

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Gustavo Bridi Bellaver**

**FALTA DE ADERÊNCIA ENTRE O REVESTIMENTO  
ARGAMASSADO E SUBSTRATO DE ALVENARIA:  
INFLUÊNCIA DO TIPO DE ARGAMASSA, ESPESSURA E  
TÉCNICA UTILIZADAS**

Porto Alegre  
julho 2016

**GUSTAVO BRIDI BELLAVER**

**FALTA DE ADERÊNCIA ENTRE O REVESTIMENTO  
ARGAMASSADO E SUBSTRATO DE ALVENARIA:  
INFLUÊNCIA DO TIPO DE ARGAMASSA, ESPESSURA E  
TÉCNICA UTILIZADAS**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Ângela Gaio Graeff**

Porto Alegre

julho 2016

**GUSTAVO BRIDI BELLAVER**

**FALTA DE ADERÊNCIA ENTRE O REVESTIMENTO  
ARGAMASSADO E SUBSTRATO DE ALVENARIA:  
INFLUÊNCIA DO TIPO DE ARGAMASSA, ESPESSURA E  
TÉCNICA UTILIZADAS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora

Porto Alegre, julho de 2016

Prof. Ângela Gaio Graeff  
Dra. pela Universidade de Sheffield  
Orientadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Ângela Gaio Graeff (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade de Sheffield

**Profa. Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Profa. Monica Regina Garcez (UFRGS – Litoral)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho à minha família e namorada, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Professora Ângela Gaio Graeff, orientadora deste trabalho, por toda a ajuda que me proporcionou, por sua disponibilidade, apoio e conselhos, prestados ao desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pela autorização para utilizar as dependências e os equipamentos do LEME.

Agradeço à todos os professores que fizeram parte da minha vida acadêmica, sempre transmitindo o máximo de conhecimento e o empenho em educar.

Agradeço ao Sr. Eurípedes Martins Fontes e o Sr. Edgar Wallace, técnicos responsáveis pelo LEME, por toda a ajuda e ensinamentos durante a execução do meus ensaios laboratoriais.

Agradeço à Pauluzzi Produtos Cerâmicos Ltda. pelo fornecimento dos blocos necessários à execução do trabalho.

Agradeço à minha mãe, por todo o apoio e carinho que me deu durante toda a minha graduação.

Agradeço ao meu pai, pela confiança depositada em mim e apoio nas minhas escolhas.

Agradeço à minha namorada, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos e ser a palavra que precisava nas horas difíceis, me fazendo crescer como pessoa.

Agradeço aos meus colegas e amigos que fiz nessa jornada, por todo o apoio nos estudos e alegrias que me proporcionaram nesse período da graduação.

Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz.

*Bill Gates*

## RESUMO

Este trabalho visou abordar uma problemática observada em uma obra da cidade de Porto Alegre, onde foram constatados o aparecimento de fissuras e falta de aderência do revestimento argamassado nas paredes internas de uma edificação residencial. Para tanto, foi feita uma pesquisa bibliográfica a respeito dos materiais constituintes desse sistema construtivo, suas características, propriedades, seus aspectos positivos e negativos, bem como métodos de execução do mesmo. Neste trabalho, com inspiração nesta obra com manifestações patológicas, foi realizado um estudo experimental onde foram analisados dois tipos diferentes de técnicas de execução de revestimento (uma com chapisco e outra sem), duas espessuras de revestimento argamassado (de 2 e 3 cm) e duas argamassas diferentes (uma tradicional, feita com cimento, cal e areia com um traço amplamente utilizado no setor de construção civil, e outra, industrializada, utilizada na edificação estudada). Para a constatação das resistências de aderência à tração, utilizou-se o ensaio normatizado da NBR 13528/2010. Foi possível verificar que a maioria dos compimentos dos corpos de prova nos ensaios se deu na interface da argamassa com o substrato em qual ela estava aderida, demonstrando um plano preferencial para ruptura. Após a realização dos ensaios, buscou-se fazer uma comparação dos ensaios em laboratório com os problemas observados na obra. Pôde-se observar que algumas manifestações patológicas que ocorreram na edificação em questão também apareceram nos ensaios de laboratório. Apesar da resistência de aderência com a argamassa industrializada com a menor espessura ter atingido o valor mínimo por norma, o revestimento com maior espessura nem se manteve aderido ao substrato na hora do corte, assim, demonstrando o inadequado uso do produto para tal fim. Portanto, pôde-se demonstrar que a falta da camada de chapisco foi uma das causas do aparecimento das manifestações patológicas observadas na obra. Foi possível também observar nos ensaios que a utilização de chapisco influencia significativamente na melhora nos valores de resistência à aderência das argamassas ao substrato. Por fim, foi realizada uma comparação das variáveis estudadas, através da análise de variância ANOVA de fator único, para determinar se as variáveis estudadas influenciaram os resultados do estudo. Esta análise mostrou que dentre os fatores pesquisados nesse estudo, a execução do chapisco melhora estatisticamente os resultados de aderência do revestimento argamassado em blocos cerâmicos lisos.

Palavras-chave: Aderência de Revestimentos Internos Argamassados. Ensaio de Aderência à Tração de Argamassas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa.....	18
Figura 2 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical.....	22
Figura 3 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.....	22
Figura 4 – Camadas de revestimento de argamassa de vedação com emboço e reboco...	27
Figura 5 – Camadas de revestimento de argamassa de vedação com massa única.....	27
Figura 6 – Fluxograma de trabalho para argamassa produzida em obra .....	35
Figura 7 – Fluxograma de trabalho para argamassa produzida industrialmente .....	35
Figura 8 – Ensaio de permeabilidade proposto pelo CPqDCC-EPUSP .....	43
Figura 9 – Mecanismo de aderência da argamassa de cimento, cal e areia ao substrato cerâmico .....	45
Figura 10 – Descolamento de argamassa de revestimento por empolamento .....	52
Figura 11 – Descolamento de argamassa de revestimento em placas .....	54
Figura 12 – Descolamento de argamassa de revestimento com pulverulência .....	55
Figura 13 – Assentamento dos blocos .....	62
Figura 14 – Execução do chapisco nas mini paredes .....	62
Figura 15 – Lançamento manual da argamassa .....	63
Figura 16 – Desempeno e acabamento final .....	63
Figura 17 – Dinamômetro de tração .....	65
Figura 18 – Pastilhas .....	65
Figura 19 – Dispositivo de corte .....	66
Figura 20 – Paquímetro .....	66
Figura 21 – Cola .....	67
Figura 22 – Mini paredes feitas para o estudo experimental .....	68
Figura 23 – Mini paredes feitas para o estudo experimental com chapisco .....	69
Figura 24 – Mini paredes feitas para o estudo experimental com revestimento executado aos 21 de idade .....	70
Figura 25 – Corte do corpo de prova para ensaio de arrancamento .....	71
Figura 26 – Corpo de prova na serra copo .....	71
Figura 27 – Revestimento argamassado com falhas .....	72
Figura 28 – Falta de aderência do revestimento argamassado .....	72
Figura 29 – Execução do ensaio de aderência .....	73
Figura 30 – Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco .....	74

Figura 31 – Formas de ruptura no ensaio de resistência à tração para um sistema de revestimento com chapisco .....	74
Figura 32 – Resultados das resistências médias de aderência e desvio padrão dos corpos de prova ensaiados .....	77
Figura 33 – Descolamento do revestimento argamassado industrializado com espessura de 3 cm .....	78
Figura 34 – Detalhe do descolamento da argamassa industrializada com 3 cm de espessura .....	78
Figura 35 – Falha de aderência do revestimento da argamassa industrializada de 2 cm de espessura .....	79
Figura 36 – Ampliação da falha de aderência do revestimento de argamassa industrializada de 2 cm de espessura .....	80
Figura 37 – Percentuais de rompimento dos corpos de prova no ensaio de aderência nas paredes com chapisco .....	83
Figura 38 – Percentuais de rompimento dos corpos de prova no ensaio de aderência nas paredes sem chapisco .....	83
Figura 39 – Fissuras verticais observadas <i>in loco</i> .....	85
Figura 40 – Fissuras entre revestimento e substrato observadas <i>in loco</i> .....	86
Figura 41 – Fissuras horizontais observadas <i>in loco</i> .....	86
Figura 42 – Fissuras horizontais em mais de um plano observadas <i>in loco</i> .....	87
Figura 43 – Fissuras verticais demonstrando o descolamento do revestimento observadas <i>in loco</i> .....	87
Figura 44 – Fissuras verticais após a aplicação de textura na parede observadas <i>in loco</i>	88
Figura 45 – Remoção do revestimento existente em obra .....	89

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características exigidas para os blocos cerâmicos de vedação.....	22
Quadro 2 – Características dos chapiscos.....	30
Quadro 3 – Prazos mínimos para execução de etapas da execução do revestimento de argamassa.....	33
Quadro 4 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.....	33
Quadro 5 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a resistência à compressão .....	37
Quadro 6 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a densidade de massa aparente no estado endurecido .....	37
Quadro 7 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a resistência à tração na flexão .....	38
Quadro 8 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a coeficiente de capilaridade .....	38
Quadro 9 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a densidade de massa no estado fresco.....	38
Quadro 10 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a retenção de água.....	39
Quadro 11 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a resistência potencial de aderência à tração.....	39
Quadro 12 – Traço da argamassa estudado – mistura convencional de obra .....	60
Quadro 13 – Traço do chapisco utilizado.....	61
Quadro 14 – Valores mínimos de aderência à tração para emboço ou camada única .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais vantagens e desvantagens do uso de argamassa preparada em obra e industrializada.....	36
Tabela 2 – Tabela ANOVA de comparação de espessura do revestimento .....	81
Tabela 3 – Tabela ANOVA de comparação de tipo de argamassa .....	81
Tabela 4 – Tabela ANOVA de comparação de técnicas de execução .....	82

## **LISTA DE SIGLAS**

cm - Centímetro

mm – Milímetro

MPa – Mega Pascal

psi – Libra por polegada quadrada

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LEME – Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais

Ra – Resistência de aderência à tração

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	15
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA .....	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	15
<b>2.2.1 Objetivo principal</b> .....	15
<b>2.2.2 Objetivos secundários</b> .....	15
2.3 HIPÓTESE .....	16
2.4 PRESSUPOSTO .....	16
2.5 PREMISSAS .....	16
2.6 DELIMITAÇÕES .....	16
2.7 LIMITAÇÕES .....	16
2.8 DELINEAMENTO .....	17
<b>3 PAREDES DE VEDAÇÃO</b> .....	20
3.1 BLOCOS E TIJOLOS CERÂMICOS .....	20
3.2 GESSO ACARTONADO .....	23
3.3 BLOCOS DE CONCRETO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL .....	24
<b>4 ARGAMASSA DE REVESTIMENTO</b> .....	25
4.1 HISTÓRICO .....	25
4.2 COMPOSIÇÃO DOS REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS .....	26
<b>4.2.1 Substrato</b> .....	28
<b>4.2.2 Chapisco</b> .....	28
4.2.2.1 Chapisco tradicional.....	29
4.2.2.2 Chapisco industrializado.....	29
4.2.2.3 Chapisco rolado.....	29
<b>4.2.3 Emboço</b> .....	30
<b>4.2.4 Reboco</b> .....	31
<b>4.2.5 Massa única</b> .....	32
4.3 ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS .....	34
4.4 PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO .....	37
<b>4.4.1 Propriedades da argamassa no estado fresco</b> .....	39
4.4.1.1 Trabalhabilidade .....	39
4.4.1.2 Retenção de água .....	40
4.4.1.3 Plasticidade .....	40

4.4.1.4 Aderência inicial .....	41
4.4.1.5 Retração na secagem .....	41
<b>4.4.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido .....</b>	<b>41</b>
4.4.2.1 Resistência mecânica .....	42
4.4.2.2 Capacidade de absorver deformações .....	42
4.4.2.3 Estanqueidade .....	42
4.4.2.4 Aderência .....	43
4.4.2.5 Durabilidade .....	47
<b>5. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO .....</b>	<b>48</b>
5.1 FISSURAS .....	50
5.2 DESCOLAMENTO DA ARGAMASSA AO SUBSTRATO EM QUE ESTÁ ADERIDA .....	51
<b>5.2.1 Descolamento por empolamento .....</b>	<b>52</b>
<b>5.2.2 Descolamento em placas .....</b>	<b>53</b>
<b>5.2.3 Descolamento com pulverulência .....</b>	<b>54</b>
5.3 DEMAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS .....	55
<b>5.3.1 Eflorescência .....</b>	<b>55</b>
<b>5.3.2 Bolor .....</b>	<b>56</b>
<b>5.3.3 Bolhas e Vesículas .....</b>	<b>57</b>
<b>6. MÉTODO DO ESTUDO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>58</b>
6.1 VARIÁVEIS DA PESQUISA .....	59
<b>6.1.1 Tipos de argamassa .....</b>	<b>59</b>
<b>6.1.2 Espessura do revestimento .....</b>	<b>60</b>
<b>6.1.3 Tipos de técnicas de execução .....</b>	<b>60</b>
6.2 CONDIÇÕES FIXAS .....	61
<b>6.2.1 Substrato .....</b>	<b>61</b>
<b>6.2.2 Preparação dos revestimentos .....</b>	<b>61</b>
<b>6.2.3 Idade do revestimento .....</b>	<b>64</b>
6.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA EXECUÇÃO DO ENSAIO .....	64
6.4 PREPARAÇÃO E REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS SEGUNDO A NORMA .....	67
<b>7. RESULTADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>76</b>
7.1 RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS .....	76
7.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ANOVA .....	81
7.3 FORMA DE RUPTURA DOS CORPOS DE PROVA .....	82

7.4 COMPARAÇÃO COM OBRA .....	84
<b>8. CONCLUSÕES</b> .....	90
REFERÊNCIAS .....	92
APÊNDICE A .....	96



## 1 INTRODUÇÃO

Para acelerar a taxa de retorno do investimento de uma construção, seja ela para qualquer finalidade, e que normalmente possui prazos de execução cada vez mais exíguos, é necessário acelerar o ritmo de execução visando a geração de lucro às empresas, indivíduos ou quaisquer outros investidores interessados. Com essa necessidade de otimização do tempo e diminuição dos processos necessários na etapa construtiva de uma edificação, novos produtos e métodos para execução de revestimentos têm surgido.

Esses materiais e métodos, que visam diminuir o tempo de execução, podem reduzir significativamente os custos e tempo de uma obra, se aplicados com as técnicas adequadas da construção civil. Porém, se não forem executados corretamente, podem acarretar no surgimento de sérias manifestações patológicas, trazendo muitos problemas e custos extras para os moradores das residências, proprietários e responsáveis pelo empreendimento.

Um dos principais itens que agregam valor final ao imóvel é o revestimento das paredes. Este item é essencial para a aceitação do imóvel, pois fica muito evidente qualquer falha de execução ou falha do material que o compõe. Sabendo disso, deve-se tratar essa etapa da obra com extrema cautela para obter resultados satisfatórios a curto, médio e longo prazo.

Caso haja algum problema nesses revestimentos, pode haver um grande transtorno para efetuar os devidos reparos, principalmente pelo fato de isso poder se estender ao longo de toda a edificação. O passivo ambiental gerado nesses casos é de extrema preocupação para as empresas, além disso, se o tratamento utilizado para recuperação desse revestimento for ineficaz, ele vai somente mascarar o problema por um tempo, podendo voltar a aparecer gerando mais transtornos.

Este trabalho visou abordar especificamente os problemas causados pela falta de aderência entre o revestimento argamassado e o substrato em que ele é executado. Foram analisadas algumas possíveis causas para o surgimento destes problemas, através de experimentos e de uma avaliação em um caso real. Estes problemas podem ser executivos, relativos ao material (argamassa utilizada), ao substrato, à ausência de uma camada para aumentar as pontes de aderência entre a argamassa e o substrato, bem como a espessura do revestimento empregada.

Os experimentos foram utilizados para comparar a resistência de aderência à tração de diferentes tipos de argamassas, técnicas utilizadas e espessuras, enquanto que o caso real foi utilizado para demonstrar as consequências dessa falta de aderência através de manifestações patológicas que aparecem visualmente no revestimento final.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DA PESQUISA**

A questão da pesquisa é: o desempenho inadequado em termos de aderência à tração entre o revestimento argamassado e o substrato de blocos cerâmicos de superfície lisa é oriundo de qual característica e/ou processo de execução do revestimento?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal do trabalho é: avaliar a falta de aderência à tração entre o revestimento e o substrato considerando a utilização de um substrato com blocos cerâmicos de superfície lisa.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) comparação de valores de resistência à tração de aderência, empregando-se argamassa comum (com cimento, cal e areia) e uma argamassa industrializada, com e sem chapisco, em espessuras diferentes, resultante de ensaios em laboratório;
- b) demonstração da problemática do surgimento de manifestações patológicas oriundas de falta de aderência entre substrato e revestimento argamassado através de exemplos reais obtidos em uma edificação residencial estudada.

## 2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que a argamassa utilizada na obra observada, quando empregada em blocos cerâmicos de superfície lisa não atinge a resistência mínima requerida na norma NBR 13749/2013.

## 2.4 PRESSUPOSTO

O trabalho tem os seguintes pressupostos:

- a) as mini paredes de alvenaria utilizadas para os experimentos foram executadas de forma correta, assegurando a uniformidade das paredes, blocos e juntas;
- b) os materiais para execução do revestimento argamassado estão adequados para o uso e dentro do prazo de validade;
- c) os ensaios para determinação da resistência de aderência à tração da seguinte norma é válido: NBR 13528/2010.

## 2.5 PREMISAS

O trabalho tem por premissas que a falta de aderência entre o revestimento argamassado e o substrato pode ser um problema grave, pois pode causar transtornos aos usuários das edificações além de custos elevados para solução dos problemas.

## 2.6 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo experimental da aderência de argamassas ao substrato através de ensaios de resistência à tração das mesmas. Também uma avaliação de uma edificação da cidade de Porto Alegre que apresenta manifestações patológicas causadas pela falta de aderência entre o substrato e o revestimento argamassado.

## 2.7 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho nos ensaios de laboratório a serem feitos:

- a) utilização de somente dois tipos de argamassa nos ensaios de laboratório, uma tradicional feita de cimento, cal e areia e uma argamassa industrializada, sendo essa a que foi utilizada na obra estudada;

- b) as mini paredes construídas para os ensaios tem dimensões de 80 cm de altura por 90 cm de largura;
- c) ensaio de duas espessuras de revestimento interno argamassado, iguais a 2 cm e 3 cm;
- d) teste de somente dois tipos de técnicas de execução de revestimento: com e sem chapisco;
- e) o corte dos corpos de prova com a serra copo foi feito com água;
- f) utilização de somente um tipo de bloco cerâmico<sup>1</sup>, sem ranhuras e superfície lisa.

## 2.8 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) observação das manifestações patológicas *in loco* e a coleta de dados;
- c) elaboração do plano experimental;
- d) moldagem das paredes para experimento;
- e) realização dos ensaios em laboratório;
- f) análise dos resultados;
- g) comparação dos resultados obtidos em laboratório com as observações *in loco*;
- h) conclusões.

