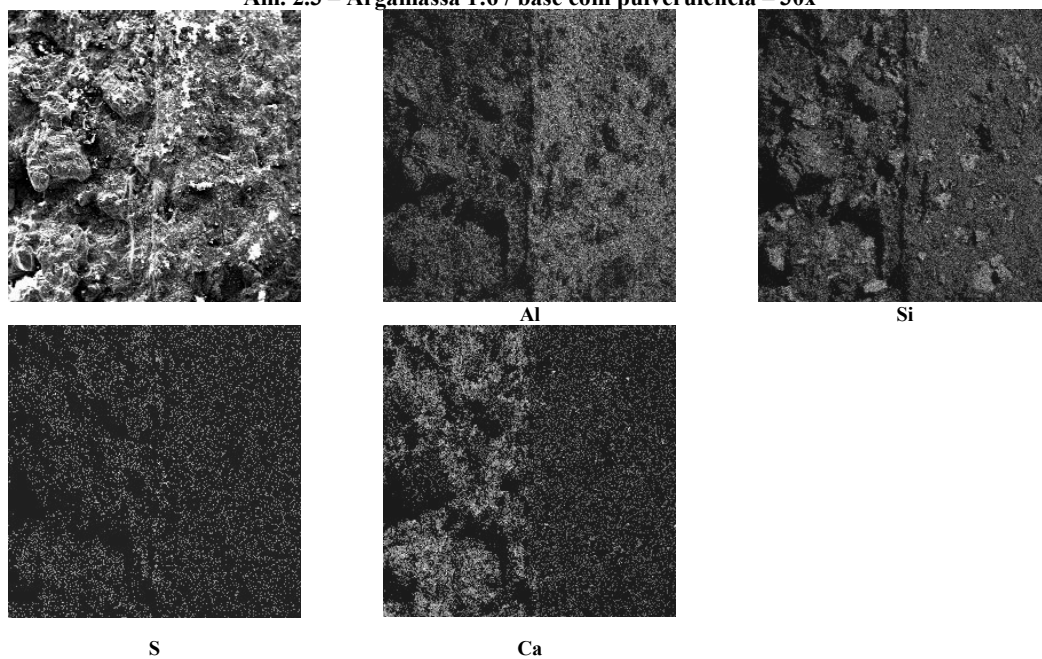
A primeira imagem (sem identificação de elemento químico) corresponde à fotomicrografia da amostra preparada com carbono em imagem de elétrons retroespalhados com aumento de 30x. O lado esquerdo refere-se ao revestimento argamassado e o lado direito ao bloco cerâmico. As concentrações dos elementos avaliados são correspondentes ao tom de cinza: quanto mais claro, mais enriquecido no elemento, e vice-versa. O último conjunto de imagens deste anexo refere-se ao bloco cerâmico puro.

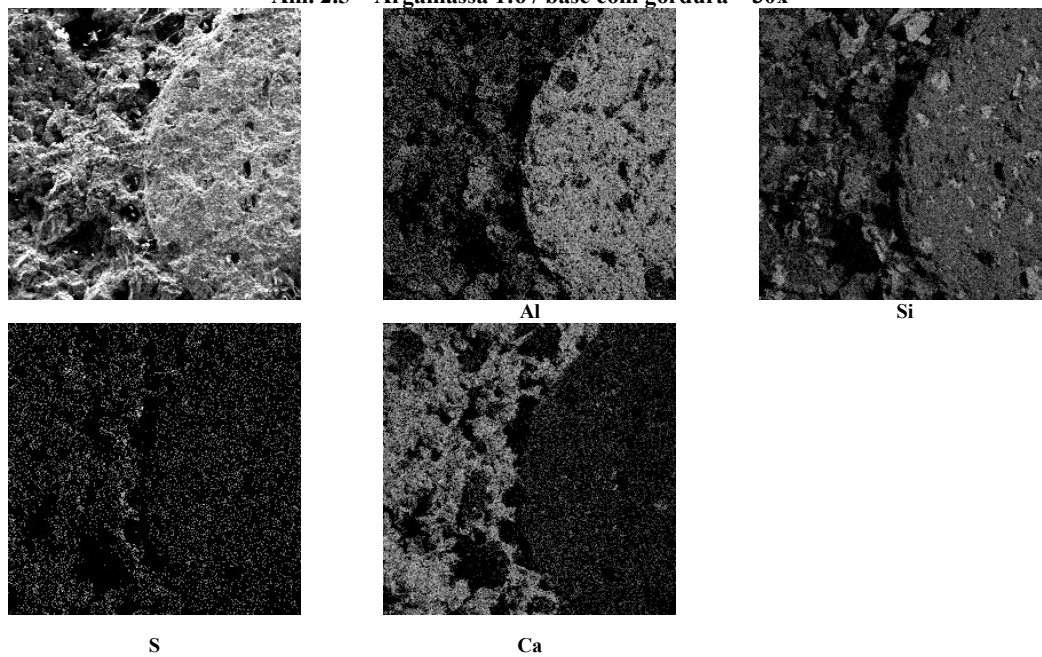
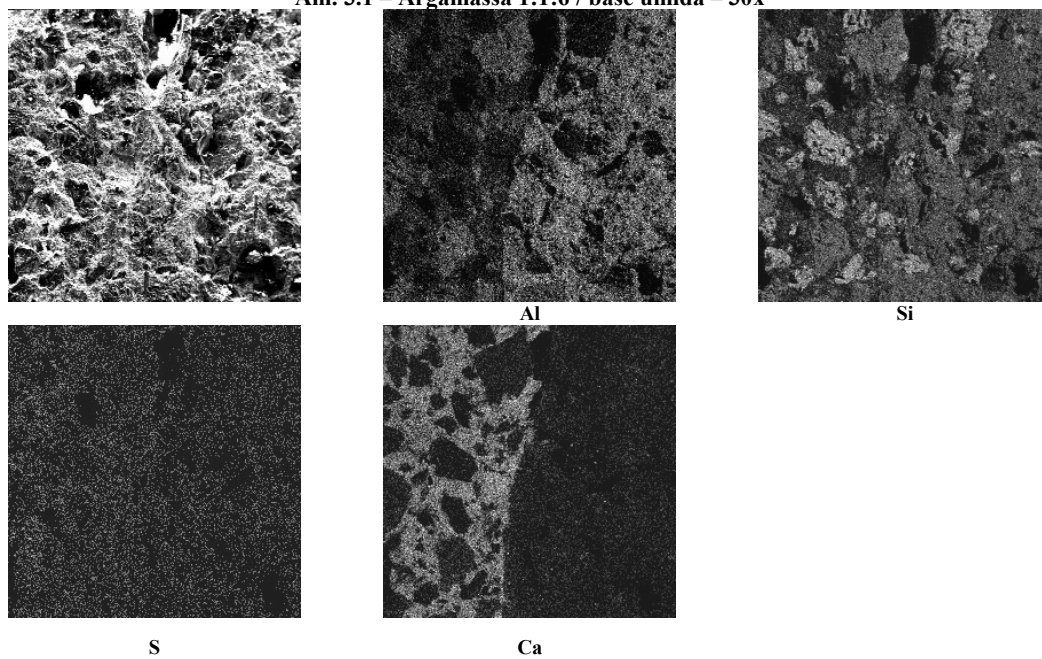
**Am. 1.1 – Reboco pronto / base úmida – 30x**



