GABRIELA MELLO QUINA DIOGO

ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia

São Paulo
2007

GABRIELA MELLO QUINA DIOGO

ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia.

Área de concentração:
Engenharia de Construção Civil e Urbana

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Sérgio Franco

São Paulo
2007

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única da autora e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 10 de setembro de 2007.

Assinatura da autora _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Diogo, Gabriela Mello Quina
Análise e proposta de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios / G.M. Q. Diogo. -- ed. rev. -- São Paulo, 2007.
178 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Argamassa (Revestimentos) 2.Revestimento de fachadas 3.Edifícios 4.Qualidade do processo I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

Aos meus pais,
por seu amor incondicional,
pela sua batalha e apoio,
pela criação e formação de pessoas melhores.

Aos meus irmãos e ao meu marido,
pelo amor e compreensão
que foram fundamentais para
vencer esse desafio
em minha vida.

AGRADECIMENTOS

À admirável professora doutora ***Mércia Maria Semensato Bottura de Barros,*** pela brilhante orientação fundamental à realização desta dissertação, pela oportunidade e confiança depositada em mim, e acima de tudo, por sua amizade. E principalmente, pela sua compreensão diante das dificuldades no decorrer do trabalho.

Ao professor doutor ***Luiz Sérgio Franco*** não só pelas contribuições dadas na qualificação, como também por ter me adotado como "orientanda".

À professora doutora **Ângela Borges Masuero** pelas valiosas contribuições dadas na minha defesa, que certamente vieram a enriquecer muito o conteúdo desta dissertação.

Ao professor doutor ***Ubiraci Espinelli Lemes de Souza*** pela grande contribuição dada à esse trabalho, no que diz respeito à visão crítica e a análise dos dados.

Ao professor doutor ***Jonas Silvestre Medeiros,*** pelas contribuições dadas na minha banca de qualificação.

Além disso, quero agradecer o apoio e incentivo dos ***professores*** e ***alunos da pós-graduação do Departamento de Engenharia de Construção Civil***, que me possibilitaram um grande aprendizado através de troca de experiências e discussões, e na indicação de referências bibliográficas. E também aos ***funcionários*** deste Departamento, pela dedicação e eficiência no apoio das atividades desenvolvidas.

Aos amigos e colegas da Poli: ***Patricia Vanessa, Flavio Maranhão***, ***Renata Monte, Yolle, Juan, Fabiana Ribeiro, Auriciane e Rosiany***, pela amizade de todos e por todos momentos de alegria e descontração.

À ***Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP***, especialmente aos colegas e amigos que me

incentivaram a iniciar e dar continuidade no mestrado, muito obrigada: ***Ivani*** (minha sempre amiga e bibliotecária), ***Alexandre*** e ***Uirá*** (grandes amigos em que pude contar em todos os momentos), ***Hugo***, ***Cláudio*** e ***Rubens***.

Contudo, não posso deixar de mencionar nominalmente aqueles, cuja contribuição foi inestimável e decisiva para a realização dessa dissertação, e para qual vai meu agradecimento especial.

Quero agradecer com muito amor, aos meus ***pais: Nereu e Rita,*** e ***irmãos: Camila e André***, que sempre estiveram ao meu lado, dando apoio irrestrito, com muito carinho, paciência, dedicação e compreensão.

Quero agradecer de modo especial, meu grande amor e marido ***Guilherme*** por ter compreendido a importância que o mestrado representa para mim como pessoa e profissional, cedendo-me com compreensão grande parte de nosso tempo de convivência para a sua realização.

À amiga ***Fabiana da Rocha Cleto***, engenheira, mestre, e logo doutora, que com quem tive grande prazer de conviver e aprender nos trabalhos das aulas das disciplinas da pós-graduação, não só por tudo que me ensinou, mas principalmente, e por sua amizade que permanecerá pelo resto de nossas vidas.

À ***Deus*** por me iluminar em todos os momentos de minha vida, e me indicar os melhores caminhos da felicidade.

Por fim, não poderia deixar de citar as empresas construtoras que se prontificaram a participar da pesquisa realizada especificamente para o desenvolvimento desta dissertação: Eleva Construções e Incorporação LTDA; Enzafer Empreendimentos Imobiliários LTDA; Estrutura Construtora e Incorporadora LTDA; e, Macuco Incorporadora e Construtora LTDA.

À todos, meu sincero **MUITO OBRIGADO**.

RESUMO

O revestimento de argamassa de fachada é utilizado em praticamente todos os edifícios residenciais; assim, sua importância é caracterizada tanto pelo uso intenso, quanto por desempenhar importantes funções estéticas e de proteção do edifício, além de representar importante parcela do custo direto de construção e de manutenção das fachadas. O presente trabalho busca caracterizar, analisar e propor melhorias ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios, particularmente quanto às etapas de projeto, execução e controle, através de levantamentos realizados em quatro obras de importantes empresas de construção na cidade de Santos. A metodologia utilizada consistiu em revisão bibliográfica, e posterior aplicação dos conceitos levantados nos estudos de caso. Com base neste estudo, foi possível identificar as condições locais de produção e os principais problemas enfrentados ao longo do processo, tendo sido possível à elaboração de sugestões de melhoria ao processo analisado. Além disso, espera-se que se possa contribuir também para a disseminação de ações de racionalização do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios; e, por conseqüência, contribuir para diminuir os problemas patológicos e os custos de produção das empresas construtoras.

Palavras-chave: revestimento de argamassa de fachada, análise de processos, processo de produção, proposta de melhorias, fachada de edifícios.

ABSTRACT

The façade mortar covering is used in practically all residential buildings; thus, its importance is characterized by its intense use and also for playing important esthetic functions in building protection. Besides the fact, that it represents an important parcel of the direct cost of construction and façade's maintenance. The present work searches to characterize, analyze and consider improvements in the process of production of mortar covering, particularly related to each stage of the project, execution and control by surveys carried through four construction sites of important construction companies in the city of Santos. The methodology used consisted of bibliographical revision, and posterior application of the concepts researched in the case studies. Based on this study, it was possible to identify local conditions of production and the main problems faced throughout the process, having been possible to elaborate suggestions of improvement to the analyzed process. Moreover, it is expected that it can also contribute to the dissemination of façade's production management. Consequently, contributing to diminish the pathological problems and lowering the cost of production for contractors.

Keywords: mortar covering of façade, analysis of processes, production process, proposal of improvements, buildings façade.

Sumário

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS..... i

LISTA DE QUADROS..... v

LISTA DE TABELAS..... v

LISTA DE GRÁFICOS.....vii

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... viii

1. INTRODUÇÃO..... 1

1.1. Justificativa para o desenvolvimento do tema..... 1

1.2. Objetivos.....5

1.3. Metodologia.....5

1.4. Estrutura do trabalho. 6

2. PRODUÇÃO RACIONALIZADA DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA..... 7

2.1. Projeto de revestimento..... 7

2.1.1. Projeto executivo..... 14

2.1.1.1. Número e espessuras das camadas..... 14

2.1.1.2. Tipo de acabamento.....15

2.1.1.3. Detalhes arquitetônicos e construtivos da fachada..... 16

2.1.1.4. Desempenho do revestimento.....21

2.1.2. Projeto para produção.....23

2.1.2.1. Tipo de argamassa..... 23

2.1.2.2. Composição e dosagem da argamassa.....24

2.1.2.3. Produção da argamassa.....28

2.1.2.4. Organização do canteiro de obras.....29

2.1.2.5. Atividades de produção da argamassa.....30

2.2. Execução do revestimento..... 31

2.2.1. Seqüência das atividades..... 32

2.2.1.1. Preparo da base.....33
2.2.1.2. Definição de referências do plano do revestimento..... 37
2.2.1.3. Aplicação da argamassa..... 40
2.2.2. Equipamentos e ferramentas empregados..... 41
2.2.3. Equipe de execução..... 42
2.3. Controle da produção do revestimento..... 44
2.3.1. Controle de materiais na obra.....49
2.3.2. Produtividade da mão-de-obra de execução..... 51
3. METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA DE CAMPO..... 56
3.1. Justificativa da pesquisa de campo.....56
3.2. Etapas da pesquisa de campo..... 58
3.2.1. Etapa de preparação..... 59
3.2.2. Coleta de dados..... 60
3.2.2.1. Lista de verificação de boas práticas..... 61
3.2.2.2. Mapeamento do processo de produção.....63
3.2.2.3. Cartão de produção.....65
3.2.3. Apresentação de dados..... 66
3.2.4. Análise de dados.....66
3.2.5. Resultados.....67
4. ESTUDOS DE CASO.....68
4.1. Caracterização do local de atuação das empresas..... 68
4.2. Empresa A..... 70
4.2.1. Caracterização da empresa A..... 70
4.2.2. Caracterização da obra da empresa A..... 70
4.2.3. Considerações sobre o estudo na empresa A.....72
4.2.4. Projeto de revestimento..... 72
4.2.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa..... 74
4.2.4.2. Organização do canteiro de obras.....75
4.2.5. Execução do revestimento.....76
4.2.5.1. Seqüência das atividades..... 76

4.2.5.2. Definição de referências do plano do revestimento..... 76
4.2.5.3. Preparo da base..... 77
4.2.5.4. Produção da argamassa..... 78
4.2.5.5. Equipe de execução..... 80
4.2.6. Controle da produção do revestimento..... 81
4.2.6.1. Controle de materiais na obra..... 82
4.2.6.2. Perdas e manifestações patológicas..... 82
4.2.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução..... 82
4.2.7. Segurança na obra..... 83
4.3. Empresa B..... 83
4.3.1. Caracterização da empresa B..... 83
4.3.2. Caracterização da obra da empresa B..... 84
4.3.3. Considerações sobre o estudo na empresa B..... 85
4.3.4. Projeto de revestimento..... 85
4.3.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa..... 86
4.3.4.2. Organização do canteiro de obras..... 87
4.3.5. Execução do revestimento..... 88
4.3.5.1. Seqüência das atividades..... 88
4.3.5.2. Definição de referências do plano do revestimento..... 89
4.3.5.3. Preparo da base..... 89
4.3.5.4. Produção da argamassa..... 90
4.3.5.5. Equipe de execução..... 93
4.3.6. Controle da produção do revestimento..... 93
4.3.6.1. Controle de materiais na obra..... 93
4.3.6.2. Perdas e manifestações patológicas..... 93
4.3.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução..... 94
4.3.7. Segurança na obra..... 94
4.4. Empresa C..... 95
4.4.1. Caracterização da empresa C..... 95
4.4.2. Caracterização da obra da empresa C..... 95

4.4.3. Considerações sobre o estudo na empresa C..... 96
4.4.4. Projeto de revestimento 97
4.4.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa..... 98
4.4.4.2. Organização do canteiro de obras..... 99
4.4.5. Execução do revestimento..... 100
4.4.5.1. Seqüência das atividades..... 100
4.4.5.2. Definição de referências do plano do revestimento..... 100
4.4.5.3. Preparo da base..... 101
4.4.5.4. Produção da argamassa..... 102
4.4.5.5. Equipe de execução..... 104
4.4.6. Controle da produção do revestimento..... 105
4.4.6.1. Controle de materiais na obra..... 105
4.4.6.2. Perdas e manifestações patológicas..... 105
4.4.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução..... 105
4.4.7. Segurança na obra..... 106
4.5. Empresa D..... 106
4.5.1. Caracterização da empresa D..... 106
4.5.2. Caracterização da obra da empresa D..... 107
4.5.3. Considerações sobre o estudo na empresa D..... 108
4.5.4. Projeto de revestimento..... 108
4.5.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa..... 109
4.5.4.2. Organização do canteiro de obras..... 109
4.5.5. Execução do revestimento..... 110
4.5.5.1. Seqüência das atividades..... 110
4.5.5.2. Definição de referências do plano do revestimento..... 111
4.5.5.3. Preparo da base..... 112
4.5.5.4. Produção da argamassa..... 112
4.5.5.5. Equipe de execução..... 116
4.5.6. Controle da produção do revestimento..... 116
4.5.6.1. Controle de materiais na obra..... 117

4.5.6.2. Perdas e manifestações patológicas..... 117

4.5.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução..... 117

4.5.7. Segurança na obra..... 117

5. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NOS ESTUDOS DE CASO..... 120

5.1. Análise cruzada dos estudos de caso..... 120

5.2. Diagrama de fluxo de processo para a argamassa..... 128

5.3. Avaliação de produtividade..... 129

5.4. Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada..... 132

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 142

6.1. Considerações quanto aos objetivos propostos no trabalho..... 142

6.2. Sugestões para trabalhos futuros..... 144

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 146

APÊNDICES..... 155

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fluxo de projeto de revestimento. (Fonte: Adaptado de Maciel; Melhado, 1999a).....12

Figura 2.2 - Fluxograma geral das principais etapas de projeto de revestimento de fachada. (Fonte: Adaptado de Medeiros, 1999b) 12

Figura 2.3 - Opções de camadas de revestimento de argamassa de fachada..... 15

Figura 2.4 - Detalhe construtivo. a) peitoril b) pingadeira (Fonte: BAÍA; SABBATINI, 2000)....19

Figura 2.5 - Tela utilizada no encontro alvenaria de platibanda com estrutura - seção transversal. (Fonte: Carvalho Júnior, 2005)..... 21

Figura 2.6 - Utilização de tela de poliéster. a) tratamento de quinas de janela (Fonte: Carvalho Júnior, 2005) b) tratamento da interface estrutura-vedação (Fonte: Crescencio, 2003)..... 22

Figura 2.7 - O conceito de desempenho. (Fonte: Souza, 1983)..... 23

Figura 2.8 - Requisitos de desempenho e propriedades do revestimento de argamassa. (Fonte: Adaptado de Cincotto et al. 1995).....24

Figura 2.9 - Pontos de leitura para o mapeamento da fachada. (Fonte: Souza et al., 1996)..... 39

Figura 2.10 - Locação de arames de fachada. (Fonte: Souza et al., 1996).....40

Figura 2.11 - Ciclo de melhoria contínua da gestão dos suprimentos. (Fonte: Reis; Melhado, 1999).....51

Figura 2.12 - Modelo de entradas e saídas para a execução dos revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Silva, 2002).....52

Figura 2.13 - Categorização dos operários envolvidos na execução do revestimento de argamassa de fachada. (Fonte: Silva, 2002)..... 54

Figura 3.1 - Método estudo de caso. (Fonte: Cosmos Corporation apud Yin, 2001).....59

Figura 3.2 - Proposta das etapas da pesquisa..... 60

Figura 3.3 - Convergência de várias fontes de evidências. (Fonte: Adaptado de Cosmos Corporation apud Yin, 2001).....62

Figura 3.4 - Apêndice C: Lista de verificação de boas práticas no processo de produção de revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005).....64

Figura 4.1 - Localização das obras estudadas (A, B, C e D) no mapa da cidade de Santos. (Fonte: Adaptado da INVESTSANTOS, 2006)..... 70

Figura 4.2 - Fachada do edifício da empresa A durante o estudo de caso. a) frente b) lateral..... 72

Figura 4.3 - Fachada do edifício da empresa A após a finalização do revestimento..... 72

Figura 4.4 - Impermeabilização com manta na moldura. a) detalhe da impermeabilização b) detalhe da moldura.....74

Figura 4.5 - Frisos na fachada do edifício..... 75

Figura 4.6 - Estoque de argamassa industrializada no térreo..... 76

Figura 4.7 - Localização de balancins, argamassadeiras e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa A..... 77

Figura 4.8 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa A.....77

Figura 4.9 - Os dois tipos de chapisco empregados na obra. a) tradicional 1:3 b) Xapiscofix desempenado..... 78

Figura 4.10 - Mistura da argamassa industrializada. a) mistura no pavimento, com estoque ao seu lado b) detalhe da argamassadeira utilizada.....79

Figura 4.11 - Aplicação da argamassa. a) aplicação feita pelo pedreiro b) desempenadeira de madeira, régua de alumínio, brocha e espuma utilizados na aplicação.....80

Figura 4.12 - Diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa A..... 80

Figura 4.13 - Mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa A..... 81

Figura 4.14 - Recebimento de material na obra – ausência do uso de EPIs.....84

Figura 4.15 - Fachada da obra da empresa B durante o estudo de caso. a) frente b) lateral..... 85

Figura 4.16 - Fachada do edifício da empresa B após a finalização do revestimento.....85

Figura 4.17 - Estoque de argamassa industrializada no térreo em região próxima ao elevador de cargas..... 88

Figura 4.18 - Localização de balancins, equipamentos de mistura e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa B..... 89

Figura 4.19 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa B..... 89

Figura 4.20 - Balancim utilizado na obra da empresa B..... 90

Figura 4.21 - Arame de prumo na fachada na obra da empresa B..... 90

Figura 4.22 - Os dois tipos de chapiscos industrializados empregados na obra. (a) Ibo xapiscofix rolado aplicado sobre a alvenaria (b) Xapiscofix desempenado aplicado sobre a estrutura..... 91

Figura 4.23 - Mistura manual da argamassa industrializada. a) sacos posicionados para início da mistura b) mistura na caixa de massa..... 92

Figura 4.24 - Diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa B..... 93

Figura 4.25 - Mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa B..... 93

Figura 4.26 - Ausência de EPIs no recebimento de material na obra B..... 95

Figura 4.27 - Fachada da obra da empresa C durante o estudo de caso. a) frente b) lateral..... 96

Figura 4.28 - Fachada do edifício da empresa C após a finalização do revestimento..... 97

Figura 4.29 - Detalhe da execução da junta de trabalho..... 99

Figura 4.30 - Estoque de materiais. a) cimento e cal b) areia não peneirada..... 100

Figura 4.31 - Transporte da argamassa em carrinho-de-mão no andar de aplicação..... 100

Figura 4.32 - Localização de balancins e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa C..... 101

Figura 4.33 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa C..... 101

Figura 4.34 - Arames de prumo na fachada..... 102

Figura 4.35 - Os dois tipos de chapisco empregados na obra: tradicional 1:3 e Xapiscofix desempenado..... 102

Figura 4.36 - Central de argamassa. a) rampa de acesso à betoneira b) betoneira..... 103

Figura 4.37 - Execução das mestras na fachada. a) execução das mestras b) aplicação da argamassa..... 103

Figura 4.38 - Diagrama de fluxo do processo de produção do emboço de argamassa de fachada na obra da empresa C..... 104

Figura 4.39 - Mapofluxograma do processo de produção do emboço de argamassa de fachada na obra da empresa C..... 105

Figura 4.40 - Utilização de capacete e cinto de segurança. a) pedreiro trabalhando na fachada lateral b) pedreiro trabalhando na sacada frontal..... 107

Figura 4.41 - Fachada da obra da empresa D durante o estudo de caso. a) frente b) lateral..... 108

Figura 4.42 - Fachada do edifício da empresa D após a finalização do revestimento.....108

Figura 4.43 - Estoque de materiais. a) cimento b) areia não peneirada..... 110

Figura 4.44 - Localização de balancins e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa D..... 111

Figura 4.45 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa D.....111

Figura 4.46 - Seqüência de execução do revestimento de argamassa. (a) frente em execução: fachada frontal e da metade para frente do edifício (b) fundos: ainda não iniciada a execução..... 112

Figura 4.47 - Arame de prumo na fachada..... 112

Figura 4.48 - Os dois tipos de chapisco empregados na obra. (a) tradicional 1:2 e Votomassa desempenado (b) chapiscos aplicados na fachada..... 113

Figura 4.49 - Taliscas fixadas na fachada..... 114

Figura 4.50 - Misturador de entulho utilizado na mistura dos materiais da argamassa na central...114

Figura 4.51 - Aplicação de argamassa na fachada..... 115

Figura 4.52 - Diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa D..... 116