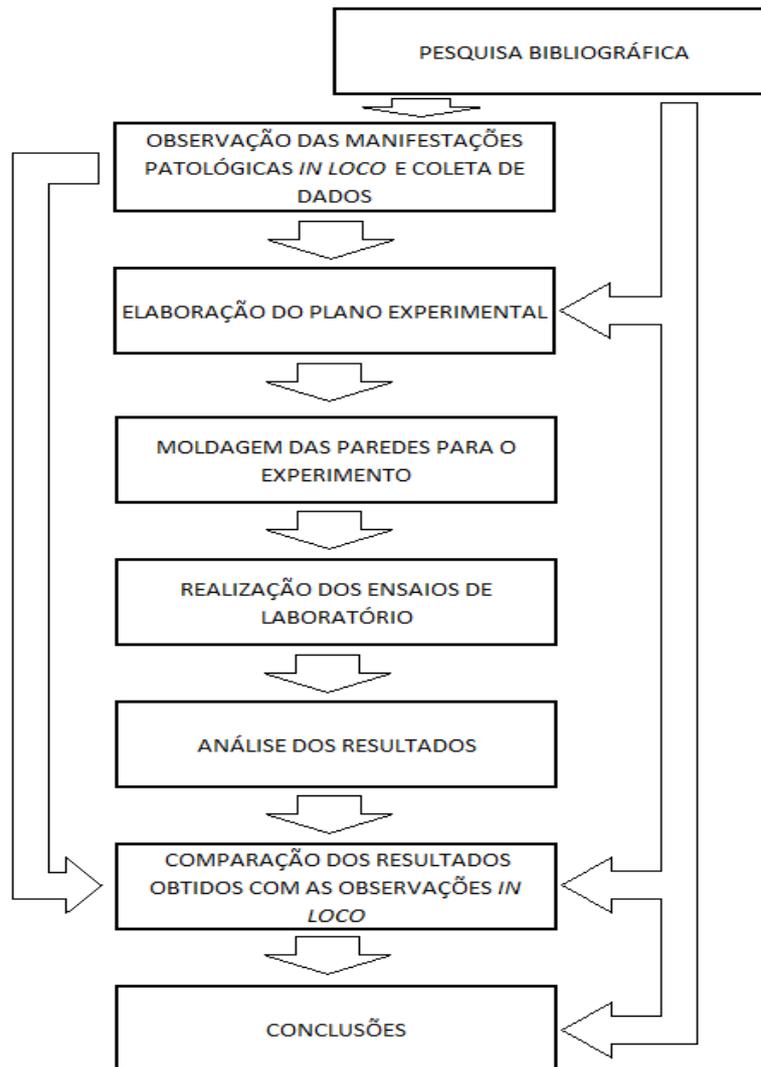
Primeiramente, com o intuito de ter um aprofundamento no tema, para conhecer melhor os métodos executivos de revestimentos argamassados, suas técnicas e peculiaridades, foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando contribuir para a criação de uma base sólida para o trabalho, assim compreendendo os seus detalhes construtivos e possíveis erros que possam acontecer. Posteriormente, a pesquisa bibliográfica continuou, porém, desta vez, focada para as manifestações patológicas que podem ocorrer em um revestimento, e mais especificamente, a falta de aderência do revestimento argamassado ao substrato. Outro ponto importante da pesquisa bibliográfica foi a leitura para o aperfeiçoamento da realização dos testes de laboratório, ou seja, a pesquisa bibliográfica foi de extrema importância para todas as etapas do trabalho.

---

<sup>1</sup> Este bloco testado já não é mais fabricado pela empresa.

Juntamente com a pesquisa bibliográfica, foram observados, em uma obra da cidade de Porto Alegre, os problemas causados pela falta de aderência entre o revestimento argamassado e o substrato. Com essa coleta de dados *in loco* e foi feita uma correlação dos resultados dos ensaios de laboratório com o observado em obra.

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Na etapa de elaboração do plano experimental foram definidos os detalhes dos experimentos, ou seja, tudo que deveria ser considerado e planejado antes de iniciar os ensaios. Nessa parte, a observação dos problemas apresentados na obra ajudou a determinar o tipo de ensaio que foi realizado. Após o término da elaboração do plano experimental, foi iniciada a moldagem das paredes que foram ensaiadas e por seguinte, a realização dos ensaios de laboratório.

Com o resultado dos ensaios, realizou-se uma análise da resistência de aderência e com isso avaliou-se o esse procedimento construtivo. Com isso foi possível ver quais procedimentos construtivos são recomendados para execução.

Após a análise dos resultados, identificou-se a provável causa das manifestações patológicas encontradas na edificação estudada. Por fim, fez-se uma conclusão a respeito de tudo que foi abordado, demonstrando, para os casos estudados, quais métodos são recomendados para execução do revestimento em blocos cerâmicos lisos.

### 3 PAREDES DE VEDAÇÃO

Paredes de vedação são paredes que não suportarão cargas verticais além do seu próprio peso e algum armário, prateleira ou móvel a ser instalado posteriormente. Estas, ainda, devem suportar cargas horizontais provenientes do vento ou cargas acidentais. Os materiais de construção mais utilizados para execução de paredes são os materiais cerâmicos (tijolos ou blocos). Contudo, com o avanço tecnológico, houve aprendizados com relação aos materiais de construção e, cada vez mais, são elaborados novos materiais e métodos construtivos.

Atualmente, empreendimentos podem usar mais do que esses materiais nas suas divisórias internas e externas, ou seja, há a possibilidade de ser utilizado: gesso acartonado (drywall), blocos de concreto sem função estrutural, dentre outros métodos desenvolvidos para o fechamento de paredes. Assim, na sequência serão brevemente explanados alguns sistemas de vedação.

#### 3.1 BLOCOS E TIJOLOS CERÂMICOS

As alvenarias de vedação (sem função estrutural) servem para dividir ambientes e resistir a pequenas cargas aplicadas, de forma normal e/ou tangencial. Thomas et al. (2009, p. 2) conceituam alvenarias de vedação:

Alvenarias de vedação são aquelas destinadas a compartimentar os espaços, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço ou outras estruturas. Assim sendo, devem suportar tão somente o peso próprio e cargas de utilização, como armários, rede de dormir e outros. Devem apresentar adequada resistência às cargas laterais estáticas e dinâmicas, advindas, por exemplo, da atuação do vento, impactos acidentais e outras.

Outra definição, da alvenaria de vedação por parte de uma empresa fabricante de blocos: “É uma alvenaria que não é dimensionada para resistir a ações além de seu próprio peso. A vedação vertical é responsável pelo fechamento da edificação e também pela compartimentação dos ambientes internos.” (PAULUZZI PRODUTOS CERÂMICOS LTDA, 2012a).

A construção dessas paredes de vedação é feita através do assentamento de blocos (ou tijolos) cerâmicos. A NBR 15270-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005b, p. 1) classifica blocos cerâmicos de vedação como: “Componente de alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm.”.

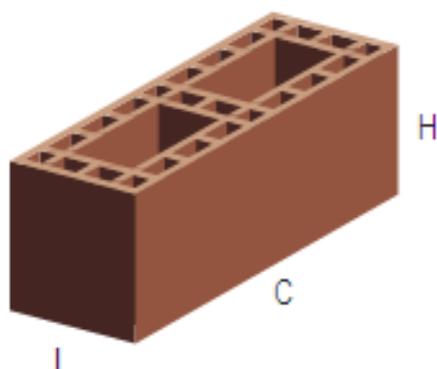
Esse material é o mais utilizado historicamente, remetendo-nos à pré-história, nos sistemas mais antigos de construção. As primeiras alvenarias eram feitas por pedras ou tijolos, feitos de barro seco ao sol, com espessuras muito grandes, devido ao empirismo da ciência até então. Por muitos séculos, ainda faltava à civilização uma ciência de materiais e métodos de cálculo específicos para auxiliar nesses problemas. Predominando esse estilo de construção de alvenaria de pedra ou tijolos (depois do conhecimento do forno, já cozidos para melhores características do material), assentados com barro, betume e mais tarde com argamassas de cal, pozolanas e, finalmente, cimento Portland. (PAULUZZI PRODUTOS CERÂMICOS LTDA, 2012b)

Segundo a ABCERAM (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2011) o processo de fabricação de blocos cerâmicos tem como matéria-prima básica os materiais encontrados na natureza, em depósitos espalhados por todo o planeta. Esse material, que geralmente é algum tipo de argila, para ser usado, precisa de um tratamento prévio para retirar impurezas e ajustar granulometria. Após o preparo da matéria-prima, é feita a dosagem com aditivos e água para criar a massa que constituirá o elemento de vedação.

Posteriormente, o autor ainda diz que se coloca esse material em uma forma, para ter o aspecto de bloco e, então, é levado à secagem, onde de forma lenta e gradual, a água que ficou no bloco vai sendo eliminada em temperaturas de 50°C a 150°C. Uma vez seco, esse bloco é levado à queima, onde os produtos adquirem suas propriedades finais. Eles são submetidos a temperaturas geralmente entre 800°C a 1700°C e depois são esfriados a temperaturas inferiores a 200°C. O ciclo de queima pode durar de alguns minutos até vários dias.

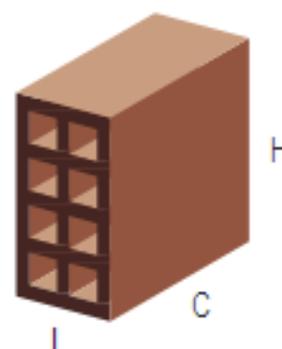
Thomas et al. (2009, p. 9) salientam: “Os blocos cerâmicos utilizados na execução das alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, devem atender à norma NBR 15270-1, a qual, além de definir termos, fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento.”. Abaixo são expostas imagens de blocos cerâmicos com furos horizontais e verticais, bem como os requisitos normativos para suas dimensões características.

Figura 2 – Bloco cerâmico de vedação com furos na vertical



(fonte: THOMAZ et al., 2009, p. 9)

Figura 3 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



(fonte: THOMAZ et al., 2009, p. 9)

A NBR 15270-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005, p. 3) determina que as dimensões para fabricação dos blocos cerâmicos correspondem a múltiplos e submúltiplos ( $1/2$  e  $1/4$ ) de 10 cm menos 1 cm. Os blocos cerâmicos de vedação, por exercerem um papel tão importante no desempenho final de uma parede, têm algumas características que são exigidas pela NBR 15270-1, para tentar garantir a conformidade final do serviço que são listadas a seguir.

Quadro 1 – Características exigidas para os blocos cerâmicos de vedação

Características visuais	Não apresentar quebras, superfícies irregulares ou deformações
Forma	Prisma reto
Tolerância dimensional individual relacionada à dimensão efetiva	$\pm 5$ mm (largura, altura ou comprimento)
Tolerância dimensional relacionada à média das dimensões efetivas	$\pm 3$ mm (largura, altura ou comprimento)
Espessura das paredes internas dos blocos	$\geq 6$ mm
Espessura das paredes externas dos blocos	$\geq 7$ mm
Desvio em relação ao esquadro	$\leq 3$ mm
Planeza das faces	Flecha $\leq 3$ mm
Resistência à compressão (área bruta)	$\geq 1,5$ MPa (para furos na horizontal)
	$\geq 3,0$ MPa (para furos na vertical)
Índice de absorção de água (AA)	$8\% \leq AA \leq 22\%$

(fonte: THOMAZ et al., 2009, p. 11)

### 3.2 GESSO ACARTONADO

A construção de paredes de vedação com placas de gesso acartonado, é uma técnica que atualmente vem ganhando bastante espaço no cenário brasileiro da construção civil. As divisórias de gesso acartonado podem ser descritas como (SABBATINI<sup>2</sup>, 1998 apud TANIGUTI; BARROS, 2000, p. [2]):

[...]um tipo de vedação vertical utilizada na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, leve, estruturada, fixa ou desmontável, geralmente monolítica, de montagem por acoplamento mecânico e constituída por uma estrutura de perfis metálicos ou de madeira e fechamento de chapas de gesso acartonado.

É um método construtivo que é mais rápido que o método de assentamento de blocos e trás várias vantagens comparadas a esse sistema, como cita Yagizi (2009, p. 475):

- a) leveza: O baixo peso das paredes de gesso acartonado permite a redução do dimensionamento das fundações e da estrutura nas construções;
- b) ganho de área útil: com espessura menor que a das paredes convencionais, as de gesso acartonado trazem ganho considerável em área útil;
- c) estética: com superfícies lisas e sem juntas aparentes, as paredes de gesso acartonado podem ser planas ou curvas e ainda receber qualquer tipo de acabamento [...];
- d) isolamento térmica: o espaço interno das paredes de gesso acartonado permite a colocação de lã mineral, reforçando a isolamento térmica;
- e) isolamento acústica: o desempenho acústico das paredes de gesso acartonado atende às mais exigentes especificações, podendo ser melhorado, acrescentando mais placas ou lã mineral no seu interior;
- f) facilidade de instalação: os sistemas de parede de gesso acartonado são práticos na sua montagem e facilitam também as instalações hidráulicas e elétricas;
- g) garantia: os produtos e sistemas de gesso acartonado são garantidos pelo fabricante mediante controles de qualidade, internos e ensaios realizados em laboratórios.

---

<sup>2</sup> SABBATINI, F.H. O processo de produção das vedações leves de gesso acartonado. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: Vedações Verticais, São Paulo, 1998. **Anais...** São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. p.67-94.

### 3.3 BLOCOS DE CONCRETO SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

Os blocos de concreto sem função estrutural são aparentemente iguais aos que possuem função estrutural, contudo, não são dimensionados para suportar as mesmas cargas. Esses blocos, na sua fabricação, têm suas espessuras das paredes menores que as dos estruturais, conferindo-lhes menos resistência e mais economia de material. Além disso, o concreto utilizado para moldar o bloco também pode possuir resistência inferior. Contudo, esses blocos ainda precisam conferir algum tipo de resistência mecânica. Segundo a NBR 7173 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1982), esses blocos devem proporcionar uma resistência à compressão média de 2,5 MPa e um mínimo de 2,0 MPa individual.

Os blocos, segundo a mesma norma devem ter os seguintes materiais constituintes:

- a) o concreto deve ser constituído de cimento Portland, agregados e água;
- b) será permitido o uso de aditivos, desde que não acarretem efeitos prejudiciais devidamente comprovados por ensaios;
- c) os agregados podem ser areia e pedra, de acordo com a NBR 7211, ou escórias de alto forno, cinzas volantes, argila expandida ou outros agregados leves que satisfaçam às necessidades específicas próprias a cada um desses materiais.

O sistema de montagem das paredes é o mesmo que com blocos cerâmicos, necessitando amarração dessa parede entre as fiadas e encontros de paredes, assentados com argamassa de assentamento entre fiadas, com opção de juntas secas ou não, dependendo do projetista.

## 4 ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Este capítulo tem por finalidade descrever as argamassas de revestimento normalmente utilizadas em alvenarias de vedação, com ênfase para o histórico de utilização das argamassas, a composição das mesmas, o uso de argamassas industrializadas e as propriedades do revestimento.

As argamassas de revestimento ou argamassas inorgânicas têm como definição segundo a NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p 2): “Mistura homogênea de agregado(s) miúdos(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos ou adições com propriedades de aderência e endurecimento.”.

### 4.1 HISTÓRICO

Os relatos de onde se iniciou, ou de onde foi empregado pela primeira vez algum tipo de argamassa não tem uma data bem definida. Desde o início de sua história o homem precisou fazer abrigos para se defender de predadores, inimigos e intempéries. Para isso utilizou abrigos naturais e também alguns construídos por ele mesmo. Esses abrigos, construídos de materiais achados na natureza, como galhos, troncos, folhas, eram vedados utilizando argila para fechar os buracos de suas construções e assim ter um abrigo melhor para viver. A escolha dos materiais dependia muito da geologia do terreno e a que fim era empregado. Em locais com bastante pedras, eram feitas paredes com pedras, em países quentes e com pouca madeira, utilizaram primeiramente lamas argilosas que eram fáceis de trabalhar e de transportar. (ALVAREZ, 2007)

Posteriormente, esse conhecimento de utilizar essa “massa” para construção de lugares foi difundido dentre os grandes impérios antigos, porém, foram os romanos que conseguiram que a argamassa tivesse maior durabilidade adicionando na mistura, cinza dos vulcões, as chamadas cinzas pozolânicas. Inicialmente esse material era somente retirado da região de *Puzzuoli*, perto do vulcão Vesúvio. Depois o termo começou a ser utilizado para o material retirado de outros depósitos, e então, o termo “pozolana” foi utilizado para designar qualquer material que possua propriedades similares às das cinzas de *Puzzuoli*. (OLIVEIRA, 2010)

Segundo Almeida (2010, p. 3-4), os romanos, além de misturar as pozolanas, fizeram várias tentativas de materiais diferentes para ver seus resultados: sabões, resinas, proteínas, sangue, leite e banha. Isso para melhorar o manuseamento e conferir à argamassa características de maior coesão, impermeabilização, resistência ao gelo e degelo e coloração. Provocavam ainda a introdução de bolhas de ar, para contribuir em um aumento de resistência e idade.

O mesmo autor ainda cita que em 1824, Joseph Aspdin e seu filho, registraram a patente do cimento Portland, nomeado assim por conta da cor do material ser idêntico a das pedras da ilha britânica. Mas só em 1853, o cimenteiro Emile Dupon e o químico Charles Demarle, conseguem uma boa pasta, que após os processos necessários são transformados em cimento Portland, deixando assim de ser um exclusivo britânico e trazendo muitos benefícios em relação à cal hidráulica que vinha sendo utilizada até então, tais como melhora na resistência e a diminuição do tempo de execução, que diretamente acarretava em diminuição de custos.

No contexto brasileiro, pode se dizer que inicialmente as técnicas construtivas vieram com o período colonial, trazido com os povos portugueses. Pode se dizer que (BONIN; CARNEIRO, 2010, p. 163):

A partir dos saberes e técnicas trazidos pelos mestres construtores portugueses ainda no período colonial. Consolidou-se no Brasil a utilização de argamassas de cal e areia com ou sem a adição de material granular fino para o acabamento e proteção das superfícies interiores e exteriores de paredes constituídas dos mais diversos materiais [...]. A posterior introdução do uso do cimento portland como aglomerante modificou esse cenário, ampliando o leque de possibilidades para a produção de revestimentos de argamassa.

Os autores salientam que ao longo do século XX, houve um avanço tecnológico muito grande juntamente com o aumento da urbanização das cidades, acarretando numa verticalização das cidades e uma adequação nos ritmos de produção e planejamento dos espaços a serem construídos.

## 4.2 COMPOSIÇÃO DOS REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS

Uma possível definição para os revestimentos argamassados é: “O revestimento é o recobrimento de uma superfície lisa ou áspera com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apta a receber, sem danos, uma decoração final.”. (trabalho não publicado)<sup>3</sup>.

---

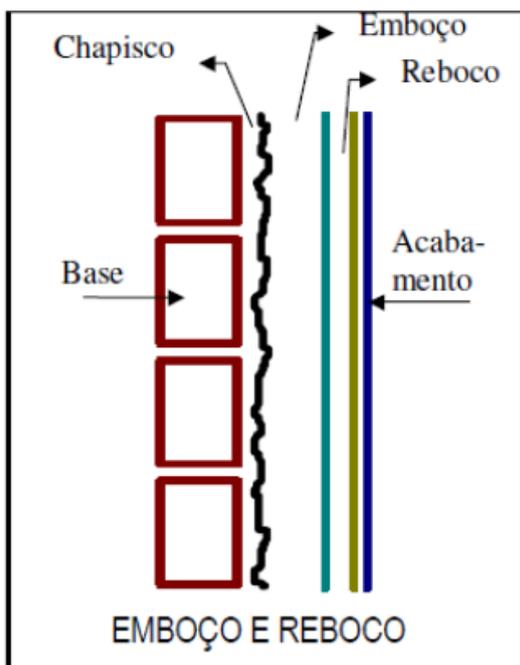
<sup>3</sup> Material disponibilizado na disciplina Edificações II do curso de Engenharia civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no período letivo do segundo semestre de 2013 pela professora Ana Paula Kirchheim.

Segundo Fioritto (2009, p. 29) “As argamassas são definidas como sendo a mistura de aglomerantes e agregados com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência.”.

Os revestimentos argamassados no final do processo de construção tendem a agir como um só, como cita Fioritto (2009, p. 105) “[...] qualquer que seja a natureza do revestimento final de uma parede ou de um piso devemos sempre considerá-lo ligado e fazendo parte do conjunto de todas as camadas suportes.”. Ou seja, mesmo sendo construído em etapas, na sua vida útil, o revestimento vai trabalhar como um só, portanto, deve-se pensar nele como um todo desde o início de sua concepção, ainda na fase de projetos para minimizar problemas que essa estrutura pode ter.

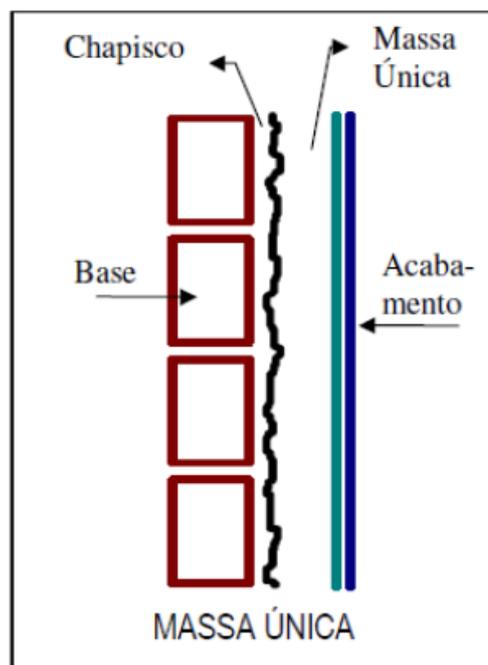
Esse revestimento, pode ser executado com uma camada de emboço e posteriormente o reboco, ou uma única camada como demonstram as figuras 4 e 5.

Figura 4 – Camadas de revestimento de argamassa de vedação com emboço e reboco



(fonte: ALMEIDA, 2010, p. 29)

Figura 5 – Camadas de revestimento de argamassa de vedação com massa única



(fonte: ALMEIDA, 2010, p. 29)

As funções de cada camada do revestimento argamassado são explanadas a seguir, bem como os cuidados que devem ser tomados na sua aplicação.