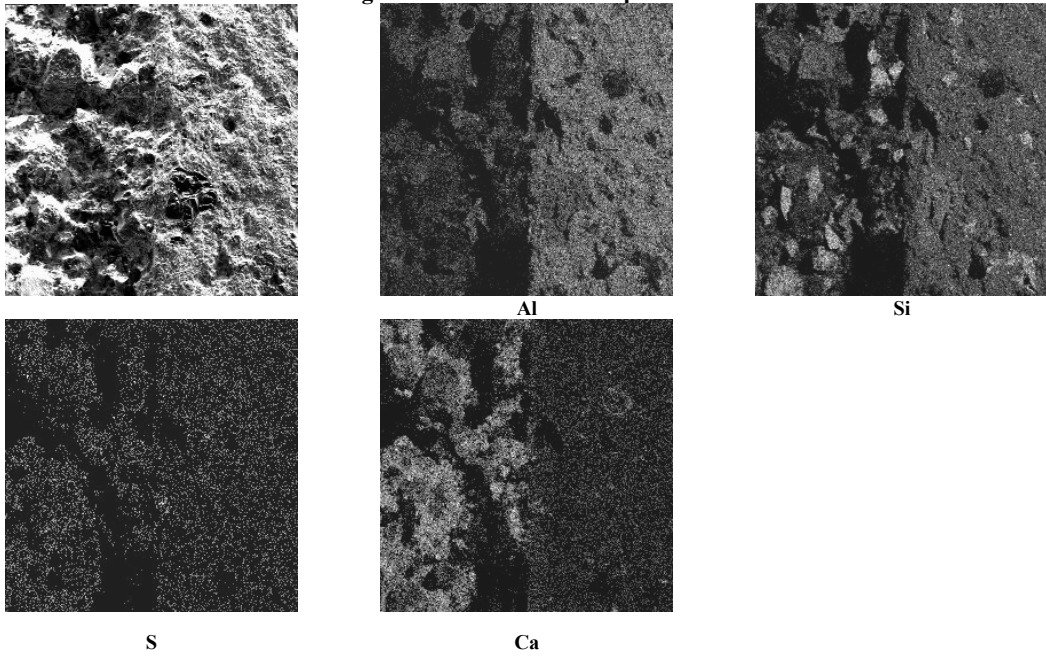
**Am. 1.3 – Reboco pronto / base com pulverulência – 30x****Am. 1.5 – Reboco pronto / base com gordura – 30x**



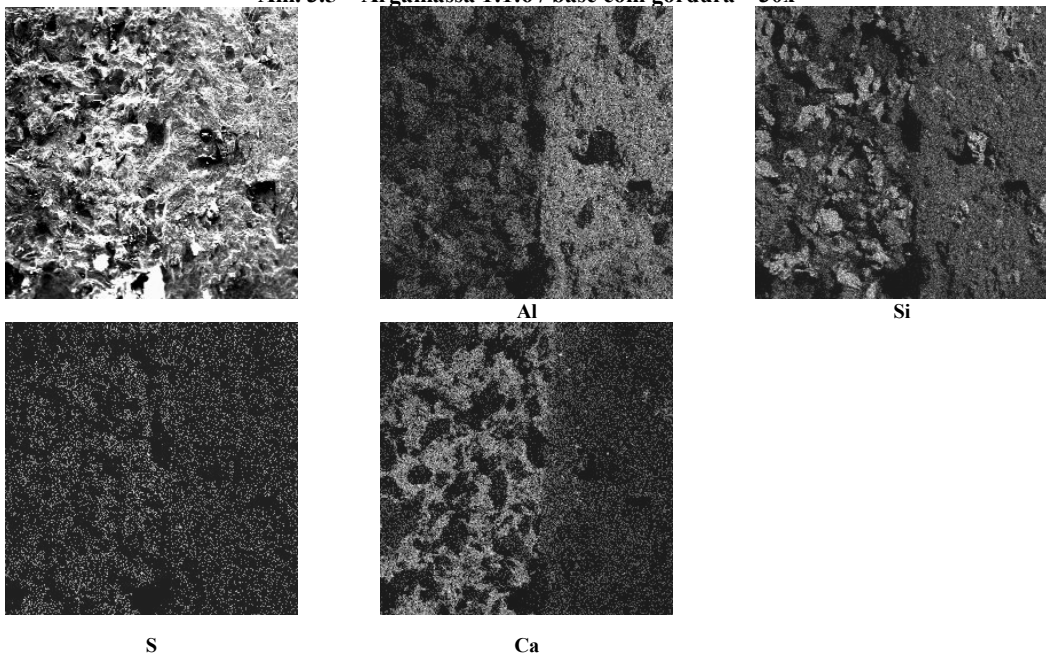
**Am. 2.1 – Argamassa 1:6 / base úmida – 30x****Am. 2.3 – Argamassa 1:6 / base com pulverulência – 30x**

**Am. 2.5 – Argamassa 1:6 / base com gordura – 30x****Am. 3.1 – Argamassa 1:1:6 / base úmida – 30x**

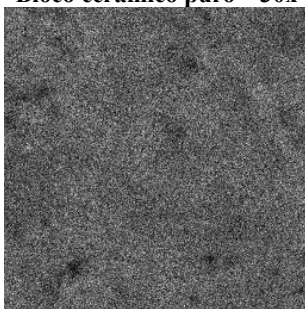
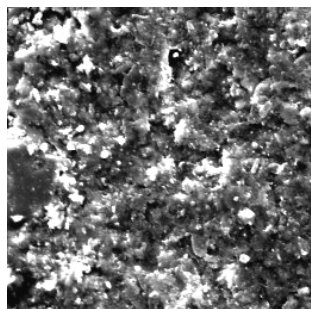
**Am. 3.3 – Argamassa 1:1:6 / base com pulverulência – 30x**



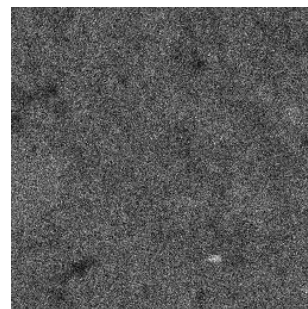
**Am. 3.5 – Argamassa 1:1:6 / base com gordura – 30x**



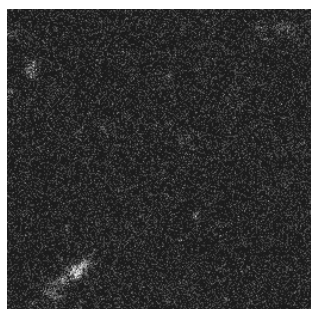
Bloco cerâmico puro – 30x



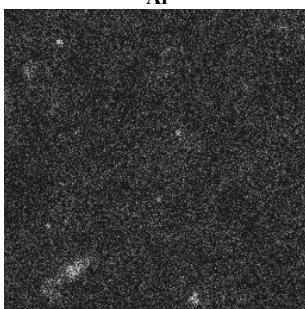
Al



Si



S



Ca

ANEXO VI – Planilhas de cálculos das profundidades de lixamentos e das análises realizadas pela FRX

