

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

Fernanda Pires dos Santos

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS
SUBSTRATOS DE REVESTIMENTO EXTERNO
DE ARGAMASSA**

Porto Alegre
dezembro 2013

FERNANDA PIRES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS
SUBSTRATOS DE REVESTIMENTO EXTERNO
DE ARGAMASSA**

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: Angela Borges Masuero

Porto Alegre
dezembro 2013

FERNANDA PIRES DOS SANTOS

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS
SUBSTRATOS DE REVESTIMENTO EXTERNO DE
ARGAMASSA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 20 de dezembro de 2013

Profa. Angela Borges Masuero
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Alfredo Kuhn Pfeifer (MAIOJAMA)
Eng. Civil Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Angela Masuero (UFRGS)
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Carina Mariane Stolz (UFRGS)
Mestre Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho inteiramente a meus pais, Rose e João Carlos. Por todo o incentivo, dedicação e apoio que recebi durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à profa. Angela Masuero, por toda a orientação, dedicação e paciência. E principalmente por ter acreditado e confiado a mim esta pesquisa. Agradeço a Profa. Carin por toda a dedicação e atenção ao longo deste último ano.

Agradeço infinitamente à minha mãe, Rose, minha grande motivadora e incentivadora e ao meu pai, João Carlos, por acreditarem em mim, por incentivarem os meus estudos, e por me darem a oportunidade de estar me tornando engenheira civil.

Agradeço à toda a minha família pela atenção dispensada à mim, e pela compreensão nos momentos que não pude estar presente.

Agradeço ao meu irmão João Vitor, meu “fiel escudeiro”, por ter aturado meu mau humor e minha impaciência. Obrigada por relevar meus momentos de estresse universitário! Agradeço por ter me assistido pacientemente todas as milhões de vezes em que treinava a apresentação às vésperas dos seminários, cronometrando o tempo, apresentando suas críticas e me incentivando a melhorar.

Agradeço ao meu namorado Michel, por ter estado ao meu lado durante todo o curso. Por sempre ter compreendido a minha ausência, e incentivado meus estudos. Pela paciência nos meus momentos de estresse, e por ter nunca ter desistido de nós.

Agradeço às minhas amigas de curso e futuras colegas de profissão: Lorena, Carol, Aretusa, Anne, Tamires, Johanna e Esther.

Agradeço ao pessoal da Asolon-ProInst: Cátia, Ana, Eloísa, Gustavo, Rafael e Thales, por todo o auxílio e apoio desde que nos tornamos colegas.

Pensar é o trabalho mais difícil que existe; provavelmente
essa é a razão pela qual tão poucos se aventuram a fazê-lo.

Henry Ford

RESUMO

O revestimento de argamassa é amplamente utilizado em todo o país, principalmente em fachadas. Entre as principais funções dos revestimentos externos em argamassa, pode-se citar o auxílio na vedação e a grande contribuição à estética da edificação. Porém estas funções podem ficar comprometidas com o surgimento de manifestações patológicas. Estas podem, inclusive, causar riscos de vida aos usuários em caso de descolamento. Frente à relevância desta técnica, é de grande importância o estudo que vise a minimização das manifestações patológicas em revestimentos de fachada. A maior parte dos problemas encontrados em revestimentos externos pode-se atribuir ao surgimento de fissuras e aos descolamentos, que podem ser minimizados, entre outros fatores, se a base que recebe o revestimento esteja corretamente preparada. O presente trabalho tem como objetivo destacar as principais técnicas para o preparo superficial de substratos de revestimentos de argamassa e, além disso, verificar nas obras atuais da região de Porto Alegre/RS, quais técnicas são adotadas e como são executadas em canteiro. Foram analisados oito empreendimentos, pertencentes a sete empresas diferentes. Durante as visitas foi possível realizar a análise visual das condições do substrato das fachadas, procurando observar pontos que pudessem vir a causar o surgimento de manifestações patológicas. Ainda durante as visitas preencheu-se o *checklist*, que foi elaborado durante a etapa de revisão bibliográfica, com o intuito de se conhecer as características das obras e as técnicas adotadas em canteiro para preparo do substrato. Após a análise dos empreendimentos pôde-se concluir que não é prática comum a concepção de projeto específico de revestimento externo. O substrato composto por concreto armado normalmente não recebe tratamento que propicie rugosidade adequada para que se possa garantir a aderência do revestimento. As medidas obtidas no mapeamento da fachada muitas vezes não são registradas, dificultando a localização de espessuras de revestimento acima ou abaixo do recomendado por norma. O responsável técnico, muitas vezes, confere os serviços executados somente a partir do pavimento térreo ou das janelas, o que dificulta a localização de pontos não conformes na fachada.

Palavras-chave: Revestimento Externo em Argamassa. Fachadas. Técnicas de Preparo Superficial de Substrato. Aderência em Revestimento Externo em Argamassa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa	19
Figura 2 – Superfície de concreto antes da execução do tratamento superficial	31
Figura 3 – Superfície de concreto após a execução do tratamento superficial	31
Figura 4 – Aspecto final da superfície com aplicação de chapisco convencional	34
Figura 5 – Aspecto final da superfície com aplicação de chapisco desempenado	34
Figura 6 – Aspecto final da superfície com aplicação de chapisco rolado	35
Figura 7 – Execução de junta de revestimento ao longo de junta estrutural	37
Figura 8 – Perfil recomendado para junta de trabalho	38
Figura 9 – Versão final do <i>Checklist</i>	43
Figura 10 – Vista geral da situação da fachada em maio de 2013 – empreendimento A .	49
Figura 11 – Parede já preparada com chapisco onde se verificou o não preenchimento dos furos dos blocos da alvenaria – empreendimento A	51
Figura 12 – Falha de concretagem em zona de concentração de tensões com necessidade de tratamento adequado – empreendimento A	51
Figura 13– Presença de restos de fôrma: (a) sobre viga; (b) próximo à sacada – empreendimento A.....	52
Figura 14 – Excessos de argamassa sobre a fachada – empreendimento A	52
Figura 15 – Zona de apicoamento na estrutura de concreto por problemas no prumo – empreendimento A	52
Figura 16 – Falhas na alvenaria com necessidade de encasquilhamento para preenchimento e/ou uso de tela de reforço – empreendimento B	54
Figura 17 – Bloco da alvenaria de vedação apresentando quebra – empreendimento B .	55
Figura 18 – Pontos com excessos de argamassa nas juntas de assentamento – empreendimento B	55
Figura 19 – Grande extensão de superfície de concreto que demandaria tratamento superficial adicional para garantia da aderência do revestimento – empreendimento B	56
Figura 20 – Rebarbas de concretagem: (a) detalhe na parte central da viga; (b) detalhe na interface pilar-viga – empreendimento B	56
Figura 21 – Falha na concretagem – empreendimento B	57
Figura 22 – Revestimento executado em duas camadas devido à espessura excessiva – empreendimento B	57
Figura 23 – Esquema em vista da localização das telas de reforço sobre as vigas – empreendimento B	58
Figura 24 – Esquema em corte da localização das telas de reforço sobre as vigas – empreendimento B	58

Figura 25 – Desalinhamento dos pilares – empreendimento B	59
Figura 26 – Espessura excessiva de revestimento – empreendimento B	59
Figura 27 – Vista geral da situação da fachada em agosto de 2013 – empreendimento C	60
Figura 28 – Alvenaria deslocada: (a) em relação à estrutura; (b) detalhe evidenciando a espessura excessiva que deverá ter o revestimento – empreendimento C	61
Figura 29 – Presença de pregos na fachada – empreendimento C	62
Figura 30 – Excesso de argamassa nas juntas de assentamento da alvenaria – empreendimento C	62
Figura 31 – Presença de restos de fôrma em fachada já liberada para recebimento de chapisco – empreendimento C	62
Figura 32 – Preenchimento parcial dos furos da alvenaria – empreendimento C	63
Figura 33 – Falha na alvenaria – empreendimento C	63
Figura 34 – Detalhe arquitetônico que acarretou espessura de 6 cm de revestimento – empreendimento C	64
Figura 35 – Desalinhamento entre a estrutura e alvenaria – empreendimento C	65
Figura 36 – Vista da localização das telas de reforço – empreendimento C	65
Figura 37 – Falta de preenchimento e posicionamento da tela de reforço para recebimento da camada de argamassa – empreendimento C	66
Figura 38 – Localização dos frisos horizontais no revestimento de argamassa – empreendimento C	66
Figura 39 – Vista geral da situação da fachada em setembro de 2013 – empreendimento D	67
Figura 40 – Furos dos blocos da alvenaria não preenchidos – empreendimento D	68
Figura 41 – Arquitetura da fachada apresentando ângulos diferentes entre suas faces que podem propiciar o não preenchimento das quinas – empreendimento D	68
Figura 42 – Pontos com necessidade de preenchimento – empreendimento D	69
Figura 43 – Falha na alvenaria e furos de bloco com necessidade de preenchimento – empreendimento D	69
Figura 44 – Falhas em diferentes regiões da alvenaria: (a) próximo ao canto da esquadria; (b) abaixo da viga – empreendimento D	69
Figura 45 – Blocos da alvenaria quebrados: (a) detalhe da quebra da parede do bloco; (b) vista geral de falhas na alvenaria – empreendimento D	70
Figura 46 – Vista geral da situação da fachada em setembro de 2013 – empreendimento E	71
Figura 47 – Falha na alvenaria – empreendimento E	72
Figura 48 – Juntas de assentamento da alvenaria sem preenchimento: (a) juntas verticais; (b) juntas verticais e horizontais – empreendimento E	73
Figura 49 – Localização dos arames de prumo na fachada – empreendimento E	74

Figura 50 – Vista do preenchimento adicional realizado para nivelamento da fachada – empreendimento E	74
Figura 51 – Preenchimento adicional realizado sobre a superfície de concreto – empreendimento E	75
Figura 52 – (a) e (b) locais de ocorrência de desaprumo excessivo entre alvenaria e viga em sacadas – empreendimento E	76
Figura 53 – Desaprumo entre estruturas de concreto na fachada – empreendimento E ..	76
Figura 54 – Vista do local de recebimento da tela reforço no pilar, da platibanda ao térreo – empreendimento	77
Figura 55 – Vista geral da situação da fachada em outubro de 2013 – empreendimento F	78
Figura 56 – Preenchimento prévio de falhas com argamassa: (a) em regiões sem parede do bloco e juntas verticais; (b) detalhes de regiões preenchidas – empreendimento F	79
Figura 57 – Localização dos arames de prumo na fachada – empreendimento F	80
Figura 58 – Desalinhamento entre alvenaria e estrutura– empreendimento F	80
Figura 59 – Localização da tela de reforço sobre o encontro de dois substratos – empreendimento F.	80
Figura 60 – Localização da tela de reforço próximo à zona de fixação da alvenaria – empreendimento F	81
Figura 61 – Vista da localização dos pontos em foi realizado o corte da estrutura (a) no encontro pilar/viga; (b) sobre a viga – empreendimento F	82
Figura 62 – Vista geral da situação da fachada em setembro de 2013 – empreendimento G	83
Figura 63 – Pontos de quebra da fachada para passagem de material – empreendimento G	84
Figura 64 – Falhas na alvenaria: (a) ausência de blocos; (b) bloco quebrado em substrato já preparado com camada de chapisco – empreendimento G	85
Figura 65 – Pontos da fachada com preenchimento executado – empreendimento G	85
Figura 66 – Parte da fachada com ampla de utilização de concreto armado – empreendimento G	86
Figura 67 – Detalhe arquitetônico realizado devido à falha no lançamento da viga – empreendimento G	87
Figura 68 – Detalhe da tela utilizada para reforço de detalhe arquitetônico – empreendimento G	87
Figura 69 – Vista da localização dos frisos horizontais no empreendimento G	88
Figura 70 – Vista geral da situação da fachada em outubro de 2013 – empreendimento H	89
Figura 71 – Excesso de argamassa nas juntas de assentamento – empreendimento H	90

Figura 72 – Blocos da alvenaria quebrados – empreendimento H	90
Figura 73 – Localização das telas de reforço – empreendimento H	91
Figura 74 – Detalhe da localização das telas no encontro entre pilar e alvenaria – empreendimento H	92
Figura 75 – Vista da localização do friso horizontal – empreendimento H	92
Figura 76 – Falhas críticas na alvenaria com necessidade de encasquilhamento: (a) empreendimento D; (b) empreendimento G	94
Figura 77 – Furos dos blocos da alvenaria sem preenchimento: (a) empreendimento A; (b) empreendimento D	94
Figura 78 – Grande extensão de área com utilização de concreto armado: (a) empreendimento B; (b) empreendimento G	96
Figura 79 – Percentagem de utilização dos tipos de chapiscos observados nos empreendimentos analisados	97
Figura 80 – Ocorrências de desalinhamento entre estrutura e alvenaria: (a) empreendimento C; (b) empreendimento E	98
Figura 81 – Ocorrência de desalinhamento entre pilar e viga – empreendimento E	98
Figura 82 – Desalinhamento entre pilares dos últimos pavimentos com espessuras de 15 cm de revestimento – empreendimento E	99
Figura 83 – Localização adequada das telas de reforço na interface alvenaria-estrutura	101
Figura 84 – Uso inadequado das telas de reforço (a) localização das telas; (b) detalhe ..	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características das bases de aplicação do revestimento	25
Quadro 2 – Características dos empreendimentos A, B, C e D.....	48
Quadro 3 – Características dos empreendimentos E, F, G e H.....	48
Quadro 4 – Tipos de falhas observadas e percentagem de ocorrência das mesmas	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores típicos de coeficiente de absorção S para blocos de alvenaria	26
Tabela 2 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
2.2.1 Objetivo Principal	17
2.2.2 Objetivo Secundário	17
2.3 DELIMITAÇÕES	17
2.4 LIMITAÇÕES	18
2.5 DELINEAMENTO	18
3 SISTEMA DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	21
3.1 FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA	22
3.2 PROJETO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	23
4 CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO	25
4.1 ALVENARIA	26
4.2 ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO	27
5 PREPARO SUPERFICIAL DE SUBSTRATO	29
5.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	29
5.2 DIVISÃO DAS FACHADAS EM LOTES	30
5.3 PREPARO DO SUBSTRATO	30
5.3.1 Limpeza da base	30
5.3.2 Remoção de irregularidades	31
5.3.3 Preenchimento de furos e fixação da alvenaria	32
5.3.4 Camada de preparo superficial	32
5.4 MAPEAMENTO DA FACHADA	35
5.5 UTILIZAÇÃO DE TELAS DE REFORÇO	36
5.6 JUNTAS	37
6 TÉCNICAS DE PREPARO SUPERFICIAL	39
6.1 HIDROJATEAMENTO	39
6.2 VAPOR D'ÁGUA	39
6.3 LIMPEZA QUÍMICA	40
6.4 ESCOVAMENTO	40

6.5 LIXAMENTO	40
6.6 APICOAMENTO	41
6.7 PROJEÇÃO DE PARTÍCULAS ABRASIVAS	41
7 APRESENTAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS ANALISADOS	42
7.1 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	42
7.2 CARACTERÍSTICAS DOS EMPREENDIMENTOS.....	47
7.3 EMPREENDIMENTO A.....	49
7.4 EMPREENDIMENTO B.....	53
7.5 EMPREENDIMENTO C.....	59
7.6 EMPREENDIMENTO D.....	66
7.7 EMPREENDIMENTO E.....	71
7.8 EMPREENDIMENTO F.....	77
7.9 EMPREENDIMENTO G.....	82
7.10 EMPREENDIMENTO H.....	88
7.11 ANÁLISE DOS EMPREENDIMENTOS	93
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	106
ANEXO A.....	108

1 INTRODUÇÃO

O revestimento aderido de argamassa é, e tem sido nas últimas décadas, uma das técnicas mais utilizadas no Brasil. O aquecimento do mercado da construção civil tem feito com que o número de empreendimentos aumente e o prazo de execução diminua. Este fato, associado à escassez de mão de obra, traz como consequência a diminuição na qualidade da execução dos revestimentos. Entre os tipos de substratos, que comumente recebem revestimento de argamassa, se pode citar as estruturas em concreto armado e as alvenarias de vedação.

A queda no desempenho dos revestimentos de argamassa evidencia-se pelo surgimento de manifestações patológicas. Dentre as principais estão os descolamentos e as fissuras. Normalmente estas falhas se dão por falta de aderência entre o substrato e a argamassa. Nos revestimentos externos de fachada, a ocorrência destes fenômenos tem como consequências a desvalorização do empreendimento, os altos custos de reparo e a insegurança decorrente dos riscos causados ao usuário.

Nos últimos anos, o padrão de construção tem mudado, surgindo edificações mais altas, esbeltas e com grandes vãos. Para atender a estas necessidades, se faz necessário o aumento da resistência à compressão do concreto armado utilizado nas estruturas. Este aumento de resistência diminui a porosidade do concreto, dificultando a penetração da pasta da argamassa no substrato. Com isso, a aderência do revestimento ao substrato fica prejudicada e podem surgir problemas de descolamento. Já em alturas elevadas, tem-se uma alta incidência de ventos, o que causa grandes esforços na estrutura. Sendo assim, o revestimento deve compatibilizar-se com estes esforços.

Ainda, entre as causas para o surgimento de manifestações patológicas, pode-se destacar a ausência ou a má elaboração do projeto de revestimento, o não cumprimento dos procedimentos fornecidos pelas empresas, as falhas no prumo, que originam espessuras maiores que as recomendadas por norma, e a ausência ou execução incorreta dos procedimentos de preparo do substrato. Este último é um fator determinante na qualidade da aderência. Logo, deve-se atentar para que cada tipo de substrato receba tratamento superficial apropriado e este deve proporcionar rugosidade suficiente e absorção adequada da água da argamassa pelo substrato. Apesar dos avanços nas técnicas mecanizadas, a execução do

revestimento ainda é um trabalho extremamente manual, o que causa grande variabilidade no resultado final. A falta de treinamento e de mão de obra qualificada reflete-se no baixo desempenho dos revestimentos atuais.

Este trabalho tem como objetivo analisar as características dos substratos e quais as práticas e procedimentos que podem minimizar o surgimento de manifestações patológicas, principalmente, descolamentos e fissuras, bem como a verificação das práticas adotadas nos canteiros de obras, nos dias atuais, na região de Porto Alegre.

O presente trabalho está dividido em 9 capítulos, sendo este uma breve introdução e contextualização do tema. O capítulo 2 apresenta a questão de pesquisa, objetivos, delimitações, limitações e delineamento do trabalho. No capítulo 3 são destacadas as principais características e funções de um sistema de revestimento argamassado. No capítulo 4 são apresentadas as características básicas dos tipos de substratos comumente encontrados no cenário atual da construção civil. No capítulo 5 é tratado o preparo do substrato, onde é apresentado o sequenciamento dos serviços, indicado pelas principais literaturas, para execução do revestimento externo. O capítulo 6 é destinado à apresentação das principais técnicas de preparo superficial, que tem por objetivo adequar as condições do substrato para o recebimento do revestimento argamassado.

No capítulo 7 é abordada a metodologia de pesquisa adotada e são apresentadas as características relevantes dos empreendimentos estudados. Também é realizada a descrição das visitas efetuadas, enfatizando as técnicas adotadas em cada empreendimento e a análise visual das respectivas fachadas. Para fechamento do capítulo é apresentada uma análise onde compara-se as principais situações observadas em obra, com as recomendações das principais bibliografias disponíveis sobre o assunto. O capítulo 8 trata das conclusões finais, dando fechamento à pesquisa e destacando os pontos principais encontrados nos canteiros de obras dos empreendimentos analisados.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

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

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: frente às boas práticas para o preparo superficial de substrato de revestimento externo de argamassa, quais destas são adotadas e de que forma são executadas em Porto Alegre?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

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

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal do trabalho é a verificação de quais práticas são adotadas e de que forma são executadas em obras, na cidade de Porto Alegre, no âmbito do preparo superficial de substrato para aplicação de revestimento externo de argamassa.

2.2.2 Objetivo Secundário

O objetivo secundário do trabalho é a elaboração de um *checklist*, sobre preparo superficial de substrato, visando o levantamento de dados em obra.

2.3 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a avaliar somente revestimentos externos em argamassa de edificações localizadas em Porto Alegre/RS e que possuam estrutura portante em concreto armado e alvenaria de vedação.

2.4 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho analisar um grupo de oito edificações com mais de dez pavimentos cada. E considerar como substrato: estrutura em concreto armado e alvenaria de vedação em bloco cerâmico ou de concreto.

2.5 DELINEAMENTO

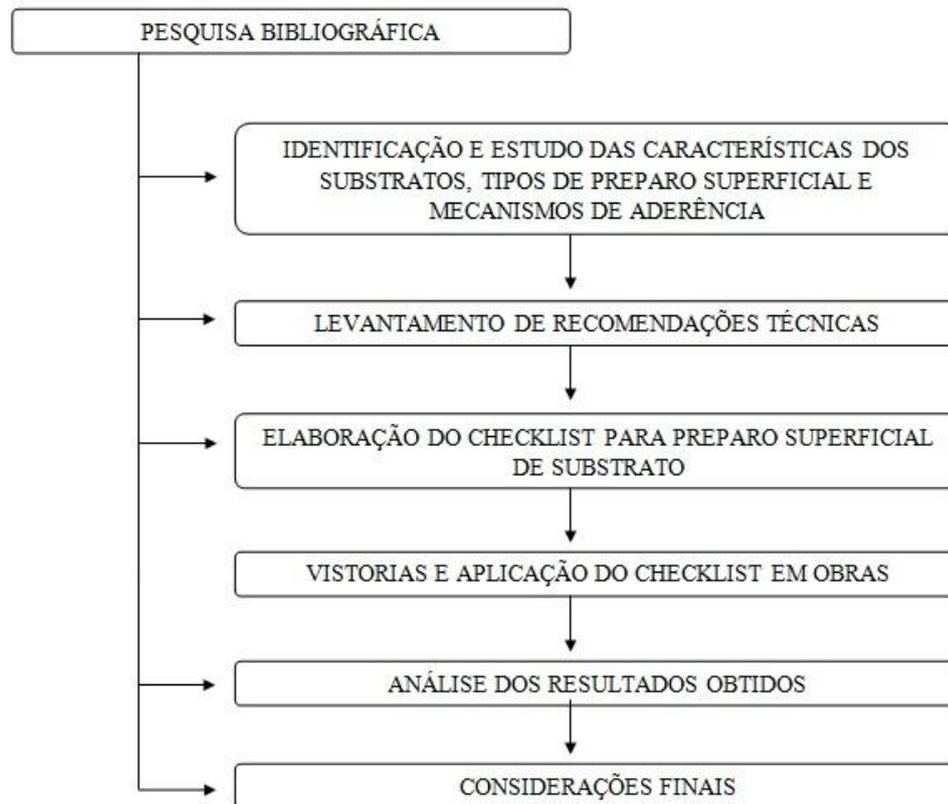
O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) identificação e estudo das características dos substratos e dos tipos de preparo superficial que influenciam na aderência do revestimento de argamassa ao substrato;
- c) levantamento de recomendações técnicas;
- e) elaboração de *checklist* para preparo superficial de substratos;
- f) vistorias e aplicação do *checklist* em obras;
- g) análise dos resultados obtidos;
- h) considerações finais.