### 4.2.1 Substrato

O substrato ou base é a superfície onde vai se aplicar o revestimento. No trabalho, será abordado o substrato cerâmico, mais especificamente, os blocos cerâmicos usados para vedação. Para o início das atividades deve haver algumas condições na base, a NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5) cita: “As bases de revestimento devem atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas de alvenaria e estrutura de concreto.”. Ainda a mesma norma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5) diz:

A base do revestimento com elevada absorção, exceto parede de bloco de concreto, deve ser pré-molhada. Deve-se fazer aplicação prévia de argamassa de chapisco, quando a superfície a revestir for parcial ou totalmente não absorvente ou quando a base não apresentar rugosidade superficial

O substrato de aplicação do revestimento ainda pode conter alguma sujeira e irregularidade, Baía e Sabbatini (2008, p. 61) demonstram a importância de se preparar bem a base, por limpeza através de escovação ou lavagem, dependendo de cada caso. A NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5) salienta que antes de qualquer tipo de lavagem, deve-se saturar a base com água limpa com a finalidade de evitar a penetração da solução de lavagem aplicada. Baía e Sabbatini (2008, p. 62) ressaltam que devem ser removidas as irregularidades superficiais, como as rebarbas de concretagem, os excessos de argamassas nas juntas, preencher lugares com depressões e remover incrustações metálicas. Nesse último caso, se não for possível, deve-se cortar as incrustações e aplicar tinta antióxido de qualidade.

### 4.2.2 Chapisco

Após a conclusão da base e preparo do substrato, em função da grande variedade de propriedades entre diferentes bases, é comum o uso de chapisco com o objetivo de regularizar sua capacidade de aderência do revestimento e fazer com que a superfície absorva água mais uniformemente. O chapisco, segundo Fioritto (2009, p. 24) é: “[...] composto de argamassa de cimento e areia grossa no traço em volume de 1:3 e projetado sobre a superfície da base. O acabamento é extremamente áspero e irregular, criando ancoragens mecânicas para aderência da camada seguinte.”. Já a NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a, p. 2) descreve o chapisco como: “Camada de preparo da base, aplicada

de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.”.

Segundo a NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 6), “A argamassa de chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida e melhorando a aderência na interface revestimento-base.”. Para essa etapa, há três métodos de aplicação deste chapisco: tradicional, industrializado e o rolado.

#### 4.2.2.1 Chapisco tradicional

O método de execução do chapisco tradicional, por Fioritto (2009, p. 24) consiste em:

- a) molhar razoavelmente toda a superfície do paramento de alvenaria, qualquer que seja a natureza dos materiais que a constituem;
- b) preparar argamassa 1:3 cimento e areia grossa;
- c) chapar a argamassa do chapisco com energia cobrindo todo o paramento, quando ainda úmido, com fina camada desta argamassa de cerca de 5 mm (praticamente o tamanho do agregado);
- d) a intenção é obter uma superfície o mais irregular possível e com ancoragens mecânicas suficientes para perfeita aderência da camada seguinte;
- e) aguardar o endurecimento e resistência mecânica do chapisco.

Nesse método pode-se ver que é projetada, com a colher de pedreiro, a argamassa de chapisco contra a parede, o que provoca muitas perdas de materiais com reflexão.

#### 4.2.2.2 Chapisco industrializado

Para a aplicação do chapisco industrializado, deve-se ter uma desempenadeira dentada e aplicar conforme as recomendações do fabricante. São encontrados normalmente em sacos prontos para preparação sendo necessário somente misturar água. Geralmente aplicado em estruturas de concreto e tem como produto final um revestimento com marcas da desempenadeira dentada.

#### 4.2.2.3 Chapisco rolado

O chapisco rolado é aplicado com uma argamassa mais fluída e com um rolo de textura sobre a base limpa e deve ser aplicado de baixo para cima a fim de não deixar a argamassa escorrer.

Deve-se sempre aplicar conforme recomendações dos fabricantes e a sua textura final é rústica, áspera e irregular. O quadro 2 apresenta um resumo com as características de cada chapisco.

Quadro 2 – Características dos chapiscos

<b>CHAPISCO TRADICIONAL</b>	<p><b>Argamassa de cimento, areia e água, adequadamente dosada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• resulta em uma película rugosa, aderente e resistente</li> <li>• apresenta um elevado índice de desperdício, em razão da reflexão do material</li> <li>• pode ser aplicado sobre alvenaria e estrutura</li> </ul>
<b>CHAPISCO INDUSTRIALIZADO</b>	<p><b>Argamassa industrializada semelhante à argamassa colante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• só é necessário acrescentar a água no momento da mistura na proporção definida</li> <li>• é aplicado com desempenadeira dentada somente sobre a estrutura de concreto</li> <li>• apresenta uma elevada produtividade e rendimento</li> </ul>
<b>CHAPISCO ROLADO</b>	<p><b>Mistura de cimento e areia, com adição de água e resina acrílica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• argamassa bastante plástica, aplicada com um rolo para textura acrílica em demãos</li> <li>• pode ser aplicado na fachada, tanto na estrutura como na alvenaria</li> <li>• proporciona uma elevada produtividade e um maior rendimento do material</li> <li>• necessita do controle rigoroso da produção da argamassa e da sua aplicação sobre a base</li> </ul>

(fonte: BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 63)

### 4.2.3 Emboço

O emboço de paredes é a camada que é aplicada após o período de cura do chapisco, que requer alguns cuidados para sua aplicação. Essa camada serve para regularizar a superfície e criar um plano de referência definido. Segundo a NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a, p. 2) o emboço é definido como: “Camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou revestimento final decorativo, ou que se constitua acabamento final.”.

O acabamento final desse emboço pode se dar de diferentes formas dependendo da sua finalidade. A NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2) nos diz os possíveis acabamentos para o emboço:

- “a) sarrafeado, no caso de aplicação posterior de reboco;
- b) desempenado ou sarrafeado, no caso de revestimento posterior com placas cerâmicas;
- c) desempenado, camurçado ou chapiscado, no caso do emboço constituir-se em única camada de revestimento.”

#### 4.2.4 Reboco

O reboco é a camada a ser aplicada posterior ao emboço, essa camada tem por finalidade dar um acabamento final mais agradável na superfície, e deve ser constituída por uma camada fina de espessura de cerca de 5 mm. A NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a, p. 2) define reboco como: “Camada de revestimento utilizada para cobertura do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.”. Esse acabamento que o reboco recebe pode ser de formas distintas, como cita a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2): “Os rebocos podem ser executados com os seguintes tipos de acabamento da superfície: desempenado, camurçado, raspado, chapiscado, lavado ou tratado com produtos químicos e imitação travertina.”.

A NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 6-7) define e explica os tipos de acabamentos que pode-se ter no emboço e reboco:

- a) sarrafeado: estando a área totalmente preenchida e tendo a argamassa adquirida a consistência adequada, faz-se a retirada do excesso de argamassa e a regularização da superfície pela passagem da régua. Em seguida, preenchem-se as depressões mediante novos lançamentos de argamassa nos pontos necessários, repetindo-se a operação de sarrafeamento até conseguir uma superfície plana e homogênea;
- b) desempenado: executar o alisamento da superfície sarrafeada através da passagem da desempenadeira (desempoladeira);
- c) camurçado: executar o alisamento da superfície desempenada com a passagem de esponja ou desempenadeira apropriada;
- d) raspado: executar o acabamento da superfície sarrafeada por meio de passagem de ferramenta denteada;

- e) lavado: executar o acabamento da superfície sarrafeada em argamassa preparada com agregado apropriado, através de lavagem com jato de água;
- f) chapiscado: executar o acabamento sobre a base de revestimento ou sobre o emboço por meio de lançamento de uma argamassa fluída, através de peneira de malha quadrada com abertura aproximada de 4,8 mm ou equipamento apropriado
- e) imitação travertino: executar acabamento na superfície recém-desempenada lançando com broxa a mesma argamassa de acabamento com consistência mais fluída. Aguardar o momento ideal para alisar a superfície com colher de pedreiro ou desempenadeira de aço, conservando parte dos sulcos ou cavidades provenientes do lançamento da argamassa fluída, a fim de conferir aspecto do mármore travertino.

#### **4.2.5 Massa única**

No revestimento de massa única, ou também conhecida como reboco paulista, as camadas chamadas de emboço e reboco dos revestimentos tradicionais são feitas na mesma aplicação, e essa camada desempenha simultaneamente o papel das duas camadas que ela substitui. Assim, os passos de execução do revestimento ficam:

- a) base (ou substrato);
- b) chapisco;
- c) massa única;
- d) acabamento final (não obrigatório).

Abaixo segue um quadro adaptado com os prazos de execução para cada etapa construtiva do revestimento.

Quadro 3 - Prazos mínimos para execução de etapas da execução do revestimento de argamassa

Etapa	Condição precedente	Prazo Mínimo
Início da execução do revestimento	Conclusão de estruturas de concreto ou de alvenarias armadas estruturais.	28 dias
	Conclusão de alvenarias não armadas estruturais ou de alvenarias não estruturais	14 dias
Aplicação de emboço ou camada única	Conclusão do chapisco em clima quente e seco, $t \geq 30^{\circ}\text{C}$	2 dias
	Conclusão do chapisco em clima normal	3 dias
Aplicação de reboco	Conclusão do emboço de argamassa de cal	21 dias
	Conclusão do emboço de argamassa mista	7 dias
Execução de acabamento decorativo	Conclusão do reboco ou camada única	21 dias

(fonte: BONIN; CARNEIRO, 2010, p. 168)

Para aceitação dos revestimentos, frente à questão da espessura da camada final, a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2) mostra um quadro para espessuras finais de revestimento argamassado das paredes internas, externas e teto.

Quadro 4 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Revestimento	Espessura (mm)
Paredes internas	$5 \leq e \leq 20$
Paredes externas	$20 \leq e \leq 30$
Tetos internos e externos	$e \leq 20$

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2)

A Comunidade da Construção ([2015?], p. 14CON) alerta sobre as espessuras demasiadas:

Sendo excessiva [a espessura] intensifica a movimentação higroscópica nas primeiras idades, podendo ocasionar fissuras de retração, que podem comprometer a capacidade de aderência e impermeabilidade do revestimento. A técnica de execução pode, quando inadequada, provocar ou agravar o aparecimento de tais fissuras.

Por questões de praticidade em obra, velocidade de execução das tarefas, atualmente usa-se muito o revestimento de massa única, pois assim se diminui o número de passos para chegar no fim da tarefa. Juntamente com isso, as construtoras vêm aplicando um tipo de argamassa comprada já ensacada, prontas pra uso, necessitando apenas misturar água na proporção indicada pelo fabricante. Essa argamassa é a chamada argamassa industrializada e esse material, quando projetado na parede, serve para regularizar a superfície e já conceder o acabamento final ao material.

### 4.3 ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS

Com o aumento de produção e planejamento dos espaços, abre-se uma grande oportunidade para que novos materiais, com melhores características (resistência, tempo de preparo, tempo de execução, custo, durabilidade), apareçam e comecem a se tornar cada vez mais utilizados. Com esse pensamento, foram desenvolvidas argamassas prontas, as chamadas argamassas industrializadas, em que só é preciso misturar a medida correta de água e estão prontas para aplicação, sem necessidade de inclusão de adições ou aditivos.

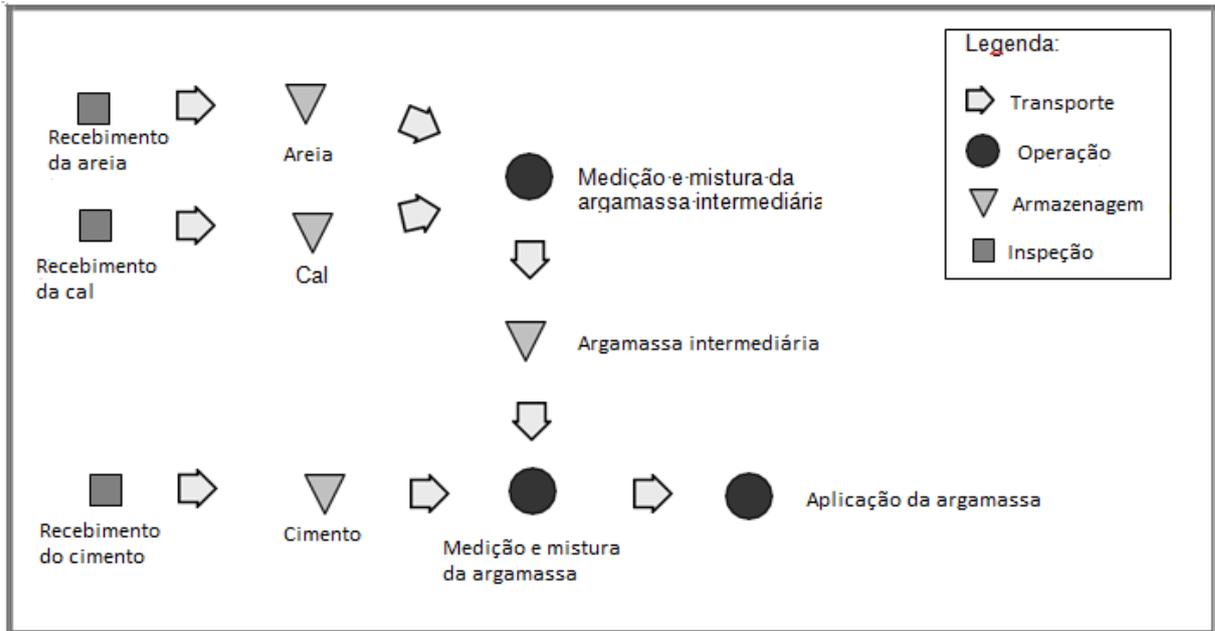
A NBR 13281 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p 1) define argamassa industrializada como:

Produto proveniente da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerantes de origem mineral, agregado(s) miúdo(s) e, eventualmente, aditivo(s) e adição(ões) em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário somente necessita adicionar a quantidade de água requerida.

Como salientam Coutinho, Pretti e Tristão (2013, p. 42), “As argamassas industrializadas tiveram seu uso disseminado no Brasil a partir dos anos 90, [...] pois o mercado passava a exigir cada vez mais rapidez nas obras, redução de perdas e melhoria da produtividade[...]”. Esse novo método para revestir as paredes, trouxe algumas vantagens e algumas desvantagens.

Para se produzir uma argamassa em obra é necessário cimento, areia, cal e água. Então, para se obter a argamassa final, devemos receber cada um desses materiais, transportá-los, estocá-los, transportar novamente, fazer a mistura dos componentes adequadamente, mais uma vez o transporte, agora para o local de aplicação para posterior aplicação. Estes procedimentos estão resumidos na Figura 6.

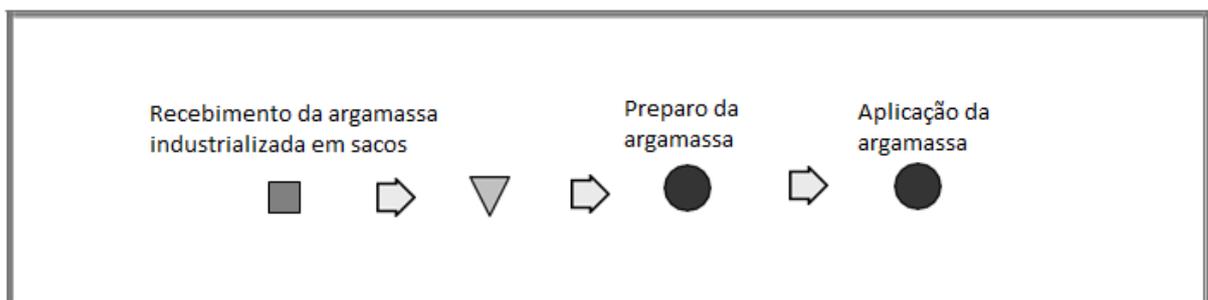
Figura 6 – Fluxograma de trabalho para argamassa produzida em obra



(fonte: REGATTIERI; SILVA, 2006, p.[3])

Como comparativo, podemos traçar também um fluxograma para a produção de argamassas industrializadas, conforme se observa na figura 7. Estas, por sua vez, como já vem dosadas de fábrica e só necessitam de adição de água, torna seu fluxograma mais simplificado, por tanto, menos tempo será despendido para a realização da tarefa.

Figura 7 – Fluxograma de trabalho para argamassa produzida industrialmente



(fonte: REGATTIERI; SILVA, 2006, p.[3])

Então, é possível ver comparativamente que há menos processos envolvidos, portanto, menos processos de controle de qualidade deverão ser feitos, menos mão de obra despendida nas etapas de recebimento, transporte e fabricação dos materiais e argamassa e menos área para estocagem de materiais.

A seguir é apresentada a tabela 1, com alguns comparativos de vantagens e desvantagens da argamassa produzida em obra com a argamassa industrializada.

Tabela 1 – Principais vantagens e desvantagens do uso de argamassa preparada em obra e industrializada

Quanto ao:	Argamassa preparada em obra	Argamassa industrializada
1 - Recebimento e descarregamento de materiais	Recebe a areia a granel, cimento e cal em sacos. Demanda mais mão de obra e maiores perdas.	Entregue ensacado e paletizado. Demanda menos mão de obra, menores perdas.
2 - Controle e Recebimento de materiais	Contagem e pesagem dos sacos e verificação se existem embalagens danificadas. Apresenta dificuldades em controlar a qualidade da areia. É mais suscetível a contaminações.	Contagem e pesagem dos sacos e verificação se existem embalagens danificadas.
3 - Armazenamento de materiais	Necessita de mais cuidado e espaço para o seu armazenamento. Possui materiais entregues em sacos e a areia "solta".	Estoques mais flexíveis podem ser remanejados e ainda distribuídos no local da aplicação (andares).
4 - Local de Preparo	Se preparada nos andares apresenta dificuldades. Apresenta maiores perdas nas medições e no transporte de materiais.	É possível preparar nos andares da aplicação, pois permite menores solicitações de transporte e mão de obra.
5 - Medição dos materiais	Tem que medir todos os materiais, depende da experiência do mestre.	Propriedades asseguradas pelo fabricante. Cuidados somente com a quantidade de água.
6 - Mistura dos materiais	Deve ser mecanizada.	Deve ser mecanizada.
7 - Transporte dos materiais	Utilização excedente de mão de obra e gasto maior de energia.	Pode ser transportado também por bombeamento.

(fonte: adaptado REGATTIERI; SILVA, 2006 apud COUTINHO et al., 2013)

Como afirmam Taube, Gava e Couri Petruski (2003, p. 222), com o surgimento das argamassas industrializadas é preciso cada vez mais conhecer melhor as propriedades destas argamassas e comparar com as características das argamassas produzidas em obra, pois destas, o maior conhecimento que se tem é empírico das propriedades.

#### 4.4 PROPRIEDADES DO REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Existem duas fases distintas nos revestimentos argamassados: na sua execução, onde a argamassa se encontra no estado fresco; e posterior à sua aplicação, quando a argamassa adquire um estado rígido. Nas duas etapas, há propriedades importantes que precisam ser levadas em conta na hora do projeto do revestimento.

Segundo a NBR 13281 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a) as argamassas de assentamento ou revestimentos podem ser classificadas de acordo com as características e propriedades que apresentam, determinadas pelos métodos de ensaios especificados nos quadros 5 a 11. Caso o valor fique entre duas faixas deve-se adotar maior valor como classificação.