Figura 4.53 - Mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa D..... 117

Figura 4.54 - Utilização de EPIs pelos operários. (a) pedreiro de capacete e com cinto trabalhando na fachada (b) pedreiro trabalhando na fachada sem capacete..... 119

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005).....164

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Etapas e atividades das fases de projeto de revestimento de fachada. (Fonte: Adaptado de Medeiros, 1999b).....13

Tabela 2.2 - Tipos de acabamento da superfície do revestimento de argamassa. (Fonte: NBR 7200, ABNT, 1998). 17

Tabela 2.3 - Recomendações normativas para posicionamento de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas. (Fonte: Ribeiro, 2006).....20

Tabela 2.4 - Fatores que condicionam o desempenho do revestimento de fachada. (Fonte: Selmo, 1989).....23

Tabela 2.5 - Tipos de argamassa segundo as formas de fornecimento ou preparo. (Fonte: NBR 13530, ABNT, 1995).....25

Tabela 2.6 - Aspectos a serem considerados para a definição da composição da argamassa de revestimento. (Fonte: Maciel, 1997) 26

Tabela 2.7 - Traços recomendados para argamassas de revestimento. (Fonte: DTU 26.1, CSTB, 1993)... 28

Tabela 2.8 - Aspectos relativos à produção da argamassa e à organização do canteiro. (Fonte: Adaptado de NBR 7200, ABNT, 1998; Maciel et al., 1999b)..... 31

Tabela 2.9 - Recomendações de intervalos mínimos entre os serviços de revestimento. (Fonte: NBR 7200, ABNT, 1998)..... 33

Tabela 2.10 - Espessuras mínimas do revestimento nos pontos críticos. (Fonte: Maciel, 1997)..... 38

Tabela 2.11 - Etapas do controle da produção dos revestimentos. (Fonte: Sabbatini, 1990)..... 46

Tabela 2.12 - Verificações do controle de qualidade antes da execução dos revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996)..... 47

Tabela 2.13 - Verificações do controle de qualidade de execução dos revestimentos de argamassa. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996; MACIEL, 1997)..... 47

Tabela 2.14 - Verificações do controle de qualidade após a conclusão dos revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996)..... 50

Tabela 2.15 - Controle no recebimento de materiais constituintes da argamassa. (Fonte: Silva, 2002)..... 52

Tabela 3.1 - Diferentes características entre pesquisas quantitativas e qualitativas. (Fonte: INSTITUTO DE PESQUISA APLICADA – ETHOS, 2006)..... 58

Tabela 3.2 - Diferentes estratégias de pesquisa. (Fonte: Cosmos Corporation apud Yin, 2001)..... 58

Tabela 3.3 - Descrição das atividades do diagrama de fluxo de processo. (Fonte: Barros Neto et al., 2004) 65

Tabela 4.1 - Evolução quantitativa das obras licenciadas na cidade de Santos – por m² de construção. (Fonte: PMS, 2006) 71

Tabela 4.2 - Métodos construtivos - obra da empresa A..... 73

Tabela 4.3 - Métodos construtivos - obra da empresa B..... 86

Tabela 4.4 - Métodos construtivos - obra da empresa C..... 97

Tabela 4.5 - Métodos construtivos - obra da empresa D..... 109

Tabela 5.1 - Principais características do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas obras das empresas A, B, C e D..... 122

Tabela 5.2 - Total de operações do diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada..... 129

Tabela 5.3 - Principais características relativas à produtividade da mão-de-obra de execução dos revestimentos de argamassa de fachada..... 130

Tabela 5.4 - Principais boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada.....140

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 - Incidência de anormalidades na execução dos revestimentos de argamassa de fachada..... 132

Gráfico 5.2 - Total de anormalidades na execução dos revestimentos de argamassa de fachada na obra D..... 132

Gráfico 5.3 - Boas práticas no projeto de revestimento, planejamento e organização e procedimentos..... 133

Gráfico 5.4 - Boas práticas na execução do revestimento..... 134

Gráfico 5.5 - Boas práticas no controle da produção do revestimento.....136

Gráfico 5.6 - Boas práticas na segurança na produção do revestimento.....137

Gráfico 5.7 - Boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada – Médias das etapas.....138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CREA-SP	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Batimet
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
DTU	Document Téchinique Unifée
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPCs	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Ethos	Instituto de Pesquisa Aplicada
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	International Standardization Organization
ISO 9001	Sistema de Gestão da Qualidade
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora do governo brasileiro
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PEPS	Primeiro a Entrar é o Primeiro a Sair
PMS	Prefeitura Municipal de Santos
RUP	Razão Unitária de Produção
SBTA	Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
SBTAs	Simpósios Brasileiros de Tecnologia das Argamassas
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
USP	Universidade de São Paulo

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados a justificativa para o desenvolvimento do tema, a formulação dos objetivos da dissertação, a metodologia de pesquisa utilizada, juntamente com a estrutura utilizada no seu desenvolvimento.

1.1. Justificativa para o desenvolvimento do tema

Pode-se dizer que o processo construtivo empregado para a produção da maioria dos edifícios de múltiplos pavimentos, no Brasil, é caracterizado pela produção de estrutura reticulada de concreto armado e de vedações verticais, usualmente constituídas por alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto e, posteriormente, revestidas. No caso específico das fachadas, este revestimento é usualmente constituído por argamassas inorgânicas de base cimentícia, recebendo, ainda, algum outro revestimento decorativo ou mesmo um sistema de pintura.

Pelo uso deste processo construtivo, pode-se afirmar que, no Brasil, o revestimento de argamassa é utilizado desde o início da colonização do país, quase que na totalidade dos edifícios, sejam residenciais, comerciais e industriais, tanto em áreas internas como também nas fachadas, sobretudo em edifícios de múltiplos pavimentos.

Para Medeiros (1999a), o emprego de revestimentos de argamassa em fachada deve considerar uma série de condições que precisam ser atendidas para favorecer a qualidade e a produtividade da execução em obra. As condições de produção dos revestimentos nas fachadas são mais críticas que quando produzidos em áreas internas, principalmente porque os serviços são desenvolvidos quase sempre a céu aberto; portanto, sujeitos às condições climáticas e em condições de segurança desfavoráveis para o manuseio dos materiais. Estes serviços são comumente realizados em plataformas de trabalho, montadas provisoriamente na região da fachada do edifício.

Além disso, existe ainda a necessidade de integração do revestimento de fachada com os diversos subsistemas do edifício, pois quando a sua utilização é dissociada de uma produção racionalizada, acaba por gerar índices elevados de desperdícios e manifestações patológicas que resultam em perda de desempenho, gerando custos excessivos de manutenção. E, além disso, como bem destaca Crescencio (2003), pode também comprometer a imagem da empresa, já que o revestimento, por ser a parte mais externa do edifício, é também uma das suas partes mais visíveis.

Os revestimentos de argamassa, apesar de serem utilizados há muito tempo no Brasil, não possuem

uma tecnologia de produção muito bem definida que privilegie seu desempenho ao longo do tempo e, possivelmente por isto, em qualquer parte do Brasil podem ser encontrados revestimentos com fissuras, destacamentos e problemas de umidade, o que compromete seriamente o desempenho das vedações (MEDEIROS; SABBATINI, 1994) e muitas vezes do próprio edifício, sobretudo em relação à segurança de seus usuários. Conforme os autores anteriormente citados, a origem destes problemas pode estar relacionada com a ausência de projetos, falta de racionalização na produção, deficiência na utilização ou mesmo ausência de manutenção preventiva do revestimento.

No que se refere a esses problemas, Bauer (1997) cita que freqüentemente várias causas contribuem para a sua existência; embora, uma delas, em um determinado momento, mesmo sendo de pequena importância isoladamente, torna-se preponderante.

Apesar do tempo decorrido desta afirmativa, e de existir atualmente a busca de melhorias pelas empresas de construção de edifícios, percebe-se que, na contramão, vêm sendo observados ainda muitos problemas nos revestimentos de argamassa de fachadas, conforme relatado no VI SBTA pelos autores Carasek et al. (2005); Sousa (2005); Costa e Silva, Franco (2005).

Para diminuir a incidência destes problemas, o processo de produção dos revestimentos de argamassa, como qualquer outro na construção civil, para Sabbatini; Franco (1988) e Reis; Melhado (1999), necessita de procedimentos padronizados e que obedeçam às normas técnicas vigentes no país.

Entretanto, não é suficiente apenas existir procedimentos que obedeçam às normas técnicas, primeiro porque as normas técnicas relativas ao tema são escassas; depois porque a simples existência de um adequado procedimento não leva a produção de um adequado revestimento, pois existe uma série de outras atividades que interferem no seu desempenho.

O processo de produção dos revestimentos de argamassa é influenciado por ações que, na maioria das vezes, não recebem os cuidados essenciais para que este apresente o desempenho esperado. Estas ações compreendem desde atividades, como projeto; planejamento; orçamento; solicitação, aquisição, recebimento e armazenamento dos materiais; e se estendem à produção da argamassa propriamente dita, além das etapas de execução do revestimento e de seu controle.

Portanto, para que se tenha a adequada produção dos revestimentos, faz-se necessário, fundamentalmente, aplicar conceitos de racionalização[1] ao seu processo de produção.

---

[1] Sabbatini (1989) define racionalização construtiva como sendo: *"um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso dos recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção em todas as suas fases*".

Barros (1996) defende a racionalização da produção como uma forma de motivação para manter ativo o processo de busca da melhoria contínua dentro da empresa construtora e sendo, ainda um elemento fundamental para que o setor da construção evolua, tornando-se mais competitivo.

O conceito de racionalização construtiva só pode ser plenamente empregado quando as ações são planejadas desde o momento da concepção do empreendimento. A autora propõe um modelo para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas em cinco diretrizes:

- desenvolvimento da atividade de projeto;
- desenvolvimento da documentação;
- desenvolvimento dos recursos humanos;
- desenvolvimento do setor de suprimentos voltado à produção;
- desenvolvimento do controle do processo de produção.

Este contexto abrangente justifica-se, pois deficiências em atividades em qualquer uma destas áreas podem inviabilizar completamente o esforço de implantação efetiva da racionalização de um processo de uma empresa, não os consolidando como atitude permanente e restringindo os seus resultados positivos a apenas algumas etapas específicas.

A problemática a ser abordada neste trabalho é o revestimento de argamassa de fachada, que tem grande importância não só pelo seu amplo uso, já que é empregado por todas as empresas que produzem edifícios de múltiplos pavimentos, desempenhando importantes funções de proteção do edifício, auxiliando as vedações no cumprimento de suas funções, e desempenhando função estética, como também porque envolve uma grande quantidade de materiais consumidos (SOUZA et al., 2003) e de mão-de-obra na sua produção.

Além disso, é importante ainda pela sua parcela de custo no contexto da produção do edifício, sendo que Ragazzi (2001) cita que o revestimento de argamassa de fachada representa aproximadamente 2,5% do valor de uma obra, valor semelhante ao indicado por Mascaró (1985).

Outro aspecto relevante é o custo de manutenção das fachadas, ao longo da vida útil do edifício, seja a manutenção preventiva e mais ainda quando se tem de corrigir problemas de desempenho.

Tendo em vista todo este contexto, o revestimento de argamassa de fachada deveria ser adequadamente produzido e bem cuidado ao longo de seu uso, sendo que uma das formas de se conseguir este feito é por meio da elaboração do projeto do revestimento, que segundo Baía; Sabbatini (2000) é fundamental para a obtenção de um resultado melhor na produção do revestimento e no seu desempenho, por meio do aumento da qualidade e produtividade e da redução das falhas, desperdícios

e custos.

E, sabe-se ainda que, as diversidades de produção do revestimento de argamassa no Brasil de uma região para outra são muitas, podendo ser citados as diferenças entre: materiais constituintes da argamassa, dosagem da argamassa, condições de produção, técnicas de manutenção, recuperação e restauro das fachadas, entre outros.

No que diz respeito ao Estado de São Paulo, existem também diversidades entre a capital, interior e litoral. Por esse motivo, a pesquisa de campo foi realizada nas construtoras de Santos, de forma a caracterizar e analisar as particularidades da produção dos revestimentos de argamassas de fachada de edifícios na cidade.

A pesquisa de campo foi desenvolvida com o apoio da comunidade técnica local, sobretudo pela importância da cidade na economia paulista, por ser um centro de formação de técnicos voltados à construção, com a presença de duas Universidades de Engenharia e de Arquitetura e uma Escola Técnica de Edificações. E, principalmente, por não se ter notícias de estudos realizados anteriormente com esse objetivo na região; somam-se a esses aspectos, o fato da autora ter conhecimento do mercado e residir na cidade, tendo livre acesso às suas principais construtoras.

Para melhor entendimento dessa problemática, no âmbito do presente trabalho, foram levantadas algumas questões:

- As empresas construtoras de Santos utilizam projeto de revestimento?
- Como se dá o processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios nestas empresas? Existem boas práticas sendo utilizadas?
- Existe algum controle efetivo do processo de produção analisado nestas empresas?

No entanto, em entrevista realizada pela autora no CREA- SP/Seccional de Santos em 14 de junho de 2006, o diretor – Engenheiro Antonio Menescal comentou: *"não se têm notícias de que existem muitos projetos específicos sendo realizados no mercado de Santos, e não existem projetistas de revestimentos capacitados atuando na região. E, somando-se a isso, as empresas construtoras não têm interesse em investir em projetos de fachada, sendo poucas as que participam de programas de gestão da qualidade. E somente devido à participação nestes programas, algumas dispõem de procedimentos de execução, no entanto nem sempre estes são adequados, e por muitas vezes, eles existem somente para cumprir uma exigência do programa e não para aperfeiçoar a produção do revestimento na obra"*.

Diante deste cenário, foi delineado este trabalho, cujos objetivos são apresentados na seqüência.

1.2. Objetivos

Nesse trabalho os objetivos foram: caracterizar, analisar e propor melhorias ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios, particularmente quanto às etapas de projeto, execução e controle, em empresas de construção na cidade de Santos.

E ainda, propor um método de avaliação deste processo, que se utiliza de um conjunto de ferramentas de descrição e análise para fornecer subsídios para melhorias.

O enfoque da caracterização e análise é para aos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios, especialmente às camadas de **preparo da base** e de **emboço** ou **massa única**. Apesar de terem sido tratados alguns aspectos referentes à camada de acabamento da fachada (particularmente a pintura e o revestimento cerâmico), não foi objetivo deste trabalho avaliar sua produção.

1.3. Metodologia

Para se cumprir o objetivo proposto, o trabalho foi desenvolvido por meio de uma metodologia composta por duas etapas: uma de revisão bibliográfica e outra de pesquisa de campo.

A primeira - de **revisão bibliográfica -** consistiu de um levantamento e estudo da bibliografia disponível sobre o tema, abrangendo pesquisas em livros, periódicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, artigos técnicos, publicações em revistas e jornais, encontrados na Internet e no acervo técnico de bibliotecas, principalmente nas da Escola Politécnica – EPUSP, na biblioteca da Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP, na biblioteca do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, e também nas bibliotecas de institutos de pesquisa e órgãos normalizadores e das demais universidades do país. E ainda, foram utilizadas fontes por meio de bases de dados como DEDALUS, ISI WEB OF KNOWLEDGE e SCIENCE DIRECT.

A revisão bibliográfica foi realizada ao longo de todo o desenvolvimento do trabalho, buscando-se conhecimentos e informações complementares junto à literatura, de forma a auxiliar no entendimento e interpretação dos resultados obtidos.

Os principais assuntos desenvolvidos nessa primeira etapa estão apresentados no segundo capítulo dessa dissertação. Ressalta-se que esse capítulo serviu de embasamento teórico para que a autora desenvolvesse a etapa seguinte relacionada com a pesquisa de campo. Além de ter tido como finalidade, o conhecimento de ferramentas de análise aplicadas em estudos anteriores que pudessem ser aplicadas neste trabalho.

A segunda etapa, **pesquisa de campo** consistiu no levantamento de dados de quatro empresas construtoras de Santos que estavam na fase de execução de revestimentos de argamassa de fachada na época da fase de coleta de dados deste estudo.

A etapa de pesquisa de campo permitiu identificar: as formas de produção local; o que as empresas conhecem de tecnologia; a utilização das boas práticas; quais as dificuldades que os gestores têm de utilizá-las; em quem está o domínio do processo de produção; e outros questionamentos levantados durante o desenvolvimento deste estudo.

A pesquisa de campo foi realizada na cidade de Santos por meio da aplicação de questionários e entrevistas com gerentes de obra, engenheiros e, em alguns casos, mestres-de-obras, encarregados e operários das empresas objeto do estudo, sempre em visitas aos canteiros de obras.

Em linhas gerais, a pesquisa de campo é fundamental nesta dissertação, já que seu intuito foi caracterizar e analisar o processo de produção dos revestimentos em empresas construtoras de edifícios de representatividade no mercado de Santos. E ainda, verificar como estas empresas utilizam-se dos conceitos levantados durante a revisão bibliográfica.

1.4. Estrutura do trabalho

O trabalho de dissertação foi desenvolvido ao longo de sete capítulos, sendo este o **primeiro capítulo**, apresentado a título de introdução, em que se busca justificar o desenvolvimento do tema e contextualizar o estudo, além de deixar claros os objetivos e demonstrar brevemente a metodologia utilizada no trabalho.

No **segundo capítulo** é apresentada a revisão bibliográfica em que se aborda a produção racionalizada do revestimento de argamassa de fachada, e discutem-se temas relacionados às etapas do processo de produção: projeto, execução e controle.

No **terceiro capítulo** é apresentada a metodologia utilizada no trabalho, sua justificativa, além das etapas da pesquisa de campo.

No **quarto capítulo** é realizada a caracterização do local de atuação das empresas, e a descrição dos quatro estudos de caso realizados em empresas construtoras situadas na cidade de Santos.

No **quinto capítulo,** é feita a análise cruzada dos estudos de caso, apresenta-se ainda, a análise dos diagramas de fluxo do processo para a argamassa de fachada, a avaliação da produtividade levantada em cada obra e os resultados da aplicação da lista de verificação de boas práticas na produção dos revestimentos de argamassa de fachada.

Por fim, o **sexto capítulo**, onde se apresentam as considerações finais que consistem numa análise quanto ao cumprimento dos objetivos propostos e no fornecimento de algumas sugestões para trabalhos futuros. Logo após esse capítulo final, encontram-se as referências bibliográficas utilizadas e, por último, estão os apêndices do trabalho.

Capítulo 2

2. PRODUÇÃO RACIONALIZADA DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA

A análise do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios e as propostas para sua melhoria devem estar fundamentadas em um referencial conceitual consolidado. Por isto, neste capítulo, apresenta-se a revisão bibliográfica realizada sobre os conceitos importantes que serão utilizados no trabalho, os quais, vale salientar, têm sido amplamente explorados em diversos trabalhos, especialmente os do Grupo de Ensino e Pesquisa em Tecnologia e Gestão de Produção na Construção Civil, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, do qual a autora participa. Portanto, não se pretende ser exaustiva nas discussões, mas apenas relacionar os conceitos importantes para o desenvolvimento desta dissertação e caso haja interesse de se aprofundar nos assuntos tratados podem ser consultadas as referências bibliográficas.

Nesta dissertação, o enfoque é dado aos revestimentos de argamassa de fachada, especialmente às camadas de **preparo da base** e de **emboço** ou **massa única**, as quais foram caracterizadas e analisadas nos estudos de caso, embora tenham sido tratados alguns aspectos referentes à camada de acabamento da fachada (pintura e revestimento cerâmico), não foi objetivo avaliar sua produção. Os conceitos apresentados foram agrupados em três itens: projeto de revestimento, execução do revestimento, controle da produção do revestimento.