Primeiramente foi realizada a **pesquisa bibliográfica**. A partir desta foi obtido todo o embasamento teórico para a evolução da pesquisa. Foram buscadas informações na literatura existente sobre o sistema de revestimento de argamassa, porém com foco no preparo superficial do substrato e nos mecanismos de aderência. Esta etapa foi desenvolvida ao longo de toda a evolução do trabalho, sendo de suma importância para a evolução das etapas posteriores.

Na segunda etapa, foi elaborado um estudo sobre as principais **características dos diferentes tipos de substrato** e os **tipos de preparo superficial** que estes recebem. Também foi realizado o aprofundamento no estudo sobre de que forma as características do substrato e os preparos que estes recebem influenciam na **aderência**.

Figura 1 – Diagrama das etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pela autora)

Com base na pesquisa bibliográfica e no estudo realizado na segunda etapa, foi realizado o levantamento das **recomendações técnicas para a execução do preparo superficial de substratos**. Como resultado desta etapa foi obtida a descrição detalhada dos procedimentos que visam melhorar a aderência do revestimento de argamassa ao substrato.

Logo após, teve início a **elaboração do checklist para preparo superficial de substrato**. Nele constam as características da obra em questão e do revestimento a ser executado, as indicações e detalhamento do projeto de revestimento, bem como os tipos e procedimentos de preparo possíveis de serem utilizados.

A etapa seguinte consistiu nas **visitas a obras e aplicação do checklist** elaborado anteriormente. Foram feitas visitas à obras para acompanhamento da execução do preparo do substrato. O *checklist* então foi preenchido com base na análise das etapas executivas e as técnicas e soluções adotadas em canteiro. Quanto às informações sobre as características da obra e do revestimento, estas foram obtidas com responsável técnico pelo empreendimento, no dia e local da visita.

Finalmente, a partir dos dados obtidos nas visitas, foi realizada a avaliação dos procedimentos adotados nos canteiros. Foi então desenvolvida uma **análise** de cada empreendimento estudado. Ainda, numa última etapa, foram realizadas as **considerações finais**, sendo obtido um diagnóstico sobre os sistemas de preparo superficial do substrato nas obras visitadas. Isso auxiliará estudos próximos, facilitando a identificação de pontos fracos dos sistemas executivos.

3 SISTEMA DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

Sistema de revestimento de argamassa, segundo a NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 1), é o “Conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.”. Na mesma Norma, revestimento de argamassa é definido como “Cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final.”. Ainda de acordo com a NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 2), revestimento externo de argamassa é conceituado como o “Revestimento de fachadas, muros e outros elementos da edificação em contato com o meio externo.”.

Costa (2005, p. 30), baseando-se nas definições normatizadas, conceituou sistema de revestimento de argamassa como sendo um conjunto de técnicas adotadas para a produção de revestimentos argamassados. Este conjunto deve determinar as especificações dos materiais e dos procedimentos, bem como quais técnicas de execução devem ser adotadas, visando obter o desempenho desejado.

O sistema de revestimento de argamassa é constituído por base, camada de preparo, camada de argamassa (ou camadas) e, se necessário, acabamento final. A base de um revestimento de argamassa é também conhecida como substrato. Conforme a NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 1), o substrato é composto por “Parede ou teto constituídos por material inorgânico, não-metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado.”. Pode-se destacar como tipos de substrato, blocos de alvenaria, de concreto e estruturas em concreto armado. As características dos substratos devem ser adequadas para o recebimento da camada de revestimento. Caso essa compatibilidade não ocorra naturalmente, é necessária a execução de uma camada de preparo que propicie uma melhor interação entre a base e o revestimento argamassado. Esta camada de preparo é comumente chamada de chapisco. Na mesma NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 2), chapisco é definido como a “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.”. Nos próximos itens deste capítulo, são abordadas as principais funções dos revestimentos argamassados, bem como a importância da concepção do projeto de revestimento e os itens e especificações que devem estar contidas no mesmo.

3.1 FUNÇÕES DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 13-14), as principais funções dos revestimentos de argamassa são:

- a) proteger os elementos de vedação dos edifícios da ação direta dos agentes agressivos;
- b) auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções, como, por exemplo, o isolamento termoacústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- c) regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;
- d) contribuir para a estética da fachada.

Um ponto importante a ser ressaltado, é que não é função do revestimento de argamassa ocultar as imperfeições do substrato. A ocorrência de desaprumo e a má execução da alvenaria, muitas vezes resultam em necessidade de grandes espessuras de revestimento. A correção destas imperfeições utilizando-se do revestimento, sem nenhuma técnica de reforço, pode comprometer o desempenho do mesmo (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 14).

Ainda sobre as funções do revestimento de argamassa, Carasek (1996, p. 14) destaca que a durabilidade e a capacidade de deformação da argamassa no estado endurecido estão altamente relacionadas. A capacidade de deformação dos revestimentos deve ser adequada, permitindo pequenas movimentações do substrato sem o comprometimento do revestimento. O surgimento de microfissuras é tolerável e não prejudica a aderência, nem a estanqueidade e a durabilidade do revestimento.

A mão de obra influencia diretamente na qualidade final do revestimento. Atualmente têm surgido novos materiais e técnicas para revestimentos argamassados, que implicam na necessidade de se seguir impreterivelmente as recomendações. Muitas vezes ocorrem situações em que se têm materiais de boa qualidade, a um custo bem mais alto, porém o

resultado final não é satisfatório. Deve-se então atentar para as técnicas de controle e execução do revestimento, e principalmente, observar se a mão de obra é qualificada e bem treinada (BAUER, [2005], p. 7).

Espera-se também de um revestimento argamassado, que ele seja durável. Segundo Recena (2011, p. 41), o conceito de durabilidade pode ser entendido como a capacidade de manter-se estável quando submetido aos esforços e às condições climáticas para o qual foi projetado, atendendo satisfatoriamente às suas funções. Baía e Sabbatini (2008, p. 26) explicam que a durabilidade é consequência, principalmente, da escolha dos materiais das argamassas e da qualidade de execução. O surgimento de fissuras e descolamentos pode ser citado como fator comprometedor da durabilidade de um revestimento, bem como a execução de espessuras excessivas, a falta de manutenção e a proliferação de microrganismos.

3.2 PROJETO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

A necessidade de obter melhor desempenho dos revestimentos de argamassa têm incitado discussões e debates sobre o assunto. É praticamente consenso que é imprescindível a elaboração de projetos de revestimentos de argamassa.

Ceotto et al. (2005, p. 18, 20) explicam que o projeto de revestimento apresenta características diferentes dos demais projetos existentes. Alguns parâmetros devem ser avaliados durante a execução da obra, como por exemplo: desaprumo da estrutura e as características reais do substrato e das argamassas utilizadas. Quando o projeto de revestimento tem início com a obra já em andamento, sua qualidade pode ser prejudicada. Todas as decisões que já foram tomadas anteriormente passam a ser condicionantes do projeto, o que limita as soluções que podem ser adotadas pelo projetista.

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 35), os itens que devem ser definidos no projeto de revestimento são:

- a) tipo de revestimento (número de camadas);
- b) tipo de argamassa;
- c) espessuras das camadas;
- d) detalhes arquitetônicos e construtivos;
- e) técnicas mais adequadas para a execução;

f) padrão de qualidade dos serviços.

Em adição, Ceotto et al. (2005, p. 18) sugerem uma sequência de desenvolvimento de etapas para o projeto:

- a) projeto inicial – finalizado antes do início da execução da alvenaria: o projetista apresenta em linhas gerais o partido do projeto, bem como as especificações básicas de desempenho dos materiais;
- b) verificação de parâmetros – iniciada após o início da alvenaria: deverão ser testados e ensaiados os parâmetros definidos no projeto inicial nas condições de obra (painéis), para definição dos produtos e sistemas com as suas respectivas marcas a serem utilizados. Deve se atentar que esta é a etapa mais demorada do processo, demandando no mínimo 60 a 90 dias para a sua conclusão;
- c) verificação de desvios geométricos da estrutura, definição da mão de obra e equipamentos – executada logo após a conclusão da estrutura; e
- d) projeto final – concluído antes do início dos trabalhos de revestimento de fachada.

4 CARACTERÍSTICAS DOS SUBSTRATOS

O revestimento é sempre aplicado a um substrato, o qual deve estar adequado para receber o revestimento, ou seja, apresentar boas características para a obtenção do adequado desempenho. Caso o substrato não esteja de acordo, passa a ser necessária a aplicação de uma camada de preparo, o chapisco (BAUER, [2005], p. 8).

Baía e Sabbatini (2008, p. 29, 31) citam que usualmente, na construção civil têm-se como substrato as paredes de alvenaria e os elementos estruturais (vigas, lajes e paredes). No âmbito das alvenarias mais utilizadas podem-se citar os blocos cerâmicos, de concreto, sílico-calcário e o de concreto celular. Nota-se a grande diversidade de materiais, implicando em diferentes características. Partindo disto, surge a preocupação em se adequar as técnicas de preparo superficial ao tipo de substrato.

Os mesmos autores reforçam que as diferentes características das bases afetam diretamente as propriedades do revestimento. O quadro 1 apresenta em resumo as principais características dos substratos, que variam conforme o tipo de base. A absorção de água, a porosidade e a rugosidade podem ser citadas como fatores altamente intervenientes na aderência.

Quadro 1 – Características das bases de aplicação do revestimento

BASES	CARACTERÍSTICAS
Alvenaria (diferentes componentes)	Absorção de água Porosidade Resistência mecânica Movimentações higroscópicas
Estrutura (concreto)	Rugosidade Homogeneidade

(fonte: BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 31)

Nos próximos itens, são abordadas as principais características dos substratos compostos por alvenaria de vedação e estrutura de concreto armado.

4.1 ALVENARIA

Quanto à capacidade de sucção de água, Gummerson¹ et al. (1980 apud CARASEK, 1996, p. 23), em sua pesquisa, obtiveram os resultados apresentados na tabela 1. Pode-se observar que o substrato de alvenaria constituído por blocos de concreto foi o que apresentou menor velocidade de absorção de água. Já os blocos cerâmicos apresentaram grande variação de coeficiente de absorção, chegando a alcançar velocidade de sucção 3 vezes maior do que o apresentado pelo bloco de concreto.

Tabela 1 – Valores típicos de coeficiente de absorção S para blocos de alvenaria

Material	Coef. de Absorção (S) em mm.min ^{-1/2}
bloco de concreto celular autoclavado	0,5
bloco de concreto	0,2
bloco sílico-calcário	0,89
tijolo cerâmico	0,32 a 0,72

(fonte: GUMMERSON² et al., 1980 apud CARASEK, 1996, p. 23)

A capacidade de sucção dos blocos cerâmicos pode ser controlada pela temperatura do forno. Quanto mais alta a temperatura de queima, menor é a taxa de sucção de água e conseqüentemente menor é a porosidade do bloco. As temperaturas adequadas para a queima giram em torno de 900 e 1000°C. Blocos queimados a temperaturas muito altas apresentam baixa taxa de sucção. Isto significa que somente uma pequena parte de pasta da argamassa penetra no substrato, resultando em um intertravamento mecânico insuficiente. Já os blocos queimados a baixas temperaturas possuem alta taxa de sucção, ou seja, grande parte de pasta da argamassa penetra no substrato, podendo assim causar a insuficiência de água para a hidratação dos componentes da argamassa (CARASEK, 1996, p. 22, 28).

Frente a estas situações desfavoráveis, Paes e Gonçalves ([2005], p. 44) explicam que há procedimentos que podem minimizar estas ocorrências. São eles: o pré-umedecimento da superfície e a aplicação de uma camada de chapisco, esta última será abordada mais a frente. O pré-umedecimento da superfície é indicado para substratos que apresentem alta taxa de

¹ GUMMERSON, R. J.; HALL, C.; HOFF, W. D. Water movement in porous building materials II: hydraulic suction and sorptivity of brick and other masonry materials. **Building and Environment**, v. 15, p. 101-108, 1980.

² op. cit.

sucção, como por exemplo, os blocos cerâmicos e sílico-calcários. A técnica consiste na aspersão de água sobre o substrato com o auxílio de uma brocha, porém este procedimento deve ser utilizado com cautela para que não ocorra a saturação da superfície.

Recena (2011, p. 73) destaca que as ranhuras e sulcos existentes na maioria dos blocos cerâmicos são suficientes para garantir a aderência, sendo que o chapisco utilizado sobre os blocos possui somente a função de uniformizar o substrato. Carasek (1996, p. 39) comenta brevemente sobre a textura dos blocos de alvenaria e conclui que instintivamente se tem o conceito de que quanto maior a rugosidade do substrato, ou textura superficial, maior é a aderência, mas ainda não se têm um consenso sobre o assunto.

4.2 ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

Nas últimas décadas a tipologia dos edifícios têm mudado suas características. Tem surgido a necessidade de se ter prédio mais altos e vãos maiores. Para a obtenção destas estruturas, aumenta-se a resistência à compressão do concreto. Os valores que eram utilizados anteriormente, e que giravam em torno de 15 a 18 MPa, passaram então a valores na faixa entre 30 a 35 MPa. Como a resistência do concreto é inversamente proporcional à porosidade, as estruturas passaram a ser pouco porosas, gerando problemas na aderência (CEOTTO et al., 2005, p. 9). Também há registros de grandes amplitudes de variabilidade dos valores de resistência do concreto, gerando também variabilidade na porosidade. Mascolo (2012, p. 57) em sua pesquisa verificou a variação da resistência à compressão do concreto entregue à obras por caminhão betoneira, obtendo variações significantes e amplitudes de até 17 MPa.

Os desmoldantes, produtos que facilitam a desfôrma, se utilizados de forma adequada favorecem o reaproveitamento das fôrmas das estruturas de concreto armado e propiciam uma melhor aparência final ao concreto. Porém o mau uso, a falta de orientação sobre a aplicação e a não retirada por completo do produto podem acarretar sérios problemas de aderência (PRETTO, 2007, p. 43). É importante salientar que, segundo Ceotto et al. (2005, p. 68), “As principais manifestações patológicas de revestimento que ocorrem sobre as bases de concreto advêm da limpeza incorreta de resíduos de desmoldantes e acúmulos de nata provenientes da fase da execução da estrutura.”.

Baía e Sabbatini (2008, p. 61) reforçam que a aplicação de determinados desmoldantes pode representar um obstáculo para a limpeza do substrato. Os mesmos autores atentam para a

existência de desmoldantes que auxiliam na desfôrma e na aderência entre a superfície de concreto e a camada de revestimento. Este tipo de desmoldante forma uma pequena camada, de fácil retirada, sobre o concreto. Removida esta camada, a superfície do concreto torna-se mais porosa e, conseqüentemente, mais adequada a proporcionar a aderência necessária.

O tipo de fôrma utilizado também pode influenciar na aderência. As fôrmas plásticas, por exemplo, podem gerar superfícies extremamente lisas, e estas associadas às características do concreto, como a baixa porosidade resultam em falhas na aderência. Reforçando, Pretto (2007, p. 45) conclui que “A baixa porosidade juntamente com a impregnação do desmoldante na superfície do concreto, faz com que para uma boa ancoragem seja necessária a realização de tratamento superficial específico e de maior agressividade.”.

5 PREPARO DO SUBSTRATO

O processo de produção de revestimento de argamassa envolve várias etapas. Para que o sistema se torne o mais eficaz possível, é necessário que todas as etapas sejam bem definidas. Uma destas etapas é o preparo do substrato (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 60). A NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995) descreve os procedimentos para execução de revestimento de argamassa.

Pesquisadores apontam que a adoção de determinadas técnicas de preparo superficial de substrato podem influenciar positivamente sobre a aderência. Bauer ([2005], p. 8) ainda salienta que caso os substratos não possuam as condições adequadas para o recebimento do revestimento de argamassa, é necessário que seja adotado um conjunto de medidas que vise melhorar estas condições. Ou seja, o substrato deve apresentar grau de absorção e textura adequada, caso contrário é necessário prepará-lo. Pretto (2007, p. 45) reforça que “[...] nada adianta ter boa aderência da argamassa de revestimento ao chapisco, se este não for aderente ao substrato.”. Percebe-se, portanto, a importância do preparo do substrato.

Nos próximos itens é destacada, detalhadamente, a sequencia de execução do preparo do substrato.

5.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

Antes de iniciar o revestimento de fachada é necessário que outros serviços já estejam finalizados, para que não comprometam a qualidade da sua execução. A NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 3) atenta para que os seguintes serviços estejam concluídos:

- a) serviços hidráulicos, como tubulações de água e esgoto, devem estar corretamente embutidos e devidamente testados quanto à estanqueidade;
- b) serviços elétricos e de telefonia, como eletrodutos e caixas de passagem das instalações elétricas ou de telefonia, devem estar corretamente embutidos;
- c) vãos de portas e janelas devem estar definidos e os contramarcos (se houver) devem estar corretamente fixados.

Deve-se respeitar alguns prazos mínimos de execução de serviços. A alvenaria e a fixação da mesma devem estar concluídas há pelo menos 30 e 15 dias, respectivamente. Já a estrutura de concreto deve estar finalizada há 120 dias, porém para os três últimos pavimentos tolera-se a execução há pelo menos 60 dias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 7PRO).

5.2 DIVISÃO DAS FACHADAS EM LOTES

As fachadas devem ser divididas em lotes de no máximo 100 m^2 . Cada lote deve corresponder a uma altura de balançada, com no máximo dois metros, e a uma largura de um número inteiro de balancins. A altura de balançada deve equivaler à extensão de revestimento que se pode executar sem a necessidade de mover o balancim verticalmente. A divisão da fachada em lotes facilita a rastreabilidade e é fundamental para a identificação das causas do surgimento de uma possível manifestação patológica futura. Para cada lote devem ser registrados todos os fatores relevantes sobre a execução, como: aplicador, condições climáticas, materiais utilizados, localização do lote, etc. (CEOTTO et al., 2005, p. 66).

5.3 PREPARO DO SUBSTRATO

Denomina-se preparo do substrato o conjunto de atividades que buscam adequar as condições da base para o recebimento do revestimento de argamassa. Esse conjunto de atividade envolve várias etapas: a limpeza da base, a remoção de irregularidades, o preenchimento de furos e fixação da alvenaria e a aplicação da camada de preparo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 5EXE RF; BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 61). Estas atividades são detalhadas a seguir

5.3.1 Limpeza da base

De acordo com a NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5), “A base a ser revestida deve estar limpa, livre de pó, graxa, óleo, eflorescência, materiais soltos ou quaisquer produtos ou incrustações que venham a prejudicar a aderência do revestimento.”. A limpeza da base pode ser feita através da adoção de uma, ou da associação de várias, das técnicas de preparo do substrato. Em ordem crescente, as técnicas que devem ser adotadas para remoção de sujidades, de acordo com o grau de dificuldade de

remoção e custo são (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 6EXE RF):

- a) escovação com vassoura de piaçava;
- b) escovação com escova de fios de aço;
- c) escovação seguida de lavagem com mangueira;
- d) lavagem com mangueira pressurizada (com ou sem o acréscimo de detergentes ou desengordurantes);
- e) e por fim jateamento de areia.

Após os procedimentos de limpeza, a superfície de concreto deve se apresentar áspera e com os poros abertos. Isso possibilita uma melhor micro e macroancoragem. Nas figuras 2 e 3, são apresentadas as aparências de uma superfície de concreto antes e após o tratamento superficial, respectivamente. Os blocos da alvenaria, por sua vez, devem se apresentar com a superfície áspera e sem nenhum tipo impregnação (CEOTTO et al., 2005, p. 68, 69).

Figura 2 – Superfície de concreto antes da execução do tratamento superficial



(fonte: MOURA, 2007, p. 68)

Figura 3 – Superfície de concreto após a execução do tratamento superficial, apresentando uma aparência áspera e porosa.



(fonte: MOURA, 2007, p. 68)

5.3.2 Remoção de irregularidades

As rebarbas de concretagem, os excessos de argamassa nas juntas de assentamento e todas as irregularidades que se sobressaíam por mais de 10 mm devem ser removidas. Para isso pode ser utilizada a própria colher de pedreiro, talhadeira ou mesmo lixadeira. É importante que

seja tomado o devido cuidado para que seja mantida a integridade do substrato. Pregos e pontas de ferro também devem ser removidos. Caso não seja possível, deve ser feito o corte da ponta, rente ao substrato, e então aplicada tinta antióxido. A aplicação desta tinta evita a corrosão e o posterior manchamento do revestimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 6EXE RF; BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 62).