Quadro 5 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a resistência à compressão

Classe	Resistência à compressão MPa	Método de ensaio
P1	≤ 2	NBR 13.279
P2	1,5 a 3,0	
P3	2,5 a 4,5	
P4	4,0 a 6,5	
P5	5,5 a 9,0	
P6	> 8,0	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 3)

Quadro 6 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a densidade de massa aparente no estado endurecido

Classe	Densidade de massa aparente no estado endurecido kg/m <sup>3</sup>	Método de ensaio
M1	≤ 1200	NBR 13.280
M2	1000 a 1400	
M3	1200 a 1600	
M4	1400 a 1800	
M5	1600 a 2000	
M6	> 1800	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 3)

Quadro 7 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a resistência à tração na flexão

Classe	Resistência à tração na flexão Mpa	Método de ensaio
R1	≤ 1,5	NBR 13.279
R2	1,0 a 2,0	
R3	1,5 a 2,7	
R4	2,0 a 3,5	
R5	2,7 a 4,5	
R6	> 3,5	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 3)

Quadro 8 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a coeficiente de capilaridade

Classe	Coeficiente de capilaridade g/dm <sup>2</sup> .min <sup>1/2</sup>	Método de ensaio
C1	≤ 1,5	NBR 15.259
C2	1,0 a 2,5	
C3	2,0 a 4,0	
C4	3,0 a 7,0	
C5	5,0 a 12,0	
C6	> 10,0	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 3)

Quadro 9 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a densidade de massa no estado fresco

Classe	Densidade de massa no estado fresco kg/m <sup>3</sup>	Método de ensaio
D1	≤ 1400	NBR 13.278
D2	1200 a 1600	
D3	1400 a 1800	
D4	1600 a 2000	
D5	1800 a 2200	
D6	> 2000	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 4)

Quadro 10 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a retenção de água

Classe	Retenção de água %	Método de ensaio
U1	≤ 78	NBR 13.277
U2	72 a 85	
U3	80 a 90	
U4	86 a 94	
U5	91 a 97	
U6	95 a 100	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 4)

Quadro 11 – Classificação das argamassas de revestimento de acordo com a resistência potencial de aderência à tração

Classe	Resistência potencial de aderência à tração Mpa	Método de ensaio
A1	≤ 0,20	NBR 15.258
A2	≥ 0,20	
A3	≥ 0,30	

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005a, p. 4)

#### 4.4.1 Propriedades da argamassa no estado fresco

Abaixo estão citadas as propriedades importantes para as argamassas no estado fresco.

##### 4.4.1.1 Trabalhabilidade

A trabalhabilidade consiste em ter maior ou menor facilidade de opor resistência a uma dada deformação. Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 16):

Uma argamassa para revestimentos é considerada trabalhável quando:

- a) deixa penetrar facilmente a colher de pedreiro, sem ser fluida;
- b) mantém-se coesa ao ser transportada, mas não adere à colher ao ser lançada;
- c) distribui-se facilmente e preenche todas as reentrâncias da base;
- d) não endurece rapidamente quando aplicada.

#### 4.4.1.2 Retenção de água

A retenção de água consiste na argamassa manter sua trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provoquem perda de água (evaporação ou sucção do substrato). Pode-se dizer também (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 17) que: “A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativas, promovendo a adequada hidratação do cimento e consequente ganho de resistência.”

A NBR 13277 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995b) detalha o ensaio para determinação da retenção de água em argamassas. Para tal ensaio, deve-se preparar a argamassa a ser testada, colocar em um molde cilíndrico de 100 mm de diâmetro, enchendo-o com 10 incrementos aproximadamente iguais, rasar o excesso com uma espátula, e depois analisar a superfície. Pesa-se o molde e posteriormente colocam-se duas gazes, 12 discos de papel-filtro (com massa já conhecida) e um peso de dois kg durante dois minutos. Depois desse tempo, retira-se os discos, pesa-se e com esses dados é possível saber a retenção de água da argamassa testada.

Maranhão et al. (2003, p. 520) enfatizam que “a absorção e sucção dos componentes do revestimento [ou substrato] deve estar compatível com a capacidade de retenção de água da argamassa e com as condições de exposição a que permanecerão expostos, principalmente durante a produção.”. O mesmo autor ainda fala que se a argamassa perder sua água de constituição, tanto para o ambiente, quanto para o local onde está aderida, “observa-se uma ‘disputa de forças’ entre os elementos envolvidos, confirmando a necessidade de conhecimento desses parâmetros para a definição da argamassa apropriada para cada situação.”.

#### 4.4.1.3 Plasticidade

Consiste na possibilidade de deformar-se e reter certas deformações após a redução das tensões que lhe forem impostas. Esta característica depende de sua coesão, consistência (trabalhabilidade), teor de ar incorporado e retenção de água.

Um método conhecido para medir a consistência de uma argamassa e também a sua plasticidade é o ensaio pela mesa de espalhamento. A NBR 13276 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2002) descreve o método que deve ser utilizado para obter o índice de consistência. O método orienta limpar a mesa e a parede do tronco-

cônico de modo que elas fiquem ligeiramente úmidas. Colocar o tronco-cônico no centro da mesa de espalhamento e preencher com a argamassa, colocando-a em três camadas sucessivas, com alturas aproximadamente iguais, e aplicar em cada uma delas, respectivamente 15, 10 e 5 golpes com o soquete, de maneira a distribuí-las uniformemente. Deve-se rasar a superfície e limpar excessos e depois levantar o molde e a partir de então, acionar a alavanca da mesa para que ela suba e caia 30 vezes no intervalo de 30 segundos em um ritmo constante. Imediatamente após o término da ação, deve-se medir o diâmetro que ficou a argamassa em três sentidos diferentes. O índice de consistência será a média desses três valores em mm.

#### 4.4.1.4 Aderência inicial

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 17-18), a aderência inicial é: “Propriedade relacionada ao fenômeno mecânico que ocorre em superfícies porosas, pela ancoragem da argamassa na base, através da entrada da pasta nos poros, reentrâncias e saliências, seguido do endurecimento progressivo da pasta.”.

Os mesmos autores ainda dizem que: “A aderência inicial depende das outras propriedades da argamassa no estado fresco; das características da base de aplicação, como a porosidade, rugosidade, condições de limpeza da superfície de contato efetivo entre a argamassa e a base.”.

#### 4.4.1.5 Retração na secagem

Baía e Sabbatini (2008, p. 19) citam que a retração na secagem: “Ocorre devido à evaporação da água de amassamento da argamassa e, também, pelas reações de hidratação e carbonatação dos aglomerantes. A retração pode acabar causando a formação de fissuras no revestimento.”. Esse tipo de fissura, pode ou não ser prejudicial para o revestimento, dependendo do seu tamanho e largura.

### 4.4.2 Propriedades da argamassa no estado endurecido

Abaixo serão citadas as propriedades importantes ao revestimento argamassado no seu estado endurecido.

#### 4.4.2.1 Resistência mecânica

É a propriedade que demonstra quanto a argamassa resiste à esforços de compressão, tração e cisalhamento. Essa propriedade depende do consumo e da natureza dos agregados e aglomerantes da argamassa empregada e da técnica de execução, que busca a compactação da argamassa durante a sua aplicação e acabamento. A resistência à tração, ou ao cisalhamento, é muito importante na análise do desempenho dos revestimentos em argamassa, pois esta deve resistir aos esforços de tensão a fim de evitar o aparecimento de fissuras. (NAKAKURA; CINCOTTO<sup>4</sup>, 2004 apud HENZ, 2009)

#### 4.4.2.2 Capacidade de absorver deformações

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 22), a capacidade de absorver deformações: “É a propriedade do revestimento de suportar tensões sem romper, sem apresentar fissuras prejudiciais e sem perder a aderência.”. O mesmo autor ainda indica que a capacidade de absorver deformações depende:

- a) do módulo de deformação da argamassa – quanto menor for o módulo de deformação (menor teor de cimento) maior a capacidade de absorver deformações;
- b) da espessura das camadas – espessuras maiores contribuem para melhorar essa propriedade; entretanto, deve-se tomar cuidado para não se ter espessuras excessivas que poderão comprometer a aderência;
- c) das juntas de trabalho do revestimento – as juntas delimitam panos com dimensões menores, compatíveis com as deformações, contribuindo para a obtenção de um revestimento sem fissuras prejudiciais;
- d) da técnica de execução – a compressão após a aplicação da argamassa e, também durante o acabamento superficial, iniciado no momento correto, contribui para o não aparecimento de fissuras.

Segundo a Comunidade da Construção ([2015?], p. 10CON), essa capacidade de absorver as deformações, sejam elas do próprio revestimento por retração ou por movimentação da base, é governada pela resistência à tração do material e o seu módulo de deformação.

#### 4.4.2.3 Estanqueidade

Conforme nos diz a Comunidade da Construção ([2015?], p. 12CON):

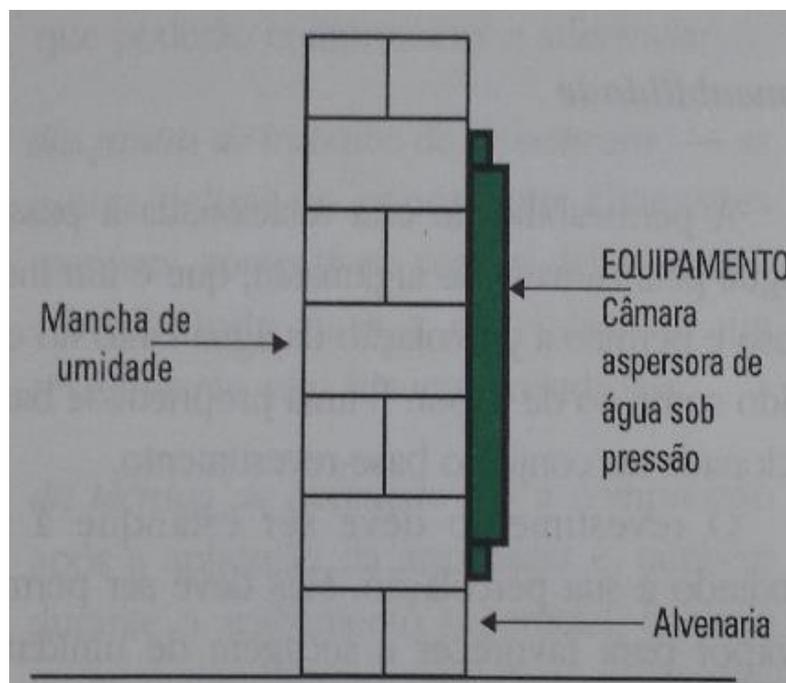
---

<sup>4</sup> NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. A. Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento. São Paulo: EPUSP, 2004. Boletim Técnico BT/PCC/359.

A estanqueidade é uma propriedade dos revestimentos relacionada com a absorção capilar de sua estrutura porosa e eventualmente fissurada da camada de argamassa endurecida. Sua importância está no nível de proteção que o revestimento oferece à base contra as intempéries.

Existe um ensaio de campo desenvolvido pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (CPqDCC-EPUSP) para determinar a permeabilidade de um revestimento de argamassa. Uma representação esquemática está apresentada na figura 8 e o critério a ser avaliado é a aparição de manchas na parede num período de oito horas. (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 25-26)

Figura 8 – Ensaio de permeabilidade proposto pelo CPqDCC-EPUSP



(fonte: BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 26)

#### 4.4.2.4 Aderência

Este tema será abordado com um pouco mais de profundidade que as outras propriedades, pois será o foco do ensaio laboratorial que será exposto mais adiante.

Aderência é a capacidade da argamassa se fixar no substrato em que ela é aplicada. De acordo com Baía e Sabbatini (2008, p. 21): “É resultante da resistência de aderência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa.”. A Comunidade da Construção ([2015?], p. 8CON) conceitua aderência como: “[...] propriedade

que possibilita a camada de revestimento resistir às tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base.”.

O mesmo autor ([2015?], p. 8CON) cita que o mecanismo de aderência se desenvolve principalmente:

- a) pela ancoragem da pasta aglomerante nos poros da base, ou seja, parte da água de amassamento contendo aglomerantes é succionada pelos poros da base onde ocorre o seu endurecimento;
- b) e por efeito de ancoragem mecânica da argamassa nas reentrâncias e saliências macroscópicas da superfície a ser revestida.

Carasek, Cascudo e Scartezini (2001, p. 45) definem aderência como conjunção de três propriedades da interface argamassa-substrato: “a resistência de aderência à tração, a resistência de aderência ao cisalhamento e a extensão de aderência, sendo esta correspondente à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida.”.

Para Maranhão et al. (2003, p. 520) os aspectos mais relevantes para aderência são: “[...] mecanismo de ancoragem entre os diferentes componentes, absorção e sucção de água do revestimento (ou substrato), capacidade de retenção de água da argamassa, extensão de aderência, entre outros.”. Os mesmos autores ainda falam sobre mecanismos de ancoragem física

A ancoragem física ocorre devido a um encunhamento mecânico ligado à penetração e endurecimento da fase líquida da pasta aglomerante nos poros dos materiais da base ou do revestimento (COSTA E SILVA; FRANCO<sup>5</sup>, 2001 apud MARANHÃO et al., 2003 p. 520).

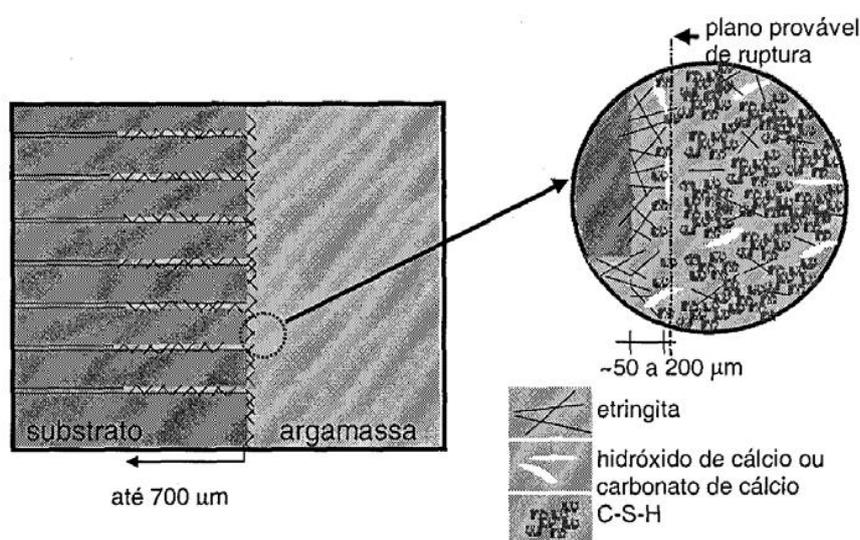
A aderência da argamassa de revestimento ao substrato é, de sua maior contribuição, mecânica. Pela penetração da pasta aglomerante nos poros ou entre as rugosidades da base em que é aplicada. Quando a argamassa no estado plástico entra em contato com a superfície absorvente do substrato, parte da água com componentes aglomerantes penetra pelos poros e cavidades desse substrato. No interior destes, com a hidratação dos componentes químicos e com o tempo de cura, os componentes exercem uma ação de ancoragem da argamassa à base (CARASEK; CASCUDO; SCARTEZINI, 2001). Mais especificamente, a nível

---

<sup>5</sup> COSTA E SILVA, A. J. da; FRANCO, L. S. Estudo de casos de descolamento de revestimentos cerâmicos de fachada – Recife - Brasil. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2003, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ANTAC, 2003. p. 650-656

microestrutural, dos produtos de hidratação do cimento, a etringita<sup>6</sup> é a responsável pela aderência da argamassa. Carasek (1996, p. 205) constatou em seu trabalho que as falhas na aderência das argamassas não se davam na área rica de etringita, mas sim, numa camada interior da argamassa, muito próxima do substrato, por falta de coesão. Abaixo, a figura 9 demonstra esquematicamente o mecanismo de aderência da argamassa ao substrato cerâmico.

Figura 9 – Mecanismo de aderência da argamassa de cimento, cal e areia ao substrato cerâmico



(fonte: CARASEK, 1996, p. 206)

Maranhão et al. (2003, p. 529) falam que o mecanismo de ancoragem química contempla a formação de uma ligação química entre a argamassa e o material de revestimento. Carasek (1996, p. 13) afirma que essa força, anteriormente estudada por Kampf<sup>7</sup>(1963), é oriunda de ligações polares covalentes entre átomos do cimento e do substrato. Independente do tipo de argamassa testada<sup>8</sup>, o resultado foi sempre em torno de 3 psi (0,021 MPa), representando

<sup>6</sup> A etringita, segundo Carasek (1996, p. 204-205) é uma estrutura em forma de hastes pontiagudas, oriundas da hidratação do cimento, que parecem nascer do interior dos poros dos substratos evidenciando a penetração da argamassa.

<sup>7</sup> KAMPF, L. Factors affecting bond of mortar to brick. Symposium on Masonry Testing. American Society for Testing and Materials, 1963. p. 127-142. (ASTM Special Technical Publication, 320)

<sup>8</sup> O teste consistia em unir duas placas de vidro através de uma camada de argamassa, de modo a simular a preparação de corpos de prova de alvenaria para o ensaio de tração direta. Uma vez que a superfície do vidro é muito lisa, o efeito de travamento mecânico é desprezível, podendo-se avaliar a parcela de aderência polar covalente.

menos que 10% do valor normalmente encontrado quando é testada a aderência à tração de corpos de prova com tijolos onde prevalece a aderência mecânica.

Contudo, Caraserk et al. (2001, p. 56) salientam que:

O processo de aderência inicia-se imediatamente após o contato da argamassa com o substrato e é devido ao movimento da água (contendo os produtos do cimento e da cal) em direção à base, que exerce sucção capilar. Assim, no que diz respeito à aderência do revestimento, tão importante quanto as características adesivas da argamassa são as propriedades e características do substrato [...]

Ou seja, a aderência final do revestimento não é determinada somente a partir do tipo de argamassa utilizada, mas sim também do substrato em que é aplicado, dentre outras variáveis, como umidade do ar, temperatura, mão de obra, tempo desde que foi feita a mistura da argamassa, dentre outros fatores.

A NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 3) diz que o ensaio para avaliar a aderência de um revestimento é por percussão, realizados por impactos leves na superfície do revestimento com instrumento rijo para identificar algum som cavo. A avaliação deve ser feita em áreas de 1 m<sup>2</sup> a cada 50 m<sup>2</sup> para tetos e 100 m<sup>2</sup> para paredes. Caso seja identificado o som cavo, deve-se fazer uma inspeção em todo o revestimento identificando locais de falha de aderência à ser reparado. Caso julgue-se necessário, deve-se fazer ensaios de resistência à tração do revestimento de acordo com a NBR 13528.

O substrato influencia diretamente na resistência de aderência final do revestimento a ser aplicado nele, portanto, algumas características dele são importantes de serem estudadas, tais como: a matéria-prima, a porosidade, a capacidade de absorção de água e textura superficial. (TAUBE; GAVA; COURI PETRAUSKI, 2003, p. 223).

Das propriedades do substrato, as que exercem maior influência na aderência são a capacidade de sucção de água e porosidade, fatores estes intimamente relacionados entre si, uma vez que o movimento da água e outros líquidos nos sólidos porosos depende em grande parte da microestrutura do material poroso (tamanho efetivo, configuração e distribuição dos poros), além das propriedades dos líquidos tais como a tensão superficial e viscosidade. (WHITELEY et al., 1977 apud CARASEK, 1996)

A NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 3) faz uma nota a respeito da mão de obra associada à execução do revestimento no que diz respeito à aderência:

A forma de lançamento da argamassa ao substrato é um fator que interfere no comportamento do revestimento, principalmente ao que se refere ao mecanismo de aderência. As argamassas projetadas mecanicamente podem apresentar valores de resistência de aderência superiores e coeficiente de variação inferior, em relação às argamassas aplicadas manualmente, isto porque a projeção mecânica proporciona maior superfície de contato e compacidade após a aplicação, reduzindo a porosidade e permeabilidade dos revestimentos.

#### 4.4.2.5 Durabilidade

De acordo com Baía e Sabbatini (2008, p. 26), a durabilidade: “É uma propriedade do período de uso do revestimento, resultante das propriedades do revestimento no estado endurecido e que reflete o desempenho do revestimento diante das ações do meio externo ao longo do tempo.”.

Para uma durabilidade do revestimento, é preciso definir todos os passos e projetos para execução desse revestimento, assim como salienta a Comunidade da Construção ([2015?], p. 13CON), que no projeto deve-se especificar materiais de acordo para obter-se uma compatibilização com as condições que esse revestimento vai estar exposto durante sua vida útil. Na sua construção, deve-se seguir as etapas construtivas corretas para garantir a boa execução do revestimento conforme projeto. Durante seu uso, devem-se fazer as manutenções necessárias para manter um grau de uso satisfatório.

O autor ainda cita os principais fatores que podem causar danos à integridade do revestimento: movimentações de origem térmica, higroscópica ou imposta por forças externas. Tais fatores podem causar fissuração, desagregação e descolamento dos revestimentos.

## 5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

O significado da palavra “patologia” é de origem grega, onde *Phatos* significa doença e *Logos* é equivalente à estudo, portando, patologia é o estudo das doenças. Esse termo é comumente utilizado no campo da medicina para o estudo de doenças do corpo, contudo, pode ser aplicado na construção civil no intuito de estudar as “doenças das construções”, seus sintomas, causas, origens e consequências. Pode-se dizer que o aparecimento de manifestações patológicas é devido ao desempenho do material ou sistema construtivo aquém do preestabelecido. Cincotto<sup>9</sup> (1988, apud PAGNUSSAT et al., 2003) faz uma ressalva a respeito da origem das manifestações patológicas:

As manifestações patológicas encontradas em revestimento com argamassas podem se apresentar como resultado de uma ou mais causas, das quais podemos citar: fatores externos ao revestimento, má aplicação dos revestimentos, mau proporcionamento das argamassas, tipo e qualidade dos materiais utilizados no preparo das argamassas.