Amostra 1.1

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
Ca	36,64	23,81	11,51	9,19	11,90	3,13
Si	67,06	84,84	83,40	79,51	106,20	100,00
Al	36,23	46,06	44,38	46,66	55,94	60,65
Fe	85,58	101,00	99,90	108,78	137,48	185,63
S	60,79	25,54	10,64	8,53	5,53	1,26
Ti	1,80	2,21	2,20	2,35	2,90	3,76
K	7,35	7,54	7,27	7,66	9,53	8,73
Correlação	Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade					
Ca/Si	0,54638	0,28065	0,13801	0,11558	0,11205	0,03130
Ca/Al	1,01132	0,51693	0,25935	0,19696	0,21273	0,05161
Ca/Fe	0,42814	0,23574	0,11522	0,08448	0,08656	0,01686
Ca/S	0,60273	0,93226	1,08177	1,07737	2,15190	2,48413
Ca/Ti	20,35556	10,77376	5,23182	3,91064	4,10345	0,83245
Ca/K	4,98503	3,15782	1,58322	1,19974	1,24869	0,35853

## Amostra 1.3

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
<b>Ca</b>	36,53	22,11	17,10	15,34	15,33	3,30
<b>Si</b>	81,82	97,67	105,78	100,90	116,69	111,60
<b>Al</b>	47,06	49,57	56,36	52,15	57,37	69,33
<b>Fe</b>	121,03	134,94	151,36	149,69	163,54	206,98
<b>S</b>	98,00	43,45	27,60	19,68	18,58	1,40
<b>Ti</b>	2,64	2,91	3,05	2,91	3,46	4,52
<b>K</b>	8,13	8,57	9,53	9,27	10,18	10,12
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,44647	0,22637	0,16166	0,15203	0,13137	0,02957
<b>Ca/Al</b>	0,77624	0,44604	0,30341	0,29415	0,26721	0,04760
<b>Ca/Fe</b>	0,30183	0,16385	0,11298	0,10248	0,09374	0,01594
<b>Ca/S</b>	0,37276	0,50886	0,61957	0,77947	0,82508	2,35714
<b>Ca/Ti</b>	13,83712	7,59794	5,60656	5,27148	4,43064	0,73009
<b>Ca/K</b>	4,49323	2,57993	1,79433	1,65480	1,50589	0,32609

## Amostra 1.5

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
<b>Ca</b>	34,21	23,63	15,68	7,75	7,00	3,55
<b>Si</b>	69,81	92,13	111,65	116,56	121,52	116,61
<b>Al</b>	41,67	47,71	55,50	63,54	65,44	66,45
<b>Fe</b>	121,92	160,56	159,43	167,10	203,47	194,26
<b>S</b>	100,65	62,68	34,63	10,90	8,44	2,13
<b>Ti</b>	2,54	3,07	3,32	3,86	4,11	4,05
<b>K</b>	6,68	8,51	10,46	10,38	10,75	10,76
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,49004	0,25649	0,14044	0,06649	0,05760	0,03044
<b>Ca/Al</b>	0,82097	0,49528	0,28252	0,12197	0,10697	0,05342
<b>Ca/Fe</b>	0,28059	0,14717	0,09835	0,04638	0,03440	0,01827
<b>Ca/S</b>	0,33989	0,37699	0,45279	0,71101	0,82938	1,66667
<b>Ca/Ti</b>	13,46850	7,69707	4,72289	2,00777	1,70316	0,87654
<b>Ca/K</b>	5,12126	2,77673	1,49904	0,74663	0,65116	0,32993

## Amostra 2.1

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
Ca	16,95	11,21	8,54	7,37	10,89	2,87
Si	93,53	88,55	90,69	101,33	109,43	117,12
Al	50,03	45,45	44,92	52,10	56,67	62,04
Fe	131,82	121,93	116,78	134,78	173,80	198,90
S	30,33	16,92	10,25	6,74	12,86	1,17
Ti	3,89	2,43	2,47	2,97	3,58	3,86
K	7,85	7,34	7,21	8,30	9,81	10,92
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
Ca/Si	0,18123	0,12660	0,09417	0,07273	0,09952	0,02450
Ca/Al	0,33880	0,24664	0,19012	0,14146	0,19217	0,04626
Ca/Fe	0,12858	0,09194	0,07313	0,05468	0,06266	0,01443
Ca/S	0,55885	0,66253	0,83317	1,09347	0,84681	2,45299
Ca/Ti	4,35733	4,61317	3,45749	2,48148	3,04190	0,74352
Ca/K	2,15924	1,52725	1,18447	0,88795	1,11009	0,26282



## Amostra 2.3

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
<b>Ca</b>	31,12	16,72	16,95	14,26	11,12	5,91
<b>Si</b>	80,93	97,52	104,98	102,41	111,85	112,27
<b>Al</b>	44,33	54,14	56,77	56,50	63,97	70,59
<b>Fe</b>	107,37	126,44	130,60	138,75	195,90	206,32
<b>S</b>	94,14	41,77	40,67	34,16	23,27	13,87
<b>Ti</b>	2,32	2,89	3,08	2,82	3,91	4,38
<b>K</b>	7,46	8,73	8,84	8,90	9,49	10,12
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,38453	0,17145	0,16146	0,13924	0,09942	0,05264
<b>Ca/Al</b>	0,70201	0,30883	0,29857	0,25239	0,17383	0,08372
<b>Ca/Fe</b>	0,28984	0,13224	0,12979	0,10277	0,05676	0,02864
<b>Ca/S</b>	0,33057	0,40029	0,41677	0,41745	0,47787	0,42610
<b>Ca/Ti</b>	13,41379	5,78547	5,50325	5,05674	2,84399	1,34932
<b>Ca/K</b>	4,17158	1,91523	1,91742	1,60225	1,17176	0,58399

## Amostra 2.5

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
<b>Ca</b>	40,21	14,90	11,49	12,37	11,39	2,82
<b>Si</b>	77,32	105,04	87,57	108,51	114,26	113,82
<b>Al</b>	39,55	54,55	44,43	54,91	59,56	67,77
<b>Fe</b>	96,84	145,37	99,26	141,78	163,96	197,89
<b>S</b>	105,36	21,72	16,83	15,14	9,70	1,74
<b>Ti</b>	2,05	3,03	2,29	3,02	3,57	4,30
<b>K</b>	7,17	8,93	7,01	8,55	9,70	9,88
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,52005	0,14185	0,13121	0,11400	0,09968	0,02478
<b>Ca/Al</b>	1,01669	0,27314	0,25861	0,22528	0,19124	0,04161
<b>Ca/Fe</b>	0,41522	0,10250	0,11576	0,08725	0,06947	0,01425
<b>Ca/S</b>	0,38164	0,68600	0,68271	0,81704	1,17423	1,62069
<b>Ca/Ti</b>	19,61463	4,91749	5,01747	4,09603	3,19048	0,65581
<b>Ca/K</b>	5,60809	1,66853	1,63909	1,44678	1,17423	0,28543