2.1. Projeto de revestimento

O projeto do revestimento é abordado nessa dissertação por ser entendido como fundamental à sua elaboração. De forma que, juntamente e coordenadamente com os projetos dos demais subsistemas, significa tomar todas as decisões essenciais relativas ao revestimento, antes do início de sua execução, atentando para a racionalização dessa atividade.

De acordo com Sabbatini (1990), *"o projeto de revestimento corresponde à definição clara e precisa de todos os aspectos relativos aos materiais e técnicas e detalhes construtivos a serem empregados, e aos padrões e técnicas de controle de qualidade a serem observados. Obtém-se, assim, um projeto construtivo adequado, que permita a execução de planejamento, programação e controle detalhados e coerentes e uma gerência eficiente e eficaz do que se vai executar"*.

A importância e a necessidade da elaboração do projeto de revestimento de argamassa para fachada são destacadas pelos mesmos autores, para alcançar um resultado mais favorável na sua produção e no seu desempenho final. E seus objetivos são:

- definir o tipo de revestimento;

- especificar os padrões de qualidade exigidos dos serviços;
- especificar as argamassas a serem empregadas;
- especificar as técnicas mais adequadas para a execução;
- definir detalhes arquitetônicos e construtivos;
- especificar as condições para o início dos serviços e para o seu recebimento.

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), na elaboração das especificações do projeto para execução do sistema de revestimento de argamassa, devem constar pelo menos:

- tipos de argamassa e respectivos parâmetros para definição dos traços;
- número de camadas;
- espessura de cada camada;
- acabamento superficial;
- tipo de revestimento decorativo.

A elaboração do projeto, segundo Maciel (1997), torna-se fundamental de acordo com diretrizes específicas, que buscam diminuir a incidência de falhas e perdas, definindo além de especificações acerca do produto, todas as informações necessárias para a adequada execução. Dentro desse contexto, a autora divide o projeto em dois tipos: *projeto executivo* e *projeto para produção.*

Para Melhado (1994), o *projeto executivo* é entendido como o projeto que contém todas as informações técnicas do produto. E o *projeto para produção* é o projeto de conteúdo específico voltado para o apoio das atividades de produção em obra, que deve ser desenvolvido em conjunto com o detalhamento do *projeto executivo*.

Na mesma linha de pensamento, Barros (1996) define o *projeto para produção* como sendo*: "um conjunto de elementos de projeto elaborado segundo características e recursos próprios da empresa construtora, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições dos itens essenciais à realização de uma atividade ou serviço e, em particular: especificações dos detalhes e técnicas construtivas a serem empregadas, disposição e seqüência de atividades de obra e frentes de serviço e uso e características de equipamentos".*

Já Medeiros (1999a), que estudou o projeto para produção de revestimento cerâmico de fachada, afirma que seu desenvolvimento é necessário por razões técnicas e econômicas. Além de definir os meios para que o planejamento e a programação da produção sejam eficientes, o projeto deve permitir

exercer o controle de qualidade do processo dos materiais e da execução, pois oferece os principais subsídios para isto.

Ainda de acordo com o autor, o projeto para produção de revestimento cerâmico de fachada deve considerar um conjunto de parâmetros que permitam atingir os objetivos do empreendimento. Para analisar seu comportamento, portanto, é necessário considerar não apenas o desempenho de cada camada isoladamente, mas o desempenho do sistema como um todo, desde a base suporte, até o material cerâmico de revestimento externo. É necessário que se tenha sempre em mente o comportamento global do revestimento sem perder de vista seus requisitos funcionais fundamentais e as interferências potenciais de cada decisão, por mais particular que ele seja.

Existem três momentos durante o qual um projeto de revestimento de fachada pode ser elaborado, para Baía; Sabbatini (2000) são estes:

a) antes do início da obra, juntamente com a elaboração dos outros projetos: a adoção desta escolha permite a integração do projeto com a concepção da obra;

b) no início da obra, após a conclusão dos projetos da edificação: neste caso o projeto de revestimento de fachada complementa os demais projetos e define o processo construtivo, limitado pelo orçamento da obra;

c) durante a obra, após a conclusão da estrutura e da execução da alvenaria: com esta escolha, o projeto de revestimento adapta-se ao processo construtivo definido e pode interferir apenas no preparo e aplicação do revestimento.

De qualquer maneira, as especificações de projeto, conforme Melhado (1994) têm um forte impacto na eficiência do processo de produção da obra, pois definem elementos que determinam a maior ou menor facilidade de construir, afetando para os custos do empreendimento. Contudo, não basta somente a existência do projeto, este tem que ser elaborado com o maior detalhamento possível.

De tal modo que a qualidade de projeto é considerada, assim, um dos componentes mais importantes da qualidade do empreendimento, pois por meio dela, são definidas as características do produto que vão determinar o grau de satisfação das expectativas dos clientes (PICCHI, 1993; SOUZA; FRANCO 1997).

A realização de um adequado projeto de revestimento, para Ceotto et al. (2005), depende da qualidade e disponibilidade das informações para subsidiar as decisões do projetista, sendo necessário levar em consideração, durante a sua elaboração, os fatores condicionantes do projeto. Para esses autores, alguns exemplos de condicionantes de projeto são:

- informações sobre condições de insolação, regime de chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes e poluentes atmosféricos são variáveis importantes para a formulação das argamassas, para a definição das condições e períodos de execução do revestimento, especificação da rugosidade da camada decorativa e das características das juntas;

- informações do projeto arquitetônico como cores, detalhes e elementos decorativos são importantes para a paginação da fachada, elaboração de reforços e juntas;

- informações do projeto estrutural, como geometria, rigidez e deformações previstas, são variáveis importantes para definição de juntas, dos detalhes construtivos das ligações das alvenarias com as estruturas de concreto, preparação da base, definição da ponte de aderência;

- interferências nas fachadas por parte das instalações, como rasgos e aberturas;

- informações do projeto de vedação, como materiais utilizados e suas interferências nos revestimentos de fachada;

- variáveis dos processos construtivos, como sistema de fôrma, resistência do concreto, equipamentos e mão-de-obra empregada são importantes para definições geométricas do projeto, especificação dos materiais da fachada e definição do processo de aplicação da argamassa;

- informações dos prazos de construção da obra, como cronograma de atividades, são importantes para a elaboração do planejamento e definição da logística de produção.

A Figura 2.1 ilustra a proposta de desenvolvimento do projeto de revestimento, sugerida por Maciel; Melhado (1999a), e resume alguns de seus aspectos importantes.

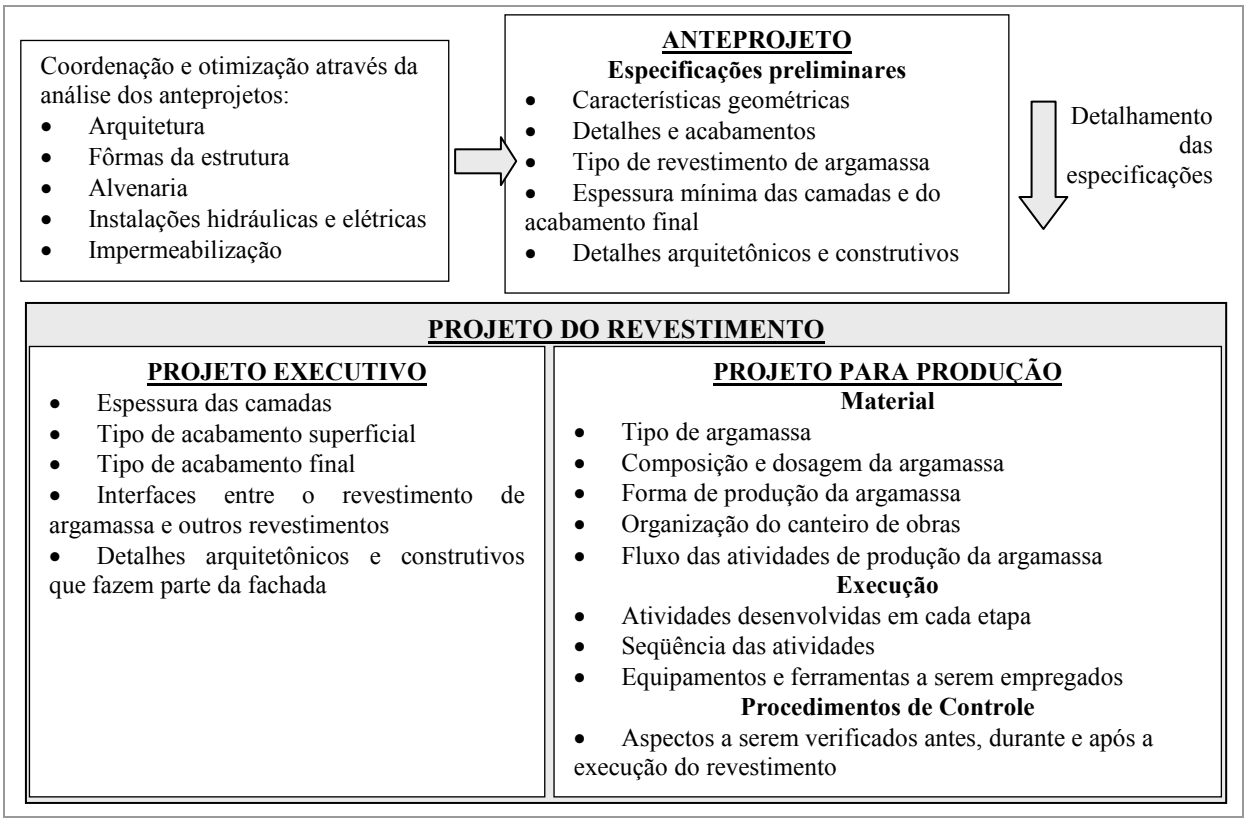

Figura 2.1 - Fluxo de projeto de revestimento. (Fonte: Adaptado de Maciel; Melhado, 1999a).

A Figura 2.2 demonstra as fases e etapas do processo de projeto de produção de revestimentos de fachadas, adaptado do modelo sugerido por Medeiros (1999b).

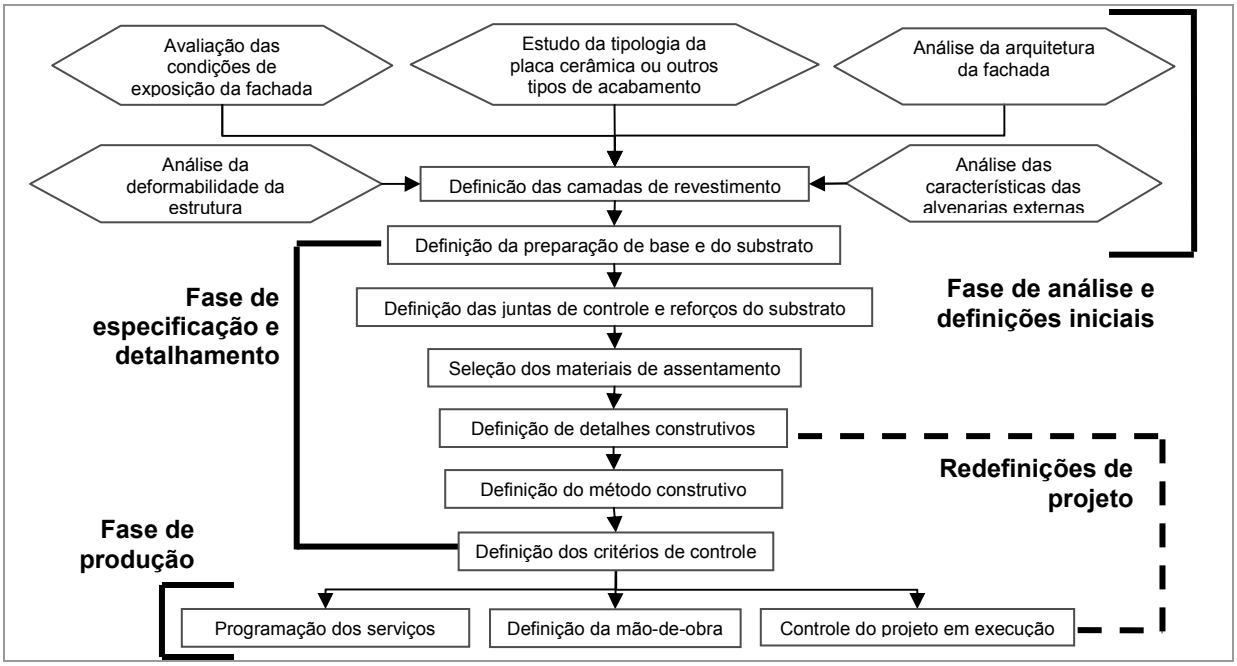

Figura 2.2 - Fluxograma geral das principais etapas de projeto de revestimento de fachada. (Fonte: Adaptado de Medeiros, 1999b)

Para o mesmo autor, na **fase de análise e definições iniciais** considera-se principalmente a exeqüibilidade do projeto, analisando-se as soluções possíveis para o problema. Na **fase de**

especificação e detalhamento procura-se descrever e caracterizar a solução do projeto com base na tecnologia disponível e normalização pertinente. E na **fase de produção** deve ocorrer a implantação do projeto para produção na obra e a verificação prática das soluções projetadas, primeiro em escala piloto depois em regime de trabalho. A Tabela 2.1 descreve as três fases distintas, ainda conforme Medeiros (1999b).

Tabela 2.1 - Etapas e atividades das fases de projeto de revestimento de fachada. (Fonte: Adaptado de Medeiros, 1999b). (Continua)

Fases	Etapas	Descrição das Atividades
Análise e definições iniciais	Avaliação das condições de exposição da fachada	Estudo detalhado de cada uma das fachadas do edifício, suas condições de exposição, possibilidades de ocorrência de choques térmicos, incidência de chuvas, ventos, poluição atmosférica e outras condições relativas ao meio ambiente onde a construção se insere.
	Análise da arquitetura da fachada	Estudo das características arquitetônicas que possam interferir no desempenho do revestimento de fachada. Considera-se nesta etapa a avaliação da geometria, formas, tipo de empreendimento, local da construção e do entorno da obra.
	Estudo da tipologia da placa cerâmica ou outros tipos de acabamento	Inclui o estudo das alternativas tipológicas da placa cerâmica ou outros tipos de acabamento levando-se em consideração as duas etapas anteriores. São ponderadas as implicações relativas à escolha como custo direto e indireto, histórico de ocorrências de problemas, as características e propriedades das alternativas de placas e argamassas, definição prévia da necessidade de juntas e tipologia dos materiais de assentamento.
	Avaliação da deformabilidade da estrutura	Análise técnica da potencial deformabilidade da estrutura, inclusive ao longo do tempo, considerando elementos críticos indutores de tensões prejudiciais ao substrato e outras camadas dos revestimentos de fachada. Entram em consideração parâmetros como: módulo de deformação do concreto, rigidez dos elementos e global da estrutura, fluência, seqüência e métodos construtivos empregados na sua produção.
	Avaliação das características das alvenarias externas	Avaliação das condições das superfícies das alvenarias, necessidades de preparação da base e aplicação de argamassa. Incluem avaliação dos potenciais de movimentações intrínsecas das paredes de vedação, sua resistência mecânica, principalmente da superfície, capacidade de absorção de deformações e regiões que podem provocar o surgimento de tensões nas camadas do revestimento e influenciar a definição da técnica de preparação da base, reforços de emboço e juntas de controle.
Especificação e detalhamento	Definição de preparação da base e do substrato	Estudo da técnica mais adequada de preparação da superfície de aplicação do revestimento e seleção ou dosagem da argamassa para confecção do emboço da fachada. Envolve necessariamente a execução de ensaios prévios em obra para verificação da resistência de aderência superficial e com a base.
	Definição das juntas de controle e reforços do substrato	Avaliação das regiões onde são necessários reforços metálicos na camada de argamassa, do tipo e posição destes reforços, das posições, geometria e tipos de selantes para as juntas de controle.
	Seleção de materiais de assentamento	Definição da argamassa ou adesivo para fixação das placas cerâmicas e da argamassa de rejuntamento, com especificações de suas propriedades e realização de ensaios em laboratório e na obra.

Tabela 2.1 - Etapas e atividades das fases de projeto de revestimento de fachada. (Fonte: Adaptado de Medeiros, 1999b). (Continuação)

Fases	Etapas	Descrição das Atividades
Especificação e detalhamento	Definição dos detalhes construtivos	Estudo e definição dos detalhes construtivos necessários a execução adequado do revestimento. Inclui entre outros: detalhes de juntas, reforços do emboço, pingadeiras, platibandas, requadrações de janelas, aberturas, saliências e reentrâncias, seqüência executiva, estudo de modulação vertical e horizontal das placas cerâmicas, etc.
	Definição do método construtivo	Seleção do método e das técnicas construtivas adequadas para a execução do revestimento em questão. Considera desde a preparação da base até a limpeza final do revestimento, incluindo os procedimentos de colocação dos reforços e tratamento das juntas com selantes.
	Definição dos critérios de controle	Elaboração dos critérios a serem observados no controle de execução e recebimento dos serviços com base nas etapas anteriores de projeto.
Produção	Programação dos serviços	Definição da logística necessária a execução dos serviços incluindo as medidas necessárias para seu início, ferramentas e equipamentos a serem empregados, estudo de instalação e movimentação dos balancins de fachada, fornecimento e movimentações de materiais e organização geral da produção.
	Definição da mão-de-obra	Dimensionamento da equipe de execução dos revestimentos de fachada, incluindo critérios para pré-qualificação e elaboração de procedimentos e manuais de treinamento.
	Controle do projeto em execução	Atividade de controle de execução da produção, exercida pelo projetista ou sob supervisão dele, para verificar o cumprimento das especificações de projeto e retroalimentar o processo do projeto.

Por meio da Tabela 2.1, pode-se concluir que a metodologia proposta por Medeiros (1999) busca antecipar as decisões relativas ao processo, seja ele de caráter estratégico ou operacional, de modo potencializar sua racionalização. Os melhores resultados com relação à adoção de medidas de racionalização são conseguidos quando os seus princípios são aplicados desde a etapa de projeto. (FRANCO; AGOPYAN, 1993).

Além das etapas citadas, existe ainda a fase de redefinição de projeto, tanto do projeto executivo, como do projeto para produção, que deve ser realizada caso as especificações definidas não possam ser atendidas, em função de mudanças ocorridas nas variáveis consideradas durante o desenvolvimento desses projetos. Segundo Maciel (1997), a partir das informações obtidas na obra, antes de iniciar as atividades de produção do revestimento de argamassa de fachada, devem ser revistas e, se necessário, novas especificações deverão ser propostas para balizar as atividades de produção.

Pelo potencial de racionalização que o projeto de revestimento tem no que se refere ao processo de produção estudado, a seguir, serão apresentados os principais aspectos a serem considerados em seu desenvolvimento. Estes mesmos aspectos serão identificados e analisados nos estudos de caso, apresentados no Capítulo 4.

2.1.1. Projeto executivo

2.1.1.1. Número e espessuras das camadas

De acordo com a NBR 13529 (ABNT, 1995), o revestimento de argamassa é o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou a constituir-se em acabamento final. Os revestimentos podem ser constituídos, conforme a NBR 13749 (ABNT, 1996), por chapisco e emboço, como revestimento de camada única, ou por chapisco, emboço e reboco, conforme ilustra a Figura 2.3.