5.3.3 Preenchimento de furos e fixação da alvenaria

Todos os furos, rasgos, depressões, quebra parcial para acerto da estrutura e falhas de concretagem devem ser preenchidas com argamassa. Esta deve possuir características semelhantes a da argamassa empregada no revestimento. As falhas de alvenaria que possuírem mais de 5 cm de profundidade, devem ser devidamente encasquilhadas. A questão das falhas de concretagem pode ser um pouco mais complexa. Deve ser feita uma análise sobre a quantidade e a extensão das falhas ocorridas e avaliar se há necessidade de reforço estrutural ao invés de somente preenchimento com argamassa simples. Nesta etapa também deve ser executada a fixação da alvenaria pela parte externa. A alvenaria deve ser fixada às vigas e lajes com argamassa específica para este fim (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 6EXE RF; CEOTTO et al., 2005, p. 70). Após a correção de todos os fatores que podem ser prejudiciais à aderência citados acima, a superfície está apta a receber a camada de preparo superficial, o chapisco.

5.3.4 Camada de preparo superficial

O chapisco é uma camada intermediária entre a camada de revestimento e o substrato, com objetivo de regularizar a absorção de água pela base e melhorar a aderência. Sua aplicação é necessária nos revestimentos externos (fachadas) e sobre as estruturas de concreto.

Os substratos de alvenaria são compostos por blocos e argamassa de assentamento. Estes dois elementos, assim como a estrutura de concreto, possuem coeficientes de absorção e porosidade distintos. Daí surge a necessidade de uniformizar os substratos. Existem diversos tipos de chapisco: o convencional, o rolado e o desempenado (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 62, RECENA, 2011, p. 72-73).

Segundo Moura (2007, p. 54), a escolha do tipo de chapisco deve considerar “[...] as especificações do projetista, a conformidade entre os elementos que compõe o sistema de revestimento, o tipo de base e de argamassa de revestimento, o acabamento e o processo executivo.”. Pretto (2007, p. 58) reforça que para cada tipo de substrato, condição de rugosidade e de absorção, existe um tipo de chapisco que melhor se aplica. É costume utilizar tipos de chapiscos diferentes na estrutura e na alvenaria, principalmente devido às características distintas de cada substrato, como comentado anteriormente.

O chapisco convencional é composto por argamassa de cimento, areia e água. Este deve se apresentar na consistência fluida, facilitando a aplicação e a molhagem da superfície. Para tanto, têm-se uma alta proporção de água. Um traço comumente utilizado em obras é na proporção de cimento:areia de 1:3, porém pode variar de 1:2 até 1:4. É aplicado com colher de pedreiro e deve ser lançado de forma enérgica sobre o substrato. Como resultado obtém-se uma fina camada rugosa, aderente e resistente, porém irregular. Pode ser utilizado tanto na alvenaria como na estrutura, deve-se atentar para a necessidade de cura de pelo menos três dias, para então iniciar a aplicação da camada de revestimento (BAÍÁ; SABATTINI, 2008, p. 63; GASPERIN, 2011, p. 30; MOURA, 2007, p. 51).

Entre as desvantagens deste tipo de chapisco, Gasperin (2011, p. 35) destaca a grande variabilidade. Esta deficiência se explica por ser um processo altamente dependente da mão de obra. Desde a dosagem e mistura dos materiais, a espessura, o espalhamento, até a energia aplicada no lançamento da argamassa, depende do operário que o executa. As variações ocorridas durante o processo podem ter como consequência o não cumprimento das funções para o qual o sistema de revestimento foi projetado. A figura 4 ilustra a aparência final do chapisco convencional.

O chapisco desempenado é composto por argamassa industrializada, muito semelhante às características da argamassa colante para revestimento cerâmico. Só é necessário acrescentar água à mistura, na proporção indicada pelo fabricante. É aplicado com o auxílio de uma desempenadeira dentada. Como resultado obtém-se uma superfície com filetes orientados. Existem críticas a esta técnica quando a altura do filete ultrapassa 5 mm. Justifica-se que a argamassa não preenche totalmente os espaços entre filetes, causando problemas de aderência. Como vantagem pode-se destacar a alta produtividade. Porém em contrapartida há o alto consumo, que eleva o custo final. Seu uso fica restrito a estruturas de concreto (BAÍÁ;

SABATTINI, 2008, p. 63; BAUER, [2005], p. 11; PRETTO, 2007, p. 61). A figura 5 ilustra a aparência final do chapisco desempenado.

Figura 4 – Aspecto final da superfície com aplicação de chapisco convencional



(fonte: CEOTTO et al., 2005, p. 22)

Figura 5 – Aspecto final da superfície com aplicação de chapisco desempenado



(fonte: CEOTTO et al., 2005, p. 22)

O chapisco rolado é composto por cimento e areia, com adição de água e resina acrílica, formando uma argamassa no estado plástico. É aplicado com auxílio de um rolo especial com textura apropriada para aplicação de chapisco rolado. A proporção de cimento:areia é da ordem de 1:3 com areia média a fina. Entre as vantagens desta técnica destacam-se a grande produtividade e o alto rendimento do material. A aplicação deve ser feita em apenas um sentido e sem sobreposições, ou seja, sem movimentos de vai e vem. Caso haja a necessidade de aplicação de várias demãos, deve-se respeitar o intervalo de vinte e quatro horas. Como desvantagem pode-se citar a consistência da argamassa. Por ser altamente fluída pode ocorrer a segregação da areia, sendo aplicada somente a nata de cimento e o adesivo. Para evitar esta ocorrência, se deve se garantir que o material está bem misturado antes de cada molhagem do rolo. Este tipo de chapisco é indicado tanto para a alvenaria como para a estrutura (BAÍA;

SABATTINI, 2008, p. 63; BAUER, [2005], p. 11). A figura 6 ilustra a aparência final do chapisco rolado.

Figura 6 – Aspecto final da superfície com aplicação de chapisco rolado



(fonte: CEOTTO et al., 2005, p. 22)

5.4 MAPEAMENTO DA FACHADA

O mapeamento da fachada tem como objetivo a obtenção da real espessura com a qual o revestimento será executado. Primeiramente deve ser feita a locação dos arames de fachada. Estes devem estar distantes entre si no máximo 1,5 a 1,8 m, e a, no máximo, 10 cm da platibanda. Os arames também devem estar posicionados ao lado de cada janela, entre 10 a 15 cm de distância de cada quina e alinhados com as juntas estruturais. A técnica consiste em medir a distância entre os arames e a fachada, obtendo assim as espessuras com que será executado o revestimento. Esta etapa deve ser realizada antes da aplicação da argamassa (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 8EXE RF, 9EXE RF).

O mapeamento é obtido em pontos específicos, como nas vigas, na alvenaria e nos pilares, a meia altura do pé direito. Essa análise permite conhecer a espessura real do revestimento nestes pontos. Devem ser identificados os locais em que o revestimento será executado com espessuras menores ou maiores que o permitido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 9EXE RF; CEOTTO et al., 2005, p. 64). Na tabela 2, estão os limites de espessura de revestimento, segundo a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996, p. 2).

Tabela 2 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

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

É importante que as medidas do mapeamento sejam anotadas e repassadas para o projetista para a adoção de soluções. Uma possível solução para a situação em que a espessura do revestimento é menor que a especificada em projeto é remover a parte saliente da fachada seja por quebra parcial ou por descascamento. Já quando a espessura é excessiva pode ser adotado um tipo de reforço, como, por exemplo, as telas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 9EXE RF).

5.5 UTILIZAÇÃO DE TELAS DE REFORÇO

A utilização de telas de reforço na execução do revestimento de argamassa deve ser detalhada no próprio projeto de revestimento e tem como principal função evitar o surgimento de fissuras. Existem situações específicas em que se utilizam os reforços: em regiões de altas tensões, como no encontro entre substratos diferentes, no pavimento sobre pilotis e nos dois ou três últimos pavimentos, preferencialmente na área de encontro entre substratos, e quando há a necessidade de execução de espessuras excessivas. Existem diversos materiais a serem utilizados para execução de reforços, mas os mais comuns são telas metálicas eletrossoldada e telas de fibra de vidro. O reforço com tela pode ser executado de duas formas: como argamassa armada ou como ponte de transmissão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 13EXE RF; BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 54).

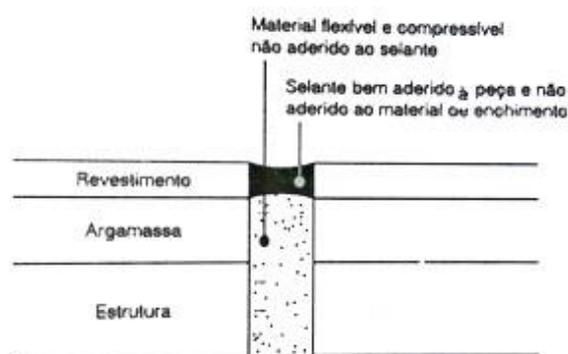
Na argamassa armada, a tela fica imersa na própria argamassa. A espessura mínima de revestimento para utilização desta técnica é de 30 mm. Primeiramente executa-se uma camada de revestimento com a metade da espessura total e então se comprime a tela sobre a camada de revestimento. Após isso é executada a próxima camada de mesma espessura. Por permitir a execução de revestimentos com mais de 30 mm esta técnica é também adotada como solução para espessuras excessivas de revestimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 13EXE RF).

A ponte de transmissão consiste em fixar a tela pelas bordas, sobre a camada de chapisco, por meio de fixadores, como grampos, chumbadores ou pinos. Esta técnica permite que o revestimento seja executado com espessura mínima de 20 mm e é comumente utilizada nas áreas de encontro entre a alvenaria e a estrutura. É aplicada fita de polietileno no encontro entre os dois materiais para que as tensões sejam distribuídas pela tela de reforço (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 13EXE RF; BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 54).

5.6 JUNTAS

As juntas de trabalho têm a função de aliviar as tensões causadas pela movimentação do substrato e do revestimento. A necessidade de se projetar juntas de trabalho surge em fachadas com mais de 24 m² de revestimento. Estas podem ser verticais ou horizontais. Recomenda-se que as juntas horizontais sejam executadas a cada pavimento e as verticais a cada 6 metros. Quanto à localização, as juntas devem ser posicionadas no encontro entre dois substratos (estrutura e alvenaria), no encontro de tipos de revestimentos diferentes e em peitoris ou topo de janelas (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 46). Deve-se salientar que, caso haja juntas estruturais no concreto, estas devem necessariamente ser respeitadas. Ou seja, deve-se executar uma junta de trabalho no revestimento, no mesmo local e com mesma largura da junta estrutural, conforme figura 7 (FIORITO, 1994, p. 127).

Figura 7 – Execução de junta de revestimento ao longo de junta estrutural

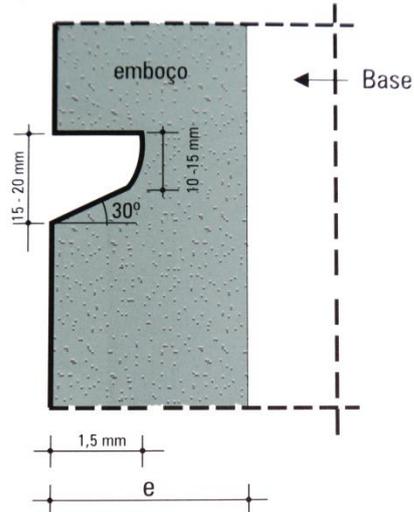


(fonte: FIORITO, 1994, p. 127)

A localização e perfil das juntas, bem como os materiais a serem empregados devem constar no projeto de revestimento. A largura da junta pode variar entre valores de 10 a 15 mm. Já a

profundidade, de uma maneira genérica, deve ser metade da espessura total do revestimento, ou no mínimo 15 mm de espessura, sendo deixado no fundo 10 mm de revestimento, conforme ilustrado na figura 8 (BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 47).

Figura 8 – Perfil recomendado para junta de trabalho



(fonte: BAÍA; SABBATINI, 2008, p. 47)

As juntas devem ser executadas assim que for realizado o desempenho do revestimento. A técnica de execução pode ser descrita de maneira sucinta: “O nivelamento da junta horizontal é feito através marcação com a mangueira de nível e fazendo-se uso da régua de alumínio como guia para utilização do frisador, que tem o perfil da junta.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 15 EXE RF).

Segundo Baía e Sabbatini (2008, p. 48-49), “O frisador deve ser aplicado com uma certa pressão, levantando-se levemente para trás e comprimindo-se a argamassa, ainda fresca, com a parte da frente. Essa forma de aplicação proporciona a obtenção de uma junta uniforme, compacta e regular.”.

6 TÉCNICAS DE PREPARO SUPERFICIAL

Existem diversas técnicas de preparo superficial de substrato. Neste capítulo, são destacados os principais métodos. A escolha de qual técnica adotar depende muito do tipo de substrato a ser tratado, da textura da superfície que se espera obter e do grau de extensão da sujidade e impregnação existente.

6.1 HIDROJATEAMENTO

A aplicação de água sob pressão facilita a remoção de partículas aderidas no revestimento e até mesmo auxilia na remoção de substâncias gordurosas. A temperatura também deve ser levada em conta. Um aumento de temperatura pode ser um facilitador na remoção de óleos e graxas, quando associado a produtos de limpeza de caráter básico. Logo, água sobre pressão e a uma temperatura elevada pode auxiliar no preparo de superfícies de concreto.

O hidrojateamento apresenta bons resultados na remoção de fuligem e pó. Porém não é capaz de remover partículas muito aderidas ao substrato. Sendo assim necessário utilizar-se ou método, como a escovação ou limpeza química. Outro ponto relevante é o contato com a água, deve-se tomar cuidado para que o contato demasiado não sature os poros e prejudique a aderência (RESENDE; MEDEIROS, 2004, p. 10).

6.2 VAPOR D'ÁGUA

Consiste na dispersão de vapor d'água, ou água quente, sobre o substrato. A temperatura da água varia entre 80°C e 140°C. Esta técnica causa o amolecimento das partículas aderidas, provocando a remoção das mesmas pelo escorrimento na água (RESENDE; MEDEIROS, 2004, p. 10).

Os mesmos autores ainda explicam que o método é pouco utilizado. Isso se deve, principalmente, ao alto custo do equipamento, o risco que é causado ao usuário, devido a temperatura da água, e a dificuldade na inspeção visual do progresso da limpeza, devido a grande névoa de vapor que se forma.

6.3 LIMPEZA QUÍMICA

Segundo Resende e Medeiros (2004, p. 11-12), “Este tipo de limpeza consiste no emprego de produtos químicos (detergentes, solventes orgânicos, ácidos e bases) para dissolver e remover, por meio de reações físico-químicas, as sujidades [...]”. As soluções ácidas removem sujidades, poeiras, óleos, graxas e fuligem. Porém a indicação destas substâncias só deve ser feita após atestada a ineficácia de outros métodos de limpeza. Já as bases removem inclusive camadas mais espessas de sujidades e microrganismos, e são recomendadas para substratos cerâmicos e também para neutralizar as superfícies que foram limpas por ácidos.

A NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5) salienta que antes de iniciar a lavagem é necessário saturar a superfície com água limpa. Este procedimento evita a entrada de produtos químicos nos poros do substrato.

6.4 ESCOÇÃO

A escovação pode ser feita de forma manual ou mecânica. A escovação manual deve ser feita com vassoura de piaçava ou com escova de cerdas de aço, a depender da extensão da sujidade. A escovação mecânica têm uma grande vantagem frente a escovação manual: a alta produtividade. Porém deve-se tomar o cuidado de não polir a superfície, pois nesse caso obtêm-se o resultado inverso: uma superfície lisa ao invés de rugosa. Após a escovação é necessário realizar a lavagem do substrato por hidrojateamento, visando remover a poeira gerada e abrir os poros do substrato (PRETTO, 2007, p. 49).

6.5 LIXAMENTO

O lixamento pode ser executado de forma manual ou mecânica. O lixamento manual é indicado para pequenas áreas. Da mesma forma que a escovação, deve-se tomar cuidado quanto ao acabamento da superfície (HELENE³, 1992 apud PRETTO, 2007, p. 50). O lixamento mecânico consiste em retirar uma pequena camada da superfície por meio de um disco diamantado, acoplado a uma lixadeira eletromecânica. A poeira produzida pelo

³ HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. Pini. São Paulo. 1992.

mecanismo é acumulada num coletor, evitando a contaminação do ambiente (PRETTO, 2007, p. 50).

6.6 APICOAMENTO

A técnica do apicoamento é utilizada em superfícies de concreto. Consiste na retirada da nata superficial da estrutura, provocando uma textura rugosa ou até com exposição de agregados. O apicoamento manual é realizado com talhadeiras, marretas, marteletes ou martelos. Já o mecanizado é feito através de martelete pneumático ou eletromecânico. O apicoamento pode ser aplicado em partes espaçadas da superfície ou em sua totalidade, a mesma autora ao analisar resultados obtidos em outros trabalhos apontou que a melhor maneira de se utilizar o apicoamento é sobre toda a superfície, pois o apicoamento parcial pode gerar regiões que permaneçam sem tratamento superficial (PRETTO, 2007, p. 51).

6.7 PROJEÇÃO DE PARTÍCULAS ABRASIVAS

Consiste no lançamento de partículas abrasivas, como a areia, sobre o substrato por meio de ar comprimido. Estas partículas ao entrarem em contato com o substrato quebram a ponte de aderência entre este e a sujidade. Esta técnica também pode ser utilizada com adição de água, assim diminuindo a quantidade de poeira gerada (RESENDE; MEDEIROS, 2004, p. 11).

7 APRESENTAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS ANALISADOS

Para atingir-se os objetivos da pesquisa foram analisados 8 empreendimentos, na cidade de Porto Alegre/RS. Este número foi determinado devido ao tempo disponível para a pesquisa e também à disponibilidade de obras que estivessem em fase de execução de revestimento externo, bem como a permissão de acesso ao empreendimento e realização de registro fotográfico.

Este capítulo trata sobre a metodologia empregada nos estudos, os critérios utilizados para escolha dos empreendimentos, bem como suas características gerais. Também são apresentadas as descrições das visitas realizadas e a análise da situação encontrada nos canteiros de obra em comparação com a boa prática descrita na bibliografia existente.

7.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

Inicialmente foi realizada a pesquisa bibliográfica. Fez-se um estudo aprofundado sobre os tipos de substrato utilizados na construção civil e como ocorre a interação substrato-argamassa. Procurou-se identificar os principais fatores intervenientes na aderência do revestimento ao substrato e quais destes estão ligados ao preparo superficial da base. De posse dessas informações, adaptou-se o *ckecklist* de Costa (2005) para as necessidades da pesquisa.

A partir deste momento iniciou-se a escolha dos empreendimentos e efetuado contato com a empresa responsável. Concedida a permissão para realização das análises, teve início a etapa de visita ao canteiro. Ao decorrer das visitas às obras e início da realização das análises, sentiu-se necessidade de se observar pontos além dos que constavam no *checklist* inicial. As informações que se julgaram necessárias foram acrescentadas e estão na versão final do *checklist*, que se encontra disponível no figura 9. É importante destacar que nos empreendimentos analisados foi aplicado o *checklist* inicial.

Cada visita foi dividida em duas etapas: análise visual e preenchimento do *checklist*. A análise visual da fachada consistiu na observação das condições do substrato, com o intuito de verificar a adequação da base para recebimento do revestimento argamassado. Esta análise foi feita somente do pavimento térreo e, em alguns casos, de janelas e platibanda do edifício.

Figura 9 – Versão final do Checklist



Checklist

PREPARO SUPERFICIAL DE SUBSTRATOS

obra n°:

N° pavimentos: _____

Data da visita: ____/____/2013

fck concreto: _____ MPa

TIPO DE FORMA:

- () madeira resinada
 () madeira plástica
 () metálica
 () outro. Qual: _____

USO DE DESMOLDANTE:

- () SIM
 () NÃO

ALVENARIA DE VEDAÇÃO:

- () bloco cerâmico
 () bloco concreto
 () outro

TIPO DE FIXAÇÃO DA ALVENARIA

- () argamassa c/ aditivo expansor
 () argamassa "podre"
 () outro. Qual: _____

TIPO DE CHAPISCO:

- () convencional
 () rolado
 () industrializado

TIPO DE REVESTIMENTO:

- () chapisco + emboço + reboco
 () chapisco + massa única
 () outro

TIPO DE ARGAMASSA:

- () feita em obra
 () industrializada

TIPO DE MÃO DE OBRA:

- () própria
 () terceirizada
 () própria+terceirizada

ACABAMENTO DA FACHADA:

- () pintura
 () cerâmica
 () outro: _____

continua

continuação

SEQUENCIAMENTO DE EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO EXTERNO:

1º SUBIDA: _____ 3º SUBIDA: _____

1º DESCIDA: _____ 3º DESCIDA: _____

2º SUBIDA: _____ 4º SUBIDA: _____

2º DESCIDA: _____ 4º DESCIDA: _____

PROJETO:	SIM	NÃO
Existe projeto específico de revestimento de fachada em argamassa		
<u>Em caso afirmativo, anotar os itens que o compõe:</u>		
Sequenciamento de subidas e decidas do balancim, explicitando as respectivas atividades a serem realizadas.		
Localização das juntas de trabalho.		
Detalhes de execução das juntas e demais atividades.		
Localização das regiões que receberão reforço do emboço/massa única assim como a especificação, detalhes, etc. do tipo de reforço.		
Especificação dos revestimentos (traço, material, etc).		
Localização dos arames de fachada.		
Especificação da argamassa.		
Localização dos pontos a serem feitas as leituras para o mapeamento da fachada.		

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO E CONTROLE:	SIM	NÃO
Existem procedimentos documentados de execução do revestimento externo em argamassa, incluindo o preparo do substrato.		
Existem procedimentos documentados de verificação e controle da execução do revestimento externo.		
A empresa oferece treinamento sobre a melhor forma de execução do revestimento.		

CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DO SERVIÇO	SIM	NÃO
Existe controle para a liberação do início do serviço (feito pelo engenheiro, estagiário, mestre, encarregado, etc.).		
A verificação dos serviços de preparo da base são realizado a partir do balancim.		
As alvenarias da fachada estão concluídas e fixadas internamente antes da execução do revestimento.		
A fixação da alvenaria foi feita 15 dias antes da execução do revestimento externo.		

continua

continuação

PREPARO DA BASE	SIM	NÃO
É realizado o corte de pontas de ferro e aplicada tinta antióxido.		
A limpeza da fachada (lavagem ou outro procedimento) é realizada de cima para baixo.		
Falhas e furos dos blocos da alvenaria de vedação são preenchidos.		
Aberturas com profundidades superiores a 5 cm são encasquilhadas.		
Nas superfícies de concreto é realizado algum preparo específico nas superfícies de concreto (escovação, lixamento, apicoamento).		
São utilizados chapiscos diferentes em substratos diferentes (estrutura e alvenaria).		
A alvenaria que recebe o chapisco é previamente umedecida.		
Existe procedimento formal para a liberação da base (depois de preparada) para início do revestimento.		
É realizado o mapeamento da fachada, ou seja, antes do início da execução há um levantamento dos locais com espessuras críticas para se definir o melhor afastamento do arame de prumo.		
As medidas são realizadas em todos os pavimentos e em todos as prumadas.		
As medidas são registradas.		
Existe controle da espessura mínima e da espessura máxima de revestimento.		
É utilizado algum tipo de reforço no encontro entre dois substratos diferentes (estrutura e alvenaria).		
Os reforços são localizados nos primeiros e últimos pavimentos		
A fachada é dividida em lotes e são feitos registros sobre a argamassa utilizada, aplicador, e condições climáticas		

PROCEDIMENTOS DE PREPARO DA BASE:

- () lavagem a quente () escovação com cerdas de aço (manual) () lixamento manual
 () lavagem a frio () escovação mecânica () lixamento mecânico
 () jateamento de areia () apicoamento () limpeza química

EXECUÇÃO DO EMBOÇO OU MASSA ÚNICA	SIM	NÃO
A argamassa é chapada em cheias (camadas) de no máximo 3 cm.		
Para o caso de espessuras maiores que o limite acima, o revestimento é executado em duas ou mais etapas.		
Existem procedimentos específicos para as condições de revestimentos com espessuras superiores aos limites acima. Se sim, quais: _____		

EXECUÇÃO DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO E FRISOS	SIM	NÃO
Executam-se juntas de trabalho e/ou frisos no revestimento em argamassa.		
As juntas e/ou frisos são executadas na posição do encunhamento (fixação alvenaria-viga).		

continua

continuação

INSPEÇÃO E CONTROLE DO REVESTIMENTO	SIM	NÃO
É feita a verificação das condições dos chapiscos aplicados sobre o concreto e a alvenaria antes da aplicação da argamassa de revestimento (homogeneidade do cobrimento).		
O engenheiro, estagiário, empreiteiro, mestre e/ou encarregado sobem no balancim a fim de melhor conferir a execução e para aceitar ou rejeitar o revestimento.		
Existem planilhas para a conferência e registro da execução do revestimento.		
São feitos testes ou ensaios para a verificação da qualidade do produto final.		
É feita a quantificação da área fissurada (por exemplo, quantidade de fissuras por m ²) para avaliação das soluções.		
Existem procedimentos de verificação de descolamento do revestimento (verificação de sons cavos por meio de impactos leves).		
Existe procedimento formal para o controle do prumo e esquadro do revestimento.		

OBSERVAÇÕES:

(fonte: adaptado de COSTA, 2005)

Procurou-se identificar pontos críticos, tanto das técnicas de execução quanto da situação da fachada, que pudessem provocar o surgimento de futuras manifestações patológicas. Foram realizados registros fotográficos das condições apresentadas pelo substrato e identificadas possíveis falhas e acertos na execução, bem como as técnicas e os procedimentos adotados durante o processo executivo. Todos estes registros foram previamente autorizados pelas empresas construtoras.

A segunda etapa, o preenchimento do *checklist*, teve o intuito de constatar quais procedimentos foram adotados pela empresa para o preparo do substrato com relação a projeto, execução e controle dos serviços. O preenchimento deste *checklist* foi feito pela análise visual das condições da fachada e pelas informações obtidas com o responsável técnico pelo empreendimento. Como citado anteriormente, o *checklist* sofreu evoluções durante a pesquisa, sendo acrescidas situações julgadas importantes para avaliação.

Com base nos registros fotográficos, no preenchimento do *checklist* e nas informações obtidas pelo responsável técnico, realizou-se a descrição das características técnicas do empreendimento e da situação encontrada durante as visitas. E, finalmente, foi possível comparar a situação encontrada nos canteiros de obra analisados com o que a bibliografia atual recomenda, quando se trata de preparo superficial de substrato de revestimento de argamassa.

7.2 CARACTERÍSTICAS DOS EMPREENDIMENTOS

Foram visitadas oito obras pertencentes a sete empresas diferentes. Como critério de escolha, foram selecionadas edificações que estivessem com a execução da alvenaria finalizada e prestes a iniciar a execução do revestimento externo. Após a identificação destas obras, foi efetuado contato com a empresa responsável por cada um dos empreendimentos selecionados e demonstrado o interesse em realizar o estudo no canteiro de obras.

Perante a autorização da realização da pesquisa, foram agendadas data e hora, para que um responsável pelo empreendimento estivesse disponível para acompanhar a visita. Em cada empreendimento foi realizada apenas uma visita. Não foi feita nenhuma medição no local. Todas as informações sobre a obra foram fornecidas pelo responsável, no momento da visita. Por questões de sigilo das empresas, nos capítulos seguintes as obras serão tratadas como empreendimentos. Alguns registros fotográficos foram cortados ou editados, a fim de manter

o anonimato das empresas responsáveis. Nos quadros 2 e 3 estão listadas as principais características técnicas das edificações estudadas.

Quadro 2 – Características dos empreendimentos A, B, C e D

Empreendimento	A	B	C	D
Tipo de Obra	Residencial	Residencial	Residencial	Residencial
N° Pavimentos	18	15	18	10
f_{ck} de projeto (MPa)	30	30	25	30
Procedimento de Execução	Sim	Sim	Não	Sim
Tipo de Revestimento	Massa Única	Massa Única	Massa Única	Massa Única
Tipo de Chapisco	Convencional	Convencional	Convencional	Convencional
Tipo de Argamassa	Industrializada	Industrializada	Feita em Obra/Ind.	Industrializada
Sistema de Abastecimento	Arg. Ensacada	Arg. Ensacada	Obra/Ensacada	Arg. Ensacada
Tipo de Fôrma	Madeira	Madeira	Madeira	Madeira
Uso de Desmoldante	Não	Não	Não	Não

(fonte: elaborado pela autora)

Quadro 3 – Características dos empreendimentos E, F, G e H

Empreendimento	E	F	G	H
Tipo de Obra	Residencial	Resid./Comercial	Residencial	Residencial
N° Pavimentos	12	19	18	15
f_{ck} de projeto (MPa)	30	35	30	25
Procedimento de Execução	Sim	Sim	Não	Não
Tipo de Revestimento	Massa Única	Massa Única	Massa Única	Massa Única
Tipo de Chapisco	Convencional	Conv/Desempenado	Convencional	Conv/Desempenado
Tipo de Argamassa	Industrializada	Industrializada	Industrializada	Feita em Obra
Sistema de Abastecimento	Arg. Ensacada	Arg. Ensacada	Arg. Ensacada	Obra
Tipo de Fôrma	Madeira	Madeira	Madeira	Madeira
Uso de Desmoldante	Não	Não	Não	Sim

(fonte: elaborado pela autora)

Observando quadro acima se pode notar que as características dos empreendimentos, na sua maioria, são semelhantes entre si. O valor resistência à compressão do concreto tem baixa amplitude, variando de 25 a 35 MPa. Predomina a utilização de fôrmas em madeira, sendo que apenas uma empresa optou pelo uso de desmoldante. O revestimento adotado em todos os empreendimentos é massa única. A maioria fez uso de argamassa industrializada, sendo que apenas dois empreendimentos utilizaram argamassa feita em obra. Quanto ao chapisco, apenas dois empreendimentos optaram por utilizar dois tipos de chapisco na mesma fachada, enquanto o restante realiza apenas o chapisco convencional em toda a fachada.

7.3 EMPREENDIMENTO A

O empreendimento A é uma edificação residencial, com 18 pavimentos. O revestimento externo é composto por chapisco e camada de massa única de argamassa. Em alguns pontos a fachada receberá acabamento final em pastilha, e no restante o acabamento será realizado somente em pintura acrílica. Para a execução da estrutura foram utilizadas fôrmas de madeira sem emprego de desmoldante. A alvenaria de vedação é composta por blocos cerâmicos. A argamassa de revestimento externo utilizada é do tipo industrializada.

A visita ao canteiro de obras ocorreu no mês de maio e foi acompanhada pelo mestre de obras e pela assistente técnica, sendo estes os responsáveis pelas informações técnicas do empreendimento em questão. O aspecto da fachada no momento da visita encontra-se na figura 10.

Figura 10 – Vista geral da situação da fachada em maio de 2013 – empreendimento A



(fonte: foto da autora)

Nesta obra a empresa adotou, para execução, a divisão de cada fachada em dois lotes e então se realizou o revestimento de cada lote em separado. A execução do revestimento externo fica

a cargo de empresas terceirizadas à construtora. O empreendimento não possui projeto específico de revestimento externo, sendo a realização dos serviços guiada por instruções de trabalho. Estes documentos citam e ilustram, por meio de registros fotográficos, as etapas de execução e os procedimentos que devem ser verificados. Segundo a instrução de trabalho fornecida, as atividades a serem realizadas são:

- a) verificação da limpeza da estrutura e encunhamento;
- b) remoção dos ganchos de aço no momento da execução do chapisco;
- c) requadros de vãos com caimentos para fora;
- d) verificação do alinhamento dos arames de prumo em relação aos eixos das fachadas;
- e) verificação da locação dos arames e checagem da distância das taliscas em relação aos arames;
- f) execução do reboco, correção das irregularidades e dar acabamento final.

Pode-se notar que as instruções são bastante superficiais e não detalham as técnicas a serem utilizadas para o preparo do substrato. Não há instruções quanto à limpeza da fachada, localização de reforços, locais de medição nos arames de prumo, nem técnicas a serem adotadas para correção em caso de espessuras excessivas.

O primeiro lote da fachada corresponde aos 12 primeiros pavimentos, sendo o segundo formado pelos pavimentos subsequentes. Inicialmente é executado o revestimento do primeiro lote, e após a finalização dos serviços, inicia-se a montagem dos equipamentos e execução do revestimento do segundo lote.

O procedimento adotado pela empresa consiste em inicialmente realizar a limpeza da fachada, sendo removidos restos de fôrma e pontas de ferro, após aplicando-se tinta antióxido. É efetuado o preenchimento de furos e falhas da alvenaria, porém não faz parte do procedimento encasquilhar os vazios, independente da profundidade dos mesmos. Após o preparo inicial é realizada a lavagem do substrato por hidrojateamento de água fria. Paralelamente à limpeza do substrato é executada a fixação superior externa da alvenaria.

Analisando-se a fachada, encontraram-se vários pontos da alvenaria em que não foi realizado o preenchimento dos furos, como pode ser observado na figura 11. Em alguns locais também foram constatadas pequenas falhas de concretagem, conforme figura 12, porém localizadas

em zonas de concentração de tensões. Sendo necessário o tratamento adequado desta falha para não se tornar um ponto crítico para surgimento de futuras manifestações patológicas.

Figura 11 – Parede já preparada com chapisco onde se verificou o não preenchimento dos furos dos blocos da alvenaria – empreendimento A



(fonte: foto da autora)

Figura 12 – Falha de concretagem em zona de concentração de tensões com necessidade de tratamento adequado – empreendimento A



(fonte: foto da autora)

Com o substrato prestes a receber a camada de chapisco haviam restos de fôrma sobre a estrutura (figura 13) e excessos de argamassa (figura 14) sobre a fachada. Em um ponto localizado da estrutura foi detectado a ocorrência de desaprumo entre a viga e a alvenaria, sendo realizado o apicoamento de parte da estrutura de concreto, como mostra a figura 15.

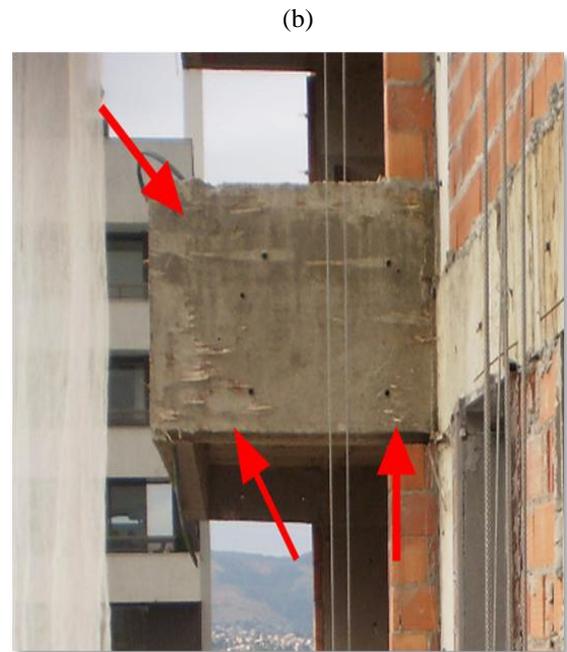
Após a limpeza e fixação da alvenaria, é iniciada a execução do chapisco. Optou-se, neste empreendimento, por utilizar chapisco do tipo convencional aplicado com colher de pedreiro, sendo o mesmo utilizado tanto para o substrato composto por alvenaria como para o concreto armado. A alvenaria é umedecida previamente a realização do chapisco.

Quanto ao prumo da estrutura, são locados arames próximos às aberturas e quinas do edifício. Não há padronização quanto aos locais de medição das espessuras. Foi informado que normalmente se faz uma medição em cada arame por pavimento. Estas medições NÃO são registradas. As instruções de trabalho citadas inicialmente indicam a execução de espessuras de revestimento entre 20 e 30 mm.

Figura 13– Presença de restos de fôrma: (a) sobre viga; (b) próximo à sacada – empreendimento A



(fonte: foto da autora)



(fonte: foto da autora)

Figura 14 – Excessos de argamassa sobre a fachada – empreendimento A



(fonte: foto da autora)

Figura 15 – Zona de apicoamento na estrutura de concreto por problemas no prumo – empreendimento A



(fonte: foto da autora)

São utilizados reforços com tela nos dois primeiros e dois últimos pavimentos, a tela é locada sobre o encontro dos dois substratos, sobre a camada de chapisco. Segundo informações, foram realizadas juntas no revestimento, com utilização de delimitador de profundidade impermeável e flexível e aplicação de selante a base de poliuretano. Foi informado pela equipe técnica que após a finalização e cura do revestimento externo será realizado ensaio para verificação da capacidade de aderência do revestimento ao substrato.

7.4 EMPREENDIMENTO B

O empreendimento B é um edifício residencial sendo composto somente por uma torre com 15 pavimentos. O revestimento externo adotado é de argamassa com acabamento em pintura. O canteiro da obra foi visitado no mês de agosto, quando faltavam poucos pontos da fachada ainda a serem revestidos. A superfície recebeu chapisco e camada de massa única de argamassa, do tipo industrializada. A alvenaria de vedação foi composta por blocos cerâmicos e para a execução da estrutura foram utilizadas fôrmas de madeira, sem aplicação de desmoldante.

A visita foi acompanhada pelo estagiário da obra, sendo este o mesmo responsável por fornecer as informações técnicas sobre o empreendimento em questão. Para o revestimento externo não foi realizado projeto específico, sendo a execução dos serviços guiada por um documento fornecido pela empresa, chamado de “Procedimento de Execução dos Serviços”. Este documento detalha todas as ferramentas que devem ser utilizadas, descreve o método executivo e instrui o responsável para a verificação dos serviços realizados. As principais recomendações contidas neste documento são sobre:

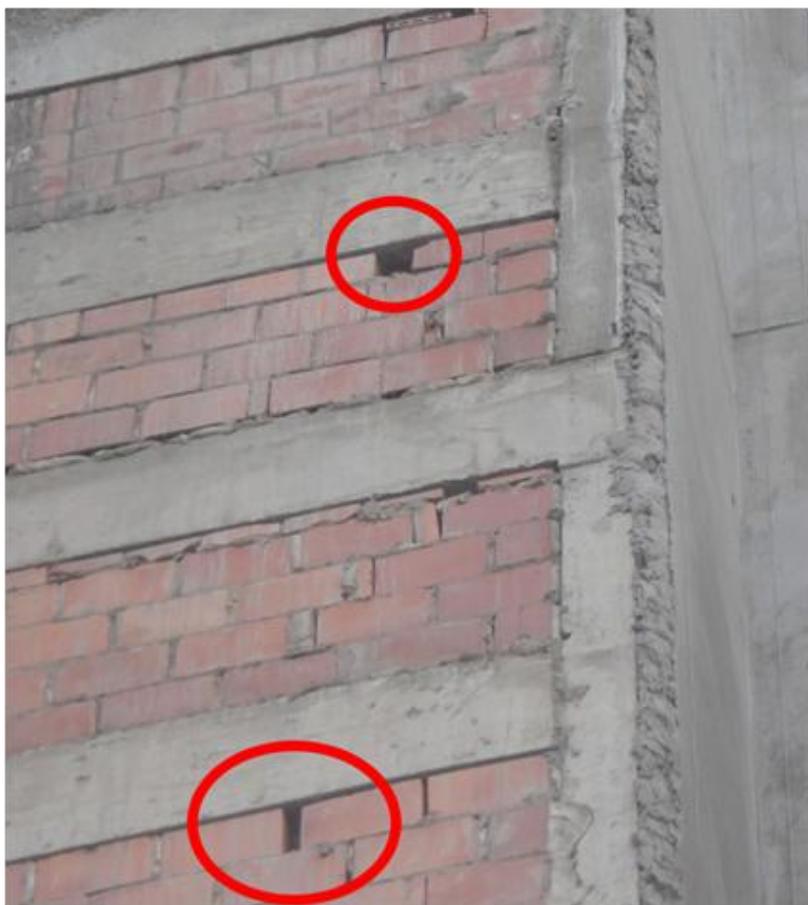
- a) condições de início de serviço: alvenaria concluída, contramarcos fixados;
- b) lavagem da fachada com água quente;
- c) locação arames de prumo: indicação da locação dos mesmos;
- d) remoção de sujidades, irregularidades;
- e) preenchimento de furos, sendo encasquilhadas falhas mais profundas do que 5 cm;
- f) execução de chapisco e medição das distâncias dos arames à fachada.

Quanto à descrição da execução, os métodos adotados estão de acordo com o encontrado nas principais bibliografias sobre o assunto. Porém não é mencionado sobre as técnicas a serem

adotadas em caso de espessuras excessivas. O procedimento da empresa cita somente soluções para o caso de ocorrência de pontos salientes à fachada. A empresa também fornece um documento chamado “Planilha de Verificação da Qualidade”, na qual constam todos os serviços executados, devendo ser preenchido se liberado ou não, e justificado se não. Todos os envolvidos na execução do revestimento recebem treinamento prévio.

Segundo as informações fornecidas pelo responsável, inicialmente é feita a retirada ou corte das pontas de ferro, porém nestas não é feita a aplicação de tinta antióxido. É realizado o preenchimento de furos e falhas da alvenaria, contudo não é comum a realização de encasquilhamento para falhas profundas de alvenaria, porém na fachada foram encontrados pontos em que esta técnica seria necessária (figura 16). Ainda sobre o substrato de alvenaria foram observados blocos de cerâmicos quebrados (figura 17) e excessos de argamassa nas juntas de assentamento (figura 18).

Figura 16 – Falhas na alvenaria com necessidade de encasquilhamento para preenchimento e/ou uso de tela de reforço – empreendimento B



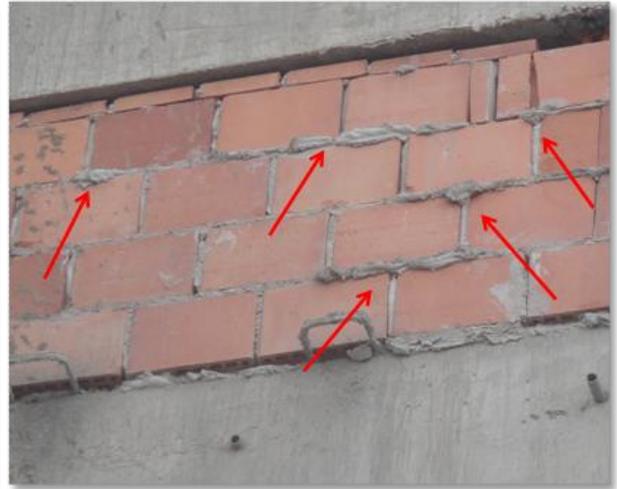
(fonte: foto da autora)

Figura 17 – Bloco da alvenaria de vedação apresentando quebra – empreendimento B



(fonte: foto da autora)

Figura 18 – Pontos com excessos de argamassa nas juntas de assentamento – empreendimento B



(fonte: foto da autora)

Não foi realizado nenhum procedimento diferenciado de preparo do substrato de concreto, mesmo a edificação possuindo uma grande área da fachada composta por concreto armado, como mostra a figura 19. Ainda sobre as superfícies de concreto foram observados pontos nos quais haviam rebarbas de concretagem, figura 20, e inclusive falhas de concretagem, que conforme informado não receberiam tratamento específico, nem reforço estrutural (figura 21).

Para a limpeza do substrato é realizado o hidrojateamento de água quente, apesar de não fazer uso de desmoldantes, após é executada a fixação superior da alvenaria. Após todos estes procedimentos, a fachada é liberada para a execução do chapisco. Neste empreendimento foi executado chapisco convencional, aplicado com colher de pedreiro. Foi utilizado o mesmo tipo de chapisco em toda a fachada, tanto no substrato de concreto, como no substrato de alvenaria.