## Amostra 3.1

Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
<b>Ca</b>	15,08	7,84	7,64	9,11	10,00	2,66
<b>Si</b>	62,25	68,00	67,57	83,68	111,30	115,00
<b>Al</b>	33,94	35,03	32,93	47,25	61,64	72,34
<b>Fe</b>	78,17	81,77	77,66	112,14	172,45	197,55
<b>S</b>	31,49	10,44	7,64	7,69	5,34	0,65
<b>Ti</b>	1,76	1,81	1,69	2,49	3,53	4,46
<b>K</b>	5,34	5,47	5,90	7,83	10,58	10,25
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,24225	0,11529	0,11307	0,10887	0,08985	0,02313
<b>Ca/Al</b>	0,44431	0,22381	0,23201	0,19280	0,16223	0,03677
<b>Ca/Fe</b>	0,19291	0,09588	0,09838	0,08124	0,05799	0,01346
<b>Ca/S</b>	0,47888	0,75096	1,00000	1,18466	1,87266	4,09231
<b>Ca/Ti</b>	8,56818	4,33149	4,52071	3,65863	2,83286	0,59641
<b>Ca/K</b>	2,82397	1,43327	1,29492	1,16347	0,94518	0,25951

## Amostra 3.3

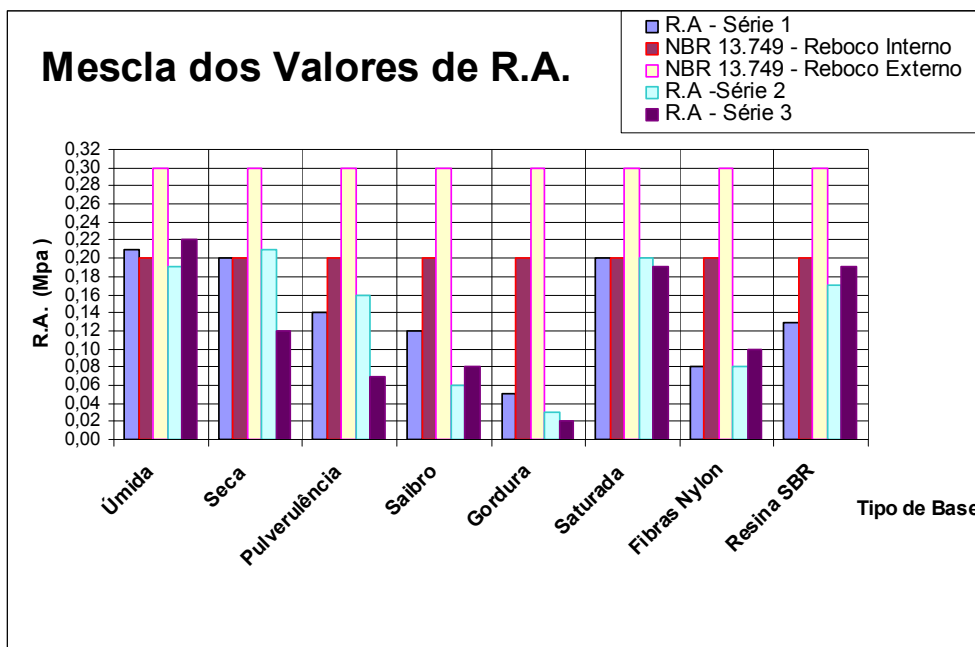
Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
<b>Ca</b>	16,58	15,83	13,64	12,60	11,96	2,60
<b>Si</b>	54,40	63,92	84,08	77,66	86,02	101,35
<b>Al</b>	31,39	35,18	48,52	42,51	50,64	66,46
<b>Fe</b>	80,31	78,06	112,10	95,58	110,00	160,33
<b>S</b>	34,32	25,00	21,64	14,41	13,93	1,52
<b>Ti</b>	1,76	1,73	2,52	2,28	2,61	3,76
<b>K</b>	5,13	5,69	7,03	6,29	7,17	8,58
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,30478	0,24765	0,16223	0,16225	0,13904	0,02565
<b>Ca/Al</b>	0,52819	0,44997	0,28112	0,29640	0,23618	0,03912
<b>Ca/Fe</b>	0,20645	0,20279	0,12168	0,13183	0,10873	0,01622
<b>Ca/S</b>	0,48310	0,63320	0,63031	0,87439	0,85858	1,71053
<b>Ca/Ti</b>	9,42045	9,15029	5,41270	5,52632	4,58238	0,69149
<b>Ca/K</b>	3,23197	2,78207	1,94026	2,00318	1,66806	0,30303

## Amostra 3.5

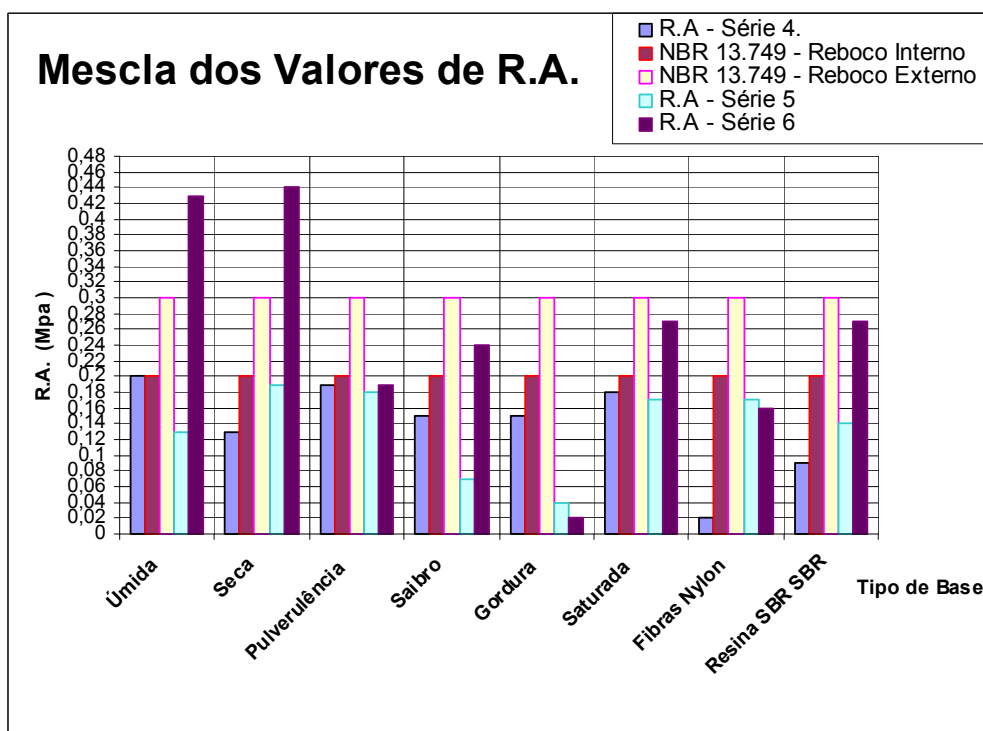
Elementos	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	Lado int.
Ca	8,11	5,13	4,35	3,75	4,00	2,28
Si	81,68	107,44	104,82	106,06	109,27	90,95
Al	42,92	56,67	51,83	53,67	56,35	54,19
Fe	107,47	148,12	144,24	151,45	195,64	164,10
S	11,26	2,27	2,21	1,30	1,11	0,66
Ti	2,26	3,02	2,75	2,72	3,15	3,24
K	6,00	7,82	7,62	7,66	8,86	7,84
<b>Correlação</b>	<b>Valores a Serem Plotados Relacionados com a Profundidade</b>					
<b>Ca/Si</b>	0,09929	0,04775	0,04150	0,03536	0,03661	0,02507
<b>Ca/Al</b>	0,18896	0,09052	0,08393	0,06987	0,07098	0,04207
<b>Ca/Fe</b>	0,07546	0,03463	0,03016	0,02476	0,02045	0,01389
<b>Ca/S</b>	0,72025	2,25991	1,96833	2,88462	3,60360	3,45455
<b>Ca/Ti</b>	3,58850	1,69868	1,58182	1,37868	1,26984	0,70370
<b>Ca/K</b>	1,35167	0,65601	0,57087	0,48956	0,45147	0,29082