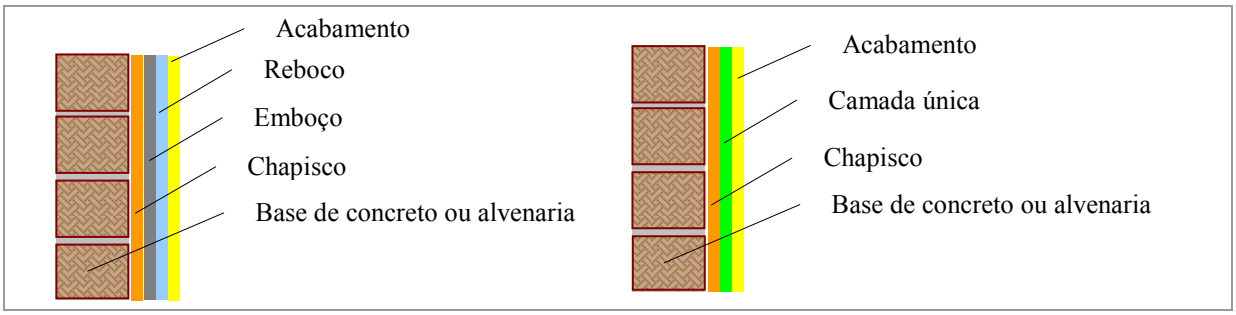

Figura 2.3 - Opções de camadas de revestimento de argamassa de fachada.

A NBR 13529 (ABNT, 1995) não considera o chapisco uma camada de revestimento, chamando-a de preparo de base. Entretanto, embora o chapisco não represente efetivamente uma camada de revestimento, é de extrema importância para as camadas seguintes, servindo de regularização da absorção da base e de ancoragem mecânica para aderência da camada de argamassa com o substrato (FIORITO, 1994).

Ainda conforme a NBR 13529 (ABNT, 1995), o emboço é a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final.

No caso de fachadas com revestimento cerâmico, o emboço tem também um importante papel no desempenho do conjunto de camadas. Além de cumprir funções que integralizam as funções do vedo, como a de contribuir para a estanqueidade do conjunto, ele apresenta funções específicas como a de regularizar a superfície e a de distribuir e absorver tensões oriundas das movimentações diferenciais entre a camada de revestimento cerâmico e a base. Para isso, a camada de emboço, usualmente produzida com argamassa inorgânica, deve se manter aderida às camadas adjacentes e também deve minimizar o efeito dos movimentos diferenciais entre essas camadas (RIBEIRO, 2006).

Já o reboco, é a camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou constituir-se em camada final (NBR 13529, ABNT, 1995).

Em revestimentos compostos por duas camadas, o emboço funciona como camada de regularização da base, para que possa receber uma camada final de acabamento de pequena espessura. O reboco pode ser uma dessas camadas utilizada como acabamento final, desde que pigmentado, caso contrário, ainda receberá a película de pintura. Nos revestimentos constituídos por camada única, a mesma camada cumpre as duas funções, ou seja, as funções de regularização da base e de acabamento, podendo receber acabamento com película de pintura.

A camada de acabamento é a camada final, que pode ser uma pintura, um revestimento de pequena espessura como uma textura, por exemplo, ou um revestimento cerâmico, que é constituído pelas placas cerâmicas e pelas juntas entre as placas, preenchidas por rejunte. Por se encontrar diretamente exposta à ação das intempéries, o acabamento é a camada do sistema mais solicitada pela ação das variações da temperatura e da umidade.

Com relação à especificação das espessuras das camadas do revestimento de argamassa de fachada, segundo Maciel (1997), elas devem ser definidas pelo projeto, considerando alguns fatores que interferem no desempenho final do revestimento, notadamente: espessuras admissíveis para as camadas; espessuras mínimas nos pontos críticos; características da argamassa; e características da base.

As espessuras das camadas de revestimento externo recomendadas pela NBR 13749 (ABNT, 1996) para a obtenção de revestimentos com adequado desempenho estão na faixa de 20 a 30mm. A mesma norma não especifica valores diferentes para locais de maior exposição ou para revestimentos produzidos com argamassas de outros tipos.

No caso da espessura superior à admissível, devem ser adotadas soluções que garantam sua aderência. "*Em revestimentos de argamassa entre 30 e 50mm, a aplicação da argamassa deve ser feita em duas demãos, respeitando o intervalo mínimo de 16 horas; e se a espessura for de 50 a 80mm, a aplicação deve ser feita em três demãos sendo as duas primeiras encasquilhadas. Neste caso também poderão ser utilizadas telas metálicas para proporcionar maior aderência à base"* (BAIA, SABBATINI, 2000).

Para a argamassa que servirá de camada suporte para o revestimento cerâmico, a NBR 13755 (ABNT, 1996) sugere que, sempre que for maior que 25 mm, devem ser executadas camadas sucessivas de argamassa, respeitando a espessura máxima de 25mm para cada camada, e deve ser inserida uma tela metálica soldada. O posicionamento da tela deve ser estudado, caso a caso, garantindo cobrimento adequado, visando protegê-la de possível corrosão.

2.1.1.2. Tipo de acabamento

O acabamento resulta da aplicação de ferramentas especificas sobre a superfície da camada de

revestimento, para adequá-las ao recebimento da camada sobrejacente, que pode ser de argamassa, de cerâmica, de pintura ou de textura. O acabamento da superfície do revestimento deve estar de acordo com a especificação do projeto e ser executado conforme as recomendações apresentadas Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Tipos de acabamento da superfície do revestimento de argamassa. (Fonte: NBR 7200, ABNT, 1998).

Tipo de acabamento	Descrição
Desempenado	Executar o alisamento da superfície sarrafeada por meio da passagem da desempenadeira (desempoladeira)
Camurçado	Executar o alisamento da superfície desempenada com a passagem de esponja ou desempenadeira apropriada
Raspado	Executar o acabamento da superfície sarrafeada por meio de passagem de ferramenta denteada
Lavado	Executar o acabamento da superfície sarrafeada em argamassa preparada com agregado apropriado, por meio da lavagem com jato de água
Chapiscado	Executar o acabamento sobre a base de revestimento ou sobre o emboço por meio do lançamento de uma argamassa fluida, por meio de peneira de malha quadrada com abertura aproximada de 4,8mm ou equipamento apropriado
Imitação travertino	Executar o acabamento da superfície recém-desempenada lançando com broxa a mesma argamassa de acabamento com consistência mais fluida. Aguardar o momento ideal para alisar a superfície com colher de pedreiro ou desempenadeira de aço, conservando parte dos sulcos ou cavidades provenientes do lançamento da argamassa fluida, a fim de conferir o aspecto do mármore travertino

Em qualquer que seja o acabamento utilizado, *"o revestimento de argamassa deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições, tais como: cavidades, fissuras, manchas e eflorescência, devendo ser prevista na especificação de projeto, a aceitação ou rejeição, conforme níveis de tolerâncias admitidas*" (NBR 13749, ABNT, 1996).

2.1.1.3. Detalhes arquitetônicos e construtivos da fachada

Os detalhes construtivos são elementos que devem ser previstos em pontos estratégicos da fachada, buscando melhorar, de diversas formas, o desempenho do sistema de revestimento. Segundo Maciel (1997), estes detalhes são executados durante a produção dos revestimentos, de acordo com sua função nas camadas de revestimento.

Os detalhes construtivos muitas vezes estão previstos no projeto de arquitetura para proteger a fachada da incidência e ação da chuva, compreendendo os pontos de captação de águas pluviais, os beirais e os frisos. Ou ainda, a especificação e uso de detalhes construtivos nas fachadas das edificações, muitas vezes buscam somente proporcionar uma estética agradável para seus usuários e para os observadores externos. Para Maciel; Melhado (1999a), a previsão desses detalhes deve ser feita de forma criteriosa,

evitando que esses elementos resultem em pontos frágeis[2] para a fachada das edificações e de modo a contribuírem para o melhor desempenho do revestimento de argamassa.

Os detalhes construtivos também contribuem para o melhor comportamento do revestimento de argamassa. Geralmente, as edificações estão sujeitas às ações externas, quer seja do vento ou da água. Segundo Costa (2005), os detalhes construtivos devem ser criteriosamente definidos no projeto de revestimento almejando a contribuição para um produto final com a vida útil desejada pela empresa construtora.

Conforme a mesma autora, o desenho geométrico das fachadas, com uso de juntas de movimentação (ou juntas de trabalho) ou de detalhes tais como pingadeiras, frisos, peitoris, colunas, quinas, cantos, molduras, almofadas, e a rugosidade de sua superfície interferem na forma de manchamento e envelhecimento do revestimento, já que estão relacionados ao fluxo percorrido pelas águas das chuvas.

O projeto de norma de desempenho de edificações PN:02:136.01.002 (ABNT, 2006), bem como a NBR 6118 (ABNT, 2003), ambos com enfoque no sistema estrutural, também recomendam o uso detalhes construtivos para se obter elementos com a flexibilidade da estrutura e de suas partes.

O peitoril é um exemplo de detalhe que protege a fachada da ação da chuva, mas que caso não seja corretamente projetado e executado, pode facilitar a ocorrência indesejada da deposição de poeira e de manchas de umidade com cultura de microorganismos nessas regiões. Recomenda-se que os peitoris avancem sobre a parede adjacente ao revestimento, ressaltem do plano da fachada e apresentem um canal na face inferior para o descolamento da água, o qual recebe o nome de pingadeira (BAÍA; SABBATINI, 2000).

Para os mesmos autores, o avanço lateral do peitoril evita que o fluxo de água se concentre em suas laterais. E, recomendam que o peitoril deve avançar, pelo menos, 25mm além da fachada, e o caimento deve ser de no mínimo 7%. Já as pingadeiras são saliências ou projeções da fachada que podem ser feitas com argamassa, com pedras ou outros componentes cerâmicos e que servem para o descolamento do fluxo de água sobre a fachada. A Figura 2.4 ilustra estes detalhes construtivos.

---

[2] Pontos frágeis – são pontos suscetíveis às ações externas de exposição, como as movimentações intensas, sejam essas de origem térmica, deformação estrutural ou efeito do vento e chuva. Alguns exemplos são: parapeitos, platibandas, painéis salientes e independentes.

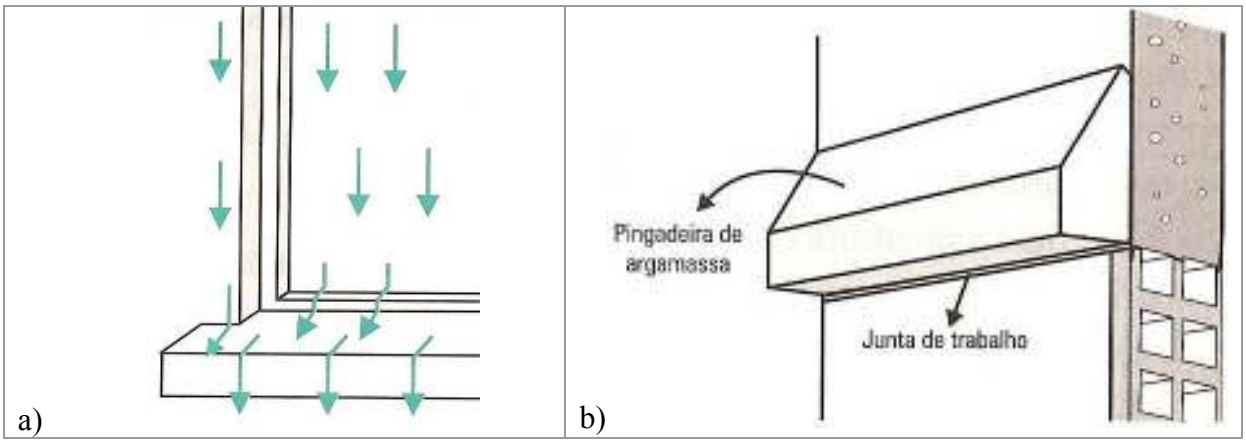

Figura 2.4 - Detalhe construtivo. a) peitoril b) pingadeira (Fonte: BAÍA; SABBATINI, 2000)

Outros detalhes construtivos em revestimentos de fachadas que também estão fortemente relacionados com a prevenção do aparecimento de problemas patológicos são as juntas, cuja função principal é a de minimizar esforços nos sistemas com os quais se relaciona (estrutura, vedo e revestimento) controlando as tensões que surgem em decorrência das diferentes solicitações. O emprego deste detalhe construtivo objetiva tornar possível que as camadas de revestimento se movimentem, evitando patologias, tais como a fissuração e o destacamento.

Os tipos de juntas de fachada existentes de acordo com Ribeiro (2006) são:

- **Juntas de trabalho**: que tem a função de acomodar movimentos do próprio revestimento e da sua base, sobretudo do comportamento resultante da interação vedação-estrutura. A junta de trabalho intercepta todas as camadas do revestimento cerâmico.

- **Junta de superfície**: cuja função é acomodar movimentos gerados pelas deformações da camada de acabamento e fixação, principalmente aquelas recorrentes da variação de temperatura e da variação higroscópica, permitindo a dissipação de tensões pela subdivisão de extensas áreas de superfícies de revestimento. A junta de superfície intercepta as camadas de acabamento e fixação.

- **Junta de transição:** cuja função é permitir a transição entre materiais com diferentes coeficientes térmicos na fachada. A junta de transição é utilizada nas camadas de acabamento e fixação.

- **Junta de contorno:** que possui a função de separar as interfaces entre o revestimento cerâmico e outros elementos construtivos adjacentes. Esta junta intercepta as camadas de acabamento e fixação, mas pode interceptar a camada de emboço em casos onde há necessidade de limitar as tensões nesta camada.

- **Junta de dessolidarização:** cuja finalidade é dessolidarizar encontros de panos de revestimentos perpendiculares entre si. São previstas nas mudanças de direção, em quinas internas ou externas.

As regras para o posicionamento das juntas em revestimentos cerâmicos de fachadas estão incorporadas em diversas normas e documentos encontrados na literatura. As recomendações dessas normas são resumidas por Ribeiro (2006) e transcritas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Recomendações normativas para posicionamento de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas. (Fonte: Ribeiro, 2006)

Documento	Posicionamento
BS 5385: Part 2 (BSI, 1991)	Juntas horizontais: em cada pavimento
	Juntas verticais: espaçadas a uma distância de 3 a 4,5m. Posicionadas em todos os encontros entre alvenaria e elementos de concreto
AS 3958.2 (AS, 1992)	Juntas horizontais: em cada pavimento
	Juntas verticais: espaçadas a uma distância de 3 a 4,5m
NB 13755 (ABNT, 1996)	Juntas horizontais: em cada pavimento, no máximo a cada 3m, ou a cada pé-direito, na região do encunhamento da alvenaria
	Juntas verticais: espaçadas a uma distância máxima de 6m
DIN 18515-1 (DIN, 1998)	Juntas horizontais: em cada pavimento, distância mínima de 3m
	Juntas verticais: espaçadas a uma distância de 3 a 6m
	Juntas verticais ou horizontais: entre diferentes materiais de revestimentos ou componentes construtivos
HANDBOOK FOR CERAMIC TILE INSTALLATION - TCA (2002)	Juntas horizontais e verticais: as juntas devem ser posicionadas sempre que o revestimento encontrar restrições e onde ocorrer mudanças nos materiais da base a uma distância de 3,7 a 4,9m
CEN/TR 13548 CEN (2004)	Juntas horizontais e verticais: não especifica distâncias. Orienta que deve ser especificada uma área (quadrada) ou distância mínima entre as juntas. Os diferentes limites ou valores de referência devem ser estabelecidos de acordo com as condições ambientais

Assim, Ribeiro (2006) conclui que a maior parte dos documentos recomenda junta horizontal em cada pavimento, na região de fixação da alvenaria à estrutura. E quanto ao posicionamento de juntas verticais, recomenda-se que sejam espaçadas a distâncias que variam de 3 a 6 metros.

No caso das telas[3] de reforço, são utilizadas na camada de emboço com as funções de dissipar as tensões que se concentram na base e servem, muitas vezes, para estruturar o revestimento, em caso de

[3] *"**Tela:** Malha formada por fios de aço galvanizado ou de outro material, com resistência à alcalinidade e à oxidação, empregada como reforço para fixação ou controle da fissuração do revestimento".* (NBR 13529, ABNT, 1995).

espessuras muito elevadas (BARROS; SABBATINI, 2004).

Ou ainda, os emboços podem receber reforço de tela metálica com função de resistir a esforços de tração e/ou flexão elevada, dissipando tensões de magnitude elevada ou ainda proporcionando maior segurança contra descolamentos do caso de emboços de espessuras elevadas ou placas cerâmicas de alto peso.

A norma BS 5385: Part 2 (BSI, 1991) que traz restrições bastante rígidas com relação às telas a serem utilizadas como reforço dos emboços, sugerindo a utilização de telas eletro soldadas de aço inoxidável com fios de diâmetro de pelo menos 2,5mm e malha de 50 x 50mm, e recomenda que os reforços metálicos do emboço devem ser inseridos na argamassa de modo a ficar dentro da primeira cheia do material aplicado e o recobrimento da tela deve ser de pelo menos 7mm.

De acordo com Carvalho Júnior (2005), quando a base for composta por diferentes materiais e for submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (tais como balanços, platibandas e últimos pavimentos), deve-se utilizar tela metálica, plástica ou de outro material semelhante na junção destes materiais, criando uma zona capaz de suportar as movimentações diferenciais a que estará sujeita. Um exemplo da utilização de tela é apresentado na Figura 2.5.

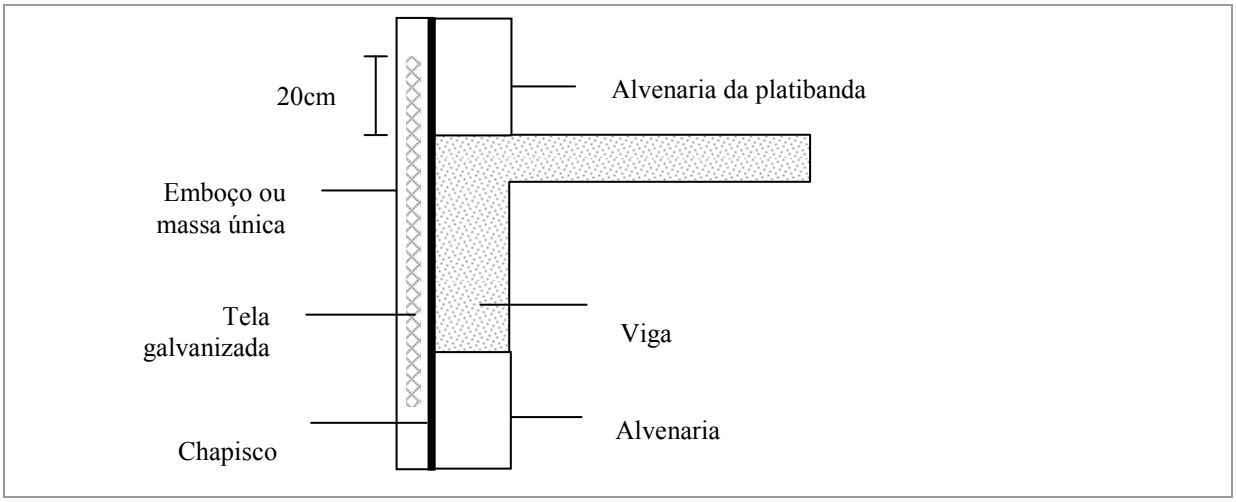

Figura 2.5 - Tela utilizada no encontro alvenaria de platibanda com estrutura - seção transversal. (Fonte: Carvalho Júnior, 2005)

Conforme Carvalho Júnior (2005), observa-se ainda que outras regiões críticas que concentram de tensões (tais como quinas de janelas) podem também ser reforçadas (com aplicação de telas de poliéster) com o intuito de evitar a propagação de fissuras para o revestimento de argamassa. Crescencio (2003), também citou a utilização de tela de reforço de fibra de vidro tratada com poliéster, recomendada pelos fabricantes do revestimento decorativo monocamada para ser utilizada na interface estrutura-vedação e nos cantos dos vãos de janelas e portas. Estes tratamentos podem ser vistos na Figura 2.6.