Figura 19 – Grande extensão de superfície de concreto que demandaria tratamento superficial adicional para garantia da aderência do revestimento – empreendimento B



(fonte: foto da autora)

Figura 20 – Rebarbas de concretagem: (a) detalhe na parte central da viga; (b) detalhe na interface pilar-viga – empreendimento B

(a)



(fonte: foto da autora)

(b)



(fonte: foto da autora)

É realizado o mapeamento da fachada, as medidas obtidas são planilhadas e repassadas ao engenheiro responsável, para adoção de medidas. Segundo informações, em alguns pavimentos as espessuras médias revestimentos foram de 8 a 10 cm de revestimento externo. Nestes pontos foram executadas duas camadas de argamassa e o revestimento foi reforçado com tela. Porém o procedimento executivo não cita a adoção deste tipo de técnica.

A tela utilizada é a indicada para amarração de alvenaria. As telas eram cortadas na medida de 12,5 x 25 cm e locadas de modo que a maior dimensão ficasse posicionada na vertical, então eram fixadas no seu centro por meio de pinos. No momento da execução da camada de revestimento, a tela então era “puxada” para fora, ficando quase em posição ortogonal ao plano da alvenaria e de modo que ficasse imersa na camada de argamassa. Esta técnica foi utilizada somente nas vigas em que ocorreram espessuras excessivas. Já sobre a alvenaria o revestimento foi executado em duas camadas, sem utilização de reforços (figura 22). A figura 23 apresenta em vista a localização das telas de reforço, enquanto a figura 24 ilustra o posicionamento imposto à tela no momento de recebimento da camada de argamassa de revestimento.

Figura 21 – Falha na concretagem – empreendimento B



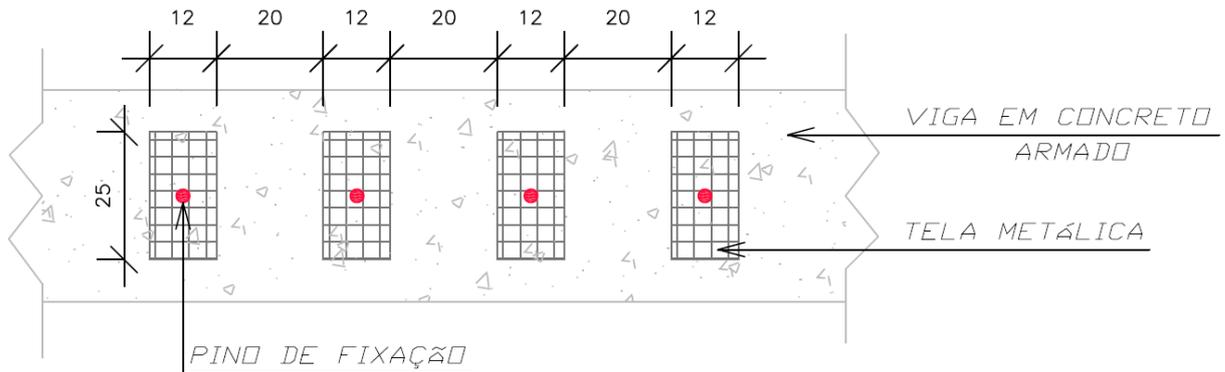
(fonte: foto da autora)

Figura 22 – Revestimento executado em duas camadas devido à espessura excessiva – empreendimento B



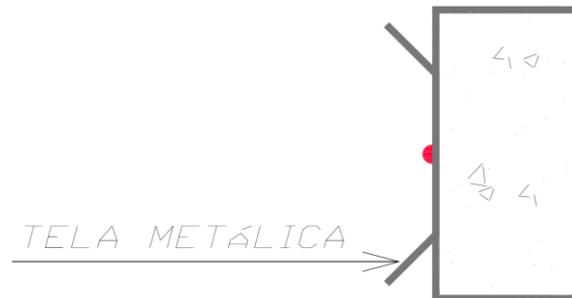
(fonte: foto da autora)

Figura 23 – Esquema em vista da localização das telas de reforço sobre as vigas – empreendimento B



(fonte: elaborado pela autora)

Figura 24 – Esquema em corte da localização das telas de reforço sobre as vigas – empreendimento B



(fonte: elaborado pela autora)

Neste empreendimento houve sérios problemas de alinhamento e prumo da estrutura de concreto armado nos últimos pavimentos. Nestes pontos foram executados espessuras de revestimento de até 15 cm, utilizando as técnicas citadas anteriormente. As figuras 25 e 26 mostram o desalinhamento dos pilares e a espessura excessiva de revestimento que foi executada. Ressalta-se que o chapisco utilizado foi do tipo convencional e a superfície de concreto não recebeu nenhum tratamento específico, logo pode tornar-se um ponto de surgimento de manifestações patológicas. Os frisos da fachada estão localizados à cada pavimento, próximo a zona de encunhamento.

Pode-se notar que as práticas adotadas na execução do revestimento deste empreendimento nem sempre foram seguidas corretamente como indica os procedimentos documentados, podendo gerar inúmeras manifestações patológicas futuras à edificação. Isto também indica que há conhecimento das boas práticas no canteiro, porém não há a devida preocupação em segui-las e também de fiscalizar sua execução.

Figura 25 – Desalinhamento dos pilares – empreendimento B



(fonte: foto da autora)

Figura 26 – Espessura excessiva de revestimento – empreendimento B



(fonte: foto da autora)

7.5 EMPREENDIMENTO C

O empreendimento C trata-se de um prédio residencial, sendo este constituído por uma torre com 17 pavimentos. Foram utilizadas fôrmas de madeira, sem a utilização de desmoldantes. O revestimento externo usado é massa única de argamassa aplicada sobre uma camada de preparação de chapisco, com acabamento em pintura. Segundo as informações repassadas, inicialmente optou-se por utilizar argamassa feita em obra, porém devido a problemas ocorridos com o fornecimento de areia optou-se pela argamassa industrializada para a execução.

A visita foi feita no mês de agosto, quando apenas uma das fachadas já estava revestida. O aspecto da obra no momento do estudo encontra-se na figura 27.

Figura 27 – Vista geral da situação da fachada em agosto de 2013 – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

A visita foi acompanhada pelo mestre de obras, sendo o mesmo o responsável por fornecer as informações técnicas sobre o empreendimento. O primeiro aspecto facilmente observado na fachada foi o deslocamento excessivo da alvenaria em relação à estrutura, conforme é visualizado na figura 28. Apesar do mestre informar que esta solução foi uma orientação do engenheiro, o funcionário externou sua preocupação que poderia ser um ponto de futuro problema, visto que as maiores espessuras de revestimento eram verificadas sobre a estrutura de concreto.

Quanto aos procedimentos executivos, o empreendimento não possui projeto específico para o revestimento externo e existem somente documentos que detalham os procedimentos a serem executados, porém não foi possível se ter acesso. A empresa oferta treinamento específico para todos os pedreiros envolvidos na execução.

Quanto ao preparo do substrato são realizadas duas subidas e duas descidas de balancim. Na primeira subida são cortadas todas as pontas de ferro sobressalientes, porém não é feita a aplicação de tinta antióxido, podendo causar o posterior manchamento do revestimento. Já pregos, arames e pequenas sobressaliências, como excesso de argamassa nas juntas de

assentamento da alvenaria, não são removidos, como se pode observar nas figuras 29 e 30, respectivamente. É realizada a remoção de restos de fôrma que estiverem depositados sobre a estrutura. Vale ressaltar que em uma das fachadas já liberada para recebimento do chapisco foi encontrado vestígios de fôrma, como pode ser visto na figura 31.

Figura 28 – Alvenaria deslocada: (a) em relação à estrutura; (b) detalhe evidenciando a espessura excessiva que deverá ter o revestimento – empreendimento C

(a)



(fonte: foto da autora)

(b)



(fonte: foto da autora)

Vários problemas foram identificados no preparo da fachada: os furos dos blocos de alvenaria em alguns pontos não foram preenchidos. Vale ressaltar que não é prática adequada os furos da alvenaria ficarem expostos na fachada a ser revestida. Algumas falhas maiores não foram encasquilhadas, nem tiveram preenchimento prévio (figuras 32 e 33, respectivamente).

Figura 29 – Presença de pregos na fachada – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

Figura 30 – Excesso de argamassa nas juntas de assentamento da alvenaria – empreendimento C



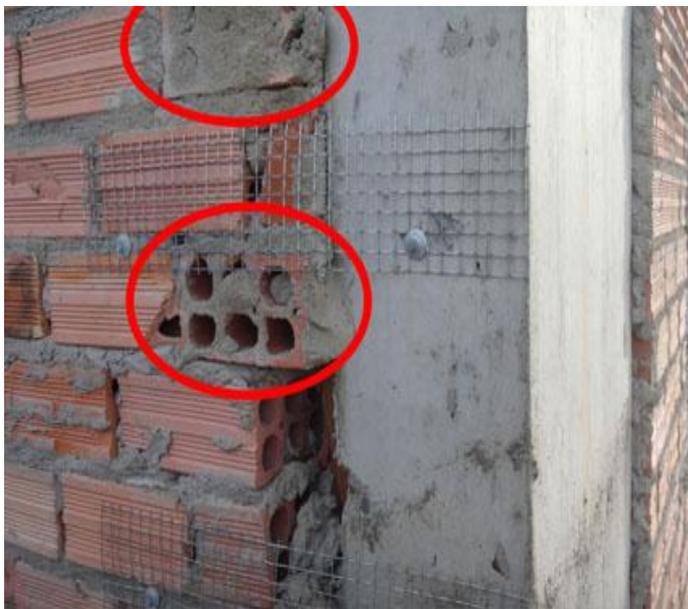
(fonte: foto da autora)

Figura 31 – Presença de restos de fôrma em fachada já liberada para recebimento de chapisco – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

Figura 32 – Preenchimento parcial dos furos da alvenaria – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

Figura 33 – Falha na alvenaria – empreendimento C



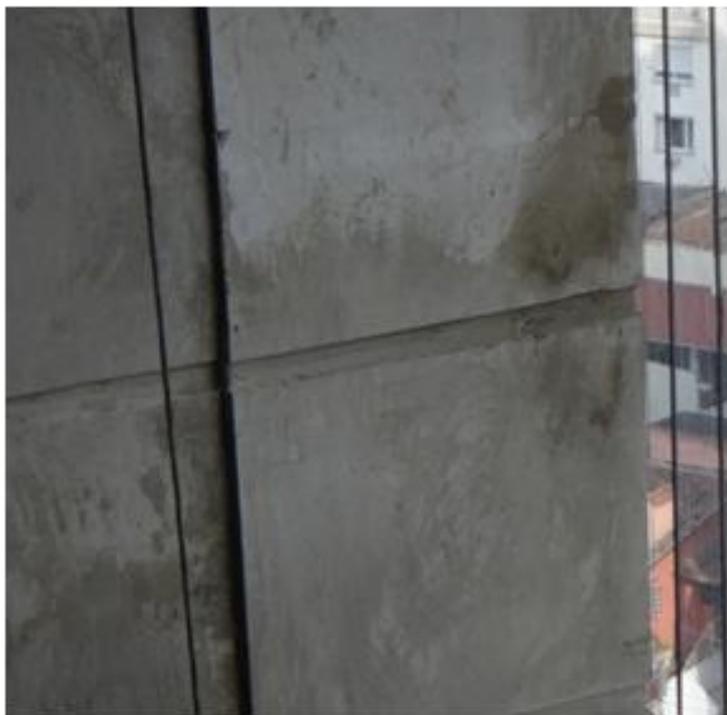
(fonte: foto da autora)

Na primeira descida do balancim, é executada a lavagem do substrato. Esta lavagem é feita por meio de hidrojateamento de água quente. Não é executada nenhuma outra técnica de limpeza da fachada, nem mesmo algum tratamento diferenciado sobre a superfície de concreto. Na segunda subida, é executado o chapisco, a superfície não é previamente umedecida, e se caso estiver úmida é aguardada a secagem da superfície para então iniciar-se o serviço. O chapisco utilizado externamente é o convencional, aplicado com colher de pedreiro e é utilizado o mesmo tipo de chapisco tanto para a estrutura como para a alvenaria de vedação. Na segunda descida, é realizada a fixação superior da alvenaria, em algumas situações foi informado que aguardam cura do chapisco para então executar o encunhamento.

Quanto às espessuras de revestimento, não existe nenhuma planilha de controle. São locados arames de prumo alinhados às quinas do prédio e às janelas, a partir das quais feitas medidas, a cada pavimento, porém as mesmas não são registradas. A espessura média de revestimento que foi executado até o momento da visita foi de 3,5 a 4 cm. Em uma zona próximo a uma das quinas do prédio foi constatada a espessura de 6 cm. Segundo o mestre de obras, o ocorrido foi decorrente à necessidade de execução de detalhes arquitetônicos. Como solução para este ponto foi indicada, pelo engenheiro da obra, a execução de uma primeira camada de argamassa, a fixação de uma tela de reforço e então a execução de uma segunda camada.

Porém a tela utilizada para reforço é de uso indicado para alvenaria. A zona em que houve esta ocorrência está ilustrada na figura 34.

Figura 34 – Detalhe arquitetônico que acarretou espessura de 6 cm de revestimento – empreendimento C

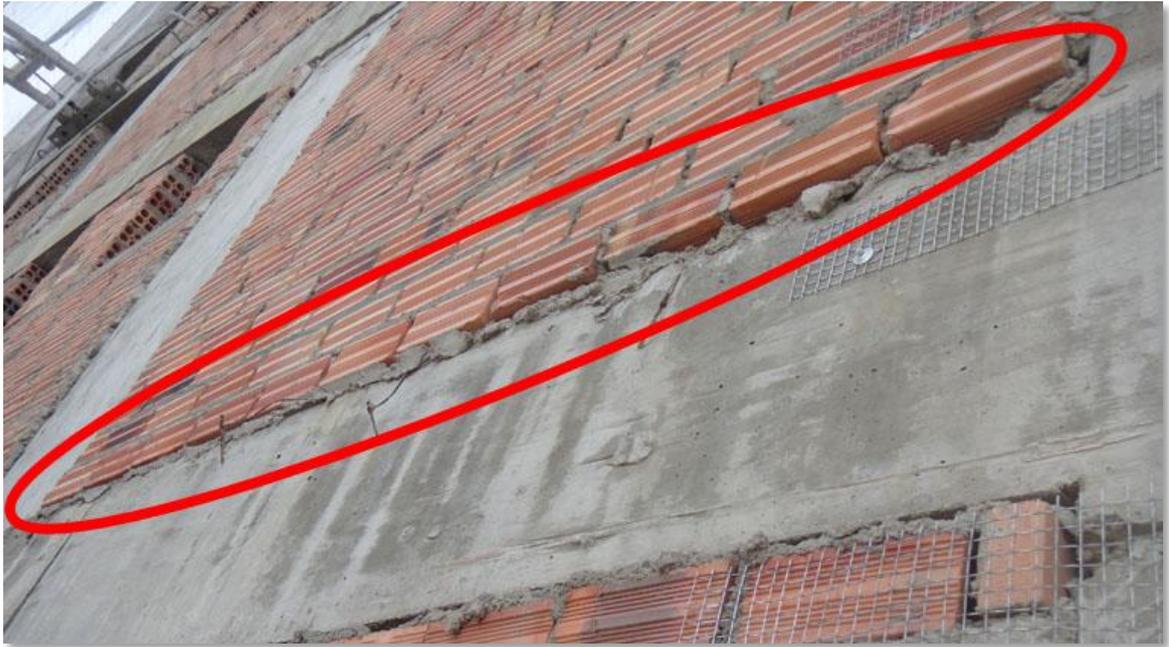


(fonte: foto da autora)

Sobre desaprumo da estrutura, foi informado que não houve problemas, porém a figura 35 demonstra o contrário. A alvenaria inicia, à direita da imagem, deslocada da estrutura, porém já no canto esquerdo ela encontra-se alinhada à superfície de concreto.

Quanto à execução de reforços no revestimento, são fixadas telas eletrossoldada em todos os pavimentos nas quinas do edifício, conforme figura 36. As telas são fixadas a cada 40 cm, porém não foi tomado o devido cuidado para que as mesmas se localizem no encontro entre o substrato de alvenaria e a estrutura de concreto. As telas são fixadas na parte inferior por meio de pinos e sobre o substrato sem chapisco. No momento do enchimento com a argamassa, a tela é posicionada conforme figura 37 e então preenchida com argamassa. Os frisos são executados na zona de encunhamento, conforme figura 38. Não existem juntas verticais de revestimento, nem juntas estruturais na edificação.

Figura 35 – Desalinhamento entre a estrutura e alvenaria – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

Figura 36 – Vista da localização das telas de reforço – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

Figura 37 – Falta de preenchimento e posicionamento da tela de reforço para recebimento da camada de argamassa – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

Figura 38 – Localização dos frisos horizontais no revestimento de argamassa – empreendimento C



(fonte: foto da autora)

8.6 EMPREENDIMENTO D

O empreendimento D é um edifício residencial e possui 10 pavimentos. O tipo de revestimento adotado é de camada de massa única de argamassa aplicada sobre camada de

chapisco, com acabamento em pintura. A argamassa de revestimento utilizada é do tipo industrializada. Na execução da estrutura de concreto, foram empregadas fôrmas de madeira e não foi feito uso de desmoldante. Já na alvenaria de vedação foram utilizados blocos cerâmicos. A visita a este empreendimento ocorreu no mês de setembro e foi acompanhada pelo engenheiro responsável e as informações obtidas foram cedidas pelo mesmo. A situação da fachada no momento da visita encontra-se na figura 39.

Figura 39 – Vista geral da situação da fachada em setembro de 2013 – empreendimento D



(fonte: foto da autora)

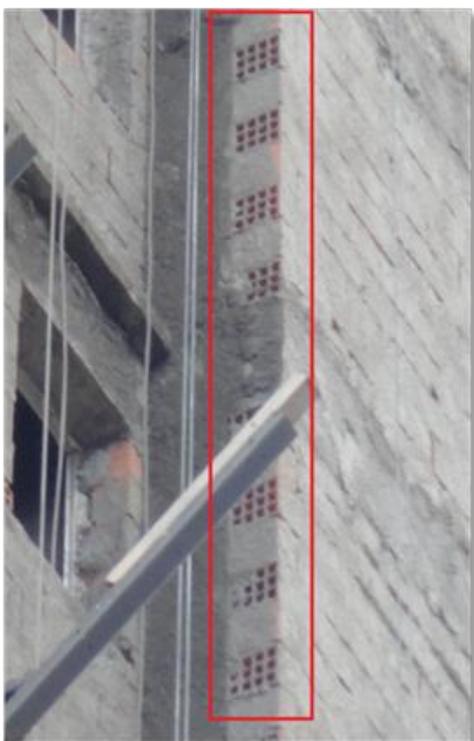
Não foi realizado projeto específico para revestimento externo, porém a empresa possui documentos que detalham os processos executivos. Todavia estes contemplam somente a execução do chapisco e da camada de revestimento, não abordando sobre o preparo do substrato. A empresa também fornece treinamento para os funcionários envolvidos nas atividades.

Quanto ao preparo do substrato, conforme informação fornecida pelo engenheiro é feita a retirada e corte de pontas de ferro com posterior aplicação de tinta antióxido. Também é realizada a remoção de restos de fôrmas e preenchimento de falhas da alvenaria. Não é efetuada a lavagem do substrato. Nas superfícies de concreto armado é executada raspagem por meio de espátula metálica, técnica adotada para melhorar a rugosidade da superfície e

também retirar possíveis excessos e rebarbas de concreto. Segundo o engenheiro, após o término dos processos citados um dos responsáveis pela obra, mestre ou estagiário, realiza a fiscalização dos serviços executados. O mesmo afirmou que esta fiscalização é feita por inspeção visual a partir do balancim.

Sobre o substrato de alvenaria foram identificados locais em que não foi feito o preenchimento dos furos dos blocos da alvenaria, conforme figura 40. A fachada em vários pontos possui ângulos diferentes de 90° entre suas faces (figura 41), logo há necessidade de se preencher com argamassa os vazios que os blocos de alvenaria não abrangem devido à sua geometria. Porém foram observados vários pontos em que este preenchimento não ocorreu, conforme figura 42. Além disso, encontraram-se locais da fachada em que seria necessário encasquilhamento e preenchimento com argamassa (figuras 43 e 44), porém não foi executado. Também há presença de blocos da alvenaria com quebra, conforme figura 45.

Figura 40 – Furos dos blocos da alvenaria não preenchidos – empreendimento D



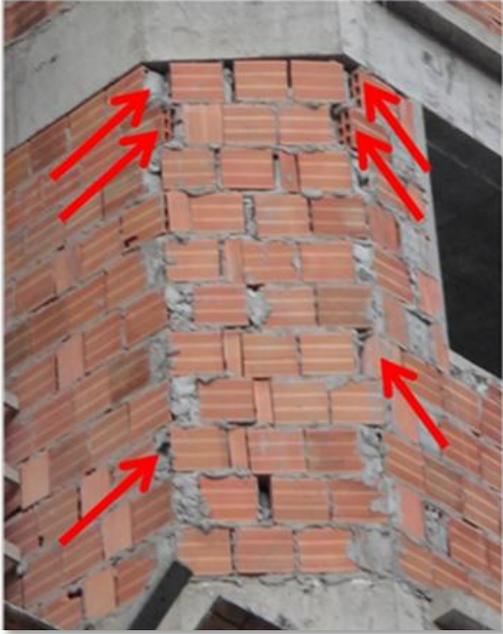
(fonte: foto da autora)

Figura 41 – Arquitetura da fachada apresentando ângulos diferentes entre suas faces que podem propiciar o não preenchimento das quinas – empreendimento D



(fonte: foto da autora)

Figura 42 – Pontos com necessidade de preenchimento – empreendimento D



(fonte: foto da autora)

Figura 43 – Falha na alvenaria e furos de bloco com necessidade de preenchimento – empreendimento D



(fonte: foto da autora)

Figura 44 – Falhas em diferentes regiões da alvenaria: (a) próximo ao canto da esquadria; (b) abaixo da viga – empreendimento D

(a)



(fonte: foto da autora)

(b)



(fonte: foto da autora)

Figura 45 – Blocos da alvenaria quebrados: (a) detalhe da quebra da parede do bloco; (b) vista geral de falhas na alvenaria – empreendimento D



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

Após o término dos serviços de limpeza da fachada é realizada fixação superior da alvenaria e são posicionados os reforços. Estes reforços foram feitos por meio de telas, localizadas em todos os pavimentos, na altura das vigas. Por análise visual, notou-se que as telas encontravam-se somente sobre o substrato de concreto, mais especificamente sobre as vigas, porém não abrangiam o encontro da estrutura com a alvenaria. Não foi possível demonstrar a ocorrência por registro fotográfico, pois a camada de chapisco já estava executada, não sendo possível identificar os locais com telas por meio das fotos capturadas. Vale ressaltar que não é indicada a fixação das telas de reforço antes do substrato receber a camada de preparo. Após a fixação das telas é iniciada a execução do chapisco.