## ANEXO VII – Combinação de resultados

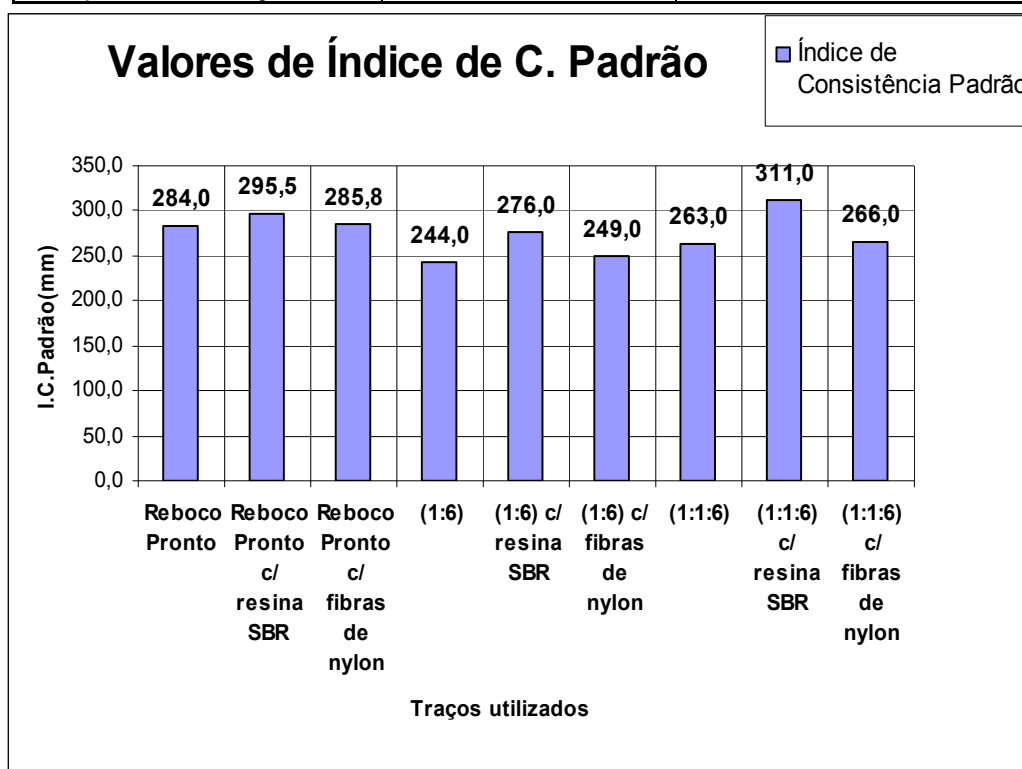
## Testes de resistência de aderência em alvenaria de blocos cerâmicos



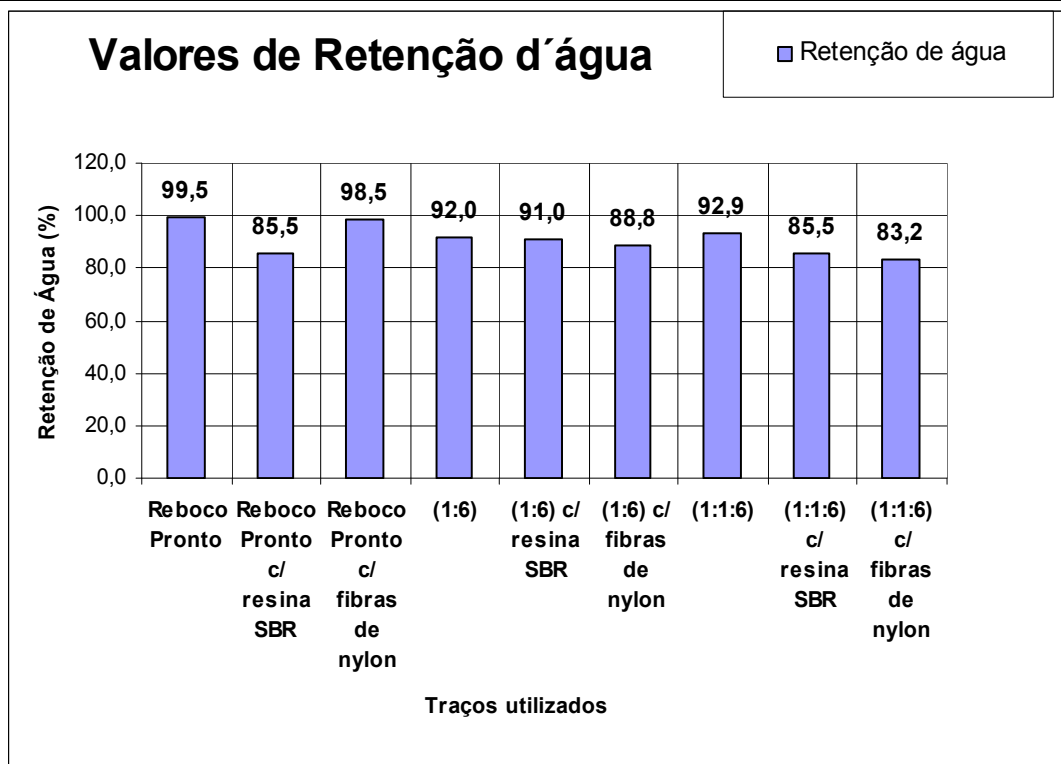
## Testes de resistência de aderência em alvenaria de blocos de concreto



Estado Plástico	Ensaio Laboratorial	Data: 22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries – Índice de Consistência Padrão</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	<b>Traço: Industrializado e Convencional</b>	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>I.C.P. (mm) - NBR-13276</b>	Os testes de Índice de Consistência Padrão foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	284,0	
Reboco Pronto c/ resina SBR	295,5	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	285,8	
1:6 (cimento e areia)	244,0	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	276,0	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	249,0	
1:1:6(cimento, cal e areia)	263,0	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	311,0	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	266,0	