Para Verçosa<sup>10</sup> (1991 apud SILVA, 2007, p. 45), “a patologia das edificações se resume ao estudo da identificação das causas e dos efeitos de problemas encontrados nas edificações, elaborando seu diagnóstico e correção.”.

Para Ceotto, Banduk e Nakakura (2005, p. 93) as principais manifestações patológicas que podem aparecer em revestimentos externos [que pode ser aplicado também para os revestimentos internos] são os aparecimentos de fissuras e trincas, descolamento dos revestimentos, além da alteração precoce no aspecto original do material, tais como: descoloração, perda de brilho, manchas, descascamentos, esfarelamentos, eflorescências, gretamentos, entre outros.

As principais manifestações patológicas que podem ser encontradas nas argamassas, segundo Santos (2014, p. [6]) são as seguintes:

---

<sup>9</sup> CINCOTTO, M.A. Patologias das argamassas de revestimento: análise e recomendações. In: **Tecnologia de Edificações**. São Paulo: PINI, 1988. Cap.8, pg. 549-554.

<sup>10</sup> VERÇOSA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre, Ed. Sagra, 1991.

- a) manchas de umidade e mofo;
- b) descolamento da argamassa do substrato;
- c) aparecimento de bolhas;
- d) aparecimento de fissuras;
- e) retrações – ocorrem quando a argamassa seca muito rapidamente; um reboco em parede muito ensolarada deverá ser mantido úmido por no mínimo três dias, adquirindo resistência as tensões de secagem;
- f) pulverulência – excesso de finos nos agregados ou traço pobre.

Já ABITANTE (2014, p. 1612) encontrou em seu trabalho, que visava analisar as fachadas de todos os prédios finalizados entre 2000 a 2005 de uma grande construtora de Porto Alegre, compreendendo 22 empreendimentos residenciais, totalizando 33 torres. Desse total, dois possuíam revestimento essencialmente de argamassa e os outros eram mistos entre cerâmica e argamassa. A autora cita as seguintes manifestações patológicas encontradas no seu trabalho:

- a) fissuras aleatórias;
- b) fissura na altura do encunhamento da alvenaria;
- c) infiltração de água através da argamassa de revestimento;
- d) descolamento da argamassa de revestimento;
- e) bolha na pintura texturizada;
- f) mancha de umidade na face externa;
- g) espectro de juntas.

Pode-se ver que recorrentemente são citadas basicamente as mesmas manifestações patológicas. Então podemos organizá-las em:

- a) fissuras;
- b) descolamentos da argamassa ao substrato em que está aderida;
- c) demais manifestações: eflorescência, bolor, bolhas ou vesículas.

Portanto a seguir será tratado cada um desses principais tópicos de manifestações patológicas encontrados nos revestimentos argamassados.

## 5.1 FISSURAS

É uma das principais manifestações patológicas que afetam os revestimentos, sendo essas muitas vezes responsáveis pela diminuição do desempenho do revestimento quanto à estanqueidade, isolamento acústico e térmico, além de causar impactos negativos visuais e permitir a entrada de agentes externos à estrutura.

As fissuras encontradas nos revestimentos argamassados podem ter diversas origens, serem ativas ou passivas. Ceotto, Banduk e Nakakura et al. (2005, p. 93) afirmam que são consideradas fissuras que podem provocar manifestações patológicas, somente aquelas que são visíveis a olho nu observadas a uma distância maior que um metro, ou aquelas que estejam provocando penetração de umidade para dentro das edificações.

Sahade, Machado e Cavani (2013, p. 5) citam que as fissuras em argamassas dependem basicamente do seu módulo de deformação e capacidade de absorver deformações impostas pelo substrato. Assim, as argamassas com maior resistência à tração e menor retração tem uma maior resistência à fissuração. Bauer (1997, p. 322) fala que a incidência de fissuras sem que haja a fissuração da base ocorre principalmente por retração hidráulica, mas também por fatores relativos à execução do revestimento argamassado e solicitações higrotérmicas.

O mesmo autor, por sua vez, cita ainda os fatores intrínsecos das argamassas que podem gerar fissuras no revestimento, como consumo de cimento, teor de finos, quantidade de água de amassamento e outros fatores que podem contribuir na fissuração: resistência de aderência à base, número e espessura das camadas, intervalo de tempo entre a aplicação das camadas, perda de água por absorção da base ou por agentes atmosféricos.

Contudo, o aparecimento de fissuras pode prejudicar ainda mais a aderência do revestimento ao substrato como salientam Carasek, Cascudo e Scartezini (2001, p. 45): “Caso ocorram fissuras durante ou após o endurecimento da argamassa, a aderência poderá ficar comprometida.”.

A NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 5) classifica as fissuras em dois tipos: fissuras mapeadas e fissuras geométricas.

As fissuras mapeadas segundo a mesma norma: “Podem formar-se por retração da argamassa, por excesso de finos no traço, quer sejam aglomerantes, quer sejam de finos no agregado, ou por excesso de desempenamento. Em geral, apresentam-se em forma de mapa.”.

Ainda, a Comunidade da Construção ([2015?], p. 14CON) ressalta que a espessura do revestimento, quando excessiva, intensifica a movimentação higroscópica nas primeiras idades, podendo ocasionar fissuras de retração, assim, podendo comprometer a impermeabilidade do revestimento, bem como a capacidade de aderência da argamassa. Essas fissuras ainda podem ser intensificadas quando não houver uma técnica adequada de execução.

Ainda, de acordo com a mesma norma as fissuras geométricas:

Quando acompanham o contorno do componente da base, podem ser devidas à retração da argamassa de assentamento. Fissuras na vertical, podem ser devidas à retração hidrométrica do componente, interfaces de base constituída de materiais diferentes, locais onde deveriam ter sido previstas juntas de dilatação.

## 5.2 DESCOLAMENTO DA ARGAMASSA AO SUBSTRATO EM QUE ESTÁ ADERIDA

Como já foi citado no item 4.4.2.4, para obter-se uma satisfatória aderência entre a argamassa e o substrato, a base deve absorver a nata do cimento pelos poros para posterior endurecimento, assim garantindo uma aderência compatível aos esforços que ela estará submetida. Os descolamentos consistem na separação de uma ou mais camadas de revestimento de argamassa, apresentando uma extensão viável, podendo compreender áreas restritas até a totalidade da área. (BAUER, 1997, p. 320).

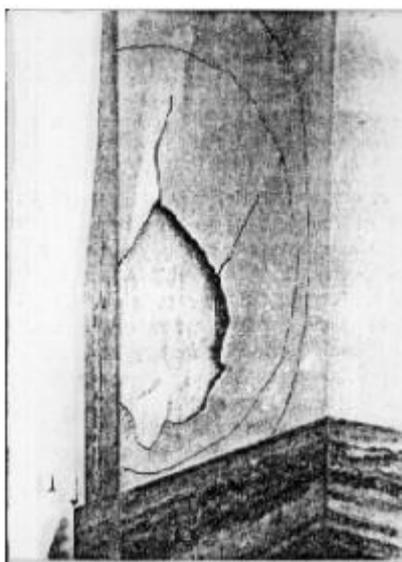
Sabe-se que quando há o descolamento do revestimento, significa que as tensões que esse revestimento está submetido superaram a capacidade de aderência ao seu substrato. Assim, De Milito (2009, p. 232) afirma que os fatores do substrato que interferem nessa aderência são: textura e capacidade de absorção da base, bem como a homogeneidade dessas propriedades. O mesmo autor ainda fala que a presença de mica na areia utilizada para a fabricação da argamassa pode reduzir a aderência do revestimento à sua base.

Sahade, Machado e Cavani (2013, p. 5) falam que as argamassas estão também sujeitas a ações internas, tais como retração de secagem e alterações químicas dos materiais utilizados para sua elaboração. Tais ações possuem como efeitos o aumento na porosidade e permeabilidade, diminuição na resistência, fissuração e destacamento do revestimento. Então, se essas ações internas forem mais fortes que a força de aderência da argamassa ao substrato, podem aparecer problemas de aderência.

### 5.2.1 Descolamento por empolamento

Esse tipo de descolamento se dá quando, após vários meses de execução da obra, o revestimento argamassado já endurecido se expande devido à hidratação posterior dos óxidos. É causado pela cal, que pode ter sido parcialmente hidratada ou com resíduos de óxido de magnésio. (BAUER, 1997). Peres (2001, p. 29) explica que o empolamento consiste na formação de bolhas derivadas da evaporação da água infiltrada nas alvenarias e geralmente acontece antes do esfarelamento do revestimento e descolamento. A figura 10 abaixo mostra um exemplo desse tipo de manifestação patológica.

Figura 10 – Descolamento de argamassa de revestimento por empolamento



(fonte: DE MILITO, 2009, p. 230)

### 5.2.2 Descolamento em placas

O descolamento em placas é a deficiência de aderência entre camadas de argamassa ou com a base. Podem haver diferentes motivos para tal tipo de manifestação patológica, que Bauer (1997, p. 321) lista:

- a) preparação inadequada da base de concreto (presença de agente desmoldante, pó, resíduos);
- b) molhagem deficiente da base, comprometendo a hidratação do chapisco da argamassa;
- c) ausência de chapisco em certos casos;
- d) chapisco preparado com areia fina;
- e) argamassa em espessura excessiva (NBR 7200);
- f) argamassas ricas em cimento;
- g) acabamento superficial inadequado da camada intermediária;
- h) aplicação de camadas de argamassas com resistências inadequadas interpostas (a resistência deve ser reduzida da base para o material de acabamento, NBR 7200).

Miranda<sup>11</sup> (1994 apud SEGAT, 2005, p. 50) questiona a eliminação da camada de chapisco conforme alguns fabricantes de argamassas industrializadas sugerem, o que acaba aumentando a incidência desse tipo de manifestação patológica. A figura 11 mostra um descolamento de argamassa em placas

---

<sup>11</sup> MIRANDA, F. B. Chapisco. *Téche – Revista de Tecnologia da Construção*, São Paulo, ano 2, n. 9, p. 4-5, mar./abr. 1994.

Figura 11 – Descolamento de argamassa de revestimento em placas



(fonte: elaborado pelo autor)

### 5.2.3 Descolamento com pulverulência

Bauer (1997) fala que é observado nesse tipo de manifestação patológica a desagregação e esfarelamento da argamassa ao ser pressionada manualmente. O autor ainda cita as principais causas que levam a esse tipo de quadro:

- a) pintura executada antes de ocorrer a carbonatação da cal da argamassa;
- b) emprego de adições substituídas da cal hidratada, sem propriedades de aglomerantes;
- c) hidratação inadequada da fração de cimento da argamassa;
- d) argamassa mal proporcionada (pobre em aglomerantes);
- e) argamassa utilizada após o prazo de utilização (tempo de pega do cimento);
- f) tempo de estocagem ou estocagem inadequada, comprometendo a qualidade da argamassa;
- g) emprego da argamassa contendo cimento e adição de gesso (reação expansiva pela formação de etringita).

Outro fato que pode provocar a desagregação do revestimento com pulverulência da argamassa são infiltrações constantes que podem aparecer em algum lugar, através de alicerces, lajes de cobertura mal impermeabilizadas, dentre outros (DE MILITO, 2009, p. 234). Abaixo segue a figura 12, um revestimento com incidência de descolamento com pulverulência.

Figura 12 – Descolamento de argamassa de revestimento com pulverulência



(fonte: SEGAT, 2005, p. 52)

### 5.3 DEMAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Os revestimentos argamassados podem ter, durante sua vida útil, diversas outras manifestações patológicas, as quais serão brevemente explanadas a seguir.

#### 5.3.1 Eflorescência

O termo eflorescência significa “a formação de depósito salino na superfície de alvenarias, como resultado da exposição às intempéries.” (UEMOTO<sup>12</sup>, 2002 apud JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013, p. 79). Segundo Fioritto (2009), o revestimento possui em

<sup>12</sup> UEMOTO, K. L. Projeto, Execução e Inspeção de pinturas. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002. 111 p.

sua constituição canais de reduzidas e diversas espessuras, vazios, poros abertos e fechados. Nestes, a água pode correr por capilaridade ou por pressão trazendo à superfície os sais formando a eflorescência.

A eflorescência se dá essencialmente quando há impurezas na argamassa de revestimento, como os sais por exemplo. Estes são transportados à superfície pela água que é utilizada na construção, limpeza ou por umidade do revestimento. Posteriormente a água evapora deixando os sais cristalizados na superfície do revestimento. Fioritto (2009, p. 118) afirma que sem água a eflorescência não existiria, pois é determinante a presença da água com sua ação dissolvente.

Três fatores devem existir, segundo Bauer (1997, p. 325), para que ocorram as eflorescências:

- a) sais solúveis existentes nos materiais ou componentes;
- b) presença de água para solubilizá-los;
- c) pressão hidrostática para que a solução migre para a superfície.

### 5.3.2 Bolor

Alucci, Fluzino e Milano<sup>13</sup> (1985 apud PERES, 2001, p. 28) afirmam que os fungos, por ausência de clorofila, que é a responsável pela síntese de material orgânico, acabam promovendo a decomposição de diferentes tipos de componentes, notadamente revestimentos, ou material orgânico depositado sobre eles. Peres (2001, p. 28-29) afirma que os fungos não necessariamente precisam de luz para se reproduzir, o que em várias espécies até atrapalha, mas precisam de muita umidade e oxigênio.

O Termo bolor, ou mofo, segundo Shirakawa et al. (1995, p. 403), são utilizados para: “descrever a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substratos, [...] destacando-se aqui as argamassas inorgânicas.”.

Os mesmos autores ainda destacam as principais causas extrínsecas ao material que ajudam no aparecimento e crescimento de fungos:

- a) umidade ascendente por capilaridade;

---

<sup>13</sup> ALLUCI, M. P.; FLUZINO, W. E.; MILANO, S. Bolor em edifícios: causas e recomendações. A Construção: Região Sul, São Paulo, Pini, n. 197, p.21-26, mar. 1985.

- b) umidade de infiltração por fachada ou telhado;
- c) umidade accidental (vazamento de águas potáveis servidas);
- d) umidade relativa do ar em torno de 80%;
- e) umidade de condensação em ambientes fechados.

### 5.3.3 Bolhas e Vesículas

Bauer (1997, p. 322) define a formação das vesículas como: “Materiais dispersos na argamassa que manifestam posterior variação volumétrica, gerando vesículas no revestimento.”. A NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 5) cita três prováveis causas das vesículas:

- a) hidratação retardada do óxido de cálcio não hidratado, presente na cal hidratada (o interior da vesícula é branco);
- b) presença de concreções ferruginosas na areia (o interior da vesícula é vermelho);
- c) matéria orgânica ou pirita na areia (o interior da vesícula é preto).

“As vesículas podem ser causadas por diversos fatores, tais como a existência de pedras de cal não completamente extintas, matérias orgânicas contidas nos agregados, torrões de argila dispersos na argamassa e outras impurezas.”. (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013, p. 79)

## 6 MÉTODO DO ESTUDO EXPERIMENTAL

O estudo experimental deste trabalho foi elaborado visando verificar a resistência de aderência do revestimento argamassado em um substrato específico cerâmico, simulando o revestimento e substrato encontrado em uma obra residencial na cidade de Porto Alegre, onde se observaram inúmeros problemas de aderência entre o revestimento e o substrato. Assim, através de experimentos de laboratório, tentou-se determinar se as condições do revestimento argamassado encontradas *in loco* também se reproduziriam em ensaios em local controlado.

O planejamento do ensaio foi feito tentando-se minimizar a quantidade de material, mão de obra e tempo empregados sem prejudicar os resultados do experimento. Anteriormente ao início dos experimentos, definiu-se quais seriam os parâmetros fixos e quais seriam variáveis durante a realização do ensaio. Buscou-se analisar através de ensaios e métodos estatísticos quais parâmetros dos que seriam avaliados causariam uma diferença real na resistência de aderência de um revestimento.

O estudo inicial previa a utilização de dois tipos de argamassa industrializada, ambas utilizadas no empreendimento que serviu de base para o trabalho, e uma argamassa com traço comumente utilizado em obra para fins de comparação. Contudo, após muito tempo de pesquisa no mercado e contato com fornecedores, vendedores e coordenadores da equipe de vendas da empresa que fabricava as argamassas, foi informado que uma das argamassas, que coincidentemente era a que tinha apresentado maiores problemas no empreendimento base do trabalho, havia cessado a sua fabricação. Através de contatos telefônicos, informaram que o motivo era que: “A argamassa atingia somente o mínimo da norma para revestimentos internos e por isso estava causando muitos problemas.”. Portanto, o trabalho precisou ser repensado para que fosse possível avaliar a outra argamassa que ainda estava sendo comercializada.

Assim, foi elaborado um programa experimental, onde seriam avaliados o tipo de argamassa, a espessura do revestimento e a técnica de execução, ou seja, nesse caso se o revestimento teria uma camada de chapisco ou não.

É importante salientar que os blocos cerâmicos de vedação lisos que foram utilizados na obra em questão não eram mais produzidos no momento da realização dos ensaios. Não foi informado o motivo da parada de fabricação dos blocos lisos, contudo a empresa ainda mantinha em seu estoque algumas unidades com características de superfície muito parecidas daquelas dos blocos existentes na obra em questão: superfície lisa. Desta forma, a continuidade ao experimento foi dada com a utilização de blocos cerâmicos estruturais lisos de 7 MPa com as mesmas dimensões dos blocos cerâmicos de vedação utilizados na obra. Contudo, não haviam mais meio blocos, portanto, para fazer uma amarração adequada dos blocos foi necessário o corte de alguns blocos inteiros para fazer meio bloco.

O estudo tratou de ensaios de avaliação da resistência de aderência de todas as combinações possíveis dentre os fatores analisados (tipo de argamassa, espessura do revestimento e técnica) tendo um total de 8 combinações possíveis. A seguir serão apresentadas as principais particularidades do programa experimental.

## 6.1 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Para o estudo foram consideradas as seguintes variáveis:

- a) dois tipos de argamassa;
- b) dois tipos de espessura de revestimento;
- c) dois tipos de técnica de execução (com e sem chapisco).

### 6.1.1 Tipos de argamassa

Foram utilizados dois tipos de argamassa, uma industrializada e outra preparada no laboratório.

Na ficha técnica fornecida pelo fabricante, a argamassa industrializada não apresenta o traço da mistura. O fabricante somente faz a seguinte afirmação: “é uma mistura homogênea de cimento Portland, agregados minerais com granulometria controlada e aditivos químicos. O produto é oferecido na cor cinza.”.

O traço da argamassa preparada no laboratório (em massa) está demonstrado no quadro 12.

Quadro 12 – Traço da argamassa estudado – mistura convencional de obra

Argamassa	Traço (cimento : cal : areia : a/c)
Preparada em obra	1 : 2 : 10 : 0,5

(fonte: elaborado pelo autor)

A escolha por esse traço se deu através de pesquisas de traços comumente utilizados na construção civil, além de ser o traço recomendado pela empresa fornecedora da cal. O cimento utilizado foi o CP IV-32, comumente utilizado na região sul do Brasil. A cal utilizada foi uma cal hidratada do tipo CH II.

### 6.1.2 Espessura do revestimento

Foram avaliadas duas espessuras de revestimentos, ambas encontradas frequentemente em obras: dois e três centímetros.

### 6.1.3 Tipos de técnicas de execução

Os revestimentos argamassados foram executados com dois tipos distintos de técnicas: com chapisco e sem chapisco. Essa escolha foi feita a partir de observações na obra em questão, onde havia sido executado o revestimento argamassado com as argamassas industrializadas diretamente no bloco cerâmico liso sem nenhum tipo de chapisco. Visando avaliar a problemática e propor um método que poderia evitar os problemas observados em campo, foi decidido estudar o comportamento nas mesmas condições que na obra em questão e outro com uma técnica construtiva mais consagrada.

No ensaio foi utilizado somente um tipo de chapisco, o chapisco tradicional, comumente utilizado em obra. Seu traço em massa foi também utilizado baseando-se em traços comuns encontrados na construção civil, apresentado no quadro 13 a seguir. A areia utilizada foi areia média e o cimento Portland Pozolânico, do tipo CP IV-32.

Quadro 13 – Traço do chapisco utilizado

Chapisco	Traço (cimento : areia)
Comum	1 : 3

(fonte: elaborado pelo autor)

## 6.2 CONDIÇÕES FIXAS

No ensaio de laboratório, foram mantidos fixos os demais parâmetros para minimizar o ruído no experimento, conforme descritos na sequência.