Neste empreendimento foi utilizado chapisco convencional aplicado com colher de pedreiro, sendo o mesmo utilizado tanto na estrutura quanto na alvenaria. Foi informado que não é realizado o umedecimento prévio da alvenaria devido aos dias chuvosos que tinham ocorrido no período da execução da fachada. Porém em dias quentes e principalmente no verão, é de praxe a aspersão de água por meio de brocha. O engenheiro ainda afirmou que, no empreendimento em questão, realiza somente o umedecimento prévio da estrutura, não da alvenaria.

Não foi realizado o mapeamento da fachada, nem executadas juntas de revestimento. Até o momento da visita o engenheiro afirmou que não houve problemas com a espessura do

revestimento, e se caso houvesse, a medida prioritária seria a realização de reforço com tela nos pontos com necessidade.

7.7 EMPREENDIMENTO E

O empreendimento E é um edifício residencial, composto por 12 pavimentos. A obra foi visitada no mês de setembro, no início da execução do revestimento da primeira fachada. A visita foi guiada pelo técnico do empreendimento. Na figura 46, pode-se observar o aspecto da obra no momento da visita.

Figura 46 – Vista geral da situação da fachada em setembro de 2013 – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

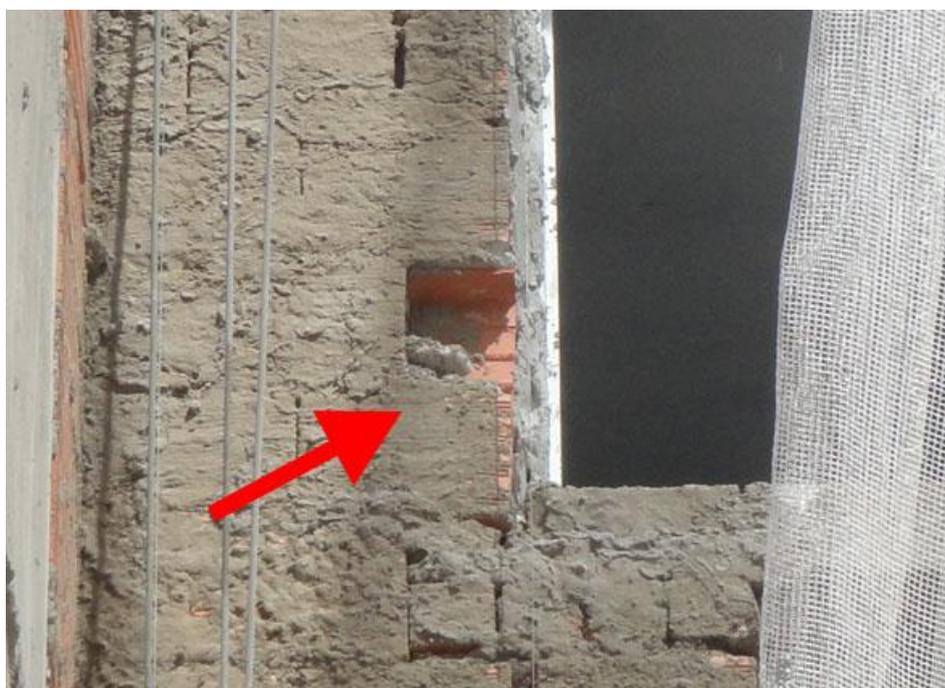
O revestimento externo previsto para a obra é de massa única de argamassa aplicada sobre camada de chapisco, com acabamento em pintura. A estrutura foi executada em fôrmas de madeira, sem a utilização de óleo desmoldante. Os blocos que compõem a alvenaria de vedação são do tipo cerâmico. A argamassa utilizada na composição da camada de massa única foi do tipo industrializada, com fibras.

O empreendimento não possui projeto específico para o revestimento externo, possuindo somente procedimentos documentados para a realização dos serviços, porém não foi obtido acesso aos mesmos. Também existem documentos que atestam a conformidade dos serviços da fachada, a liberação é feita pelo engenheiro da obra. Todas as verificações são feitas somente do pavimento térreo, nenhum dos responsáveis técnicos tem a função de subir no balancim para conferir a qualidade dos serviços.

Inicialmente é feita a retirada e cortes de ponta de ferro, remoção de restos de fôrma e excessos de argamassa. O preparo do substrato é realizado somente com a retirada de incrustações com espátula e em alguns pontos é realizado lixamento. Segundo o técnico do empreendimento, optou-se por realizar o preparo com espátula, pois além de remover o material que se mantém depositado sobre a base, também proporciona um acabamento rugoso para a superfície. Não é realizada a lavagem do substrato.

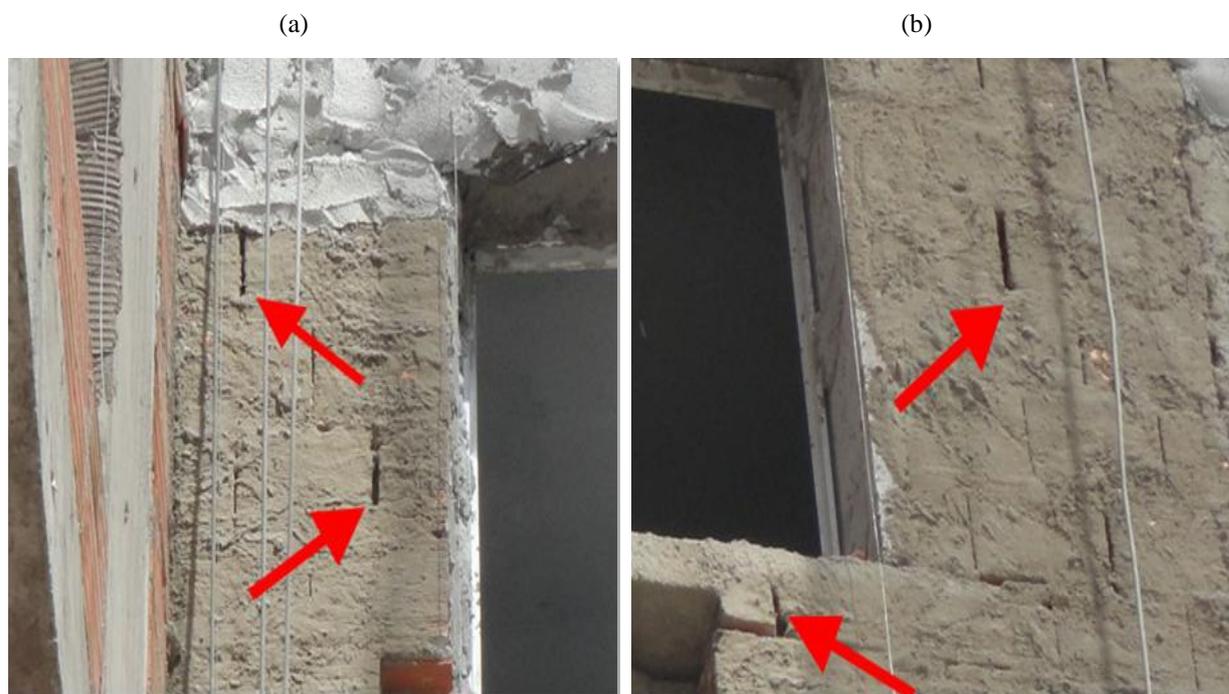
Da análise visual constataram-se pontos com falhas na alvenaria, sem nenhum tipo de preenchimento (figura 47) e da mesma forma foram observadas juntas entre blocos também sem preenchimento (figura 48).

Figura 47 – Falha na alvenaria – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

Figura 48 – Juntas de assentamento da alvenaria sem preenchimento: (a) juntas verticais; (b) juntas verticais e horizontais – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

Na sequência, é realizada a fixação superior da alvenaria e então iniciado o chapisco da fachada. Foi utilizado chapisco convencional, aplicado com colher de pedreiro. A aplicação foi feita em toda a fachada, ou seja, foi realizado o mesmo tipo de chapisco sobre os dois tipos de substratos existentes. A alvenaria é umedecida previamente ao recebimento da camada de chapisco.

Após o chapisco, é feita a verificação das espessuras que terão o revestimento a ser executado. Não foi possível obter informações sobre os locais em que foram locados os arames de prumo. A visualização dos arames tornou-se prejudicada devido à presença da tela fachadeira, mas podem-se observar arames próximos as aberturas da edificação. Na figura 49, percebem-se dois arames alinhados às laterais das janelas, um arame centralizado à mesma e outro próximo à quina interna da fachada. Quanto à realização das medidas, não há critérios adotados, normalmente faz-se medidas nas quinas e em algumas janelas, a cada um ou dois pavimentos, em média. As medidas são registradas em planilha e repassadas ao engenheiro responsável. Ocorreram falhas na execução da estrutura, ficando a mesma recuada com relação à alvenaria. Como solução optou-se por realizar uma camada adicional de argamassa

nestes pontos com o objetivo de nivelar o pano da fachada. O fato pode ser observado nas figuras 50 e 51.

Figura 49 – Localização dos arames de prumo na fachada – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

Figura 50 – Vista do preenchimento adicional realizado para nivelamento da fachada – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

Figura 51 – Preenchimento adicional realizado sobre a superfície de concreto – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

Após a execução do preenchimento é aguardada a cura do mesmo e então realizada a camada de revestimento, uniformemente, em toda a fachada. Conforme figuras 52 e 53 fica evidente a falta de alinhamento entre a estrutura e a alvenaria.

Quanto à utilização de reforços, para a fachada analisada foi optado por reforçar todas as vigas e pilares com tela eletrossoldada de aço galvanizado, principalmente devido à necessidade do preenchimento adicional citado anteriormente. Segundo informações, em pilares maiores, como demonstra a figura 54, a tela de reforço será fixada verticalmente, da platibanda até o pavimento térreo, de forma centralizada ao pilar. O fato da localização da tela ser centralizada ao pilar faz com que não esteja no encontro entre os dois substratos, o que não caracteriza reforço de revestimento.

Após a execução da camada de revestimento, são realizados frisos horizontais em todos os pavimentos, próximos à fixação superior. E frisos verticais nas laterais das janelas.

Figura 52 – (a) e (b) locais de ocorrência de desaprumo excessivo entre alvenaria e viga em sacadas – empreendimento E

(a)



(fonte: foto da autora)

(b)



(fonte: foto da autora)

Figura 53 – Desaprumo entre estruturas de concreto na fachada – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

Figura 54 – Vista do local de recebimento da tela reforço no pilar, da platibanda ao térreo – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

7.8 EMPREENDIMENTO F

O empreendimento F é composto por um condomínio de edifícios com torres residenciais e comerciais. A torre analisada é de uso residencial, com 19 pavimentos. O revestimento externo é formado por uma camada de preparação de chapisco e massa única de argamassa, sendo o acabamento realizado em pintura com aplicação de textura acrílica. A argamassa empregada para massa única é do tipo industrializada, fornecida por silo localizado no próprio canteiro de obras.

As vigas utilizadas foram pré-moldadas e o restante da estrutura moldado in loco. Para esta última foram utilizadas fôrmas em madeira, sem aplicação de desmoldante. A alvenaria foi totalmente executada em blocos cerâmicos.

A visita ao empreendimento ocorreu no mês de outubro, sendo a mesma guiada pelo técnico responsável pela torre. Na figura 55, observa-se a situação da fachada no momento da visita.

O empreendimento possui projeto específico de revestimento externo, fato único entre as obras analisadas. Neste projeto estão detalhados a execução dos serviços, localização dos reforços e arames de prumo, execução de juntas e especificação de materiais. O

sequenciamento de movimentação do balancim foi definido pela equipe técnica da obra em conjunto com o projetista. Para execução do revestimento foi optado pelo sequenciamento em quatro subidas e quatro descidas. Para o preparo do substrato foram necessárias três subidas e três descidas, sendo o restante destinado a execução da parte elétrica, hidráulica e da camada de revestimento.

Figura 55 – Vista geral da situação da fachada em outubro de 2013 – empreendimento F

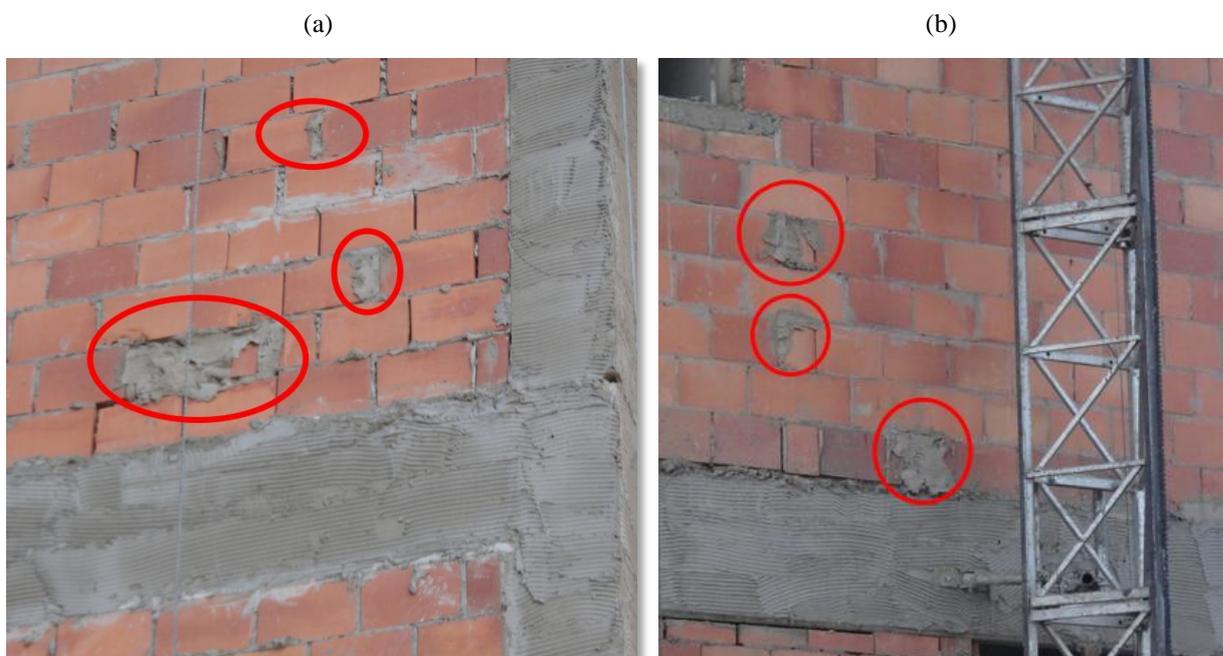


(fonte: foto da autora)

Na primeira subida, é executada a limpeza geral da fachada. São removidos os excessos de argamassa e rebarbas de concretagem, restos de fôrma da estrutura e pregos. É realizada a retirada e corte de pontas de ferros. Após a retirada, caso fique alguma falha na estrutura, é realizado o preenchimento com graute. Na primeira descida do balancim, é efetuada a lavagem do substrato, para tanto é utilizado lava jato de água fria. O sequenciamento de atividades indica a realização de escovação do substrato composto por concreto, porém foi informado pelo pedreiro responsável pela execução do revestimento que foi realizado somente o hidrojateamento.

Na segunda subida do balancim, é realizada a fixação superior da alvenaria, o preenchimento de falhas e aplicação de tinta óxido sobre pontas de ferro cortadas. A figura 56 demonstra alguns pontos em que foi realizado o preenchimento com argamassa corretamente.

Figura 56 – Preenchimento prévio de falhas com argamassa: (a) em regiões sem bloco e juntas verticais; (b) detalhes de regiões preenchidas – empreendimento F



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

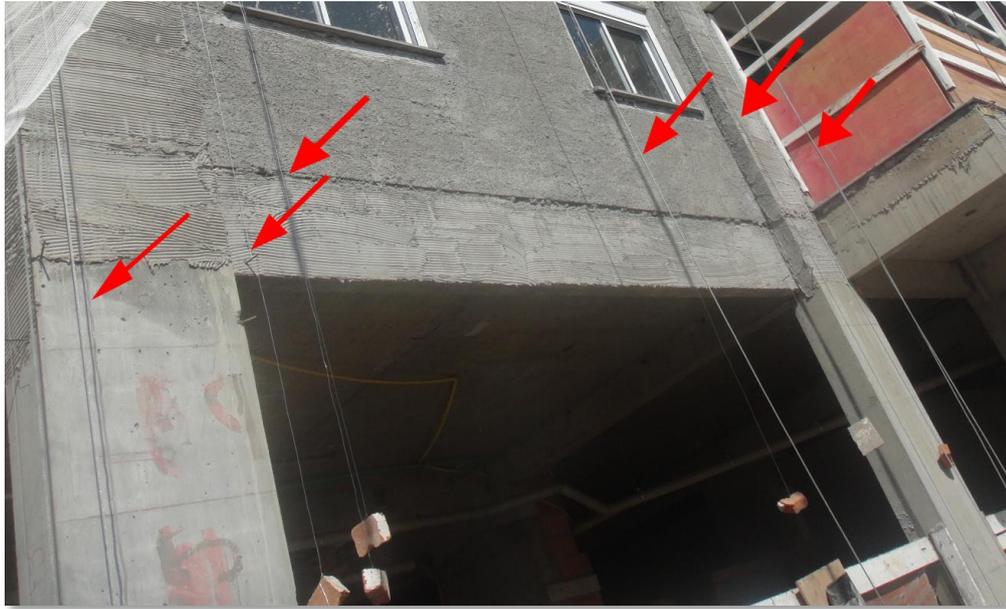
Foram adotados chapiscos distintos para substratos diferentes. Sobre a superfície de concreto foi utilizado o chapisco desempenado aplicado com desempenadeira dentada. Já no substrato composto por blocos de alvenaria foi executado o chapisco convencional aplicado com colher de pedreiro. Na figura 57, é possível observar o aspecto da fachada com a utilização de dois tipos de chapisco. Na segunda descida, é realizado o chapisco da estrutura.

Na terceira subida, é executado o chapisco da alvenaria e a locação dos arames do prumo, conforme projeto. Cada arame é numerado e possui localização específica, conforme modelo disponível no anexo A.

Ainda na figura 57, pode-se observar a localização de alguns dos arames da fachada próximos à quina externa, aberturas e canto interno da fachada. Também pode-se notar um leve desaprumo entre a estrutura e a alvenaria, como é visto na figura 58.

Na terceira descida, são fixadas as telas de reforço. As telas foram locadas verticalmente, nas quinas externas ao longo de toda a torre. E nos dois primeiros e dois últimos pavimentos, no encontro da alvenaria com a estrutura, tanto verticalmente quanto horizontalmente, sempre no encontro do substrato de concreto com a alvenaria. As figuras 59 e 60 ilustram a localização das telas de reforço.

Figura 57 –Localização dos arames de prumo na fachada – empreendimento F



(fonte: foto da autora)

Figura 58 – Desalinhamento entre alvenaria e estrutura– empreendimento F



(fonte: foto da autora)

Figura 59 – Localização da tela de reforço sobre o encontro de dois substratos – empreendimento F.



(fonte: foto da autora)

Figura 60 – Localização da tela de reforço próximo à zona de fixação da alvenaria – empreendimento F



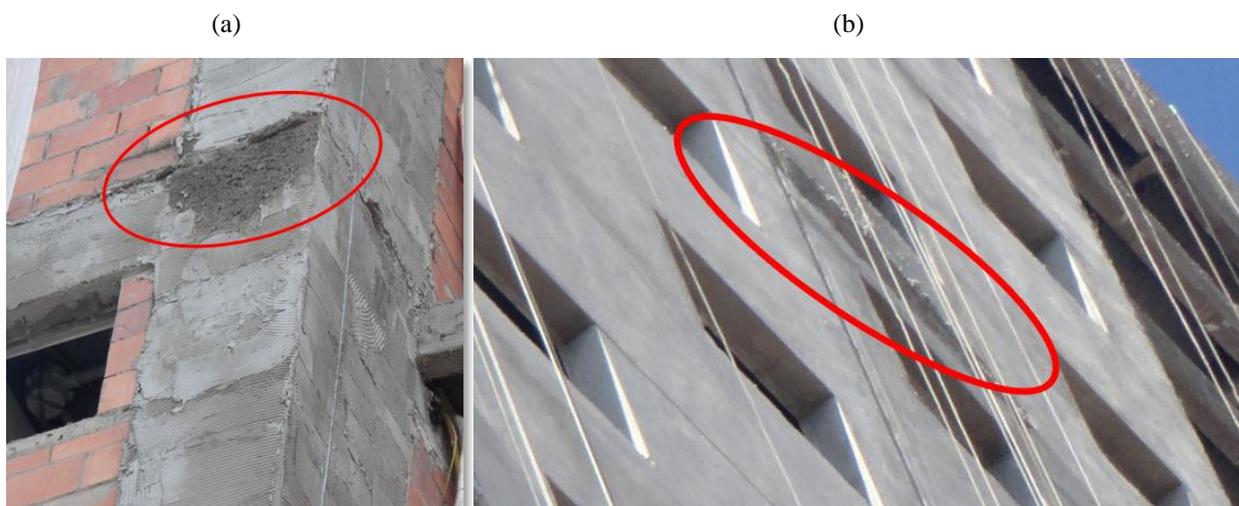
(fonte: foto da autora)

É realizado o mapeamento da fachada, os dados são tabelados, conforme planilha disponível no anexo A. São feitas medições em todos os pavimentos, porém foi informado que as medidas são tomadas somente a partir da janela, pois os funcionários responsáveis não estão habilitados a permanecer nos balancins.