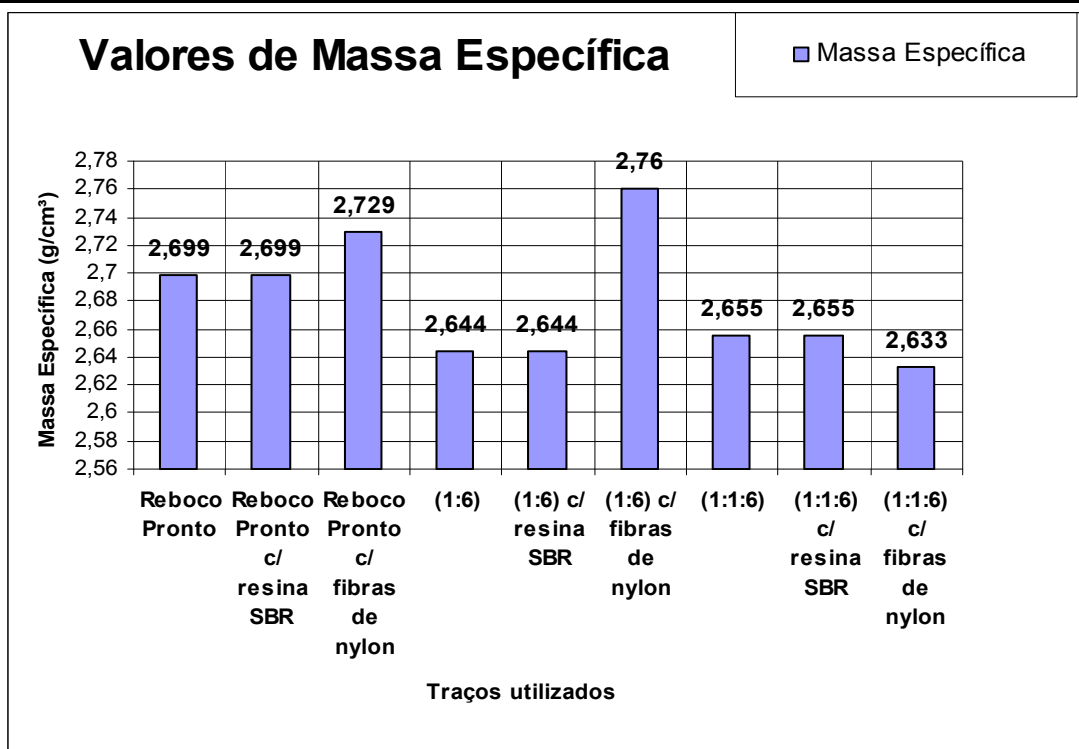


Estado Plástico	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries - Retenção de Água</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	<b>Traço: Industrializado e Convencional</b>	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>R.A. (%) - NBR 13277</b>	Os testes de Retenção de água foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	99,5	
Reboco Pronto c/ resina SBR	85,5	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	98,5	
1:6 (cimento e areia)	92,0	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	91,0	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	88,8	
1:1:6(cimento, cal e areia)	92,9	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	85,5	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	83,2	

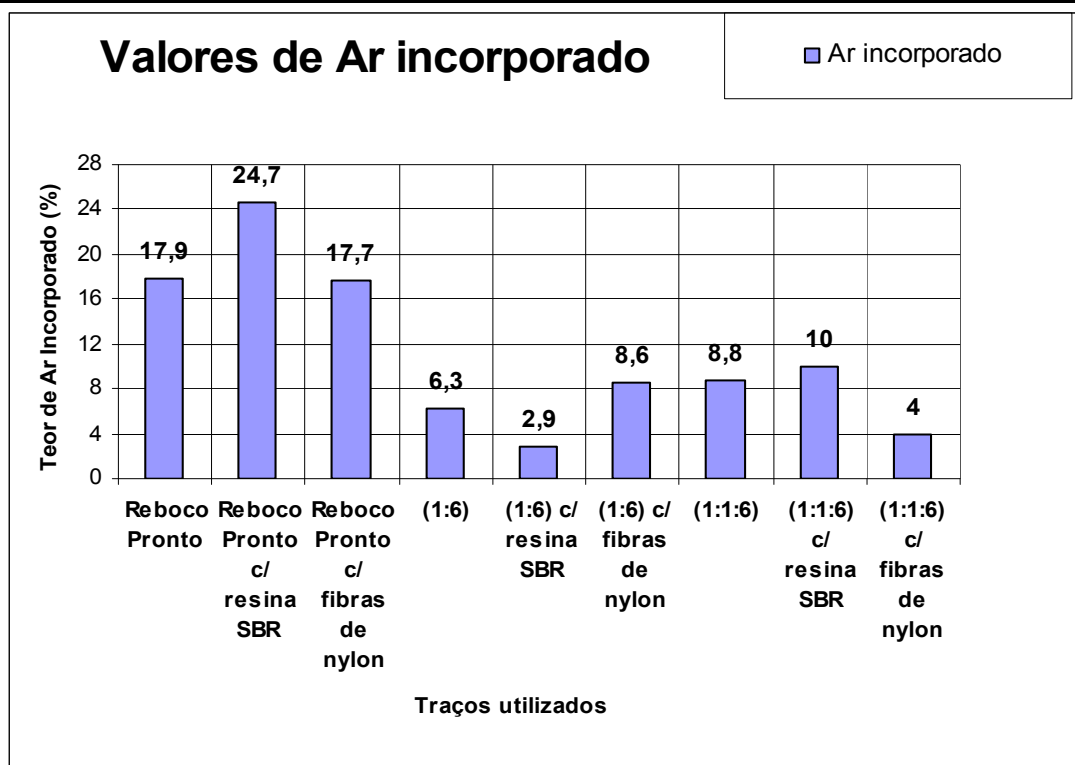




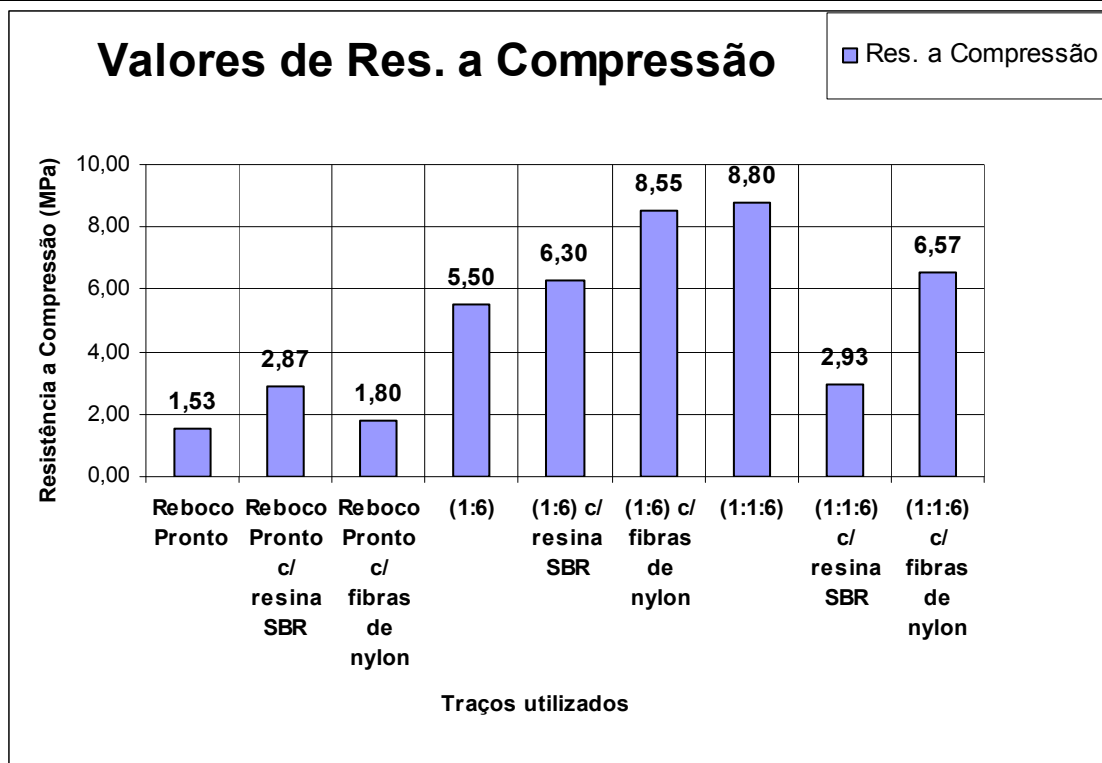
Estado Plástico	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries – Massa Específica</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	<b>Traço: Industrializado e Convencional</b>	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>M.E. (g/cm<sup>3</sup>) - NBR 13278</b>	Os testes de massa específica foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	2,699	
Reboco Pronto c/ resina SBR	2,699	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	2,729	
1:6 (cimento e areia)	2,644	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	2,644	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	2,760	
1:1:6(cimento, cal e areia)	2,655	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	2,655	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	2,633	