### 6.2.1 Substrato

O substrato utilizado foi o mais semelhante possível com o da obra em questão. Na obra foram utilizados blocos cerâmicos lisos de vedação com dimensões 29 x 19 x 14 (cm). Contudo, como citado no início do capítulo, esses blocos já não eram mais fabricados e, portanto, foram utilizados em todos os experimentos blocos cerâmicos estruturais lisos de 7 MPa de resistência à compressão.

Os blocos cerâmicos estruturais utilizados no estudo experimental, por serem estruturais possuem uma porosidade provavelmente inferior aos blocos cerâmicos de vedação, o que pode alterar as características da superfície do bloco, porém, esse fator não foi avaliado no trabalho.

### 6.2.2 Preparação dos revestimentos

Para tentar minimizar o efeito que a mão de obra pode exercer no resultado do experimento, todas as paredes foram executadas pelo mesmo profissional, desde a etapa de assentamento dos blocos até o acabamento final. Foi instruído ao profissional projetar a argamassa sempre com o mesmo vigor em todas as vezes que era necessário o lançamento da argamassa. Além disso, todas as paredes permitiam livre acesso em todas as direções e estavam posicionadas todas na mesma altura para a realização do revestimento. Os passos para a preparação dos revestimentos estão ilustrados nas figuras 13 a 16 abaixo, incluindo o assentamento dos

blocos, a execução do chapisco, o lançamento da argamassa de revestimento e, por fim, a regularização da argamassa para o acabamento final da parede.

Figura 13 – Assentamento dos blocos



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 14 – Execução do chapisco nas mini paredes



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 15 – Lançamento manual da argamassa



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 16 – Desempeno e acabamento final



(fonte: elaborado pelo autor)

### 6.2.3 Idade do revestimento

Todos os revestimentos foram ensaiados com a mesma idade. A norma NBR 13528 recomenda um mínimo de 28 dias para o revestimento concluído. Os ensaios de arrancamento foram todos realizados quando o revestimento havia completado a idade de 29 dias.

## 6.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA EXECUÇÃO DO ENSAIO

Para determinar a resistência de aderência à tração de um revestimento de argamassa aplicado em obra ou em laboratório sobre substratos inorgânicos é utilizada a NBR 13528/2010 – Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Ela consiste basicamente em verificar a força necessária para arrancar um corpo de prova do substrato em que está aderido.

Os equipamentos utilizados no ensaio de resistência de aderência à tração estão demonstrados nas figuras 17 a 21 abaixo, e incluem:

- a) dinamômetro de tração: equipamento que permite a aplicação contínua de carga até o rompimento dos corpos de prova;
- b) pastilhas: peça metálica circular que é aderida aos corpos de prova e acoplada ao dinamômetro de tração;
- c) dispositivo de corte: serra copo com borda diamantada com corpo cilíndrico superior à espessura do revestimento ensaiado;
- d) paquímetro: ferramenta para determinar o diâmetro dos corpos de prova;
- e) cola: resina destinada à colagem da pastilha na superfície do corpo de prova

Figura 17 – Dinamômetro de tração



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 18 – Pastilhas



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 19 – Dispositivo de corte



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 20 – Paquímetro



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 21 – Cola



(fonte: elaborado pelo autor)

#### 6.4 PREPARAÇÃO E REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS SEGUNDO A NORMA

O estudo experimental foi totalmente desenvolvido nas dependências do Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME), localizado no Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Para tal, foram moldadas 4 mini paredes, utilizando-se mão de obra qualificada, com as dimensões de 80 cm de altura por 90 cm de comprimento com os blocos já citados no item 6.2.1. O tamanho das paredes foram escolhidos em função da quantidade de corpos de provas necessários para realização do ensaio de acordo com os requerimentos da norma (12 por mini parede). Para o assentamento dos blocos, foi utilizada a argamassa industrializada que viria a ser testada nos ensaios. O tamanho das juntas, tentando manter uma coerência com o que é normalmente utilizado em obras de construção civil, tentou-se deixar padronizado em 1,5 cm. A figura 22 mostra as mini paredes finalizadas.

Figura 22 – Mini paredes feitas para o estudo experimental



(fonte: elaborado pelo autor)

Posteriormente, foi feita a aplicação do chapisco tradicional em quatro das oito faces das mini paredes. O chapisco foi feito com cimento Portland Pozolânico do tipo CP IV-32, que é o de maior oferta na região sul. A areia utilizada é a areia denominada grossa, que foi peneirada e foi utilizado o material passante na peneira 4,8 mm. O traço utilizado para o chapisco foi o de 1:3 em massa. Para fazer a medida dos componentes utilizou-se uma balança com precisão de miligrama na pesagem, além disso, tomou-se o cuidado de fazer somente em uma vez todo o chapisco que seria utilizado, assim, evitando possíveis variações que pudessem surgir ao fazer em mais de um lote. A água utilizada para a execução do chapisco foi a necessária para obter-se a trabalhabilidade necessária para a aplicação da camada de chapisco. O lançamento do chapisco no substrato foi feito manualmente, com o auxílio de uma colher de pedreiro. Aqui cabe ressaltar que todas as paredes foram executadas pelo mesmo pedreiro, um profissional experiente, a fim de minimizar os efeitos da mão de obra nos resultados, o que não faz parte do escopo do trabalho. As mini paredes então foram guardadas em local seguro, fechado e a temperatura ambiente para a secagem do chapisco conforme a norma recomenda. A figura 23 mostra as mini paredes após a execução do chapisco tradicional em quatro das 8 faces totais.

Figura 23 – Mini paredes feitas para o estudo experimental com chapisco



(fonte: elaborado pelo autor)

Após oito dias decorridos (a Norma especifica um mínimo de três), foi iniciada a execução dos revestimentos. Foi determinado que seriam ensaiadas duas espessuras diferentes, de dois e três centímetros. Também seriam ensaiados dois tipos de argamassa diferentes, uma tradicional com cimento, cal e areia e outra industrializada, que já é encontrada ensacada, necessitando somente a adição de água para sua utilização. Para a argamassa tradicional foi utilizada uma relação a/c de 0,50, já para a argamassa industrializada utilizou-se o indicado pelo fabricante, que era 3,6 litros para cada saco de 25 kg. Para manter e assegurar a espessura constante foram elaborados gabaritos de madeira nas laterais de cada uma das mini paredes.

Aplicou-se as argamassas manualmente em todas as mini paredes, em ambos os lados, com o auxílio de uma colher de pedreiro. Após a aplicação da argamassa utilizou-se um sarrafo de madeira, passando-o de baixo para cima para a retirada de excessos de material. Posteriormente, o revestimento foi desempenado utilizando uma desempenadeira de madeira. As mini paredes foram mantidas em lugar seguro, livre de intempéries e a temperatura ambiente para garantir as condições de cura do revestimento.

A Norma salienta que a realização do ensaio de aderência à tração deve ser feita com idade de 28 dias contados após a aplicação da argamassa sobre o substrato. Também frisa que antes de aplicar a camada de argamassa, deve-se limpar a superfície para a eliminação de quaisquer agentes contaminantes (óleo, poeira e outros), que possam prejudicar a aderência entre a

argamassa e o substrato. Na figura 24 os revestimentos argamassados concluídos, na esquerda a argamassa feita com método tradicional e a da direita a argamassa industrializada.

Figura 24 – Mini paredes feitas para o estudo experimental com revestimento executado aos 21 dias de idade



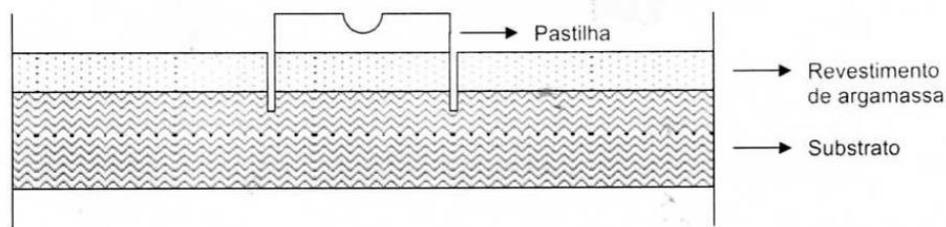
(fonte: elaborado pelo autor)

Para a realização do ensaio, ainda deve-se proceder ao corte dos corpos de prova, que foram realizados 8 dias antes do ensaio de aderência. Os cortes foram feitos com água, que segundo a Norma, ajuda a minimizar a variabilidade dos resultados (a Norma também não especifica prazos mínimos para a realização dos cortes, somente salienta que o revestimento já esteja seco na data da execução dos ensaios). Desta forma, as mini paredes foram cortadas em locais aleatórios, visando contemplar blocos e juntas. Também tomou-se cuidado para ter espaçamento mínimo de 50 mm entre eles e longe das extremidades. Para se conseguir os corpos de provas necessários (12 em cada revestimento a ser ensaiado), cortou-se com uma serra copo diamantada com diâmetro de aproximadamente 50 mm, por exceção do revestimento de argamassa comum, com dois centímetros de espessura, o primeiro a ser cortado. Esse revestimento foi cortado com outra serra copo, de outro fabricante, o que acabou proporcionando corpos de prova com diâmetros significativamente menores (cerca de 10% menores que os demais) e que desgastavam bem mais o revestimento ao redor. Após o corte desses corpos de prova, julgou-se que poderíamos ter resultados melhores com outra

serra copo que havia no laboratório, que tinha um corte mais refinado e com esta fez-se todos os outros cortes.

O corte deve se estender, segundo a norma, até o substrato e mais um pouco (1 mm a 5 mm) para dentro, assim tomou-se o cuidado de o corpo de prova aderido somente ao substrato e nada mais como indica a figura 25.

Figura 25 – Corte do corpo de prova para ensaio de arrancamento



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 5)

Contudo, nesta etapa, pôde-se já obter um dado interessante. Ao fazer o corte dos corpos de prova do revestimento argamassado industrializado de espessura de três centímetros sem chapisco, todos os corpos de prova caíam do revestimento e ficavam no interior da serra copo. Tentou-se confeccionar os corpos de prova do revestimento em todos os lados e no centro da mini parede, contudo, em todos os locais obteve-se o mesmo tipo de comportamento do revestimento como pode-se ver nas figuras 26 a 28.

Figura 26 – Corpo de prova na serra copo



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 27 – Revestimento argamassado com falhas



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 28 – Falta de aderência do revestimento argamassado



(fonte: elaborado pelo autor)

Já com a idade de 29 dias, foram feitos os ensaios de aderência à tração do revestimento segundo a Norma. Foram coladas pastilhas metálicas nos corpos de prova de cada revestimento com uma cola plástica de rápida secagem. Esta proporciona resistências maiores que o revestimento pode suportar, garantindo a aderência da pastilha no revestimento. Posteriormente, foi acoplado o dinamômetro “POSITEST AT-A *Automatic Adhesion Test*” da marca DeFelsko, e faz-se um carregamento a uma taxa constante de aproximadamente 0,12 MPa/s até a sua ruptura. Após a ruptura anotou-se a carga que o aparelho apresentava, a forma de ruptura e o diâmetro do corpo de prova em dois locais para o cálculo da área. Como o aparelho já fornecia os dados em MPa para corpos de prova de 50 mm, fez-se necessário uma conversão para obtermos a real tensão de ruptura no ensaio. A figura 29 mostra uma mini parede preparada para iniciar o ensaio de aderência do revestimento.

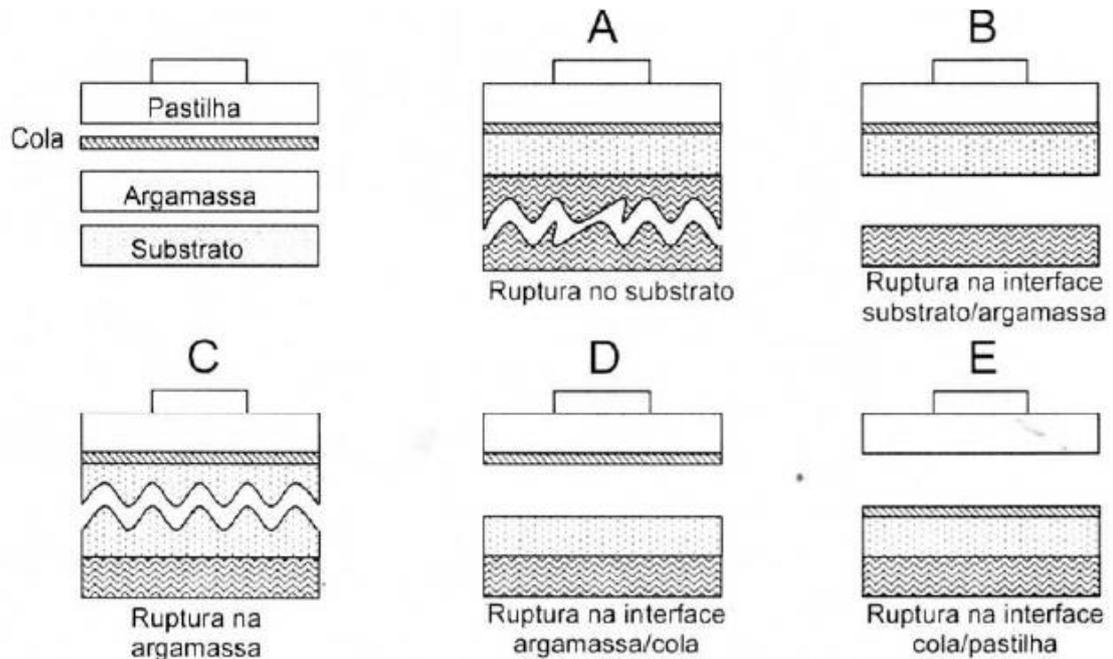
Figura 29 – Execução do ensaio de aderência



(fonte: elaborado pelo autor)

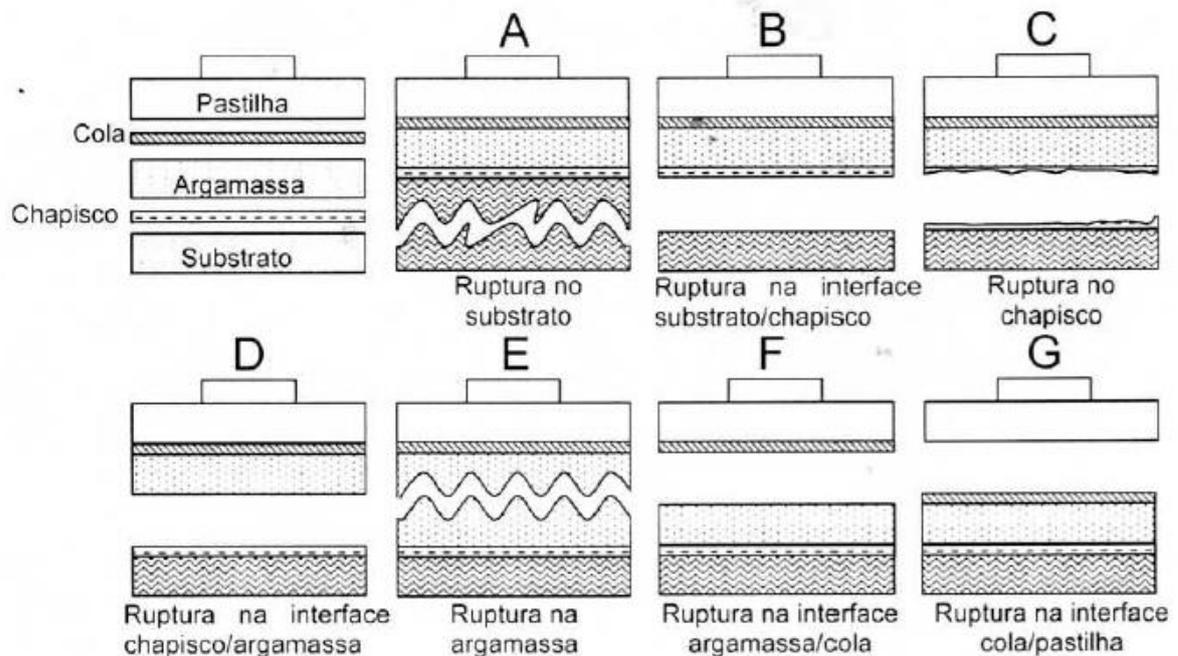
As possíveis formas de ruptura do corpo de prova, com seus respectivos percentuais devem ser anotados conforme as figuras 30 e 31.

Figura 30 – Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 9)

Figura 31 – Formas de ruptura no ensaio de resistência à tração para um sistema de revestimento com chapisco



(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 10)

A NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 10) ainda faz algumas ressalvas a respeito do tipo de ruptura:

No caso da ruptura na interface argamassa/substrato, conforme exemplo B da [...] [Figura 30] e ruptura na interface substrato/chapisco e chapisco/argamassa (exemplos B e D da [...] [Figura 31], o valor da resistência de aderência à tração é igual ao do ensaio.

No caso das demais rupturas mostradas nas [...] [Figuras 30 e 31], a resistência de aderência à tração não foi determinada e é maior do que o valor obtido no ensaio; o valor obtido no ensaio deve ser apresentado precedido pelo sinal maior que (>).

A ruptura na interface cola/pastilha, conforme exemplos E da [...] [Figura 30 e G da Figura 31] indicam imperfeição na colagem da pastilha e o resultado deve ser desprezado.

Quando ocorrem diferentes formas de ruptura no mesmo corpo de prova, anotar a percentagem aproximada da área de cada um dos tipos de ruptura.

## 7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos no estudo experimental com as respectivas discussões baseadas em avaliações estatísticas e representações gráficas que permitem fazer uma avaliação a respeito da aderência das argamassas utilizadas no estudo.

### 7.1 RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS

A NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 3) define que para cada grupo de 12 ensaios, deve-se ter pelo menos oito com resultado superior ao mínimo para a aceitação do revestimento. Os valores mínimos pela Norma estão apresentados no quadro 14.

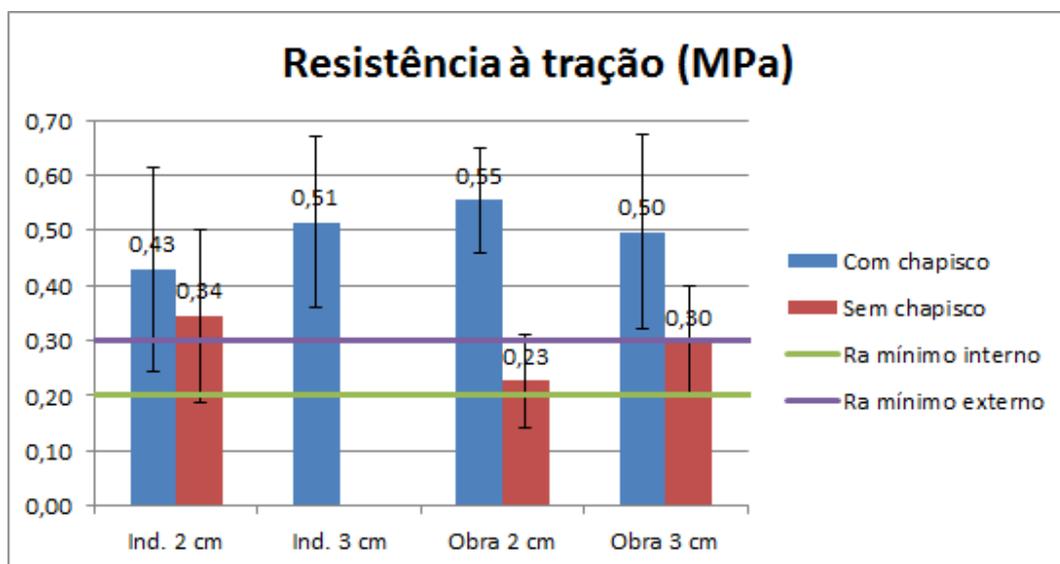
Quadro 14 – Valores mínimos de resistência de aderência à tração para emboço ou camada única

Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

(fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013, p. 5)

Na figura 32 estão apresentados os resultados das resistências médias e desvio padrão de cada revestimento analisado.

Figura 32 – Resultados das resistências médias de aderência e desvio padrão dos corpos de prova ensaiados



(fonte: elaborado pelo autor)

Pode-se observar ainda no quadro 14 que para paredes internas a resistência mínima de aderência é de 0,20 MPa e paredes externas 0,30 MPa. Tendo em mente esses resultados e comparando-os com os dados coletados no estudo experimental, que estão apresentados individualmente no apêndice A do trabalho, pode-se constatar que o revestimento de argamassa tradicional de dois centímetros sem chapisco não possui oito valores (possui sete) acima de 0,20 MPa, enquanto o mesmo revestimento com três centímetros possui somente um valor abaixo de 0,20 MPa. Isso pode ser explicado pelo corte dos corpos de prova deste revestimento, com argamassa tradicional de 2 centímetros de espessura sem chapisco, ter sido diferente dos demais. Nesse caso, o corte foi feito com uma serra copo que deixou os corpos de prova menores que os corpos de prova das outras mini paredes, assim desgastando mais o revestimento ao redor do mesmo, provocando uma diminuição significativa da resistência dos corpos de prova.