Quanto a ocorrência de espessuras excessivas, a tomada de decisão depende da situação. Em casos pontuais em que a estrutura encontra-se deslocada da alvenaria, realiza-se o corte da estrutura, como apontado na figura 61.

Caso não seja viável realizar o corte, executa-se o revestimento em duas camadas, posicionando-se a tela de reforço entre as mesmas. Conforme informações obtidas pelos pedreiros do empreendimento, costuma-se chapar em uma camada até 5 cm de revestimento, acima disso, executa-se em duas camadas, com reforço. Após a análise do mapeamento, identificação e correção dos pontos críticos de espessura de revestimento, a fachada é liberada para início da camada de argamassa. Entre os oito empreendimentos analisados, este foi o que menos apresentou inconformidades tanto na análise visual da fachada, quanto nos procedimentos de execução adotados. Cabe ressaltar que este foi o único empreendimento analisado que possui projeto específico de revestimento de argamassa.

Figura 61 – Vista da localização dos pontos em que foi realizado o corte da estrutura
(a) no encontro pilar/viga; (b) sobre a viga – empreendimento F



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

8.9 EMPREENDIMENTO G

O empreendimento G é um edifício residencial e possui 18 pavimentos. O revestimento externo executado foi composto por chapisco e camada de massa única de argamassa. O acabamento da fachada será parte em pintura e parte em pastilha. A visita ao canteiro ocorreu no mês de setembro e foi guiada pela engenheira responsável pela obra, sendo a mesma responsável pelas informações fornecidas para a pesquisa. O aspecto da fachada no momento da visita encontra-se na figura 62, pode-se observar que a maioria da fachada ainda estava por revestir.

Para execução da estrutura optou-se por uso de fôrmas em madeira, e dispensou-se a utilização de desmoldante. A alvenaria é composta por blocos cerâmicos. A argamassa empregada na execução da camada de massa única foi argamassa industrializada com fibra.

Este empreendimento não possui projeto de revestimento externo e vale ressaltar que a empresa construtora também não fornece nenhum tipo de documento que descreva os métodos executivos. Não há procedimentos de controle da execução, sendo cada etapa dos serviços liberada somente de forma verbal, e a verificação de conformidade dos mesmos é feita visualmente a partir do andar térreo, ou seja, não são feitas subidas no balancim a fim de

verificar a qualidade dos serviços executados. Após os reparos finalizados na fachada são iniciado os serviços de encunhamento externo da alvenaria.

Figura 62 – Vista geral da situação da fachada em setembro de 2013 – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

Primeiramente é realizada a retirada e corte de pontas de ferros restantes na estrutura, porém não é feita aplicação de tinta antióxido nas pontas cortadas. São preenchidos furos e falhas da alvenaria e removidos os restos de forma que estiverem depositados sobre a estrutura, porém não é aplicado nenhum tratamento diferencial sobre o substrato composto por concreto armado. Não é realizada lavagem do substrato, nem escovação ou lixamento, ou seja, toda a fachada recebe a camada de chapisco no estado em que se encontra desde sua execução, salvo os procedimentos listados acima, que são realizados previamente. Em uma das fachadas, em que não havia aberturas, foi realizada a quebra da alvenaria para a passagem de materiais para o balancim, conforme mostra a figura 63. Esta quebra ocorreu em dois pontos, no oitavo e no décimo quarto pavimento.

Figura 63 – Pontos de quebra da fachada para passagem de material – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

Da análise visual da fachada foram encontrados pontos sobre a alvenaria com necessidade de preenchimento, conforme é observado na figura 64, porém a superfície não recebeu o devido tratamento. Também se observaram pontos em que o preenchimento foi realizado corretamente, como é demonstrado na figura 65.

É importante destacar a existência de uma parede composta somente por concreto, como mostra a figura 66, logo seria importante o substrato de concreto receber algum tipo de tratamento superficial para se garantir a aderência da base com as camadas a receber. O chapisco utilizado no empreendimento em questão foi o convencional aplicado com colher de pedreiro, sendo utilizado o mesmo tipo de chapisco tanto na alvenaria quanto na estrutura.

É realizado o mapeamento da fachada. Os arames de prumos são locados em todos os cantos internos e externos da fachada bem como alinhados às janelas. São feitas medidas a cada pavimento e repassadas à engenheira.

Figura 64 – Falhas na alvenaria: (a) ausência de blocos; (b) bloco quebrado em substrato já preparado com camada de chapisco – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

Figura 65 – Pontos da fachada com preenchimento executado – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

Figura 66 – Parte da fachada com ampla utilização de concreto armado – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

Foi relatado, durante a visita, que ocorreram problemas no lançamento de uma das vigas do pavimento térreo. A viga ficou deslocada para fora com relação a alvenaria e as outras vigas e pilares, forçando-se a executar espessuras maiores em todos os pavimentos acima. Como solução, foi realizado um detalhe arquitetônico na fachada, para que se pudesse realizar o revestimento dos pavimentos superiores em espessuras aceitáveis. O detalhe realizado encontra-se na figura 67 e também foi executado na fachada adjacente, por questões de simetria da edificação. Para execução deste detalhe foi utilizado reforço com tela no encontro da alvenaria com pilares e vigas, apesar de estar revestido pode-se confirmar o uso da tela pela figura 68. Devido à geometria do detalhe, é possível que futuramente ocorram problemas de escoamento na fachada.

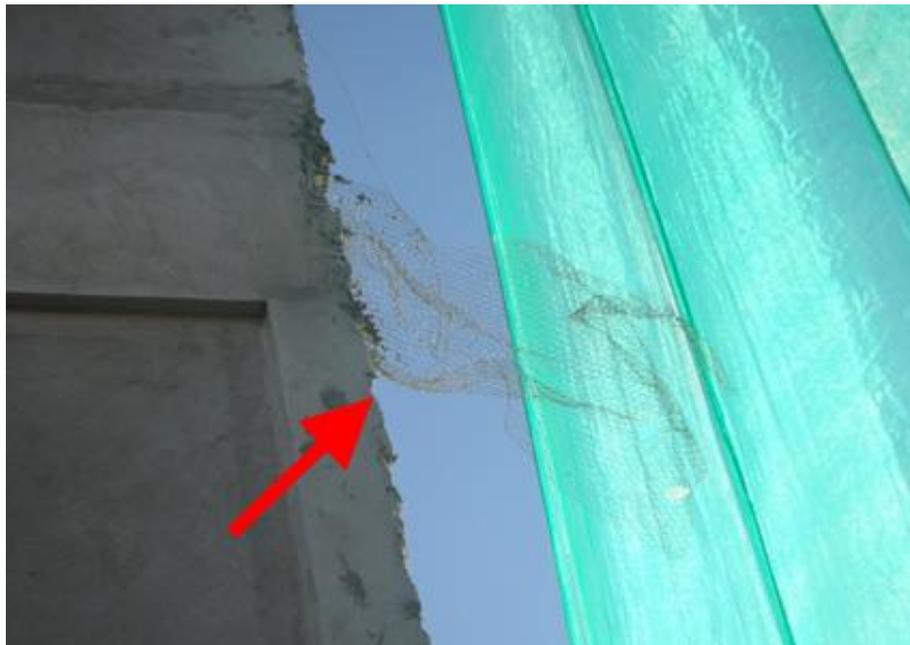
Não há juntas de movimentação no edifício e foram executados frisos verticais no revestimento em pontos específicos. Estes frisos localizam-se na zona de fixação da alvenaria, a cada pavimento, partindo da metade da fachada externa, se estendendo pela fachada interna, até a metade da fachada externa adjacente, conforme ilustrado na figura 69. Não foram previstos frisos verticais.

Figura 67 – Detalhe arquitetônico realizado devido à falha no lançamento da viga – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

Figura 68 – Detalhe da tela utilizada para reforço de detalhe arquitetônico – empreendimento G



(fonte: foto da autora)

Figura 69 – Vista da localização dos frisos horizontais no empreendimento G



(fonte: foto da autora)

8.10 EMPREENDIMENTO H

O empreendimento H é uma edificação de uso residencial e possui 15 pavimentos. A fachada é composta por blocos cerâmicos e para a estrutura foram utilizadas fôrmas de madeira com aplicação de óleo desmoldante. O revestimento externo é composto por camada de preparação de chapisco aplicada sobre massa única de argamassa. Para acabamento, será aplicada pastilha cerâmica na fachada de divisa com a via pública, e no restante o acabamento será em pintura acrílica. A argamassa utilizada para execução da camada de massa única é feita em obra, com adição de aditivo impermeabilizante. A visita realizou-se no mês de outubro e foi acompanhada pelo mestre de obras. A situação da fachada encontra-se na figura 70.

Não há projeto de revestimento, nem procedimentos documentados sobre a execução, ficando a cargo da equipe técnica da obra. Inicialmente é realizada a limpeza da fachada. É feita a retirada de restos de fôrma e corte das pontas de ferro, rentemente à fachada, porém não é aplicada tinta antióxido.

Figura 70 – Vista geral da situação da fachada em outubro de 2013 – empreendimento H



(fonte: foto da autora)

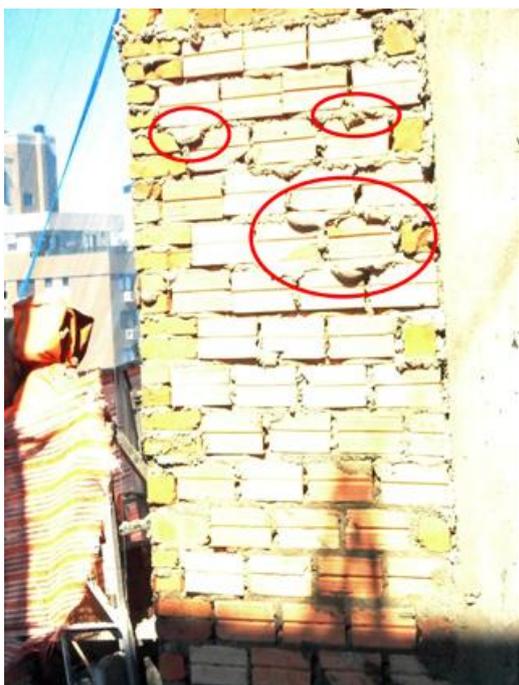
Após, é realizada a fixação superior da alvenaria externa e preenchimento dos furos dos blocos e falhas da alvenaria. A conferência e liberação dos serviços são realizadas pelo próprio mestre de obras e não há nenhum procedimento formal a ser cumprido. A análise da conformidade dos serviços executados pelos pedreiros e serventes é sempre realizada do térreo ou das janelas da edificação, não sendo feita nenhuma verificação por responsável técnico diretamente do balancim.

Após a limpeza inicial é realizada a lavagem do substrato por hidrojateamento de água fria. Vale a pena ressaltar a utilização de óleo desmoldante na superfície do concreto, logo seria adequado utilizar água quente para a lavagem do substrato, visando a remoção total dos resíduos de óleo depositados sobre a superfície.

Posteriormente à lavagem é executado o chapisco. Foram utilizados chapiscos de tipos diferentes sobre a alvenaria e estrutura. Os blocos cerâmicos receberam chapisco convencional aplicado com colher de pedreiro, sem umedecimento prévio da alvenaria. Já sobre as vigas e pilares em concreto armado foi utilizado chapisco desempenado, o que pode contribuir positivamente para a aderência do revestimento à estrutura.

Foram observadas poucas inconformidades sobre a fachada. Como excessos de argamassa nas juntas de assentamento (figura 71) e blocos da alvenaria parcialmente quebrados (figura 72).

Figura 71 – Excesso de argamassa nas juntas de assentamento – empreendimento H



(fonte: foto da autora)

Figura 72 – Blocos da alvenaria quebrados – empreendimento H



(fonte: foto da autora)

Os arames de prumo são locados nas quinas da edificação e nas laterais das janelas. Segundo o mestre, são feitas medições de espessuras em todos os arames, a cada pavimento. Estas medidas não são registradas, caso o funcionário responsável detecte espessura maior que 3 cm, o mestre e o engenheiro são notificados, afim de se tomarem providências. Foi informado que até o momento da visita não ocorreram problemas de prumo, nem espessuras excessivas de revestimento. Caso haja necessidade de se executar espessura superior à citada acima é realizada a análise do caso para então ser definida a técnica a ser adotada. Porém, de forma geral, o substrato recebe duas camadas de argamassa, totalizando a espessura necessária. A primeira camada é aplicada e então se aguarda a cura, cerca de um dia, e se aplica a segunda camada. Ainda segundo informações fornecidas pelo mestre, a não ocorrência de espessuras acima do recomendando pode ser atribuída ao fato da fachada estar iniciando o revestimento externo, pois dificilmente realiza-se totalmente uma fachada com espessuras dentro da faixa dos 3 cm.

Quanto aos reforços executados na fachada, foi utilizada tela de aço galvanizado do tipo eletrossoldada. A tela fica localizada no encontro da estrutura de concreto (lajes, vigas e pilares) com a alvenaria, ao longo de todos os pavimentos. A fixação da tela ao substrato é feita com a própria argamassa, no momento da execução da camada de reboco. Na figura 73, é possível observar os locais em que a tela foi fixada, em meio a camada de argamassa. Já na figura 74, o detalhe chama a atenção para as telas localizadas nas duas laterais do pilar, ficando estas exatamente sobre o encontro dos dois tipos de substrato. Esta é correta localização da tela para que ocorra a absorção adequada das solicitações, evitando assim fissuras no revestimento. Em relação a frisos e juntas, foram previstos frisos horizontais em todos os pavimentos, localizados sobre a zona de fixação superior da alvenaria (figura 75). Não há frisos verticais nem juntas estruturais no empreendimento.

Figura 73 – Localização das telas de reforço – empreendimento H



(fonte: foto da autora)

Figura 74 – Detalhe da localização das telas no encontro entre pilar e alvenaria – empreendimento H



(fonte: foto da autora)

Figura 75 – Vista da localização do friso horizontal – empreendimento H



(fonte: foto da autora)

8.11 ANÁLISE DOS EMPREENDIMENTOS

Diante do frequente surgimento de manifestações patológicas em revestimentos externos, esta análise tem como objetivo a caracterização do cenário encontrado nos empreendimentos analisados, no que tange o preparo do substrato de revestimentos argamassados.

Dos oito empreendimentos analisados apenas um possui projeto específico de revestimento externo. Ficando as especificações a cargo da equipe técnica da obra e muitas vezes somente no conhecimento empírico dos mestres de obra. Algumas empresas fornecem documentos que norteiam a execução do revestimento, porém sobre o preparo do substrato as informações são superficiais e pouco detalhadas.

O resultado obtido vem de encontro à pesquisa realizada por Costa (2005) onde nenhum dos empreendimentos avaliados possuía projeto específico de revestimento. Baía e Sabattini (2008, p. 10) defendem a realização do projeto de revestimento e destacam a ausência do mesmo como um dos principais fatores responsáveis pelo surgimento de manifestações patológicas, desperdício de materiais e custos de produção elevados.

Em todos os empreendimentos a remoção de irregularidades na superfície, bem como o preenchimento de falhas e furos da alvenaria faz parte do procedimento de preparo do substrato. Porém a análise visual demonstrou situações diferentes. Foram encontradas fachadas liberadas para execução, e inclusive com a camada de chapisco em andamento, que ainda possuíam restos de fôrma sobre a estrutura. Em praticamente todos os empreendimentos foram observados excessos de argamassa nas juntas de assentamento e rebarbas de concretagem. Porém as situações mais preocupantes são quanto ao preenchimento de falhas da alvenaria (figura 76), visto que em muitos dos empreendimentos foi informado que não é prática comum o encasquilhamento de falhas profundas. A NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 5) recomenda que todas as falhas com mais de 50 mm de profundidade sejam encasquilhadas e preenchidas ou que o preenchimento ocorra em duas demãos, no mínimo. Os furos dos blocos na alvenaria sem preenchimento também se tornam um ponto fraco da fachada (figura 77).

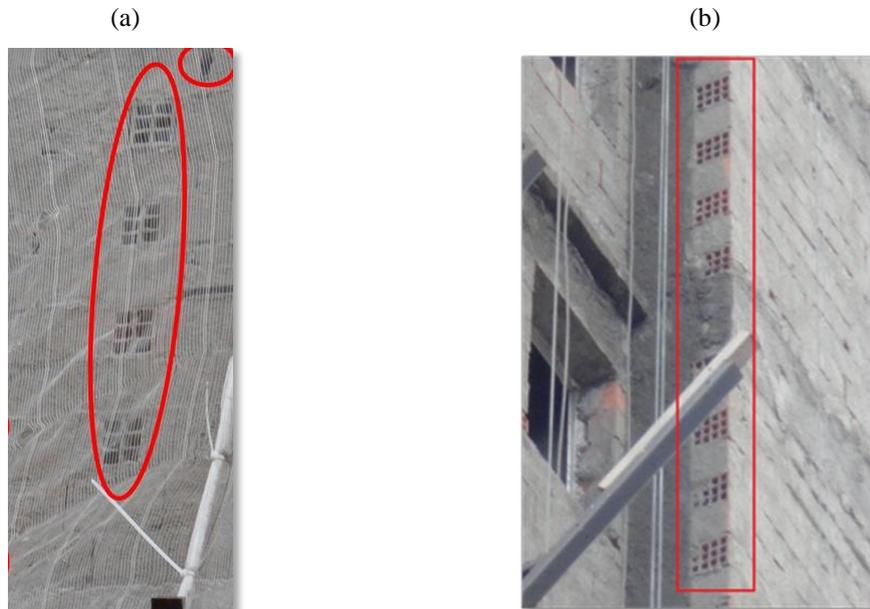
Figura 76 – Falhas críticas na alvenaria com necessidade de encasquilhamento: (a) empreendimento D; (b) empreendimento G



fonte: foto da autora

fonte: foto da autora

Figura 77 – Furos dos blocos da alvenaria sem preenchimento: (a) empreendimento A; (b) empreendimento D



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

Quanto à limpeza da fachada, a NBR 7200 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995, p. 5) salienta que a superfície a ser revestida deve estar livre de pó, fuligem e óleos desmoldantes, caso contrário a aderência do revestimento à base pode ser prejudicada. O empreendimento G optou por não utilizar nenhum tipo de limpeza ou preparo

superficial sobre a fachada. Sabendo que o empreendimento localiza-se em via de intenso tráfego de ônibus e carros, e que há um certo tempo de carência entre a execução da alvenaria e o início do revestimento pode-se concluir que ao receber a camada de chapisco, o substrato deva estar impregnado com alta quantidade de partículas de pó e fuligem, o que, como citado anteriormente, dificulta a aderência e aumenta o risco de ocorrência de descolamento da camada de revestimento.

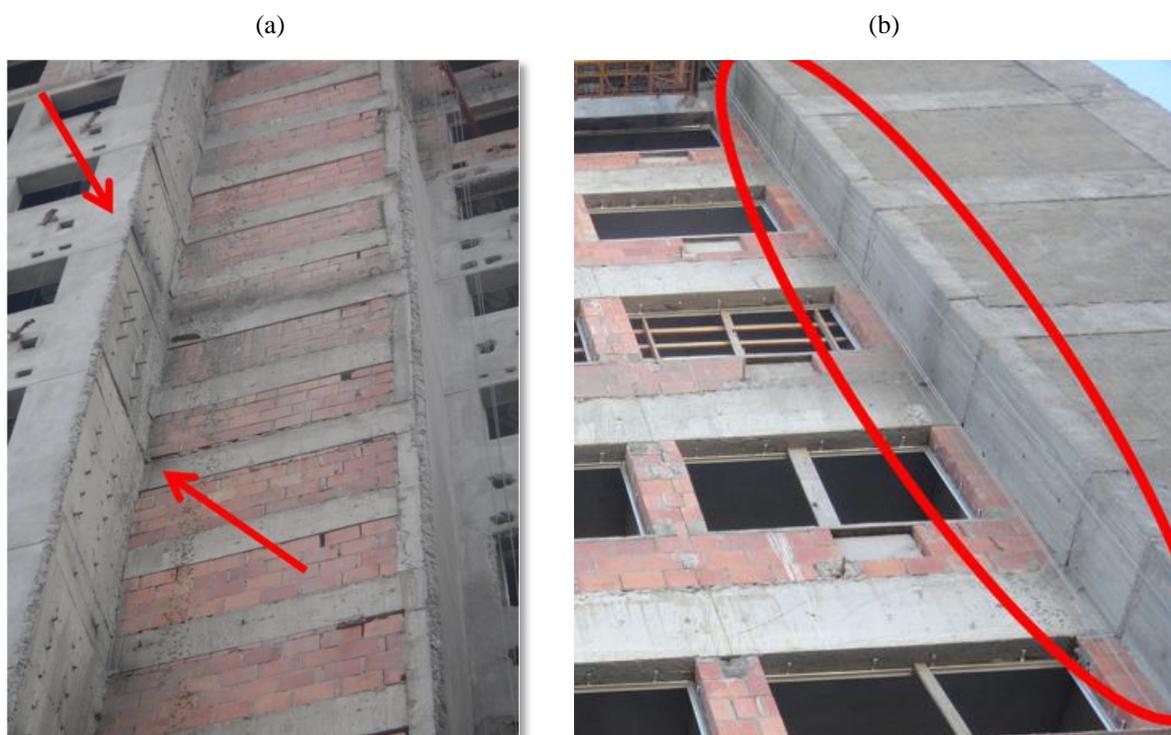
O empreendimento H fez uso de óleo desmoldante para desfôrma da estrutura. Para limpeza do substrato foi utilizado somente hidrojateamento de água fria, técnica que não garante a remoção total do óleo desmoldante. Com base nos resultados de sua pesquisa, Pretto (2007, p. 150) afirma que “simplesmente lavar a frio não remove o desmoldante...”. A mesma autora ainda com base em seus resultados ressalta que o uso de desmoldantes em estruturas não porosas com valores baixos de resistência, como 25 e 35 MPa, pode prejudicar a sucção de água e conseqüentemente a aderência. Para descartar-se a necessidade do uso do desmoldante pode-se optar por fôrmas metálicas ou de compensado plastificado, dando-se o devido tratamento para obtenção da rugosidade adequada do substrato. Este fato passou despercebido no momento da elaboração do *checklist*. Portanto recomenda-se que se tenham informações sobre qual tipo de fôrma de madeira fez-se uso, seja ela madeira resinada ou madeira plastificada.