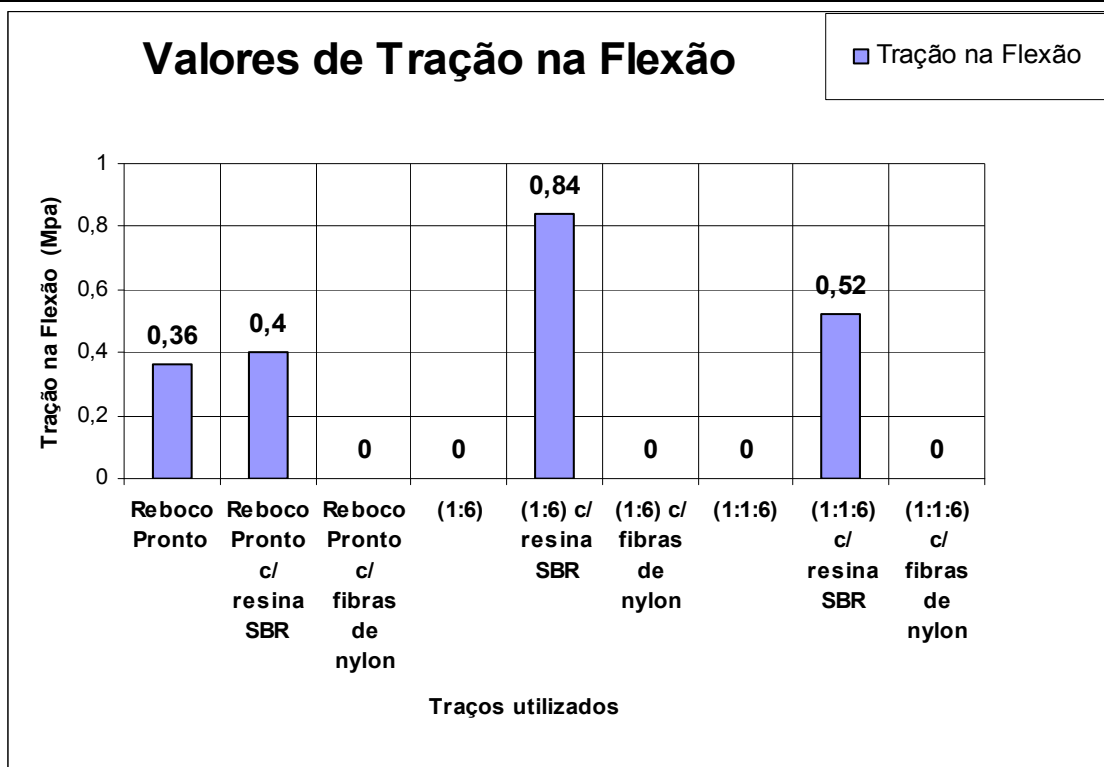
Estado Plástico	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries – Teor de Ar Incorporado</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	<b>Traço: Industrializado e Convencional</b>	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>T.A.I. (%) - NBR 13278</b>	Os testes de teor ar incorporado foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	17,9	
Reboco Pronto c/ resina SBR	24,7	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	17,7	
1:6 (cimento e areia)	6,3	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	2,9	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	8,6	
1:1:6(cimento, cal e areia)	8,8	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	10	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	4	



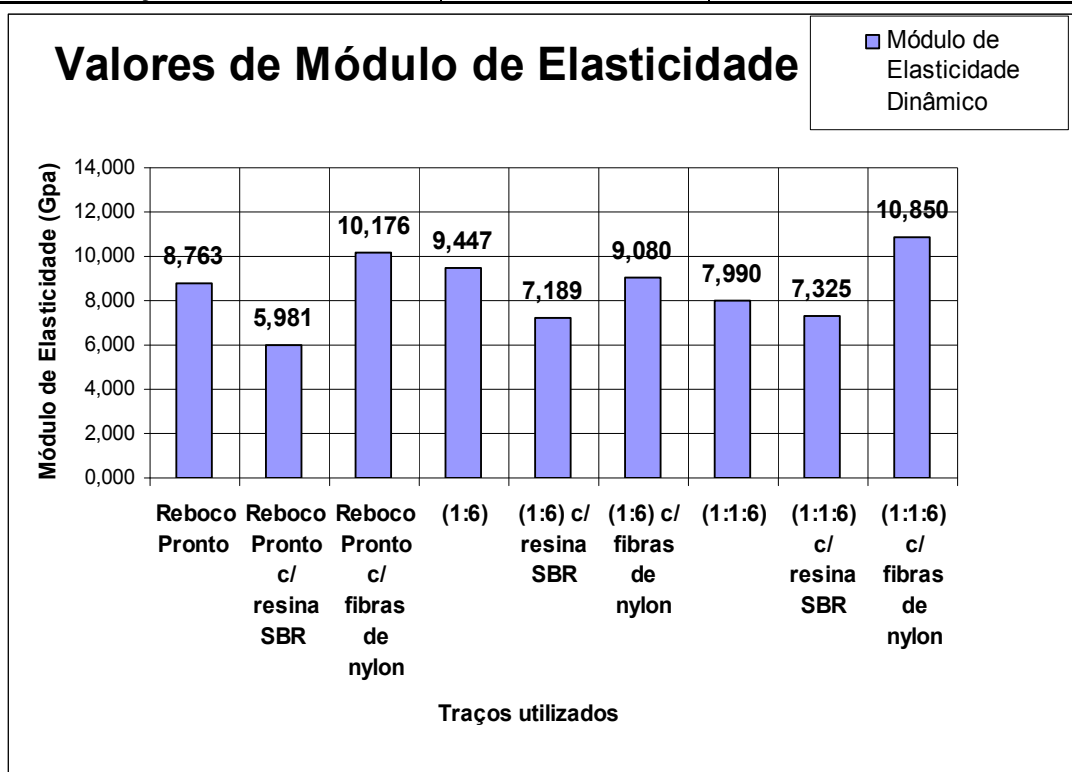
Estado Plástico	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries - Resistência à Compressão</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	<b>Traço: Industrializado e Convencional</b>	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>R.C. (MPa) - NBR 13279</b>	Os testes de resistência à compressão foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	1,53	
Reboco Pronto c/ resina SBR	2,87	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	1,80	
1:6 (cimento e areia)	5,50	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	6,30	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	8,55	
1:1:6(cimento, cal e areia)	8,80	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	2,93	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	6,57	