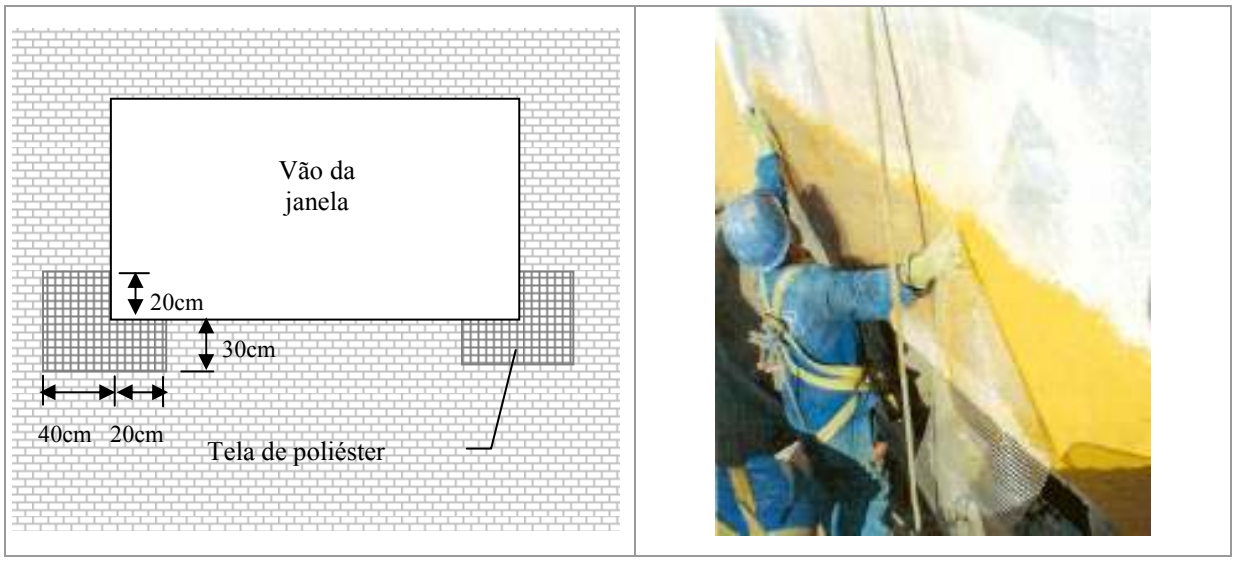

Figura 2.6 - Utilização de tela de poliéster. a) tratamento de quinas de janela (Fonte: Carvalho Júnior, 2005) b) tratamento da interface estrutura-vedação (Fonte: Crescencio, 2003)

A norma NBR 13755 (ABNT, 1996) recomenda que a ancoragem da tela à estrutura-suporte deve ser comprovada para resistir às solicitações esperadas, pelo menos quanto ao peso próprio de todo revestimento e a uma variação de temperatura igual ao intervalo entre a máxima e mínima do local da obra. As ancoragens devem ser feitas em, no mínimo, quatro pontos por metro quadrado, e nos cantos, em três pontos por metro linear.

2.1.1.4. Desempenho do revestimento

As especificações de desempenho devem ser consideradas como o conjunto dos requisitos e critérios de desempenho do revestimento de argamassa, associados a uma forma de avaliação bem definida.

Os requisitos de desempenho, segundo Sabbatini et al. (1989) *"expressam qualitativamente os atributos que o edifício deve possuir, a fim de que possa satisfazer as exigências"*. E os *"critérios de desempenho podem ser definidos pelo julgamento de um especialista; por métodos de ensaio já em utilização no campo da construção; pela análise funcional do produto; pelo conhecimento do comportamento de produtos em uso; ou por estudos sistemáticos das exigências dos usuários em campo ou laboratório"* (SOUZA, 1983).

Segundo Souza (1983), os requisitos e critérios de desempenho, são fixados em função das exigências do usuário e das condições de exposição a que o edifício estará submetido. A Figura 2.7 demonstra o conceito simplificado proposto pelo mesmo autor.

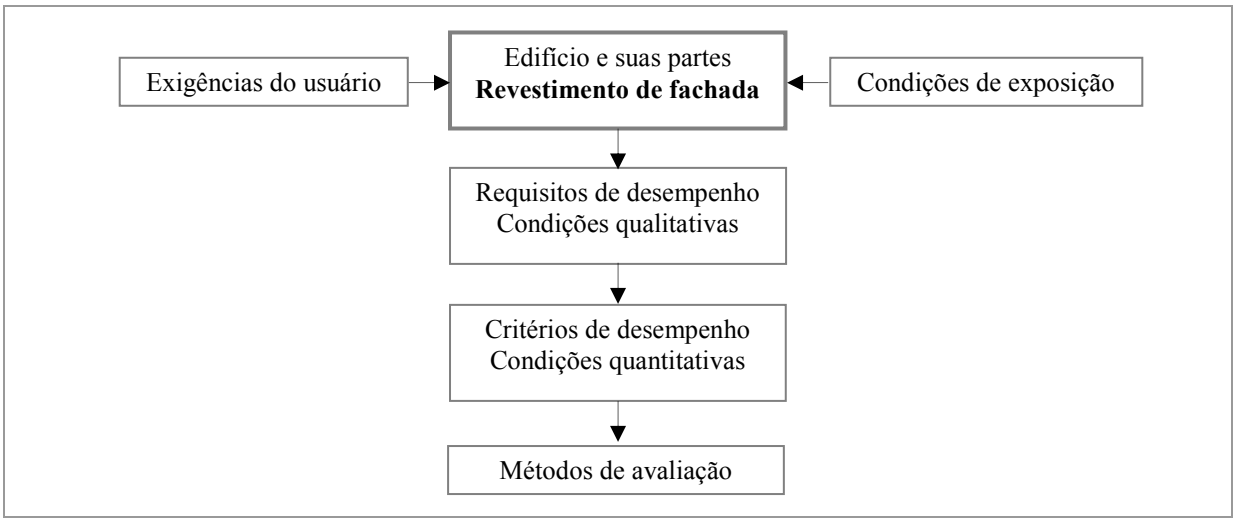

Figura 2.7 - O conceito de desempenho. (Fonte: Souza, 1983)

De acordo com Selmo (1989), além das condições ambientais, os fatores ligados ao revestimento de fachada que condicionam o desempenho são identificados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Fatores que condicionam o desempenho do revestimento de fachada. (Fonte: Selmo, 1989)

Etapa	Fatores
Concepção	Concepção das fachadas em termos de proteção contra incidência de chuvas; Concepção da estrutura com rigidez tal que minimize suas deformações; Concepção da vedação de modo que tenha regularidade geométrica superficial.
Projeto	Consideração dos principais agentes atuantes; Especificação das características do revestimento, incluindo as características da argamassa; Especificação dos detalhes construtivos que protegem a fachada.
Materiais	Proporção dos materiais; Propriedades da argamassa.
Planejamento	Respeito aos prazos mínimos estabelecidos para a produção do revestimento.
Execução	Controle de recebimento e preparo dos materiais; Uso de mão-de-obra qualificada; Definição prévia de procedimento de produção; Adequada técnica de execução do acabamento final.
Controle	Controle durante o processo de execução.
Uso e manutenção	Definição de periodicidade e dos procedimentos de manutenção.

A Figura 2.8 apresenta alguns requisitos de desempenho do revestimento de argamassa relacionados com suas propriedades, de acordo com Cincotto et al. (1995).

Requisitos de desempenho		Propriedades a serem avaliadas
Capacidade de aderência ao substrato	→	• Resistência de aderência à base relativa à esforços de tração direta e cisalhamento
Integridade física	→	• Resistência de corpo • Resistência ao riscamento
Capacidade de absorver deformações intrínsecas e extrínsecas	→	• Baixo módulo de deformação
Estanqueidade	→	• Baixa porosidade • Baixa permeabilidade • Baixo índice de fissuração
Características superficiais	→	• Características superficiais adequadas à ação de agentes agressivos • Resistência de aderência superficial

Figura 2.8 - Requisitos de desempenho e propriedades do revestimento de argamassa. (Fonte: Adaptado de Cincotto et al. 1995)

As definições relativas à argamassa devem ser feitas de forma criteriosa, durante a realização do projeto de revestimentos de argamassa para fachada com base nestes requisitos de desempenho necessários.

2.1.2. Projeto para produção

2.1.2.1. Tipo de argamassa

Os tipos de argamassas definidos na realização do projeto dos revestimentos devem considerar além das exigências de desempenho pré-estabelecidas, as condições de exposição, as características da base de aplicação, a forma de produção da argamassa; os procedimentos de execução, o controle do revestimento, além das características do canteiro de obras.

Além do conhecimento e entendimento das propriedades dos revestimentos de argamassa para fachada, é necessário considerar uma metodologia de avaliação de seu desempenho que permita prever e avaliar seu comportamento, proporcionando uma definição mais criteriosa das suas especificações no projeto, de forma que sejam atendidas todas suas funções.

E ainda, a determinação do tipo de argamassa tem uma forte relação na organização do canteiro de obras e com a geração de perdas, já que, cada argamassa demanda uma configuração diferente do sistema de produção. Portanto, a decisão pelos diferentes tipos de argamassa quanto à forma de produção torna-se determinante. A Tabela 2.5 apresenta a classificação das argamassas segundo as formas de fornecimento ou preparo.

Tabela 2.5 - Tipos de argamassa segundo as formas de fornecimento ou preparo. (Fonte: NBR 13530, ABNT, 1995)

Tipo de argamassa	Descrição e materiais constituintes
Preparada em obra	Medição e mistura em canteiro de obra de aglomerantes, areia e água, podendo também conter aditivos ou adições para melhoria das suas propriedades.
Mistura semipronta para argamassa	Mistura de uma parte dos materiais constituintes da argamassa, com materiais medidos e homogeneamente misturados em fábrica ou no canteiro de obras, e fornecida para um último processo de mistura com a adição dos demais materiais constituintes da argamassa no canteiro de obras imediatamente antes da sua aplicação.
Industrializada úmida	Mistura pronta para uso com proporções feitas em central, não necessitando de material adicional.
Industrializada seca	Mistura seca pronta, ensacada ou fornecida em silos, necessitando somente de adição de água para preparo.

Os principais tipos de argamassas ainda possuem denominação em função do aglomerante utilizado. Elas são classificadas em dois grandes grupos: as argamassas inorgânicas, constituídas por aglomerantes inorgânicos, de uso tradicional na construção; e as argamassas orgânicas, constituídas por aglomerantes orgânicos poliméricos, que segundo Costa (2005) foram desenvolvidas recentemente, porém ainda não são utilizadas na construção brasileira.

2.1.2.2. Composição e dosagem da argamassa

A composição e dosagem da argamassa relacionam-se com os seus materiais constituintes e as quantidades adicionadas de cada um deles. Quando a argamassa é preparada em obra, a escolha do traço[4] a ser utilizado deve seguir critérios e requisitos relacionados às reais condições de utilização, ou seja, é necessário que para cada obra sejam estudados os traços mais adequados, considerando a influência da base a ser aplicada, a qualidade e a racionalização dos recursos.

Segundo Sabbatini (1995), as diferentes características dos substratos, as condições de exposição e as espessuras dos revestimentos, alteram significamente o desempenho potencial das argamassas. A prática usual de se empregar traços consagrados em algumas obras específicas, pode não resultar no desempenho adequado do revestimento, favorecendo o aparecimento de problemas patológicos tais como fissuras e até mesmo descolamentos.

Segundo Thomaz (2001), a dosagem das argamassas não é tarefa muito fácil, particularmente quando não se dispõe de areia com granulometria adequada: o excesso de aglomerante pode levar a micro fissuração ou ao gretamento superficial; a falta de aglomerante repercute na perda da coesão, aderência

---

[4] "***Traço:*** *Expressão da proporção entre constituintes da argamassa, geralmente referida ao aglomerante principal*" (NBR 7200, ABNT, 1998).

pobre, baixa resistência a impactos e a abrasão, dificuldade de aplicação ou pouca plasticidade. Considerando esses fatores, Selmo (1991) propôs um método de dosagem de argamassas mistas para revestimento de fachada, fundamentado em dois parâmetros: relação agregado + cal/ cimento e relação areia/finos; o método baseia-se mas relações em massa (materiais secos) distinguindo-se as frações de areia e de finos, simplificadamente, pela análise granulométrica dos materiais na peneira ABNT 0,075mm. A Tabela 2.6 resume os principais aspectos relativos aos materiais constituintes da argamassa que devem ser considerados na definição da sua composição.

Tabela 2.6 - Aspectos a serem considerados para a definição da composição da argamassa de revestimento. (Fonte: Maciel, 1997)

Materiais	**Aspectos a serem considerados**
Cimento	Tipo e classe de resistência do cimento Custo e disponibilidade
Cal	Tipo, forma de produção e massa unitária da cal Custo e disponibilidade
Areia	Composição mineralógica, dimensões do agregado, composição granulométrica Forma e rugosidade superficial dos grãos, massa unitária e inchamento Comportamento da argamassa produzida com a areia
Aditivos	Uso de aditivos acrescentados à argamassa no momento da mistura ou da argamassa aditivada Características do tipo de aditivo Finalidade, disponibilidade e custo
Água	Características dos componentes da água, quando essa não for potável
Adições	Características do tipo de adição Finalidade, disponibilidade e custo

Campiteli et al. (1995) consideram que é grande a variação das características dos materiais disponíveis no território nacional ou até numa mesma região; por isto, com uma mesma dosagem recomendada pode-se obter resultados substancialmente diferentes. De maneira que a dosagem deve ser definida levando em consideração os seguintes aspectos:

- requisitos e critérios de desempenho preestabelecidos;
- condições de exposição do revestimento;
- exigências quanto ao custo;
- condições de produção e controle da argamassa;

- forma de execução e de controle;
- natureza e características da base de aplicação;
- materiais disponíveis no mercado.

Neste sentido, o atendimento às especificações do projeto e ao proporcionamento dos materiais nas obras deve ser rigorosamente obedecido. É conhecido que o traço em massa oferece maior precisão na dosagem e, conseqüentemente, maior constância de qualidade da argamassa, por exemplo, para a dosagem de areia por causa do inchamento dos grãos em função da umidade (SOUZA, 2001).

Para Thomaz (2001), na mistura é sumamente importante a correção da umidade da areia: umidades entre 3 e 6% correspondem em geral a coeficientes de inchamento em torno de 25%; se esta correção não for considerada, certamente estará se produzindo argamassas ricas em aglomerante e água, e muito ricas também no que diz respeito à retração e às fissuras. O mesmo autor reforça a necessidade da prévia preparação e o prazo de descanso das argamassas dosadas com cal, para que se ocorra o total aproveitamento da capacidade plastificante do material.

Por outro lado, as dificuldades de utilização em obra são maiores, já que algumas não dispõem de balança, o que motiva para que a dosagem seja feita tradicionalmente em volume, pela facilidade de execução, conforme afirmação na NBR 7200 (ABNT, 1998).

Muitos traços utilizados constantemente nos canteiros de obra do Brasil, como, por exemplo, 1:2:9 e 1:3:12 (cimento, cal hidratada e areia seca) (CAMPITELLI et al., 1995), foram copiados de manuais técnicos de outros países, sem avaliações nem adaptações as condições locais. Embora esses traços tenham desempenho satisfatório declarado nos países que os originam (BDA PRACTICAL, 1973), eles nem sempre funcionam da mesma forma em outras condições, sendo necessário ajustes locais para sua utilização.

Existem algumas propostas de metodologias de dosagem que podem ser adotadas para as argamassas de revestimento produzidas no canteiro de obra, que conduzem à definição do traço de argamassa, no entanto, recomenda-se que o traço calculado deve ser testado no canteiro antes do seu emprego. Em um levantamento realizado entre publicações nacionais, Cincotto et al. (1995) notaram a existência de diversos traços sendo utilizados. Tendo sido observada uma grande variabilidade nas argamassas de emboço, para as quais os traços em volume variam de 1:1,5 a 1:4,5 em argamassa de cal e areia úmida, e 1:1:3, 1:1:5,5, 1:3:7, 1:2:9 e 1:2:11 em argamassas mistas de cimento, cal e areia úmida. E, ao longo de todas as seis edições dos SBTAs, foram propostas diferentes metodologias de dosagem de argamassas, assim como foi discutida a influência da adição de diversos materiais na sua composição.

Conforme a NBR 13755 (ABNT, 1996), as argamassas de chapisco devem ter o traço de 1:3 em

volume de cimento e areia grossa úmida. E as argamassas para emboço devem ter o traço em volume variando de 1:0,5:5 a 1:2:8 de cimento, cal hidratada e areia úmida. Apesar do posicionamento prescritivo dessa norma, ela não considera as condições ambientes e as condições da base de aplicação do revestimento.

No que se refere às areias utilizadas nas argamassas, segundo Souza; Mekbekian (1996), estas não devem conter impurezas, matérias orgânicas, torrões de argila ou materiais friáveis, isto é, que desagregam facilmente com o simples manuseio. Além disso, a fração de grãos, com diâmetro de até 0,2mm deve representar entre 10% e 25% em massa e a quantidade de materiais finos de granulometria inferior a 0,075mm (peneira ABNT nº. 200) não deve ultrapassar 5% em massa. A dimensão máxima característica da areia deve ser de: 5mm para chapisco, 3mm para emboço e 1mm para reboco.

Já a norma britânica BS 5385 (BSI, 1991) recomenda a utilização de argamassa de cimento e areia no traço 1:2 em volume para o chapisco convencional. E para os emboços aplicados sobre bases densas e resistentes como concreto e alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, devem ser dosados com traços de relação cimento:areia entre 1:4 a 5,5 em volume. Contudo, a norma adverte que traços muito ricos em cimento podem potencializar a ocorrência de retração na secagem, enquanto traços pobres podem não suportar as tensões transmitidas pelas placas cerâmicas. Os emboços aplicados sobre bases menos resistentes e porosas como concreto e alvenaria de blocos com agregados leves, blocos de concreto celular e tijolos cerâmicos de baixa resistência devem ser dosados com traços de relação cimento: areia em torno de 1:5,5 em volume. E ainda, conforme o DTU 26.1 emitido pelo CSTB (1993), os traços recomendados estão apresentados na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Traços recomendados para argamassas de revestimento. (Fonte: DTU 26.1, CSTB, 1993)

Camada	**Características**	**Consumo de aglomerante (kg/m³)**		**Traço em volume (cimento:cal:areia)**
		Cimento	**Cal hidratada**	
Chapisco	Argamassa simples (500 a 600 kg/m³)	500/ 600	-	1:0:(2,1 a 2,8)
Emboço	Argamassa mista (350 a 450 kg/m³)	200/ 350	100/ 150	1:(0,5 a 1,3):(4 a 8,3)
Reboco	Argamassa mista (250 a 350 kg/m³)	100/ 250	50/ 150	1:(0,4 a 2,7):(6,4 a 16)

No que diz respeito às argamassas industrializadas[5], a sua composição e dosagem são definidas pelo fabricante. A dosagem também deve considerar as exigências de desempenho definidas pelo projeto de revestimento, e definida a especificação da argamassa, essa deve ser mantida, permitindo uma padronização de suas propriedades.

2.1.2.3. Produção da argamassa

"A produção da argamassa é a mistura ordenada dos seus materiais constituintes, nas proporções estabelecidas e por um determinado período de tempo, utilizando-se equipamentos específicos para esse fim" (BAIA; SABBATINI, 2000).

A forma de produção da argamassa interfere na definição das atividades envolvidas, no seqüenciamento destas atividades, na escolha das ferramentas e equipamentos necessários, bem como na organização adequada do canteiro de obras.

A argamassa preparada em obra, segundo Maciel (1997), envolve o trabalho dos operários nas seguintes atividades:

- medição, em massa ou em volume, das quantidades de todos os materiais constituintes, de acordo com o proporcionamento especificado pelo projeto, utilizando-se recipientes apropriados;
- transporte desses materiais ao equipamento de mistura;
- colocação dos materiais no equipamento, conforme a seqüência determinada;
- mistura dos materiais.