Também vale ressaltar que apesar de ter passado nos quesitos da norma, a argamassa industrializada de dois centímetros sem chapisco apresentou 3 valores abaixo do mínimo da norma para revestimentos internos e 4 valores abaixo do mínimo para revestimentos externos. Pode-se ver que a média dos valores é de 0,34 MPa, contudo, se considerarmos o desvio padrão que é de 0,16 MPa, podemos ver que possivelmente nosso revestimento estaria fora das especificações requeridas.

A argamassa industrializada de três centímetros de espessura sem chapisco, como já foi citado, apesar de se manter aderida ao substrato, ao ser feito os cortes do corpo de prova já se soltava do revestimento. Vale ressaltar que nas especificações técnicas da argamassa é recomendado espessuras superiores ou iguais a 1,5 cm em revestimentos internos e 2 cm em revestimentos externos. Abaixo, nas figuras 33 e 34, pode-se ver na indicação da seta que entre o substrato e o revestimento argamassado desta mini parede há um claro descolamento da argamassa.

Figura 33 – Descolamento do revestimento argamassado industrializado com espessura de 3 cm



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 34 – Detalhe do descolamento da argamassa industrializada com 3 cm de espessura

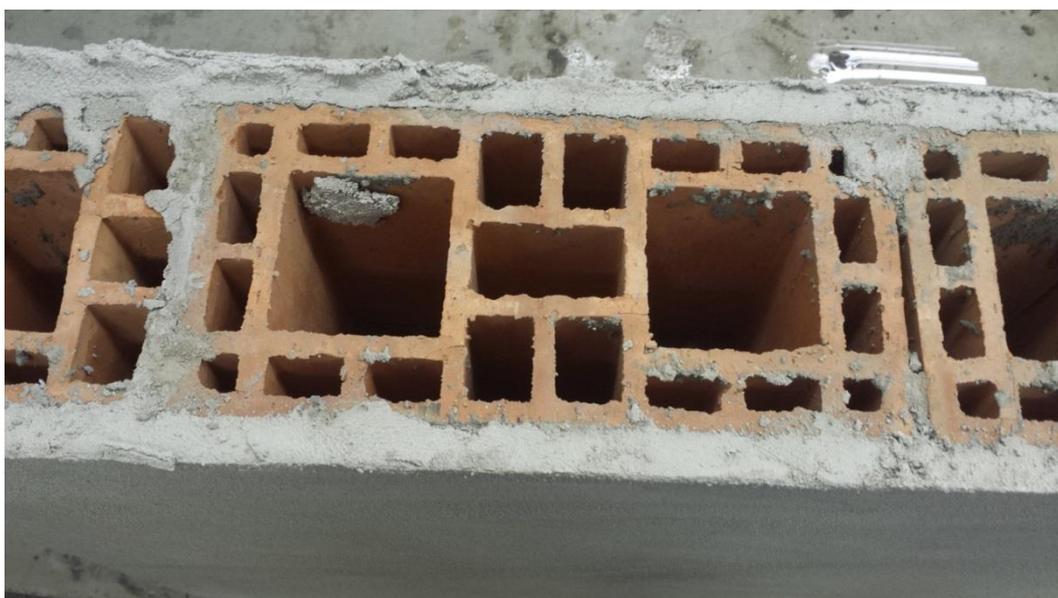


(fonte: elaborado pelo autor)

Ao analisarmos as figuras 27, 28, 33 e 34, pode-se ver, além do descolamento entre o substrato e o revestimento argamassado, uma fissura por toda a superfície do revestimento. Tal fissura aparece devida à falta de aderência do revestimento argamassado no substrato. Essa fissura não se dá em uma direção específica, pois podem haver locais onde há alguma aderência da argamassa, o que acaba refletindo no local de aparecimento da fissura. No caso deste trabalho, a fissura observada encontra-se inclinada, o que é uma indicação de que a zona que estava mais acima da fissura possuía alguma aderência no substrato (pois daquele lado do revestimento não havia indícios de um descolamento tão significativos na parte superior); já o revestimento mais abaixo se soltou do substrato, ocasionando tensões de tração no revestimento além do que ele consegue resistir, resultando no aparecimento da fissura.

O mesmo tipo de princípio de descolamento do revestimento ocorreu na argamassa industrializada de 2 cm sem chapisco, demonstrado nas figuras 35 e 36. Contudo, esse descolamento se realizou de uma forma mais moderada, com um afastamento na parte superior da mini parede visivelmente inferior ao do revestimento de 3 cm. Portanto, analisando o resultado visualmente, pode-se dizer que a espessura do revestimento interferiu fortemente no resultado da aderência final do revestimento.

Figura 35 – Falha de aderência do revestimento da argamassa industrializada de 2 cm de espessura



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 36 – Ampliação da falha de aderência do revestimento da argamassa industrializada de 2 cm de espessura



(fonte: elaborado pelo autor)

O descolamento observado a olho nú nessas mini paredes não é observado na outra face das mini paredes com o revestimento de argamassa industrializada, pois na outra face, o revestimento conta com uma camada de chapisco, o que acabou inibindo a aparição desses descolamentos que são passíveis de serem aferidos visualmente.

Analisando o tipo de argamassa aplicado nas mini paredes, não é possível ver diferenças significativas nos resultados de aderência quando aplicados os revestimentos com o chapisco. Quando essa mesma comparação é feita para os revestimentos sem o chapisco, há o problema da argamassa que não obteve nenhuma aderência no revestimento, porém, na comparação do resultado de aderência dos outros revestimentos, através desse ensaio, não é possível dizer que há uma diferença de resistência significativa. Entretanto é passível de comparação visual, os revestimentos argamassados feitos de modo tradicional não apresentaram, em nenhuma mini parede, o mesmo tipo de descolamento observado nas argamassas industrializadas.

O método executivo testado para esses revestimentos foi a utilização, ou não, do chapisco. Nesse estudo foi possível ver uma significativa melhora dos resultados de resistência de aderência do nosso revestimento. Apenas no revestimento industrializado de 2 centímetros não houve tamanha diferença dos resultados, contudo, no revestimento de mesma argamassa com espessura de 3 centímetros pode-se ver claramente a influência que esse tipo de técnica tem no resultado final do revestimento. Portanto, pode-se concluir que o chapisco foi sim um fator decisivo para o aumento de resistência de aderência do revestimento.

## 7.2 ANÁLISE DE VARIÂNCIA – ANOVA

Para comparação de cada variável estudada, foi executada uma análise de variância (ANOVA) com três fatores controlados a níveis fixos: espessura do revestimento, técnica de execução e tipo de argamassa. Todas as análises foram feitas com um intervalo de segurança de 95%. Os resultados da análise ANOVA para a comparação das variáveis estudadas estão apresentados nas tabelas 2, 3 e 4, para análise da espessura do revestimento, tipo de argamassa e técnica de execução, respectivamente.

Tabela 2 – Tabela ANOVA de comparação de espessura do revestimento

RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
2 Centímetros	48	18,6467496	0,38847395	0,033845		
3 Centímetros	48	15,70844169	0,3272592	0,060687		

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,0899339	1	0,08993389	1,902708	0,171048384	3,942303
Dentro dos grupos	4,4430283	94	0,04726626			
Total	4,5329622	95				

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 3 – Tabela ANOVA de comparação de tipo de argamassa

RESUMO					
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	
Industrializada	48	15,454468	0,321968086	0,06008484	
Comum	48	18,900723	0,393765066	0,03372893	

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,123715353	1	0,123715353	2,63746706	0,107719	3,942303152
Dentro dos grupos	4,409246806	94	0,046906881			
Total	4,532962159	95				

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 4 – Tabela ANOVA de comparação de técnicas de execução

RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
Com chapisco	48	23,948354	0,498924037	0,02729091		
Sem chapisco	48	10,406838	0,216809115	0,02851399		

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	1,910131898	1	1,910131898	68,4574984	8,47E-13	3,942303152
Dentro dos grupos	2,622830261	94	0,02790245			
Total	4,532962159	95				

(fonte: elaborado pelo autor)

Analisando as tabelas é possível afirmar, dentre as variáveis estudadas, do jeito que foi montado o estudo, que somente a utilização do chapisco provocou diferenças a um nível de confiança de 95% no resultado de resistência de aderência nas argamassas. Contudo, como foi ressaltado anteriormente, no item 7.1, na argamassa industrializada de três centímetros de espessura sem chapisco pôde-se observar claramente uma diferença em comparação com os demais resultados, uma vez que a de espessura maior já perdia a sua aderência no momento do corte dos corpos de prova, assim ficando com um resultado de resistência de aderência igual a zero.

### 7.3 FORMA DE RUPTURA DOS CORPOS DE PROVA

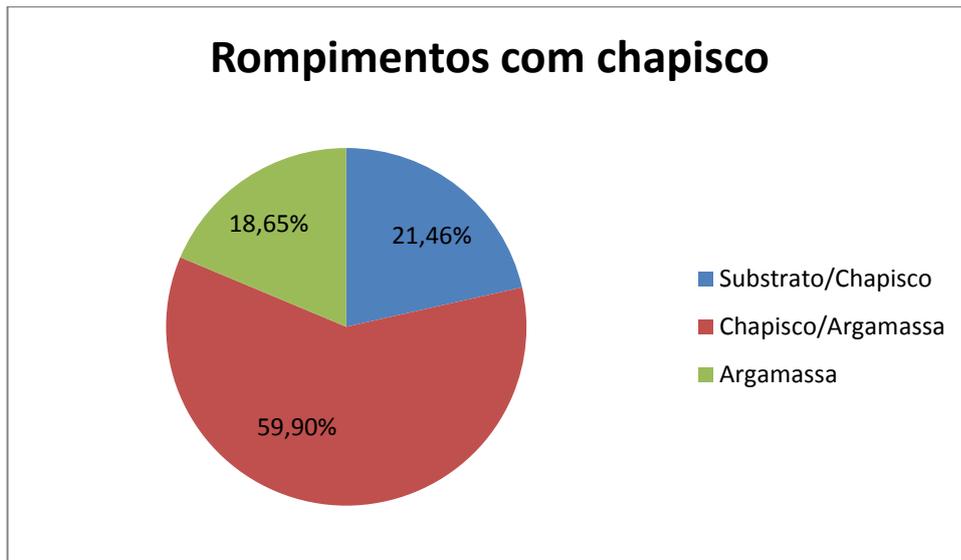
Para a realização de uma melhor comparação entre as amostras, de métodos de execução diferentes, deve-se observar também a forma de ruptura dos corpos de prova. Pode ser observado que a maior parte das rupturas em todos os casos avaliados foram em locais de transição da argamassa com o substrato em qual ela está aderida.

Nos procedimentos em que não foram utilizados chapisco na execução do revestimento, somente em uma amostra, de argamassa comum com três centímetros de espessura ocorreu um rompimento na argamassa e não no substrato. Em todos os outros ensaios realizados sem o chapisco, o rompimento ocorreu totalmente, ou parcialmente (em poucos casos) na interface do revestimento com o bloco.

Nos procedimentos realizados empregando-se o chapisco, é possível ver uma tendência maior para o rompimento na interface da argamassa com o chapisco. Contudo, nesses casos, ocorreram mais rompimentos na camada de argamassa do que no caso de não ser utilizado o

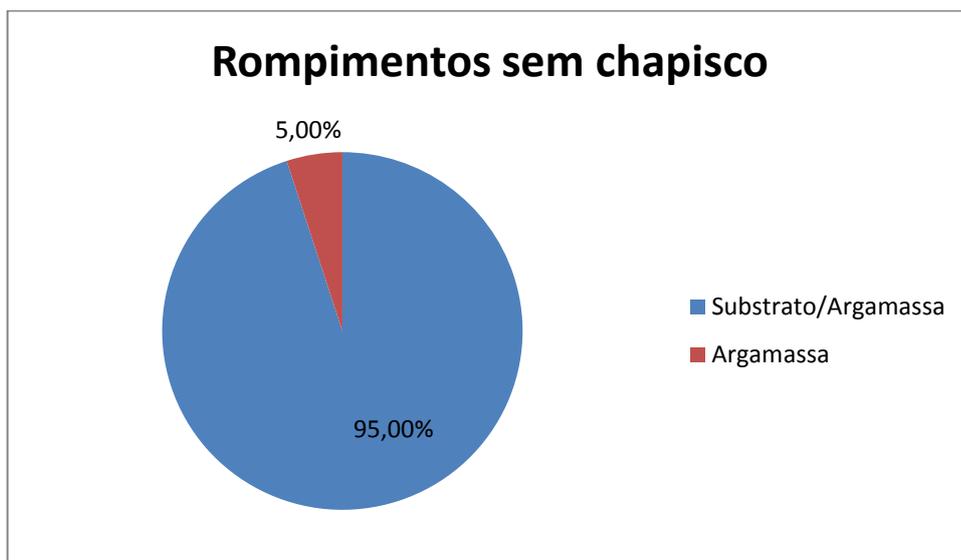
chapisco. Também é importante salientar que ocorreram no total 12 ensaios (do total de 48 ensaios com chapisco) onde o rompimento total ou parcial ocorreu na interface do substrato com o chapisco, demonstrando assim, uma suscetibilidade também para o rompimento nesse local. As comparações dos tipos de rompimentos, proporcionais às áreas em que ocorreu, em cada tipo de técnica de execução, estão demonstrados nas figuras 37 e 38.

Figura 37 – Percentuais de rompimento dos corpos de prova no ensaio de aderência nas paredes com chapisco



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 38 – Percentuais de rompimento dos corpos de prova no ensaio de aderência nas paredes sem chapisco



(fonte: elaborado pelo autor)

Assim, pode-se ver claramente um plano de ruptura preferencial entre a argamassa e o substrato em qual ela está aderida, seja ele o bloco cerâmico ou a camada de chapisco empregada.

#### 7.4 COMPARAÇÃO COM OBRA

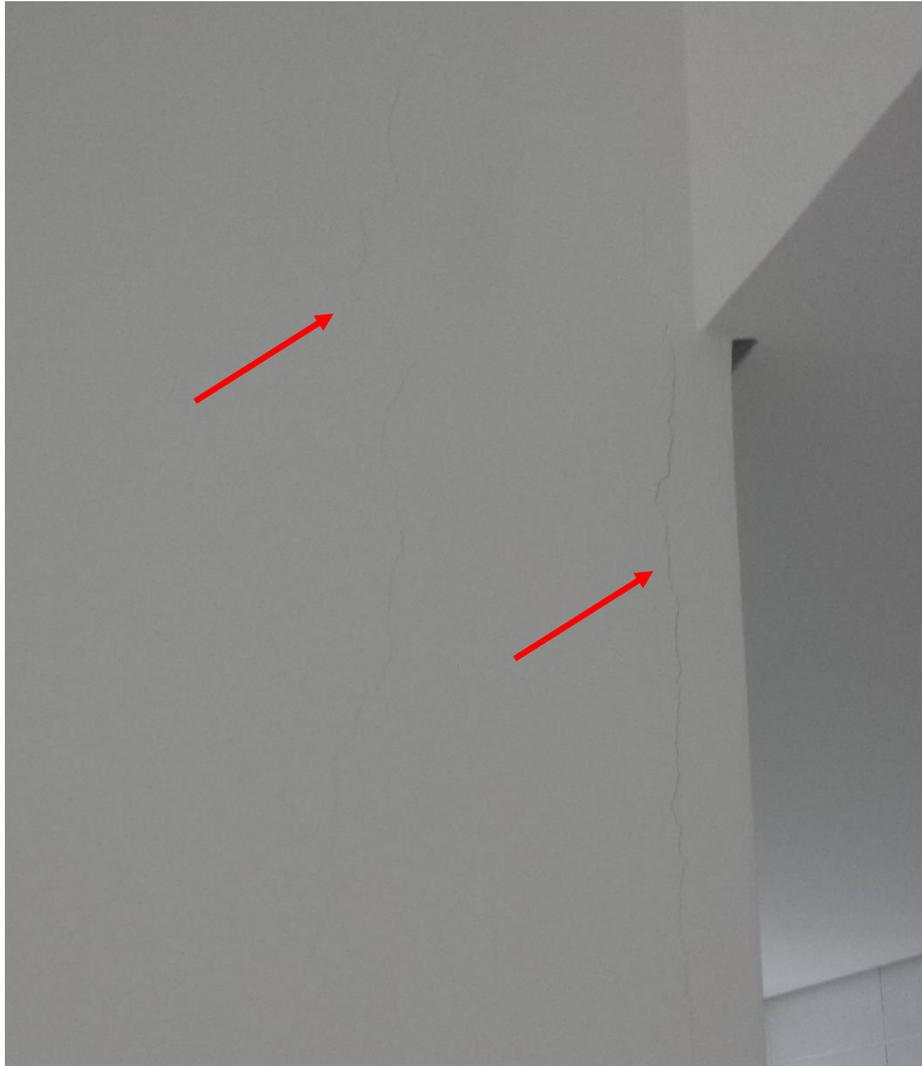
Como já foi salientado anteriormente, esse trabalho se originou a partir de uma problemática observada em campo, em uma edificação residencial na cidade de Porto Alegre. Essa edificação é um empreendimento de uma torre com 15 andares mais cobertura técnica, guarita e edifício-garagem. Cada andar possui 8 apartamentos, totalizando 112 unidades (2º ao 15º andar).

As paredes internas dessa edificação foram construídas com blocos cerâmicos lisos de vedação com dimensões 11,5 x 19 x 29 cm. Segundo o fabricante, esses blocos conferiam uma resistência a compressão de 3 MPa. Após a execução da alvenaria, foi aplicado diretamente o revestimento argamassado com argamassa industrializada. Essa argamassa, foi aplicada até o 7º pavimento, quando então, detectou-se problemas de aderência em alguns locais. Para solucionar este problema, foi trocado o tipo de argamassa e começou-se a utilizar uma segunda argamassa industrializada<sup>14</sup> para os revestimentos internos, com essa, não detectando mais problemas na etapa construtiva.

Contudo, nos primeiros meses após ser conferida a carta habite-se, já começou a apresentar uma elevada fissuração nos revestimentos internos de diversos apartamentos, do 2º até o 15º pavimento (incluindo os pavimentos com a segunda argamassa utilizada). As figuras 39 a 44 mostram algumas das fissuras e dos problemas observados na obra em questão.

---

<sup>14</sup> Ambas argamassas estariam no estudo experimental, contudo, como foi comentado no item 6, a primeira argamassa, que foi utilizada nos 7 primeiros pavimentos da edificação já não era mais fabricada. Sendo assim, somente possível ser feito os testes nessa segunda argamassa, que teoricamente possui uma aderência superior.

Figura 39 – Fissuras verticais observadas *in loco*

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 40 – Fissuras entre revestimento e substrato observadas *in loco*



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 41 – Fissuras horizontais observadas *in loco*



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 42 – Fissuras horizontais em mais de um plano observadas *in loco*



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 43 – Fissuras verticais demonstrando o descolamento do revestimento observadas *in loco*



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 44 – Fissuras verticais após a aplicação de textura na parede observada *in loco*



(fonte: elaborado pelo autor)

Após a análise de várias unidades, foi constatado que eram fissuras ativas e que um simples tratamento para fissuras superficiais não seria suficiente. Assim, prosseguindo o estudo do caso, constatou-se, por meio de percussão, o som cavo oriundo dessas paredes. Após analisar os fatos, constatou-se que as paredes que possuíam fissuras, grande parte possuía também o som cavo quando feito o teste e, por consequência, a falta de aderência do revestimento no substrato em qual estava. Ceotto, Banduk e Nakakura (2005, p. 94), como também pôde-se observar na obra, salientam que essa falta de aderência dos revestimentos pode ocorrer concomitantemente às fissuras.

As fissuras, que apareceram no revestimento final da obra, representadas nas figuras acima, apresentam o mesmo padrão da fissura que foi obtida na mini parede de três centímetros de espessura sem chapisco (observado nas figuras 33 e 34). Enfatizando-se as figuras 40 e 41, que foram oriundas da obra, retirando-se a guarnição de uma porta para poder observar o

revestimento em toda sua espessura, pode-se ver o mesmo tipo de comportamento de fissuramento do revestimento.

Quando se resolveu intervir de forma a acabar com todos os problemas de fissuração do revestimento e descolamento, foi necessário remover todo o revestimento existente de um apartamento e refazê-lo, desta vez com uma camada de chapisco para melhorar as condições de aderência. Ao remover o revestimento, notou-se a facilidade de remoção do mesmo. Após tirar um pouco do revestimento com auxílio de uma talhadeira e marreta, conseguia-se remover boa parte dele somente utilizando a força das mãos. O descolamento se dava em placas, soltando toda a face da parede, deixando exposta a alvenaria. Com o revestimento sem adesão no substrato, apareciam tensões de tração superior ao que a argamassa conseguia suportar, ocasionando a fissuração dos revestimentos.