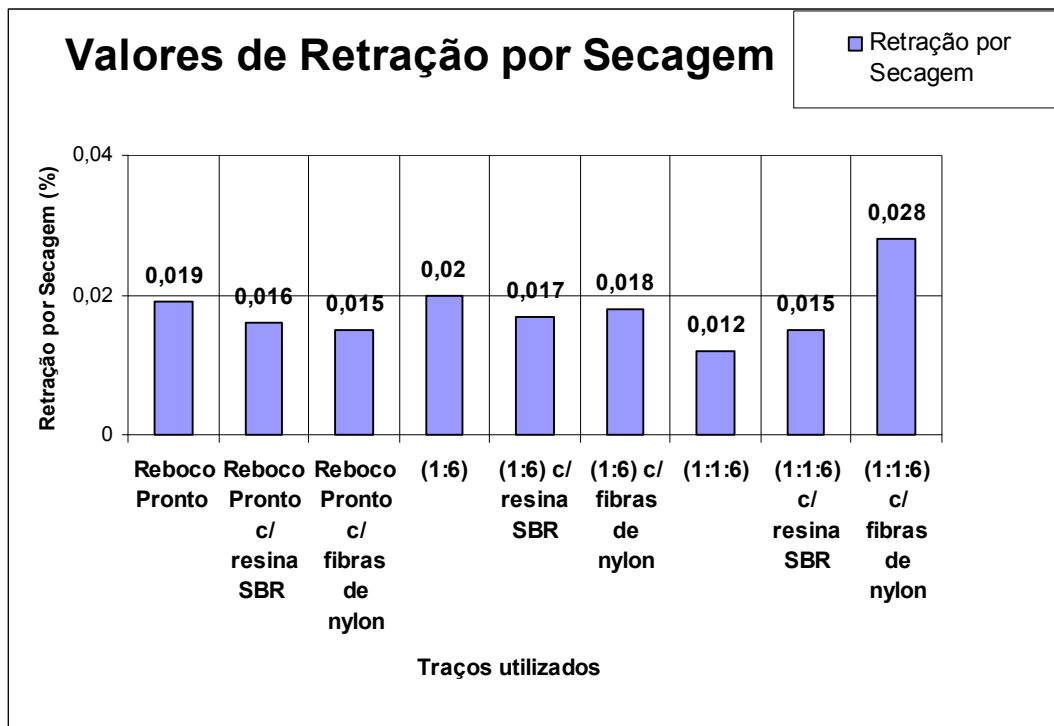
Estado Endurecido	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries – Tração na flexão</b>		
Argamassa:Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	Traço: Industrializado e Convencional	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>T.F. (MPa )</b>	Os testes de tração na flexão foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	0,36	
Reboco Pronto c/ resina SBR	0,40	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	0	
(1:6)	0	
(1:6) c/ resina SBR	0,84	
(1:6) c/ fibras de nylon	0	
(1:1:6)	0	
(1:1:6) c/ resina SBR	0,52	
(1:1:6) c/ fibras de nylon	0	



Estado Endurecido	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries – Módulo de Elasticidade Dinâmico Médio</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	Traço: Industrializado e Convencional	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>M.E. (GPa)</b>	Os testes de módulo de elasticidade dinâmico foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	8,763	
Reboco Pronto c/ resina SBR	5,981	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	10,176	
1:6 (cimento e areia)	9,447	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	7,189	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	9,080	
1:1:6(cimento, cal e areia)	7,990	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	7,325	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	10,850	



Estado Endurecido	Ensaio Laboratorial	Data:22/06/04
<b>Procedimento de Correlação dos Resultados</b>		
<b>Traços para aplicação de massa única nos painéis em todas as séries – Retração por Secagem</b>		
Argamassa: Reboco Pronto, 1:6 , 1:1:6	<b>Traço: Industrializado e Convencional</b>	
<b>Painéis (Base)</b>	<b>R.S. (%) - NBR 8490</b>	Os testes de retração por secagem foram realizados para todas as situações descritas e suas variações para cada tipo diferente de traço executado.
Reboco Pronto	0,019	
Reboco Pronto c/ resina SBR	0,016	
Reboco Pronto c/ fibras de nylon	0,015	
1:6 (cimento e areia)	0,02	
1:6 (cimento e areia)c/ resina SBR	0,017	
1:6 (cimento e areia)c/ fibras de nylon	0,018	
1:1:6(cimento, cal e areia)	0,012	
1:1:6(cimento, cal e areia) c/ resina SBR	0,015	
1:1:6 (cimento, cal e areia)c/ fibras de nylon	0,028	



ANEXO VIII – Visualização, através de lupa estereoscópica, das amostras utilizadas nas avaliações microestruturais



Interface bloco cerâmico/argamassa observada em lupa estereoscópica, na amostra cortada com serra cut-off. Aumento de 04x.



Interface bloco cerâmico/argamassa observada em lupa estereoscópica, na amostra cortada com serra cut-off. Aumento de 09x.



## ANEXO IX – Principais Normas da ABNT pertinentes ao assunto abordado

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 5732*; Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 5733*; Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 5735*; Cimento Portland de alto-forno. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 5736*; Cimento Portland pozolânico. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 5752*; Cimento Portland Pozolânico – Determinação da pozolanicidade. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 5753*; Materiais pozolânicos – Determinação de atividade pozolânica com cimento Portland – índice de reatividade pozolânica com cimento. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 6136*; Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutural – Especificação. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7171*; Bloco cerâmico para alvenaria – Especificação. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7173*; Blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural – Especificação. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7175*; Cal hidratada para argamassas. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7184*; Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7200*; Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7211*; Agregado para concreto. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7215*; Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro. 1992. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7218*; Agregado – Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7219*; Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 7220*; Agregado – Determinação das impurezas orgânicas húmicas em agregado miúdo. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 8042*; Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e dimensões. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 8490*; Argamassas endurecidas para alvenaria estrutural – Retração por secagem. 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 8947*; Telha cerâmica – Determinação da massa e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 9287*; Argamassa de assentamento para alvenaria de bloco de concreto – Determinação da retenção de água. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 9778*; Argamassas e concretos endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão, índice de vazios e massa específica. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 11578*; Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13276*; Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13277*; Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13278*; Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13279*; Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13281*; Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Especificação. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13528*; Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13749*; Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR 13755*; Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR MB 3459*; Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da absorção de água, do teor de umidade e da área líquida – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro. *NBR NM 23*; Cimento portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.