Nenhum empreendimento utilizou alguma técnica de preparo visando aumentar a rugosidade da superfície de concreto, como escovamento, lixamento ou apicoamento. Pretto (2007, p. 166) é incisiva quando trata sobre a lavagem do substrato como técnica de preparo: “... esta deve ser executada como meio de remoção da poeira da superfície, mas não como tratamento superficial de forma a proporcionar rugosidade – pelo menos não com os equipamentos hidrojato existentes no mercado.”.

Apenas dois empreendimentos fizeram uso de raspagem com espátula sobre a superfície de concreto. Porém não há estudos que garantam que a técnica proporcione um aumento na rugosidade, ao invés de somente ter função de remover incrustações. Vale ressaltar que em dois empreendimentos observaram-se grandes extensões de área de utilização de concreto armado (figura 78). Nestas situações, torna-se ainda mais importante a adoção de técnicas que propiciem rugosidade e que removam a camada mais superficial do concreto, a chamada nata, deixando os poros da superfície abertos e melhorando a aderência. Pretto (2007, p. 165) indica

escovação, lixamento e apicoamento como técnicas que realmente proporcionam rugosidade adequada. É importante destacar também que em um dos empreendimentos que possuem documentos que descrevem os procedimentos de execução (e que foi permitido o acesso), constava a adoção de técnicas como escovação sobre a superfície de concreto. Porém a prática não foi utilizada em canteiro.

Figura 78 – Grande extensão de área com utilização de concreto armado: (a) empreendimento B; (b) empreendimento G

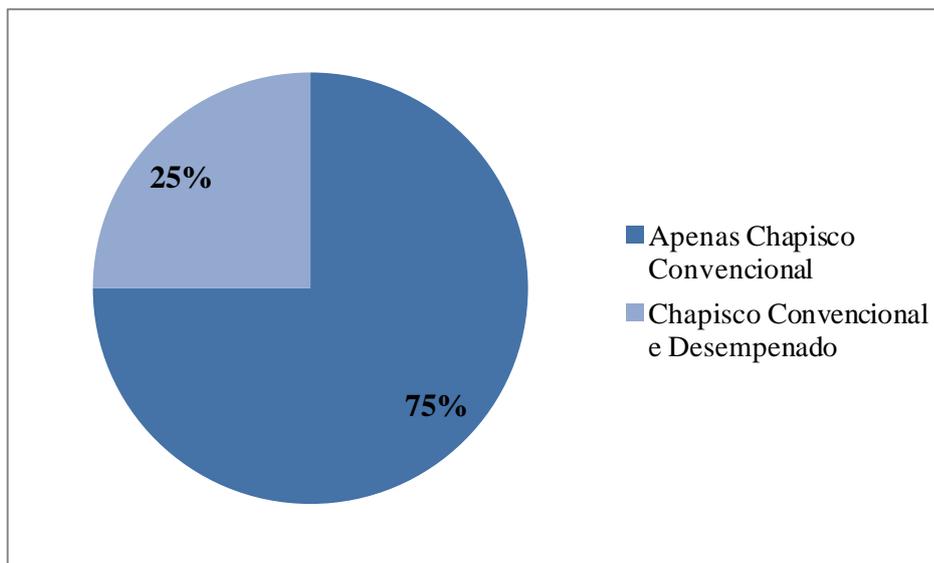


(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

Ceotto et al. (2005, p. 70) classifica como comum a utilização de chapiscos diferentes sobre substratos diferentes, fato que não se confirmou nos empreendimentos analisados nesta pesquisa. Na figura 79 é apresentado um gráfico sobre a utilização do chapisco. Apenas 25% dos empreendimentos fizeram uso de chapisco convencional sobre a alvenaria e chapisco desempenado sobre o substrato de concreto, o restante optou por utilizar somente chapisco convencional em toda a fachada. Pretto (2007, p. 163) enfatiza que o chapisco do tipo desempenado atribui resistências de aderência maiores do que o chapisco convencional, sendo que o desempenado dispensa a necessidade de tratamentos superficiais no substrato.

Figura 79 – Percentagem de utilização dos tipos de chapiscos observados nos empreendimentos analisados



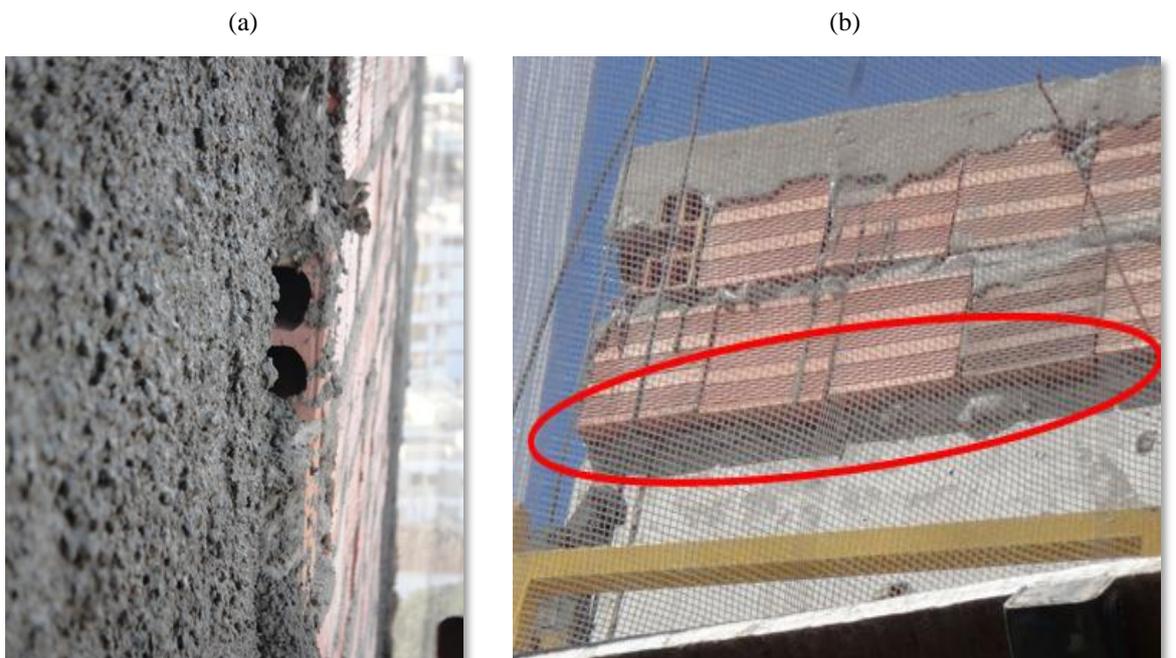
(fonte: elaborado pela autora)

O objetivo do mapeamento da fachada é obter-se as distâncias entre o arame de prumo e a fachada, ou seja, mede a real espessura com que o revestimento será executado para ter-se conhecimento de zonas com espessuras acima ou abaixo do indicado pela norma. A maioria dos empreendimentos realiza o mapeamento da fachada, locando os arames de prumo de forma correta, porém observou-se a falta de padronização nos locais de medição. Na maior parte dos empreendimentos as medidas são tomadas somente a partir das janelas, enquanto a bibliografia indica medições nas vigas, alvenaria e pilares, sendo os dois últimos na meia distância do pé direito (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, [2002], p. 9 EXE RF). Também observou-se ser comum não se realizar o registro, em planilhas, das medidas obtidas no mapeamento. Perdendo assim a função de mapeamento da fachada, e passando a ter função somente de guiar a execução das taliscas. A boa prática em mapeamento foi observada no empreendimento F, onde é fornecido pela empresa um croqui de cada fachada, com a numeração e localização dos arames de prumo juntamente com uma planilha para registro das medidas obtidas. O modelo utilizado encontra-se disponível no anexo A.

Em praticamente todos os empreendimentos foram observados problemas no prumo (figuras 80 e 81), levando à adoção de técnicas de correção. Os procedimentos adotados nos empreendimentos analisados foram:

- a) apicoamento de vigas (empreendimentos A e F);
- b) execução de detalhes arquitetônicos (empreendimento G);
- c) aplicação de duas camadas com e sem reforço (empreendimentos B e C);
- d) aplicação de camada de enchimento (empreendimento E).

Figura 80 – Ocorrências de desalinhamento entre estrutura e alvenaria: (a) empreendimento C; (b) empreendimento E



(fonte: foto da autora)

(fonte: foto da autora)

Figura 81 – Ocorrência de desalinhamento entre pilar e viga – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

Os empreendimentos que optaram por aplicar duas camadas de revestimento para espessuras excessivas informaram que as medidas obtidas no mapeamento giravam em torno de 6 a 10 cm. Porém Baía e Sabbatini (2008, p. 44) recomendam três demãos para executar-se revestimentos com espessuras entre 5 e 8 cm, sendo as duas primeiras encasquilhadas, ou com uso de tela metálica. Já revestimentos com espessuras entre 3 e 5 cm podem ser aplicadas duas demãos.

Ainda sobre execução de espessuras excessivas em consequência de falhas no prumo, a situação encontrada no empreendimento B é a mais preocupante. A execução dos pilares desalinhados uns dos outros forçou, conforme informações obtidas pelo responsável da obra, a execução de espessuras de até 15 cm de revestimento (figura 82). Nestes pontos o revestimento foi executado somente em DUAS camadas com utilização de reforço em tela.

Figura 82 – Desalinhamento entre pilares dos últimos pavimentos com espessuras de 15 cm de revestimento – empreendimento E



(fonte: foto da autora)

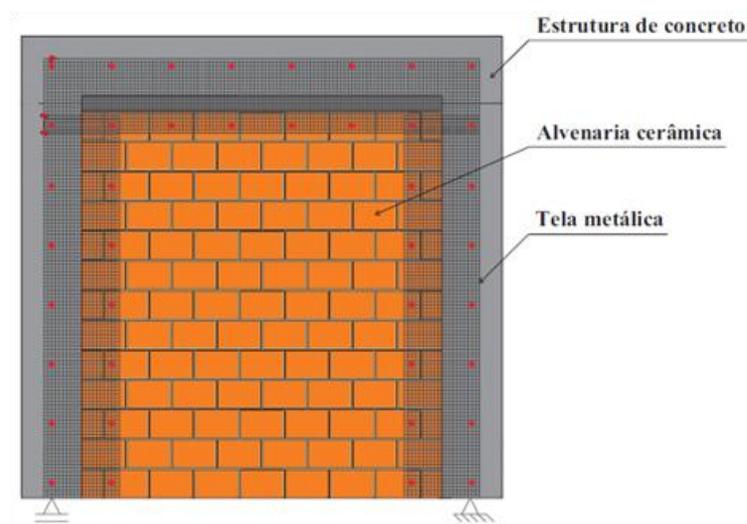
Quanto ao reforço em revestimentos argamassados, dois empreendimentos optaram pela utilização de reforço somente para ocorrência de espessuras excessivas. Baía e Sabbatini (2008, p. 54) recomendam o uso de tela para minimização do surgimento de fissuras. Os mesmos citam que as telas devem ser fixadas sobre a camada de chapisco, nos primeiros e últimos pavimentos (zonas de elevadas tensões), no encontro entre substratos, com o intuito de absorver as tensões e deformações ocorridas nas estruturas. Logo, o revestimento destes empreendimentos está sujeito ao surgimento de fissuras na interface alvenaria-concreto.

O reforço com tela pode ser feito de duas maneiras: como ponte de transmissão, onde a tela é fixada sobre a camada de chapisco, ou por argamassa armada, quando a tela fica imersa em duas camadas de revestimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, p. 13EXE RF). Porém em alguns dos empreendimentos analisados as técnicas adotadas diferem do recomendado pela bibliografia disponível atualmente. Em duas das obras analisadas, (empreendimentos B e C) o que se observou foi a mistura das duas técnicas sem a mínima garantia de que realmente funcione com reforço.

Nos empreendimentos citados a tela era fixada pelas bordas inferiores ou pelo seu centro, sendo as abas livres puxadas, de modo a ficarem livre e imersas no meio da camada de revestimento. Destaca-se que esta técnica foi adotada no empreendimento B como solução para execução de revestimentos com 15 cm espessura, como citado anteriormente. A figura 83 ilustra a maneira correta de fixação e localização das telas de reforço, enquanto a figura 84 ilustra a situação encontrada em obra.

Comparando-se as figuras 83 e 84 pode-se concluir que as telas devem ser fixadas inteiramente e não por trechos ou cortadas, como ocorrido. Logo, as zonas em que as telas são intercaladas ficam sujeitas às tensões geradas tanto pelas movimentações diferenciais dos substratos, como por cisalhamento, ficando propensas ao surgimento de fissuras e descolamentos.

Figura 83 – Localização adequada das telas de reforço na interface alvenaria-estrutura



(fonte: adaptado de trabalho não publicado)

Figura 84 – Uso inadequado das telas de reforço (a) localização das telas; (b) detalhe

(a)



(fonte: foto da autora)

(b)



(fonte: foto da autora)

Durante as visitas realizadas nos empreendimentos que adotaram esta técnica, foi obtido informações sobre o tipo de tela utilizado. Em uma rápida pesquisa ao catálogo do fabricante identificou-se que a tela empregada nos dois empreendimentos é indicada para amarração de alvenarias e ligação da estrutura com a alvenaria, e não para reforço do revestimento. A tela utilizada é fornecida nas medidas de 12 x 50 cm (para utilização nas obras foram cortadas na

metade da espessura maior), enquanto as telas indicadas para reforço de revestimentos são fornecidas em rolos de 25 x 0,5 m.

Pode-se notar ainda na figura 83 que as telas foram fixadas antes de receber a camada de preparo, o chapisco, prática que não é recomendada, como citado anteriormente. Esta ocorrência também foi observada em outros empreendimentos.

Dos oito empreendimentos analisados apenas um informou que realiza as inspeções da fachada a partir do balancim. Nos outros sete empreendimentos as verificações da conformidade dos serviços são realizada a partir do térreo ou das janelas existentes. A justificativa foi devido à entrada em vigor da nova NR 35 (ocorrida em abril de 2013), sendo assim não era possível que funcionários sem o curso apropriado realizem inspeções em altura. O fato pode prejudicar a execução dos revestimentos externos, pois as inconformidades dos serviços realizados muitas vezes ficam impossíveis de serem observadas sem que se esteja muito próximo da fachada.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente às observações feitas em campo conclui-se que a execução do preparo do substrato ainda não é tida como procedimento de fundamental importância no desempenho final do revestimento. Somente um entre os oito empreendimentos analisados apresentou projeto de revestimento. Isto demonstra que ainda não há a conscientização da necessidade da concepção do projeto de revestimento, nem mesmo sobre a racionalização e padronização que o mesmo pode agregar à obra. Diminuindo além de custos e prazos, o risco de surgimento de manifestações patológicas.

Os serviços realizados, muitas vezes, não são fiscalizados. Apenas em um dos empreendimentos o funcionário responsável sobe no balancim e confere a adequação dos serviços executados. Ainda em alguns dos empreendimentos analisados, os responsáveis afirmavam serem muito mais rigorosas as verificações de qualidade nos revestimentos internos do que nos externos. Prática preocupante, visto que as consequências da má execução do revestimento externo podem acarretar danos e consequências iguais ou muito maiores do que no revestimento interno. Podendo causar, inclusive, risco à vida humana em caso de deslocamento.

A limpeza do substrato, no geral, se mostrou eficiente. Apenas em dois empreendimentos verificou-se a existência de restos de fôrma sobre o substrato. O que pode prejudicar potencialmente a aderência sobre as superfícies de concreto.

Quanto às técnicas utilizadas para preparo do substrato, predominantemente utiliza-se somente a lavagem, que tem função somente de limpeza. Não há preocupação notável em dar-se rugosidade adequada ao substrato de concreto, como por exemplo, utilizando-se a escovação ou lixamento da superfície.

Quanto ao prumo, em muitos dos empreendimentos foram constatados problemas. O caso mais relevante foi observado no empreendimento B, visto que o desalinhamento entre os pilares foi de grande expressão, impondo a execução do revestimento com cerca de 15 cm de espessura, próximo aos últimos pavimentos. Em quase todas as obras visitadas foram observados desaprumos entre a estrutura e a alvenaria, ficando claras as falhas executivas.

Frente a esta situação é importante que as empresas invistam em fiscalização dos serviços e treinamento da mão de obra.

Apenas 4 empresas executam o mapeamento da fachada de forma adequada, registrando as medidas realizadas e repassando-as ao responsável. Devido à esta baixa incidência, a localização de espessuras excessivas pode tornar-se dificultada. Ficando a cargo do próprio aplicador da argamassa a identificação de pontos críticos de espessura. Pode-se dizer que em muitos empreendimentos os arames de prumo têm função somente de guiar a execução das taliscas.

Uma prática interessante, mas que não foi observada em nenhum dos canteiros de obras visitados é o rastreamento da aplicação do revestimento. Esta prática é importante para detectar as causas do surgimento de manifestações patológicas, e também auxilia no gerenciamento da produtividade dos envolvidos na execução e na racionalização do uso de materiais.

Apenas um empreendimento não utilizou nenhum tipo reforço. Nos empreendimentos que utilizaram reforços no revestimento, predomina o uso de tela eletrossoldada galvanizada. Porém foram observadas técnicas de execução de reforço que não são encontradas na bibliografia atual. Também foi verificada a utilização de telas somente sobre um tipo de substrato, não sendo garantida a funcionalidade das mesmas como reforço. Frente a estes casos observados, é importante que sejam difundidas as técnicas corretas de execução de reforços com tela.

No quadro 4 são apresentadas as principais falhas observadas em canteiro bem como a percentagem de ocorrência, levando em conta os 8 empreendimentos analisados. Os valores mais expressivos são quanto à ausência de técnicas de preparo sobre as superfícies de concreto, inexistente em todos os empreendimentos analisados. Já 87,5% dos empreendimentos não possuem projeto específico de revestimento externo, o mesmo número apresentou falhas no preenchimento de falhas e furos na alvenaria. Por fim, 62,5% dos empreendimentos apresentaram falhas no prumo, número expressivo frente ao risco de deslocamento causado pela execução de espessuras excessivas de revestimento, devido ao desaprumo.

Quadro 4 – Tipos de falhas observadas e percentagem de ocorrência das mesmas

Tipos de falhas observadas	% de ocorrência
Ausência de projeto específico de revestimento externo	87,5
Limpeza inadequada ou ausência da mesma	62,5
Falhas e furos da alvenaria não preenchidos ou não encasquilhados	87,5
Ausência de técnicas de preparo sobre substrato de concreto	100
Mapeamento da fachada inadequado	50
Falhas no prumo	62,5
Não utilização de reforços no revestimento ou uso inadequado do mesmo	62,5

(fonte: elaborado pela autora)

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de revestimentos de argamassa**. [S. l.], [2002]. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>>.

Acesso em: 20 maio 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13749**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – especificação. Rio de Janeiro, 1996.

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

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

BAUER, E. Sistemas de revestimento de argamassa: generalidades. In: _____ (Coord.). **Revestimentos de argamassa**: características e peculiaridades. [Brasília: s. n, 2005]. p. 7-14. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/123/anexo/revesar.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2013.

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

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de argamassas**: boas práticas em projeto, execução e avaliação. Porto Alegre: ANTAC, 2005. *Recomendações Técnicas Habitaré*, v. 1.

CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimentos**: análise e recomendações. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

COSTA, F. N. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa**: problemas e oportunidades de melhorias. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 1994.

GASPERIN, J. **Aderência de revestimentos em substrato de concreto**: influência da forma de aplicação e composição do chapisco. 2011. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MASCOLO, R. **Concreto usinado**: análise da variabilidade da resistência à compressão e de propriedades físicas ao longo do caminhão betoneira. 2012. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2012.

MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto**: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco. 2007. 232 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PAES, I. N. L.; GONÇALVES, S. R. de C. Dos momentos iniciais pós-aplicação ao desenvolvimento da aderência. In: BAUER, E. (Coord.). **Revestimentos de argamassa**: características e peculiaridades. [Brasília: s. n, 2005]. p. 42-50. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/123/anexo/revesar.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2013.

PRETTO, M. E. J. **Influência da rugosidade gerada pelo tratamento superficial do substrato de concreto na aderência do revestimento de argamassa**. 2007. 261 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo a Argamassa**. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011.

RESENDE, M. M.; MEDEIROS, J. S. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios**: limpeza de revestimentos cerâmicos. São Paulo: EPUSP, 2004. Boletim Técnico BT/PCC/384.

ANEXO A – Planilha de mapeamento da fachada

		FRR 15.11 - MAPEAMENTO DE FACHADA											V01
PLATAFORMA CREMALHEIRA FACHADA OESTE													
PAVIMENTOS ?	NUMERAÇÃO DOS ARAMES												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19º	estrutura												
	alvenaria												
18º	estrutura												
	alvenaria												
17º	estrutura												
	alvenaria												
16º	estrutura												
	alvenaria												
15º	estrutura												
	alvenaria												
14º	estrutura												
	alvenaria												
13º	estrutura												
	alvenaria												
12º	estrutura												
	alvenaria												
11º	estrutura												
	alvenaria												
10º	estrutura												
	alvenaria												
9º	estrutura												
	alvenaria												
8º	estrutura												
	alvenaria												
7º	estrutura												
	alvenaria												
6º	estrutura												
	alvenaria												
5º	estrutura												
	alvenaria												