Figura 45 – Remoção do revestimento existente em obra



(fonte: elaborado pelo autor)

Portando, pode-se concluir que os ensaios de laboratório representaram bem o estudo de caso desta obra em questão, conseguindo resultados satisfatórios para a conclusão de suas causas de aparecimento das manifestações patológicas e uma possível solução para o problema que foi estudado.

## 8 CONCLUSÕES

Esse trabalho visou analisar a problemática da falta de aderência entre o revestimento argamassado e o substrato em que está aderido. O objetivo de testar em laboratório as condições observadas em uma obra residencial de Porto Alegre e testar algumas variáveis envolvidas no processo foi atingido, demonstrando que a falta da camada de chapisco anterior à execução do revestimento foi uma das causas do aparecimento das manifestações patológicas observadas na obra. Vale ressaltar que, apesar dos resultados obtidos no ensaio laboratorial e da não obrigatoriedade por recomendação do fabricante, a argamassa industrializada testada no experimento não deve ser executada em blocos cerâmicos de superfície lisa sem a aplicação do chapisco. Conforme visto na obra estudada, e nas mini paredes do estudo experimental, sérios problemas podem ocorrer, comprometendo a integridade do revestimento. Não foram feitos experimentos com blocos ranhurados, estes por possuírem maior superfície de contato podem apresentar resultados diferentes.

Durante o trabalho, foi explanado a respeito do substrato e todas as etapas construtivas, bem como as propriedades dos revestimentos argamassados. Assim, foram demonstrados os cuidados que se deve tomar para que o resultado final seja satisfatório. Também foram demonstrados problemas mais comuns que podem surgir nos revestimentos argamassados e como evitá-los.

O ensaio laboratorial demonstrou, através de uma análise de variância, que há uma significativa melhora na aderência com o uso de chapisco para melhorar a superfície de contato entre o bloco e o revestimento argamassado. Embora não tenha sido possível demonstrar através de uma comparação global de todos os revestimentos que a espessura influenciou o resultado de aderência, quando analisado separadamente, pode-se ver claramente que no revestimento industrializado sem o chapisco houve uma queda muito significativa na resistência de aderência à tração, obtendo os mesmos resultados qualitativos que a obra estudada, no quesito aderência do revestimento e na fissuração do mesmo.

Para obtermos conclusões mais assertivas da real aderência de cada camada do sistema de revestimento foi preciso, também, analisar as formas de ruptura dos corpos de prova. Pode-se ver que a maioria dos rompimentos, em todas as mini paredes testadas, se deu na interface da

argamassa com o substrato em qual ela estava aderida, constatando-se que ali se encontra o ponto crítico do revestimento onde a aderência se mostrou inferior aos outros locais do revestimento. Também foi possível constatar que, quando há a camada de chapisco, o contato entre o chapisco e bloco cerâmico liso também originou alguns descolamentos. Contudo, onde houve esse tipo de descolamento, pode-se ver que a resistência alcançada é geralmente bem superior que o exigido por norma.

Por fim, é importante mencionar que na execução dos ensaios foram tomados todos os cuidados necessários com relação ao estoque de materiais, traço das argamassas, quantidade de água adotada, métodos de execução, tempo de espera e todo o cuidado na execução com mão de obra qualificada para um resultado mais controlado possível. Entretanto, essas condições nem sempre são seguidas e adotadas em obra, assim, possivelmente alterando alguma propriedade dos materiais e/ou do sistema, obtendo resultados inferiores aos de laboratório comprometendo a integridade do revestimento e proporcionando valores de aderência aquém do esperado.

## REFERÊNCIAS

ABITANTE, A. L. R.; GROFF, C. Manifestações patológicas encontradas em revestimentos de fachada. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió, ENTAC, 2014. p. 1609-1615.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Informações Técnicas:** processos de fabricação. São Paulo, 2011. Disponível em:  
<<http://www.abceram.org.br/site/?area=4&submenu=50>> Acesso em 15/11/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7173:** blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1982.

\_\_\_\_\_. **NBR 7200:** execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR 13276:** argamassa para assentamento e revestimento de parede e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. **NBR 13277:** argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 1995b.

\_\_\_\_\_. **NBR 13281:** argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – especificação. Rio de Janeiro, 2005a.

\_\_\_\_\_. **NBR 13528:** revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 13529:** revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – terminologia. Rio de Janeiro, 1995a.

\_\_\_\_\_. **NBR 13749:** revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificação. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-1:** componentes cerâmicos parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005b.

ALMEIDA J. L. M. dos S. L. de. **Argamassas tradicionais e industriais de alvenaria em edifícios.** 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

ALVAREZ, J. A. S. Alvenarias e argamassas anteriores ao Império Romano. In: 2º CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 2007, Lisboa. **Anais...** Lisboa: APFAC, 2007. Disponível em:  
<[http://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2051\\_07.pdf](http://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2051_07.pdf)> Acesso em 12/04/2016

BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa.** 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1997, Salvador. Anais... Salvador; ANTAC, 1997. p. 321-333.

BONIN, L. C.; CARNEIRO, A. M. P. Tecnologia de revestimentos de argamassa. In: **Construção civil: uma abordagem macro da produção ao uso**. SINDUSCON-JP João Pessoa: Geraldo Alves Flôr, 2010. Cap. 7. p. 163-180.

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

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L.M. Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2001, Brasília. **Anais...** Brasília: ANTAC, UnB, 2001. p. 43-67.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de Argamassas: Boas práticas em projeto, execução e avaliação**. Porto Alegre: ANTAC, 2005. v. 1.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de revestimentos de argamassa**. [S. l.] [2015?].

COUTINHO S. M.; PRETTI S. M.; TRISTÃO F. A. Argamassa preparada em obra x argamassa industrializada para assentamento de blocos de vedação: Análise do uso em Vitória - ES. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Vitória, n. 21, p. 41-48, maio, 2013.

DE MILITO, J. A. Técnicas de construção civil. Apostila de anotações de aula da disciplina Técnicas de construções civis PUC Campinas, 2009. p. 228-243. Disponível em <<http://demilito.com.br/10-Patologia%20dos%20revest-rev.pdf>>. Acesso em: 01/04/2016.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

HENZ, C. L. **Análise experimental de compatibilidade das argamassas de revestimento e encunhamento**. 2009. 85 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

JONOV, C. M. P.; NASCIMENTO, N. O.; SILVA, A. P. Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 75-94, jan./mar. 2013.

MARANHÃO, F. L.; COSTA E SILVA, A. J.; MEDEIROS, J. S.; BARROS, M. M. S. B. Influência do tipo de argamassa colante e do revestimento na microestrutura e nas resistências de aderência. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003. p. 519-528.

OLIVEIRA, A. F. de. **Materiais de construção**. [S. l.] 2010. Apresentação de slides. Disponível em: <[https://notedi2.files.wordpress.com/2010/06/aula-mc-04\\_-pozolana\\_escoria.pdf](https://notedi2.files.wordpress.com/2010/06/aula-mc-04_-pozolana_escoria.pdf)> Acesso em 16/11/2015.

PAGNUSSAT, D. T.; PAULETTI, C.; POSSER, N. D.; MASUERO, A.B. Avaliação das manifestações patológicas em fachadas de prédio histórico na cidade de Porto Alegre. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003. p. 597-606.

PAULUZZI PRODUTOS CERÂMICOS LTDA. **Alvenaria estrutural**. Sapucaia do Sul, 2012b. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/alvenaria.php>> Acesso em 08/11/2015. Não paginado.

\_\_\_\_\_. **Alvenaria de vedação**. Sapucaia do Sul, 2012a. Disponível em: <<http://www.pauluzzi.com.br/vedacao.php>> Acesso em 08/11/2015. Não paginado.

PERES, R. M. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico**: um estudo de caso. 2001. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

SAHADE, R. F.; MACHADO, L. V.; CAVANI, G. R. Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em argamassas de vedação. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2013, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** ANTAC, 2013. 15 p. Disponível em: <[http://cbic.org.br/forum-norma/arquivos/avaliacaodesistemasderecuperacaodefissurasderevestimentosrev3\\_compact.pdf](http://cbic.org.br/forum-norma/arquivos/avaliacaodesistemasderecuperacaodefissurasderevestimentosrev3_compact.pdf)> . Acesso em: 28/04/2016.

SANTOS, S. S. dos. **Patologia das construções**. Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online-busca/?autor=Silmara%20Silva%20dos%20Santos>> Acesso em 25/03/2016. 14 p.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa**: Estudo de caso em conjunto habitacional popular em Caxias do Sul (RS). 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados**: um estudo de caso em Florianópolis. 2007. 192 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Pós graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SHIRAKAWA, M. A.; MONTEIRO, M. B. B. SELMO, S. M. S.; CINCOTTO, M. A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 1995, Goiânia, **Anais...** Goiânia: ANTAC, 1995. p. 402-410.

TANIGUTI, E. K.; BARROS M. M. B. de. **Vedação vertical interna de chapas de gesso acartonado**: método construtivo. São Paulo: EPUSP, 2000. 25 p. Boletim técnico PCC n. 248.

TAUBE, C. R.; GAVA, G. P.; COURI PETRAUSKI, S. M. F. Avaliação das propriedades de uma argamassa de revestimento industrializada em comparação a uma argamassa produzida em obra. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 2003. p. 221-232.

THOMAZ, E.; MITIDIERI FILHO, C. V.; CLETO, F. R.; CARDOSO, F. F. **Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009. Código de Práticas n. 01.

YAGIZI, W. **A técnica de edificar**. 10 ed. São Paulo: Pini: Sinduscon-SP, 2009.

## **APÊNDICE A – Tabelas do ensaio de aderência**

Tabela A.1 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa industrializada de 2 centímetros sem chapisco

Industrializada 2 cm espessura sem chapisco													
Corpo de prova					Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)				
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco	Junta			Sub.	Sub/Arg	Arg	Arg/cola	Cola/Past
1	45,10	45,00	45,05	1593,97	100		0,06	0,07		100			
2	44,00	45,10	44,55	1558,78	100		0,11	0,14		100			
3	44,80	45,20	45,00	1590,43	100		0,27	0,33		100			
4	45,10	45,30	45,20	1604,60	100		0,27	0,33		100			
5	45,00	45,00	45,00	1590,43	100		0,14	0,17		100			
6	45,70	45,50	45,60	1633,13	100		0,18	0,22	80	20			
7	44,80	45,10	44,95	1586,90	100		0,42	0,52	100				
8	44,80	45,00	44,90	1583,37	100		0,45	0,56	100				
9	45,10	45,20	45,15	1601,05	100		0,37	0,45	95	5			
10	45,30	45,40	45,35	1615,27	60	40	0,44	0,53	100				
11	45,10	44,70	44,90	1583,37	60	40	0,3	0,37	90	10			
12	45,30	45,40	45,35	1615,27	70	30	0,35	0,43	100				
Média							0,34						
Desvio Padrão							0,16						

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	63	61,8	1,94%	
2	57,9	57	1,58%	
3	59,2	58,3	1,54%	
Wmed (%)			1,69%	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.2 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa industrializada de 2 centímetros com chapisco

Feita em obra 2 cm espessura com chapisco														
Corpo de prova				Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)						
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco			Junta	Sub.	Sub/Chap	Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/cola
1	45,10	45,10	45,10	1597,51	100		0,4	0,49			100			
2	44,50	45,00	44,75	1572,81	100		0,38	0,47	90		10			
3	44,90	45,50	45,20	1604,60	100		0,45	0,55	50		50			
4	44,90	45,20	45,05	1593,97	100		0,44	0,54	100					
5	45,00	45,10	45,05	1593,97	100		0,53	0,65	60		40			
6	45,00	45,80	45,40	1618,83	100		0,62	0,75			100			
7	44,90	45,00	44,95	1586,90	100		0,31	0,38			100			
8	44,50	45,20	44,85	1579,85	100		0,53	0,66			100			
9	45,10	44,90	45,00	1590,43	100		0,46	0,57				100		
10	45,30	45,20	45,25	1608,15	100		0,49	0,60			100			
11	45,30	45,10	45,20	1604,60	100		0,41	0,50				100		
12	45,20	45,00	45,10	1597,51	100		0,39	0,48			100			
Média							0,55							
Desvio Padrão							0,10							

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	40,1	39,5	1,52%	
2	59,3	57,8	2,60%	
3	57,9	56,5	2,48%	
Wmed (%)			2,20%	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.3 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa industrializada de 3 centímetros sem chapisco

Industrializada 3 cm espessura sem chapisco													
Corpo de prova				Local do ensaio		Tensão aparelho	Tensão Ra	Forma de ruptura (%)					
nº	d1	d2	dm	Área	Bloco	Junta	(CP 50 mm) MPa	ajustada (MPa)	Sub.	Sub/Arg	Arg	Arg/cola	Cola/Past
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)									
1							0,00	0,00					
2							0,00	0,00					
3							0,00	0,00					
4							0,00	0,00					
5							0,00	0,00					
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
							Média		Obs: Na hora de fazer o corte dos corpos de prova, os mesmos já caíam e ficavam presos na serra copo				
							Desvio Padrão						

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.4 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa industrializada de 3 centímetros com chapisco

Industrializada 3 cm espessura com chapisco														
Corpo de prova					Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)					
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco	Junta			Sub.	Sub/Chap	Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/cola
1	44,90	45,00	44,95	1586,90	100		0,35	0,43			65	35		
2	45,10	45,30	45,20	1604,60	60	40	0,27	0,33		100				
3	44,20	45,80	45,00	1590,43	100		0,46	0,57			100			
4	45,70	45,90	45,80	1647,48	70	30	0,44	0,52		100				
5	45,40	45,00	45,20	1604,60	100		0,6	0,73			100			
6	45,20	45,20	45,20	1604,60	100		0,38	0,46		80		20		
7	45,00	45,40	45,20	1604,60	100		0,59	0,72			100			
8	45,20	46,00	45,60	1633,13	100		0,3	0,36			90	10		
9	45,50	45,20	45,35	1615,27	100		0,65	0,79		100				
10	45,60	45,70	45,65	1636,71	100		0,45	0,54			100			
11	45,00	45,50	45,25	1608,15	100		0,29	0,35			100			
12	45,30	45,50	45,40	1618,83	100		0,29	0,35			100			

Média	0,51
Desvio Padrão	0,16

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	70,9	69,1	2,60%	
2	59,5	58,1	2,41%	
3	62,8	61,4	2,28%	
			Wmed (%)	2,43%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.5 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa tradicional de 2 centímetros sem chapisco

Feita em obra 2 cm espessura sem chapisco												
Corpo de prova				Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)				
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco			Junta	Sub.	Sub/Arg	Arg	Arg/cola
1	40,90	41,50	41,20	1333,17	100		0,09	0,13		100		
2	40,50	41,90	41,20	1333,17	100		0,19	0,28		100		
3	41,50	40,20	40,85	1310,61	100		0,18	0,27		100		
4	41,50	40,20	40,85	1310,61	100		0,12	0,18		100		
5	39,00	39,00	39,00	1194,59	100		0,24	0,39		100		
6	39,10	41,50	40,30	1275,56	95	5	0,07	0,11		100		
7	39,00	40,00	39,50	1225,42	100		0,15	0,24		100		
8	40,50	40,00	40,25	1272,39	100		0,07	0,11		100		
9	40,30	39,80	40,05	1259,78	100		0,19	0,30		100		
10	39,10	39,20	39,15	1203,80	100		0,13	0,21		100		
11	39,90	39,80	39,85	1247,23	100		0,11	0,17		100		
12	38,70	40,50	39,60	1231,63	100		0,2	0,32		100		

Média	0,23
Desvio Padrão	0,09

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura a (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	54,6	53,7	1,68%	
2	55,7	54,6	2,01%	
3	55,8	54,8	1,82%	
		Wmed (%)	1,84%	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.6 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa tradicional de 2 centímetros com chapisco

Feita em obra 2 cm espessura com chapisco														
Corpo de prova				Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)						
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco			Junta	Sub.	Sub/Chap	Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/cola
1	45,10	45,10	45,10	1597,51	100		0,4	0,49			100			
2	44,50	45,00	44,75	1572,81	100		0,38	0,47		90	10			
3	44,90	45,50	45,20	1604,60	100		0,45	0,55		50	50			
4	44,90	45,20	45,05	1593,97	100		0,44	0,54		100				
5	45,00	45,10	45,05	1593,97	100		0,53	0,65		60	40			
6	45,00	45,80	45,40	1618,83	100		0,62	0,75			100			
7	44,90	45,00	44,95	1586,90	100		0,31	0,38			100			
8	44,50	45,20	44,85	1579,85	100		0,53	0,66			100			
9	45,10	44,90	45,00	1590,43	100		0,46	0,57				100		
10	45,30	45,20	45,25	1608,15	100		0,49	0,60			100			
11	45,30	45,10	45,20	1604,60	100		0,41	0,50				100		
12	45,20	45,00	45,10	1597,51	100		0,39	0,48			100			
Média							0,55							
Desvio Padrão							0,10							

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	40,1	39,5	1,52%	
2	59,3	57,8	2,60%	
3	57,9	56,5	2,48%	
Wmed (%)			2,20%	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.7 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa tradicional de 3 centímetros sem chapisco

Feita em obra 3 cm espessura sem chapisco													
Corpo de prova					Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)				
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco	Junta			Sub.	Sub/Arg	Arg	Arg/cola	Cola/Past
1	44,10	43,00	43,55	1489,59	75	25	0,24	0,32	100				
2	44,50	44,20	44,35	1544,82	100		0,25	0,32	100				
3	43,90	44,50	44,20	1534,39	100		0,16	0,20	100				
4	43,20	45,00	44,10	1527,45	95	5	0,21	0,27	100				
5	43,00	44,60	43,80	1506,74	100		0,45	0,59		100			
6	44,70	44,70	44,70	1569,30	100		0,3	0,38	100				
7	45,00	45,10	45,05	1593,97	100		0,25	0,31	90	10			
8	44,90	45,10	45,00	1590,43	100		0,2	0,25	100				
9	44,00	44,00	44,00	1520,53	100		0,2	0,26	75	25			
10	45,50	45,60	45,55	1629,55	100		0,16	0,19	90	10			
11	44,70	43,00	43,85	1510,18	70	30	0,2	0,26	100				
12	45,60	45,60	45,60	1633,13	80	20	0,19	0,23	100				
							Média	0,30					
							Desvio Padrão	0,10					

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	81,3	79,6	2,14%	
2	80,5	79	1,90%	
3	80,5	79,1	1,77%	
			Wmed (%)	1,93%

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela A.8 – Resultado dos ensaios de aderência da argamassa tradicional de 3 centímetros com chapisco

Feita em obra 3 cm espessura com chapisco														
Corpo de prova				Local do ensaio		Tensão aparelho (CP 50 mm) MPa	Tensão Ra ajustada (MPa)	Forma de ruptura (%)						
nº	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm)	Área (mm)	Bloco			Junta	Sub.	Sub/Chap	Chap	Chap/Arg	Arg	Arg/cola
1	46,10	45,70	45,90	1654,68	60	40	0,44	0,52		50	50			
2	45,90	45,90	45,90	1654,68	100		0,28	0,33			100			
3	42,50	43,10	42,80	1438,72	100		0,15	0,20				100		
4	46,00	46,00	46,00	1661,90	100		0,41	0,48			100			
5	43,10	43,80	43,45	1482,76	100		0,33	0,44			100			
6	44,10	44,30	44,20	1534,39	100		0,46	0,59			100			
7	43,00	43,20	43,10	1458,96	100		0,59	0,79				100		
8	44,00	44,00	44,00	1520,53	100		0,27	0,35			100			
9	45,20	45,00	45,10	1597,51	70	30	0,42	0,52		100				
10	45,00	44,80	44,90	1583,37	100		0,24	0,30		100				
11	43,40	42,30	42,85	1442,09	100		0,53	0,72				100		
12	41,00	43,00	42,00	1385,44	100		0,51	0,72				100		
Média							0,50		Obs: No cp 3 onde houve o rompimento encontrou-se uma concentração de cal grande que não havia sido totalmente misturada na massa					
Desvio Padrão							0,18							

Informações revestimento				
nº	Umidade %			Espessura (mm)
	Mu (g)	Ms (g)	w (%)	
1	78,4	76,4	2,62%	
2	76,1	74,3	2,42%	
3	97,9	95,5	2,51%	
			Wmed (%)	2,52%

(fonte: elaborado pelo autor)