Para a argamassa industrializada fornecida em sacos, como ela é previamente dosada em instalação própria e fornecida em estado seco e homogêneo, a sua produção no canteiro de obras envolve somente as atividades de colocação da quantidade especificada do material em pó no equipamento de mistura, seguida da adição de água e o seu transporte.

Existem ainda, outros tipos de argamassas, como as dosadas em central e industrializadas fornecidas em silos, que tem sua medição mecanizada. De acordo com BAIA; SABBATINI (2000), esse tipo de argamassa é misturada em um equipamento acoplado ao próprio silo, e depois de efetuada sua mistura, a argamassa é transportada pelo elevador, pelo guincho externo de coluna, ou pela grua, dependendo do equipamento de transporte vertical utilizado na obra.

---

[5] "***Argamassa industrializada**: Produto proveniente da dosagem controlada, em instalação própria, de aglomerante(s) de origem mineral, agregado(s) miúdo(s) e, eventualmente, aditivo(s) e adição(ões) em estado seco e homogêneo, ao qual o usuário somente necessita a quantidade de água requerida".* (NBR 13529, ABNT, 1995).

2.1.2.4. Organização do canteiro de obras

A importância da adequada organização do canteiro de obras, juntamente com a garantia das boas condições de segurança e higiene, proporcionam melhor andamento dos serviços, otimizando a produção e reduzindo desperdícios na execução do revestimento de argamassa.

Conforme Heineck et al. (1995), organização do canteiro de obras envolve o estabelecimento do local de armazenagem dos materiais e de produção da argamassa, considerando o seu transporte até o local de aplicação, para promover as movimentações com o menor número de interferências e melhores condições de trabalho.

E, de acordo com Maciel et al. (1998), conhecendo-se as condições do local para a instalação do futuro canteiro (como vias de acesso, equipamentos e materiais disponíveis na região), devem ser definidos os seguintes aspectos para a organização do canteiro de obras:

- leiaute envolvendo a melhor localização dos equipamentos, áreas de estocagem, áreas para manutenção, vias de transporte interno de materiais e de equipamentos;
- condições de trabalho e serviço;
- ciclo de produção da argamassa;
- de mistura e transporte dos materiais a serem empregados;
- a organização da utilização dos equipamentos móveis, como as ferramentas;
- fluxos de materiais e pessoas no canteiro;
- central de produção;
- uso dos meios de comunicação, como quadros de aviso e aparelhos sonoros.

Segundo SOUZA; FRANCO (1997), um canteiro de obras se modifica ao longo da execução da obra, diferindo muito quanto aos materiais, serviços, equipamentos e mão-de-obra que deve comportar. Para a definição das fases do canteiro, deve-se utilizar diferentes critérios para se fazer tal subdivisão, que deverão ser adaptadas a realidade de cada empresa/empreendimento e continuamente discutidas e melhoradas, considerando: o prazo da obra, o projeto, o plano de ataque, o cronograma físico, a escolha das tecnologias a serem utilizadas.

Saurin (1997) considera bastante clara a necessidade de se realizar um bom planejamento e gerenciamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais, afirmando que a eficiência desse sistema afeta diretamente a produtividade e, por conseqüência, o nível de desperdício de materiais e de mão-de-obra.

A tarefa do planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais está intimamente ligada à definição do layout de canteiro, influenciando e sendo influenciado por tal atividade (SAURIN, 1997). Este autor afirma que, de um lado, o sistema de movimentação e armazenamento de materiais influencia o projeto de layout, através do estabelecimento dos requisitos de armazenamento de cada material e dos tipos e quantidades de equipamentos de transporte utilizados. Por outro lado, o layout de canteiro estabelece restrições para essas decisões, além de se constituir em um dos principais determinantes da eficiência da movimentação e armazenagem, podendo facilitar ou dificultar estes processos.

2.1.2.5. Atividades de produção da argamassa

O ciclo de produção e os equipamentos de transporte da argamassa estão diretamente relacionados à organização do canteiro de obras (MACIEL, 1997). Para tanto, esta organização requer o estudo de diversas variáveis tais como: estabelecimento do local de armazenagem dos materiais, do local de produção da argamassa e do seu transporte até o local de aplicação, de forma a proporcionar o adequado andamento dos serviços.

Alguns aspectos relativos à produção da argamassa e à organização do canteiro de obras estão resumidos na Tabela 2.8.

Tabela 2.8 - Aspectos relativos à produção da argamassa e à organização do canteiro. (Fonte: Adaptado de NBR 7200, ABNT, 1998; Maciel et al., 1999b) (Continua)

Definição	**Aspectos a serem considerados**	
	Argamassa preparada na obra	**Argamassa industrializada**
Central de produção	Nº. de equipamentos de mistura adequado ao volume diário de produção; Proximidade ao estoque de materiais e ao equipamento de transporte vertical.	Dispensa a organização de uma central de produção, caso se misture a argamassas nos pavimentos empregando a argamassadeira.
Estrutura mínima da central	Misturador mecânico; compartimentos separados e identificados para estoque de diferentes materiais; ponto de água canalizada próximo ao misturador mecânico com medidor de água acoplado; peneiras; dispositivos para medição de agregados, adições e água.	
Área de armazenagem	Maior área de armazenagem para os materiais.	Redução das áreas de armazenagem.
Areia	Deve ser estocada em compartimentos separados de acordo com a natureza e classificação granulométrica.	
Cal hidratada, cimento e argamassas industrializadas	Devem ser estocados no almoxarifado ou em local coberto e fechado, sobre um tablado de madeira. A organização desses materiais deve observar a sua utilização segundo a ordem de compra (PEPS), para que sejam respeitados os prazos de validade.	

Tabela 2.8 - Aspectos relativos à produção da argamassa e à organização do canteiro. (Fonte: Adaptado de NBR 7200, ABNT, 1998; Maciel et al., 1999b) (Continuação)

Definição	Aspectos a serem considerados	
	Argamassa preparada na obra	**Argamassa industrializada**
Transporte vertical	Transporte até o local de aplicação pelo elevador, guincho de coluna externo ou grua; Interferência com o transporte vertical de outros materiais.	Possibilidade de eliminação da interferência com o transporte vertical dos outros materiais, através da mistura nos pavimentos.
	Por elevador, grua ou guincho de coluna externo. O uso do elevador exige o transporte da argamassa da central até o mesmo, e deste para o pavimento, podendo haver certa interferência com o transporte dos outros materiais. O uso de guincho de coluna externo envolve o transporte da argamassa até o guincho através de baldes, que são levados, diretamente, até o ponto de aplicação nas fachadas. Com isso, pode-se evitar a espera pela argamassa nos balancins, em função da interferência com o transporte de outros materiais, como acontece em função do emprego do elevador ou da grua.	
Transporte horizontal	Normalmente são utilizados a jerica[6] e o carrinho-de-mão. O uso dos carrinhos-de-mão padronizados facilita o desenvolvimento dessa atividade, mas para o seu emprego é necessário prever uma rampa que possibilite despejar diretamente o material do carrinho para a betoneira, que deve possuir uma pá carregadora.	
Mistura da argamassa	Pode ser realizada em uma central ou no local de aplicação, utilizando-se betoneiras ou argamassadeiras. Quando feita na central, requer o seu transporte até o ponto de aplicação na fachada através do equipamento de transporte vertical utilizado. O emprego de argamassadeiras para a sua mistura nos próprios pavimentos do edifício elimina a necessidade do transporte vertical, evitando interferências com o transporte de outros materiais. A argamassadeira desloca-se para cada pavimento à medida que a execução do revestimento vai avançando.	
Tempo de mistura	Deve respeitar o tempo indicado pelas recomendações do fabricante.	Varia em função da argamassa é avaliado qualitativamente pela mão-de-obra, sendo correspondente ao tempo necessário para que a mistura apresente homogeneidade e consistência adequada.
Equipamento de suporte provisório	Pode ser o andaime suspenso, também denominado balancim, movimentado manualmente ou através de motor, ou o andaime tubular, denominado andaime fachadeiro. O balancim motorizado pode facilitar e agilizar a movimentação ao longo da fachada, seu emprego requer uma análise detalhada da relação custo e benefício. A sua adoção pode-se tornar mais viável quando empregada a argamassa aplicada por projeção mecânica, uma vez que existe a possibilidade de compartilhar a velocidade de execução do revestimento com a velocidade de movimentação do balancim.	

2.2. Execução do revestimento

A execução dos revestimentos é abordada nessa dissertação por envolver diversas etapas, com

[6] *"Jerica: equipamento de transporte horizontal, composta por um recipiente metálico fixado a um eixo com duas rodas. A capacidade da jerica é maior do que a do carrinho-de-mão, além de apresentar maior facilidade e estabilidade no transporte"* (MACIEL; MELHADO, 1999b).

atividades próprias e procedimentos específicos para o seu desenvolvimento, que devem ser conhecidas e consideradas na elaboração de projeto de revestimento de fachada, de forma que seja alcançado um nível de racionalização desejado. As etapas apresentadas a seguir são: seqüência das atividades, preparo da base, definição de referências do plano do revestimento, aplicação da argamassa, equipamentos e ferramentas empregados e equipe de execução.

2.2.1. Seqüência das atividades

A seqüência de execução tem finalidade de orientar o planejamento da produção, no qual deve ser feito o dimensionamento das equipes de execução, além de auxiliar na identificação de interferências com outros serviços dentro do canteiro de obras.

A definição da seqüência de execução, segundo Maciel; Melhado (1999a), deve estabelecer a ordenação das etapas de execução ao longo da fachada, respeitando os intervalos mínimos de execução recomendados entre as mesmas. A Tabela 2.9 apresenta as recomendações de intervalos, segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998).

Tabela 2.9 - Recomendações de intervalos mínimos entre os serviços de revestimento. (Fonte: NBR 7200, ABNT, 1998)

Base	Idade mínima recomendada
Estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais	28 dias
Alvenarias de vedação de tijolos, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular	14 dias
Chapisco para aplicação do emboço ou camada única	3 dias
Emboço de argamassa de cal, para início dos serviços de reboco	21 dias
Emboço de argamassas mistas ou hidráulicas, para início dos serviços de reboco	7 dias
Emboço aplicado em mais de uma demão (entre as aplicações)	24 horas
Revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo	21 dias

Para os revestimentos executados com argamassas industrializadas ou dosadas em central, estes prazos podem ser alterados, se houver instrução específica do fornecedor.

O planejamento da seqüência das atividades a serem realizadas na execução dos revestimentos, deve ser equacionado conforme as condições peculiares de cada obra. Para o planejamento básico devem ser considerados segundo Sabbatini (1990):

a) "tempo e orçamento previstos para a execução dos serviços de revestimento;

b) quantificação dos serviços de revestimento, apropriando-se a área total de todos os tipos levantados no projeto;

c) previsão da quantidade de mão-de-obra, com a definição das equipes iniciais de trabalho e no transcorrer da obra;

d) estimativa dos volumes de produção de argamassa ao longo da obra;

e) estimativa dos estoques necessários ou possíveis de materiais, estabelecendo-se a programação de compra e o plano de controle da qualidade de aceitação dos materiais básicos e das argamassas;

f) previsão de estocagem adequada para os materiais, associada ao local de produção da argamassas e as características de armazenagem;

g) definição do leiaute de produção das argamassas, tendo-se em vista os volumes diários de produção e a racionalização do uso dos equipamentos e da mão-de-obra, os meios de controle da produção e o fluxo de distribuição das argamassas para os pontos de consumo;

h) previsão dos equipamentos e utensílios necessários para a produção e transporte das argamassas, conforme o leiaute e cronograma da produção ao longa da obra;

i) previsão da ferramentas e utensílios necessários a serem alocados, individualmente, para encarregados, pedreiros e serventes;

j) previsão e prazos de instalação da infra-estrutura necessária para os serviços de revestimentos, tais como: balancins, andaimes, etc.;

k) plano de controle sistemático do volume de produção das argamassas e da produtividade dos serviços de revestimento, com vistas à confirmação ou racionalização da previsão inicial de mão-de-obra;

l) plano de controle da qualidade de produção e de aceitação dos serviços de revestimento;

m) plano de treinamento das equipes de produção".

2.2.1.1. Preparo da base

De acordo com Baia; Sabbatini (2000), o preparo da base envolve um conjunto de atividades que visam adequar a base ao recebimento da argamassa. A preparação envolve a remoção de sujeiras (materiais pulverulentos, graxas, óleos, desmoldantes e fungos), a retirada de irregularidades metálicas

(pregos, fios, arames e pontas de ferro) e o preenchimento de furos provenientes de rasgos, depressões localizadas, quebra parcial de blocos, falhas de concretagem, etc.

As irregularidades superficiais devem se eliminadas de acordo com os seguintes procedimentos indicados pela NBR 7200 (ABNT, 1998):

- retirada das pontas de barras de aço dos elementos estruturais e de rebarbas entre as juntas da alvenaria;

- correção das depressões, furos e rasgos: enchimento de falhas da base com argamassa, desde que menores que 50mm de profundidade; enchimento das falhas com mais de 50mm de profundidade, em pelo menos duas etapas, a primeira camada deve secar por no mínimo 24 horas e ser levemente umedecida quando da aplicação da segunda; correção dos rasgos de tubulações superiores a 50mm, através de colocação de tela metálica galvanizada e enchimento com cacos de tijolos e blocos de alvenaria.

Depois das correções de irregularidades, deve ser efetuada a limpeza, que tem como objetivo eliminar os elementos que possam prejudicar a aderência da argamassa à base. As técnicas recomendadas de limpeza variam de acordo com a extensão das sujidades e usualmente são adotadas pelo grau de necessidade, complexidade e custo.

A remoção de resíduos consiste na retirada das partículas que possam interferir no mecanismo de aderência entre a base e a camada de revestimento. De acordo com a NBR 7200 (ABNT, 1998), a limpeza poderá ser executada de acordo com os seguintes procedimentos**:**

a) "para a remoção de sujeiras, pó e materiais soltos: escovar e lavar a superfície ou aplicar jato de água sob pressão; quando necessário, deve ser empregada espátula, escova de cerdas de aço ou jato de areia;

b) para a remoção de óleo desmoldante, graxa e outros contaminantes gordurosos, pode-se efetuar a limpeza com soluções alcalinas ou ácidas, empregando-se um dos seguintes procedimentos:

- *escovar (utilizando-se escova de piaçaba, por exemplo) com solução alcalina de fosfato trissódico ou de soda cáustica e, em seguida, enxaguar com água limpa em abundância;*

- *aplicar solução de ácido muriático (5% a 10% de concentração) durante 5 min, escovar (com escova de piaçaba, por exemplo) e enxaguar com água limpa em abundância;*

- *escovar a superfície em abundância com água e detergente e enxaguar com água em abundância;*

- *empregar processos mecânicos (escovamento a seco com escova de cerdas de aço, lixamento mecânico ou jateamento de areia) e em seguida remover a poeira através de ar comprimido ou lavagem com água".*

Já de acordo com ABCP (2003), na limpeza da base podem ser realizados os seguintes procedimentos: escovação com vassoura de piaçava, ou escovação com escova de fios de aço, ou escovação seguida de lavagem com mangueira, ou lavagem com mangueira pressurizada (com ou sem o acréscimo de detergentes ou desengordurantes), ou jateamento de areia.

Portanto, diferentes tipos de limpezas de base são recomendadas por diversos autores, todas com o objetivo de remover os resíduos que possam interferir no mecanismo de aderência entre a base e a camada de revestimento.

A fixação da alvenaria pela face externa da fachada também é uma atividade de preparo de base, e envolve o preenchimento do espaço superior deixado entre a alvenaria e a estrutura, devendo ter sido realizada anteriormente pelo lado interno. Também são utilizados na fixação: argamassa expansiva, argamassa de assentamento, argamassa adequadamente dosada para esse uso (MACIEL, 1997).

A argamassa utilizada para a fixação da alvenaria apresenta uma maior plasticidade para facilitar sua aplicação, que pode ser feita empregando bisnaga. Souza et al. (1996) recomendam que a alvenaria seja fixada usando a mesma argamassa utilizada no assentamento dos seus componentes, o preenchimento de dois terços da largura do bloco deve ser feito pelo lado interno, juntamente com a execução da alvenaria. O restante deve ser preenchido com a mesma argamassa empregada anteriormente, pelo lado externo.

Devem ser obedecidos alguns prazos para que essa atividade seja iniciada, de acordo com Melhado et al. (1995), o ideal é que a estrutura e a alvenaria estejam completamente concluídas e a maior parte da carga permanente esteja aplicada. No caso de não existir essa possibilidade, em função dos cronogramas de obras, devem ser observadas:

- a fixação deve ser feita de cima para baixo com, pelo menos, 50% das alvenarias executadas, colocando, antes da fixação, toda a carga permanente possível;
- a alvenaria deve ser fixada com pelo menos 14 dias de sua execução;
- a fixação do último pavimento deve ser feita após pelo menos 30 dias após sua execução, devendo estar pronto o telhado, se houver, ou o isolamento térmico da laje de cobertura.

O preparo de base, o uso materiais apropriados para a argamassa e o seu processo de cura, para Durand; Mirza (1993) são os três principais fatores que favorecem o desempenho dos revestimentos. Já Murray (1983) diz que o preparo de base, o controle da sua sucção, a qualidade dos materiais

utilizados no seu preparo e as técnicas de execução dos revestimentos são fatores que influem na resistência de aderência do revestimento.

Os diferentes tipos de preparo de base devem ser realizados usando materiais e técnicas apropriadas para melhorar as condições de aderência da camada de revestimento à base ou substrato, criando uma superfície de rugosidade apropriada e regularizando a capacidade de absorção inicial da base. Segundo Lejeune (1985), o papel do preparo de base limita-se basicamente a proporcionar a ancoragem, ou seja, a melhorar a aderência da argamassa do revestimento ao substrato.

Assim, os procedimentos de preparo das bases devem ser detalhados e executados de maneira que visem proporcionar a adequada ancoragem do revestimento ao substrato e regularizar a capacidade de absorção da base. E especialmente quando forem as bases de concreto, que por si só, apresentam baixa porosidade.

De acordo com a BS 5262 (BSI, 1991), a utilização de chapisco é sempre recomendada quando a absorção de água capilar da base é irregular ou muito baixa. O chapisco, além de produzir uma superfície bastante rugosa sobre a base, aumenta também a área de aderência, principalmente em superfícies de baixa porosidade, tais como em superfícies de concreto, bem como naquelas onde a capacidade de absorção é alta. Estas propriedades são as que possibilitam que o chapisco seja uma das técnicas mais empregadas para o preparo de base e melhore a aderência da argamassa de revestimento ao substrato.

O chapisco pode ser aplicado de diversas maneiras, segundo ABCP (2003):

- Tradicional: consiste no lançamento vigoroso de uma argamassa fluida sobre a base, utilizando-se uma colher de pedreiro. A textura final deve ser a de uma película rugosa, aderente e resistente. Esta argamassa fluida é produzida com cimento e areia grossa em proporções que variam de 1:3 a 1:5 em função das características do agregado utilizado e da superfície a ser chapiscada.

- Industrializado: usualmente aplicado sobre a estrutura de concreto, esse tipo de chapisco é feito com uma argamassa industrializada para esse fim, sendo necessário acrescer somente água. Deve ser produzido e aplicado seguido as recomendações do fabricante, normalmente é utilizada a desempenadeira denteada para a sua aplicação.

- Rolado: feito com uma argamassa fluida obtida através da mistura de cimento e areia, com adição de água e polímero, usualmente de base PVAc (acetato de polivinila). Pode ser aplicada tanto na estrutura como na alvenaria, usando-se rolo para textura acrílica. A parte líquida deve ser misturada aos sólidos até obter consistência de “sopa”. A sua utilização deve ser avaliada, já que este tipo de chapisco é fornecido somente em algumas regiões do país, e ainda, deve-se realizar a

sua aplicação cuidadosamente, pois se não for bem realizada pode vir a provocar problemas de aderência.

- Projetado: feito com uma argamassa fluida obtida através da mistura de cimento e areia, podendo conter aditivos ou não, e aplicado com uso de projetores com recipientes acoplados ou bombas de projeção.

Entretanto, somente o efetivo preparo de base não garante que não haja problemas futuros de aderência no revestimento. De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 1996), devem ser realizados ensaios de percussão para avaliar a aderência do revestimento acabado, através de impactos leves, não contundentes, com martelo de madeira ou outro instrumento rijo. A avaliação deve ser feita em cerca de 1m², sendo a cada 100m² para parede. Os revestimentos que apresentarem som cavo nessa inspeção, por amostragem, devem ser integralmente percutidos para se estimar a área total com falha de aderência a ser reparada, conforme como preconiza a mesma norma.

E ainda, sempre que julgar necessário deve ser realizado no revestimento ensaios de resistência de aderência à tração, em pontos escolhidos aleatoriamente, a cada 100m² ou menos da área suspeita. O revestimento dessa área deve ser aceito se cada grupo de seis ensaios realizados (com idade igual ou superior a 28 dias) pelo menos quatro valores forem iguais ou superiores à 0,3 MPa como também recomenda a NBR 13749 (ABNT, 1996). Se forem obtidos resultados maiores ou iguais à 0,3 Mpa, dificilmente o revestimento sofrerá problemas de aderência.

A partir de uma análise da bibliografia nacional pôde-se encontrar alguns trabalhos que relatam a influência do preparo de base na aderência dos revestimentos de argamassa, dentre os quais, pode-se citar o de: CÂNDIA, (1998a); SCARTEZINI et al., (2002); SILVA, (2004); CARASEK et al., (2005); NASCIMENTO et al., (2005).

2.2.1.2. Definição de referências do plano do revestimento

Para Maciel; Barros; Sabbatini (1998), antes de iniciar o revestimento de qualquer base, devem ser criadas as referências para a definição do plano do revestimento a ser obtido, é necessário que a superfície esteja em prumo ou em nível e que obedeça às espessuras admissíveis. A Tabela 2.10 ilustra as espessuras mínimas do revestimento recomendadas por estes autores.

Tabela 2.10 - Espessuras mínimas do revestimento nos pontos críticos. (Fonte: Maciel, 1997)

Tipo de base	Espessura mínima
Estrutura de concreto em pontos localizados	10mm
Alvenaria em pontos localizados e vigas e pilares em regiões extensas	15mm
Alvenarias em regiões extensas	20mm

Apesar das espessuras mínimas sujeridas por Maciel (1997) serem iguais ou inferiores a 20mm, e portanto, não atendem a NBR 13749 (ABNT, 1996), devem ser avaliadas as condições da obra (tipo de base, condições de exposição e situações de uso). De maneira que estas espessuras não prejudiquem o desempenho da camada de revestimento de argamassa como um todo.

No caso das fachadas, as referências do plano de revestimento são obtidas por meio da locação dos arames seguida da atividade de mapeamento, que se caracteriza como uma atividade típica do reprojeto. De maneira que o projeto do produto especifica uma espessura mínima, e depois, verificam-se as condições de produção da estrutura e da alvenaria para reprojetar aquilo que inicialmente foi especificado.

No mapeamento é feita a medição das distâncias entre os arames e a superfície da base em pontos específicos: nas vigas e na alvenaria a meia distância entre vigas, conforme pode ser observado na Figura 2.9.

Figura 2.9 - Pontos de leitura para o mapeamento da fachada. (Fonte: Souza et al., 1996)

Os arames de fachada devem estar posicionados de forma adequada, alinhados e em esquadro com a estrutura, e com base nas linhas de referência, deve ser realizada pela equipe técnica da empresa uma análise crítica das espessuras finais obtidas para a definição da espessura do revestimento da fachada. (BAIA; SABBATINI, 2000). A Figura 2.10 apresenta esquematicamente a locação dos arames de fachada para mapeamento.

De acordo com Maciel (1997), os arames de fachada devem estar a uma distância máxima de 10cm da platibanda, perfeitamente alinhados e dispostos a uma distância de 1,5m a 1,8m entre eles, sendo posicionados da seguinte maneira:

a) de cada lado das janelas;

b) nas quinas externas e cantos internos, deslocados de 10 a 15cm do eixo, um em cada face do diedro;

c) nos eixos das juntas estruturais ou de outros detalhes alinhados.

Após terem-se as distâncias anotadas em uma planilha para a análise da espessura real do revestimento. Conforme a mesma autora será feita a análise dos pontos em que as espessuras forem maiores ou menores do que as especificadas, e devem ser tomadas decisões quanto à necessidade de:

- executar o revestimento em uma ou mais demãos;
- usar telas metálicas nas regiões de espessuras elevadas;
- fazer o revestimento, em áreas isoladas com espessuras diferentes;
- adotar, criteriosamente, espessuras de revestimento menores do que as especificadas em projeto;
- reprogramar a execução e o controle das atividades, em função das alterações sugeridas.

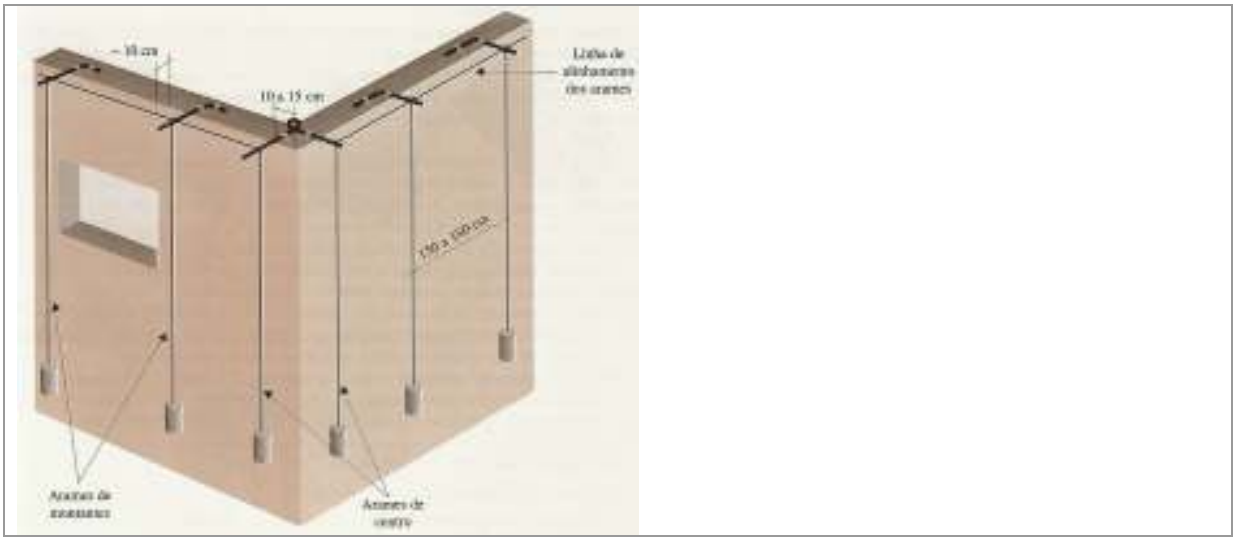

Figura 2.10 - Locação de arames de fachada. (Fonte: Souza et al., 1996)

Apesar das recomendações do mapeamento, de acordo com Maciel (1997), normalmente nos edifícios, a definição da espessura é feita através da colocação de arames a uma determinada distância da superfície da fachada e, em alguns andares, onde é possível que se tenha acesso, verifica-se visualmente a possibilidade de encostar ou afastar mais os arames, respeitando a espessura mínima definida para o revestimento. Depois deste ajuste, o arame fica afastado a uma distância equivalente à espessura da camada de revestimento.

Já o taliscamento é a etapa seguinte à definição da espessura do revestimento, e consiste na fixação de "cacos" cerâmicos, com a mesma argamassa utilizada para o revestimento, em pontos específicos e

respeitando a espessura definida (BAIA; SABBATINI, 2000). É recomendável que o taliscamento seja feito previamente em toda a extensão da superfície a ser revestida, de forma que a argamassa se encontre endurecida, mantendo-se as taliscas fixas e firmes, para apoiarem a régua e servirem de referência para a execução das mestras. O taliscamento deve ser realizado nas posições definidas pelos arames, no comprimento da régua, após o mapeamento da fachada realizado.

"As mestras são faixas estreitas e contínuas de argamassa feitas entre duas taliscas, que servem de guia para a execução do revestimento. Por meio desses elementos, fica delimitada uma região onde será aplicada a argamassa. Sobre as mestras, a régua metálica é apoiada para a realização do sarrafeamento da camada de argamassa" (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998).

Embora seja recomendado executar todas as atividades de definição do plano do revestimento, algumas delas podem não ser realizadas, conforme foi verificado por Souza (2001), que em algumas obras não eram executadas as taliscas e/ou as mestras, e ainda a maioria das obras não realizaram o mapeamento da fachada. Para o autor, a não ocorrência de algumas dessas atividades pode implicar na perda da qualidade do revestimento, já que estas tem papel importante na sua execução.

2.2.1.3. Aplicação da argamassa

A aplicação da argamassa pode ser iniciada somente após a base estar adequadamente preparada e a seqüência de execução dos painéis estarem definidas, além do taliscamento da fachada concluído, se for o caso. *"Essa aplicação sobre a superfície, deve ser feita por projeção enérgica do material sobre a base, manualmente ou mecanicamente, depois deve ser feita uma compressão com a colher de pedreiro, para eliminação dos vazios na camada de argamassa e um tratamento posterior da superfície do revestimento"* (BAÍA; SABBATINI, 2000).

Quando o revestimento é aplicado manualmente, sofre grande influência da habilidade do operário, sendo suscetível a falhas pela não uniformidade da energia de aplicação empregada e conseqüentemente pela não adesão completa à base. A habilidade na aplicação varia de operário para operário, e ainda da sua disposição física e de sua prática com o serviço, isto é, do efeito aprendizado adquirido com a repetição das atividades.

Já a norma NBR 7200 (ABNT, 1998) ressalta que, para que a argamassa possa ser aplicada em espessura uniforme, a base a ser revestida deve ser regular, devendo ser eliminadas as irregularidades superficiais. A etapa intermediária de sarrafeamento, segundo a mesma norma, "*consiste em retirar o excesso de argamassa por meio da passagem de uma régua para regularizar a superfície. Em seguida, preenchem-se as depressões mediantes novos lançamentos de argamassa nos pontos necessários, repetindo-se a operação de sarrafeamento até conseguir uma superfície plana e homogênea".*

O sarrafeamento não pode ser feito imediatamente após a chapagem da argamassa, o momento adequado, para Maciel (1997), depende das condições climáticas, da sucção da base e das características da argamassa. Quando realizado precocemente, pode haver o descolamento da argamassa em regiões já revestidas, em função do processo de aderência e de endurecimento ainda não estarem suficientemente desenvolvidos.

Na prática, Souza et al. (1996) recomendam que para avaliar o "ponto de sarrafeamento" deve-se pressionar a argamassa com os dedos. O ponto ideal é quando os dedos não penetram na camada de argamassa, permanecendo praticamente limpos, porém deformando levemente a superfície.

Quando a argamassa de revestimento for aplicada a uma temperatura superior a 30ºC, *"devem ser tomados cuidados especiais para a cura do revestimento, mantendo-o úmido pelo menos nas 24 h iniciais através da aspersão constante de água. Este mesmo procedimento deve ser adotado em situações de baixa umidade relativa do ar, ventos fortes ou insolação forte e direta sobre os planos revestidos"*. (NBR 7200, ABNT, 1998)

Baseado nas experiências de obra e em trabalho de laboratório, Cândia (1998b, p.14) afirma que a cura dos revestimentos nas primeiras idades tem uma influência significativa nos valores de resistência de aderência, assim como a locação da fachada em relação ao sol e sombra durante a execução do revestimento, influi diretamente nas resistências de aderência, portanto considera-se esse um item de importância.

2.2.2. Equipamentos e ferramentas empregados

Para Maciel; Melhado (1999b), a consideração sobre os equipamentos que serão utilizados para a produção e transporte da argamassa também deve ser feita quando for elaborado o projeto, para que seja possível determinar as melhores condições para as atividades de produção.

No caso da argamassa preparada na obra, os equipamentos e ferramentas de produção usados são: o equipamento de mistura, os recipientes para se fazer a medição da quantidade de materiais e as pás. Utiliza-se às vezes peneiras para eliminar torrões e materiais estranhos do agregado, essas peneiras devem apresentar malha adequada e ser montadas de forma a facilitar o peneiramento. E no caso da produção das argamassas industrializadas, os equipamentos e ferramentas usados são, basicamente, os recipientes para a colocação de água, a argamassadeira ou a betoneira, além dos equipamentos de transporte.

As ferramentas utilizadas na aplicação da argamassa podem ser: colher de pedreiro, trena metálica, prumo de face, fio de prumo, broxa, desempenadeira de madeira, desempenadeira de aço, desempenadeira feltrada, nível de mangueira, balde e mangueira de água, frisador, régua de alumínio, régua gabarito de junta, réguas de canto, arames de fachada; tela de aço galvanizado; taliscas de

material cerâmico, mastique para as juntas, desempenadeira de canto, desempenadeira denteada, desempenadeira de pingadeira, entre outros. E ainda, para o preparo de base: escova de aço, espátula, vassoura, pincel e tinta anti-corrosiva.

2.2.3. Equipe de execução

Um dos mais importantes elementos para a adequada execução do revestimento é a equipe de produção qualificada. Para que isso ocorra é necessário que a mão-de-obra utilizada no serviço seja bem escolhida e capacitada.

De acordo com Sabbatini (1990), o treinamento dessas equipes de produção deve enfocar:

- *"produção das argamassas, que devem ser bem instruídas sobre os traços a serem produzidos, procedimento para a dosagem de cada um dos materiais, tempo de mistura, preenchimento das fichas de controle da produção, etc.;*

- *produção dos revestimentos, que deverão ser treinadas nos primeiros serviços visando melhorar habilidades, bem como ser esclarecidas sobre o padrão de acabamento a ser exigido pelo controle de qualidade;*

- *controle de qualidade, que deverão ter acompanhamento crítico das operações, detalhando, simplificando, corrigindo, aperfeiçoando e normalizando todas as atividades concernentes à execução dos serviços de revestimentos".*

Segundo a ABCP (2003), o corpo técnico da empresa construtora deve estabelecer o perfil do profissional a ser contratado para cada atividade especifica. Sendo estes, geralmente encarregados, pedreiros, auxiliares e serventes. A equipe de trabalho deverá ser dimensionada de acordo com as necessidades da obra, com relação ao seu planejamento físico-financeiro, e a produtividade necessária dos serviços de fachada.

E no caso da contratação de empresas especializadas (usualmente chamada subempreiteira), devem-se estabelecer critérios objetivos para que se possa fazer uma escolha adequada, não levando em conta somente o preço direto proposto. Capozzi (1998) relacionou as principais ações a serem conduzidas pela empresa construtora, denominando-as como os dez mandamentos da subcontratação:

1. melhorar os termos do contrato. A construtora deve colocar no contrato cláusulas de qualidade, segurança do trabalho e proteção ao meio ambiente;

2. procurar diminuir o número de empreiteiras. É melhor ter, no máximo, três opções de fornecedores para cada serviço;

3. selecionar e avaliar a subcontratada. Pedir currículos, visitar obras, conversar com clientes da empreiteira;

4. monitorar o trabalho da subcontratada. Avaliar o desempenho, dar notas e mostrar o boletim para o empreiteiro estabelecendo os limites, por exemplo, com notas acima de sete o trabalho está satisfatório; abaixo de sete, ele precisará corrigir as não conformidades e abaixo de cinco o contrato será cancelado;

5. exigir que a subcontratada invista em programa de treinamento e deixar claro que não bastam insípidas palestras, mas sim, treinamentos específicos para cada atividade no canteiro;

6. exigir da subcontratada padrões de contrato, de procedimentos formalizados e por escrito;

7. exigir qualificação profissional da subcontratada;

8. exigir que a empreiteira respeite as legislações trabalhistas;

9. preferir as empresas com menor índice de rotatividade;

10. escolher a que for mais competitiva em termos de prazo, preço e flexibilidade, estando atendo porque preço muito baixo pode significar falta de qualificação e aumento no custo por retrabalho, ou atrasos.

Existem ainda as parcerias entre a subempreiteiras e construtoras, ECCLES (1981) diagnosticou que, ao recorrer a competição por meio de licitações, alguns construtores descobriram que podiam contar com subcontratados parceiros que apresentavam preços mais reduzidos para ajudar a melhorar a oferta do preço global. Isto foi conseguido devido a sua familiaridade com os métodos de trabalho da empresa principal e a sua experiência adquirida com certo tipo de construção. Outra condição que contribui para essa deferência pelo subempreiteiro, é o relacionamento com o contratante estar baseado na constância de serviços, na confiança e na busca do crescimento conjunto.

Normalmente o pagamento dos subempreiteiros é condicionado à execução e conferência do serviço pelo contratante. Essa aferição comumente é denominada medição, cujas etapas correspondem às condições de pagamento previamente combinadas.

Apesar da necessidade de autonomia na execução dos serviços subempreitados, Serra (2001) afirma que os mesmos devem ser fiscalizados pelo contratante a fim de se verificar a correta execução dos padrões de qualidade exigidos, a conformidade do prazo em relação ao previsto, o cumprimento das normas de segurança no trabalho, etc. Caso o serviço não seja realizado de acordo com as especificações iniciais, o contratante pode exigir que o subempreiteiro o execute novamente, correndo as despesas por conta do mesmo.

Outra forma de fiscalização diz respeito à alocação de operários pelo contratado, que deve ser em quantidade adequada para a execução dos serviços no prazo especificado. Se, por acaso, o contratante concluir que o subempreiteiro não conseguirá cumprir o prazo acordado, poderá solicitar que o mesmo destine mais operários para aquela obra, ou que adote o regime de horas extras para seus funcionários.

Do que se refere ao controle da qualidade do serviço segundo Lordsleem Júnior (2002), cabe à subempreiteira realizar o controle das condições para o início dos serviços e o controle de execução; e empresa construtora deverá realizar o controle de aceitação dos serviços. É importante que ambas definam, em contrato, as informações que irão nortear a realização do controle da qualidade dos serviços.

O mesmo autor recomenda as seguintes ações de organização à empresa subempreiteira, para que a sistemática de controle da qualidade do serviço em obra possa ser estabelecida e realizada:

- definição dos responsáveis;
- definição da documentação;
- determinação do momento e da freqüência de realização e do método de verificação;
- definição de quem pode propor soluções para os problemas identificados.

Além disso, cada serviço subempreitado deve ter as próprias planilhas de procedimentos de execução e de verificação de qualidade, com os parâmetros de julgamento e valores de tolerância, com um campo para poder identificar o responsável pela aprovação.

De acordo com Serra (2001), a colocação dos requisitos de aprovação do serviço e suas tolerâncias devem ser algo bastante claro para os operários e prepostos do subempreiteiro. Durante a avaliação da qualidade do serviço, o fiscal deverá saber também como proceder no caso de inconformidades e orientar ações corretivas. Os fiscais são geralmente: engenheiro, mestre-de-obras ou encarregado.

Apesar dos autores Eccles (1981); Capozzi (1998); Serra (2001), tratarem de subempreiteiras de mão-de-obra no geral, e este trabalho ter como o foco na execução dos revestimento de fachada, as afirmações apresentadas anteriormente, se aplicam também as subempreiteiras de mão-de-obra de fachada.

2.3. Controle da produção do revestimento

O controle é abordado nesta dissertação por ser entendido como: *"um conjunto de ações realizadas durante todo o processo de produção, de maneira que as não-conformidades passem a ser constatadas ao longo do processo, podendo ser tomadas atitudes corretivas antes de seu término, para proporcionar a obtenção dos resultados pretendidos"* (BAIA; SABBATINI, 2000). Assim

sendo, desempenha importante papel na racionalização do processo de produção estudado.

De acordo com Sabbatini (1990), os procedimentos de controle numa obra envolvem várias etapas que se completam ao longo do processo executivo e são realimentadas por ele. Na etapa referente à execução dos revestimentos de argamassa, os procedimentos de controle podem ser agrupados em:

- controle de qualidade das condições para início da execução dos serviços;
- controle de qualidade de execução (de produção do serviço);
- controle de qualidade de aceitação.

Portanto, tratam-se de itens de controle relacionados ao processo de produção dos revestimentos, que envolvem as atividades realizadas antes, durante e após a execução do revestimento, como ilustrado na Tabela 2.11.

Tabela 2.11 - Etapas do controle da produção dos revestimentos. (Fonte: Sabbatini, 1990)

Etapas do controle	Tipo de controle
Antes do início da execução	Verificação de todos os antecedentes que precisam ser atendidos para a adequada realização das atividades
Durante a execução	Controle durante todo o processo para a garantia do atendimento as especificações do revestimento
Após a execução	Avaliação do atendimento das especificações previamente definidas, considerando os limites de tolerância

Na forma tradicional de controle do processo de produção dos revestimentos de argamassa, de acordo com Toscano (1995), a conformidade com as especificações só é verificada após a conclusão de todos os serviços. No entanto, para a racionalização do processo, este controle deve se iniciar antes da execução, ainda no projeto, passando pelos materiais, pela execução da obra, e chegando até o uso e manutenção do edifício.

Ainda, para o mesmo autor, essa tarefa é de responsabilidade do engenheiro da obra ou do mestre-de-obras; porém, muitas vezes, os parâmetros de controle não estão bem definidos e os encarregados dessa tarefa acabam agindo segundo os conhecimentos tradicionais adquiridos na prática, sem a fundamentação tecnológica adequada, fazendo com que os erros e vícios de construção se repitam e os problemas não sejam resolvidos da melhor maneira.

Os itens a serem controlados antes da execução dos revestimentos de argamassa de fachada, segundo (SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996) são identificados na Tabela 2.12.

Tabela 2.12 - Verificações do controle de qualidade antes da execução dos revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996)

	Verificações
Itens de controle	verificar se todas as alvenarias de fachada estão concluídas e fixadas internamente, respeitando-se o prazo mínimo de 15 dias para essa fixação;
	verificar se os contramarcos então chumbados;
	observar se as instalações elétricas e hidráulicas nas alvenarias de fachada estão concluídas;
	verificar o cumprimento dos prazos de carência da execução da estrutura, da alvenaria e da fixação da alvenaria;
	averiguar se a fachada está protegida com a tela de náilon;
	ensaios iniciais de seleção de argamassa;
	verificar se o traço da argamassa a ser utilizada está definido;
	verificar se os materiais estão disponíveis na obra de acordo com as especificações;
	verificar se o local de produção da argamassa está organizado;
	verificar se as ferramentas e equipamentos necessários a produção estão disponíveis;
	certificar que os equipamentos de proteção individual estão disponíveis e todos os de proteção coletiva estão instalados conforme a NR 18;
	certificar que os operários e os responsáveis pela verificação dos serviços estão cientes dos procedimentos de execução dos serviços a serem adotados.

Já durante a etapa de execução, são indicadas as verificações de alguns itens importantes, conforme a Tabela 2.13 demonstra segundo (SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996; MACIEL, 1997).

Tabela 2.13 - Verificações do controle de qualidade de execução dos revestimentos de argamassa. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996; MACIEL, 1997) (Continua)

Etapas	**Verificações**
Preparação da base	• condições de limpeza da base; • correção de imperfeições da base; • tratamento das superfícies de concreto a serem revestidas; • execução correta do chapisco nas superfícies prescritas em projeto; • necessidade de tratamento superficial diferenciado em regiões não prescritas no projeto; • fixação externa da alvenaria[7].

[7] SABBATINI (1988) recomenda que a fixação da alvenaria deve ser feita com argamassa de baixo módulo de elasticidade e alta aderência, preenchendo totalmente o espaço entre a alvenaria e a estrutura. Essas medidas diminuem as tensões nas alvenarias e revestimentos devidas às deformações das estruturas.

Tabela 2.13 - Verificações do controle de qualidade de execução dos revestimentos de argamassa. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996; MACIEL, 1997) (Continuação)

Etapas	Verificações
Definição do plano de revestimento	• prumo e esquadro das taliscas de paredes. Esta avaliação deverá ser mais rigorosa no caso de emboço para revestimento cerâmico; • transferência dos eixos da estrutura para a laje de cobertura ao nível das platibandas, com tolerância de +/- 2mm; • afastamento inicial dos arames em relação a platibanda definido no projeto, com tolerância de +/- 2cm; • alinhamento dos arames em relação aos eixos, com tolerância de +/- 2mm; • esquadro entre os planos definidos pelos arames; • locação dos arames juntos às quinas e janelas (10 a 15cm dos seus eixos), com tolerância de +/- 5cm; • espessura média do revestimento a partir do mapeamento da fachada e avaliar a pertinência do tipo de revestimento e da técnica executiva previstos no projeto; • determinar a espessura média do taliscamento e confrontar com a prevista no projeto. Verificar se as regiões de revestimento com espessura superior a 50mm estão devidamente "encasquilhadas".
Taliscamento	• distribuição das taliscas de forma que fiquem espaçadas entre si a uma distância equivalente ao comprimento das réguas a serem utilizadas no sarrafeamento, com tolerância de +/-5cm; • distância das taliscas em relação aos arames de fachada de acordo com o definido após a análise do mapeamento, com tolerância de +/- 1mm.
Locação dos arames do diedro	• posicionamento dos arames junto ao eixo das quinas e cantos e alinhamento das janelas; • afastamento dos arames de 5cm em relação ao plano das taliscas, com tolerância de +/- 5mm.
Produção da argamassa de revestimento	• qualidade dos materiais constituintes da argamassa ou da própria argamassa, caso ela seja industrializada, conforme as especificações de projeto; • argamassas produzidas no canteiro de obras, verificar se essa produção está sendo realizada conforme as especificações de projeto; • argamassa industrializada, verificar se a sua produção está sendo feita conforme as recomendações do fabricante; • argamassa industrializada fornecidas em silos, verificar o adequado funcionamento dos equipamentos; • conformidade dos materiais constituintes das argamassas com as especificações; • produção das argamassas de revestimento de acordo com o projeto.

Tabela 2.13 - Verificações do controle de qualidade de execução dos revestimentos de argamassa. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996; MACIEL, 1997) (Continuação)

Etapas	Verificações
Aplicação da argamassa e sarrafeamento do emboço ou da massa única	• abastecimento de argamassa nos balancins de forma que não se esgote seu período de vida útil; • espessura do emboço em relação à marcação das taliscas, com tolerância de +/- 1mm; • as “cheias” apresentam espessuras inferiores a 30mm, para espessuras de 30 a 50mm verificar se o enchimento está sendo executado em duas "cheias", com um intervalo de 24 horas entre elas; • intervalo prescrito entre as “cheias” nos locais especificados; • reaproveitamento da argamassa; • intervalo adequado de tempo para sarrafeamento; • aderência da argamassa fresca e textura final.
Execução do reforço do emboço ou da massa única	• colocação de telas metálicas nos locais previstos em projeto; • dimensões e o posicionamento da tela.
Acabamento de massa única e emboço	• grau de fissuração atende ao admitido; • intervalo de tempo para o desempenamento; • textura de acabamento e aderência; • planicidade da superfície com uma régua de alumínio com 2m de comprimento e nível de bolha, admitindo ondulações máximas de 5mm.
Execução do reboco	• uniformidade superficial do reboco - sem emendas ou correções - exigida para aplicação de pinturas; • intervalo de tempo após execução do emboço.
Execução das juntas de trabalho	• posicionamento correto, admitindo uma tolerância de +/-1mm; • alinhamento vertical e horizontal por intermédio de uma régua de alumínio com nível de bolha acoplado; • adequada execução sobre juntas estruturais.
Execução das quinas e cantos	• execução das quinas e cantos está sendo feita de forma seqüencial; • alinhamento e a regularidade dos cantos também com o auxílio da régua de alumínio com nível de bolha acoplado, não devendo surgir irregularidades ou ondulações superiores a 3mm.
Execução dos requadros	• posicionamento dos peitoris pré-moldados, caso estejam especificados no projeto; • execução dos requadros está sendo feita juntamente ao revestimento; • nivelamento e o caimento adequado.

Tabela 2.13 - Verificações do controle de qualidade de execução dos revestimentos de argamassa. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996; MACIEL, 1997) (Conclusão)

Etapas	Verificações
Execução do reboco	• reboco está sendo aplicado após os prazos recomendados do emboço; • planicidade da superfície com régua de alumínio de 2m de comprimento e nível de bolha, admitindo ondulações máximas de 3mm; • integridade superficial do reboco, sem emendas ou correções, exigidas para a aplicação da pintura.

Existem ainda, os itens a serem controlados após a conclusão dos revestimentos de argamassa de fachada, que segundo (SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996) são identificados na Tabela 2.14.

Tabela 2.14 - Verificações do controle de qualidade após a conclusão dos revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Adaptado de SABBATINI, 1988; SOUZA et al., 1996)

	Verificações
Itens de controle	os serviços encontram-se completamente finalizados;
	a superfície do revestimento encontra-se limpa;
	a planeza, prumo, nivelamento das superfícies do revestimento;
	o esquadro e o alinhamento do eixo das quinas e cantos;
	o esquadro e os caimentos das requadrações dos vãos;
	o posicionamento dos peitoris pré-moldados;
	o posicionamento e nivelamento das juntas de trabalho;
	a textura final das superfícies de acordo com o tipo de acabamento;
	o aparecimento de fissuras no revestimento, que devem estar restritas a poucas regiões localizadas, não excedendo 0,5mm de abertura;
	a resistência de aderência do revestimento a base de aplicação.

Assim, o controle de qualidade em todas as etapas é de extrema importância, já que visa garantir o adequado desenvolvimento das atividades de produção do revestimento de argamassa de fachada.

2.3.1. Controle de materiais na obra

A realização do controle de materiais, serve para verificar se o material recebido está de acordo com o especificado e com as quantidades solicitadas, é pré-requisito para a qualidade da argamassa a ser produzida.

Conforme Souza, Tamaki (2001), no controle do recebimento de materiais podem ser realizados três tipos de verificações: quantitativas, visuais e de ensaios. As verificações quantitativas e visuais devem ser realizadas no momento do recebimento no canteiro. Já os ensaios, são geralmente realizados por

laboratórios especializados devido sua maior complexidade.

Para assegurar a qualidade no recebimento e controle de materiais na obra, Lordsleem Júnior (2003) entende que é fundamental que exista não apenas definições precisas quanto às especificações de compra, de recebimento, de armazenamento, de transporte ou seleção e avaliação de fornecedores de materiais e equipamentos, mas que seja estabelecida uma eficaz sistemática no processo de suprimentos; e ainda a comunicação que possa ser utilizada pelas empresas, principalmente, quando a construtora responsabiliza-se por suprir de material ou de equipamentos a execução do serviço da empresa subempreiteira.

Segundo Reis; Melhado (1999), a utilização da avaliação de fornecedores, além de auxiliar no processo de seleção e garantir materiais com qualidade na obra, contribui também para a melhoria do gerenciamento interno dos suprimentos da empresa. O ciclo de melhoria contínua na gestão dos suprimentos é formado por meio de retroalimentação de informações úteis para subsídio de futuras decisões, conforme ilustrado na Figura 2.11.

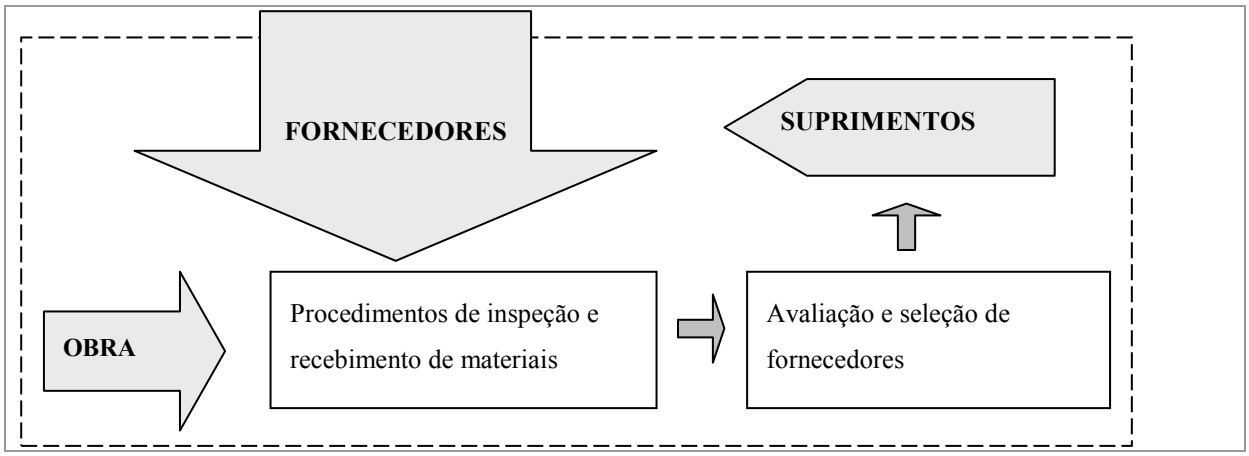

Figura 2.11 - Ciclo de melhoria contínua da gestão dos suprimentos. (Fonte: Reis; Melhado, 1999)

O setor de suprimentos tem como objetivo principal assegurar que os produtos adquiridos estão em conformidade com requisitos especificados, podendo desempenhar uma série de atividades ou funções em uma empresa, dentre elas Palacios (1994) cita: controle da qualidade dos materiais; aquisição; controle dos dados dos fornecedores; expedição; inspeção; transporte; recebimento; armazenamento no canteiro de obras; controle de estoques no canteiro de obras.

Pode-se perceber que as atividades desempenhadas pelo setor de suprimentos possuem interface com diversos setores, departamentos ou responsáveis da empresa. Esse fato exige uma contínua interação entre os participantes desse processo, por meio de um eficiente sistema de comunicação entre as partes.

Nesse sentido, a gestão deste processo representa uma contribuição para a operação eficiente da empresa, pela participação do custo dos produtos e dos custos totais de uma construção, como também

pela prevenção dos problemas decorrentes da escassez, do atraso e de erros no suprimento de materiais e equipamentos.

No que se refere ao controle de recebimento de materiais na obra, a Tabela 2.15 sugere algumas das possíveis verificações a serem realizadas, segundo Silva (2002).

Tabela 2.15 - Controle no recebimento de materiais constituintes da argamassa. (Fonte: Silva, 2002)

Material	Quantidade mínima de entrega	Forma de recebimento	Verificação quantitativa	Verificação Visual
Cimento	50 sacos	Em sacos	Contagem dos sacos	Existência de sacos rasgados, furados e molhados ou com empedramento.
Cal	50 sacos	Em sacos	Contagem dos sacos	Existência de sacos rasgados, furados e molhados.
Areia	3 m³	A granel	Cubicagem da caçamba do caminhão	Coloração; Cheiro; Granulometria; Impurezas.
Argamassa industrializada	50 sacos	Em sacos	Contagem dos sacos	Existência de sacos rasgados, furados e molhados ou com empedramento.

2.3.2. Produtividade da mão-de-obra de execução

A produtividade da mão-de-obra é um tema importante, segundo Araújo; Souza (2001b), tanto em função de sua relevância na composição do custo da obra quanto pelos aspectos sociais envolvidos. A Figura 2.12 restringe a visão do modelo de entradas e saídas para o caso da execução dos revestimentos de argamassa de fachada.

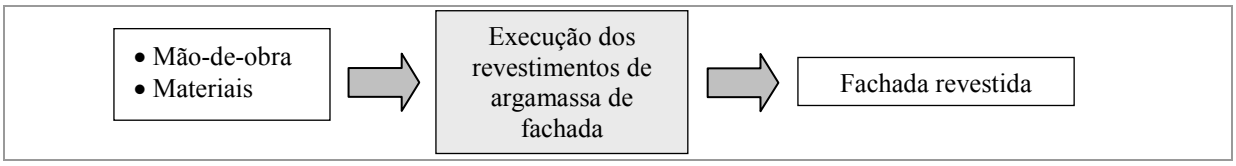

Figura 2.12 - Modelo de entradas e saídas para a execução dos revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Silva, 2002)

O indicador denominado razão unitária de produção conforme Araújo; Souza (2001b), é ser definido como RUP = Hh/ QS, onde:

RUP = razão unitária de produção, mensurador de produtividade;

Hh = esforço humano, mensurado em Homens-hora;

QS = quantidades de serviço.

Ressalta-se que, por esta definição, um valor alto de RUP indica um elevado consumo de mão-de-obra para a realização de uma determinada atividade; portanto, quanto maior a RUP, pior a produtividade.

A RUP pode ser medida com base diária (calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço relativos ao dia de trabalho em análise), ou cumulativa (calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço relativos ao período que vai do primeiro dia em que se estudou a produtividade até o dia em questão). É possível, também, que se estude a produtividade através de RUPs cujos períodos analisados sejam intermediários aos já citados. Poder-se-ia ter, portanto, RUPs cíclicas, em que se analisa o ciclo de execução de um determinado serviço, como, por exemplo, a execução do revestimento de argamassa de certo pavimento-tipo.

Enquanto a RUP diária mostra o efeito sobre a produtividade dos fatores presentes no dia de trabalho, a RUP cumulativa serve para se detectar tendências de mais longo prazo, de desempenho do serviço, sendo útil para se fazer previsões quanto ao andamento da obra em questão. Outro tipo de RUP, bastante importante, é a RUP potencial, calculada a partir da mediana das RUPs diárias cujos valores estejam abaixo do valor da RUP cumulativa ao final do período de estudo. Essa RUP mostra um valor de produtividade potencialmente obtenível para um dado serviço. (ARAÚJO; SOUZA, 2001a)

Segundo Araújo; Souza (2001b), uma vez que se pretenda padronizar a avaliação da RUP, há que se padronizar três aspectos:

- ✓ quantificação dos Homens-hora (entradas);
- ✓ quantificação do serviço (saídas);
- ✓ definição do período de tempo ao qual as mensurações de entrada e saída se referem.

Para Araújo; Souza (1999), a comparação da produtividade diária e cumulativa para diferentes obras define o nível de desempenho quanto aos serviços em avaliação, bem como permite a detecção dos fatores que fazem tal desempenho variar de um dia para outro em uma mesma obra, ou de uma obra para outra.

A mensuração do esforço humano passa pela apropriação dos Homens(H)-hora(h) demandados. Embora, como regra geral, obtenha-se o número de Hh como fruto da simples multiplicação do número de homens presentes pelo tempo de duração do seu trabalho, algumas considerações devem ser feitas para evitar divergências.

De acordo com Silva (2002), são algumas das possibilidades para a definição da mão-de-obra contemplada:

- ✓ oficiais: quando somente se considera os oficiais diretamente envolvidos;
- ✓ direta: quando se acrescenta os ajudantes diretos ao grupo dos oficiais;
- ✓ global: quando o esforço de apoio é acrescido ao da mão-de-obra direta.

A Figura 2.13 ilustra as possibilidades de quais operários podem ser considerados no cálculo da produtividade, de acordo com Silva (2002).

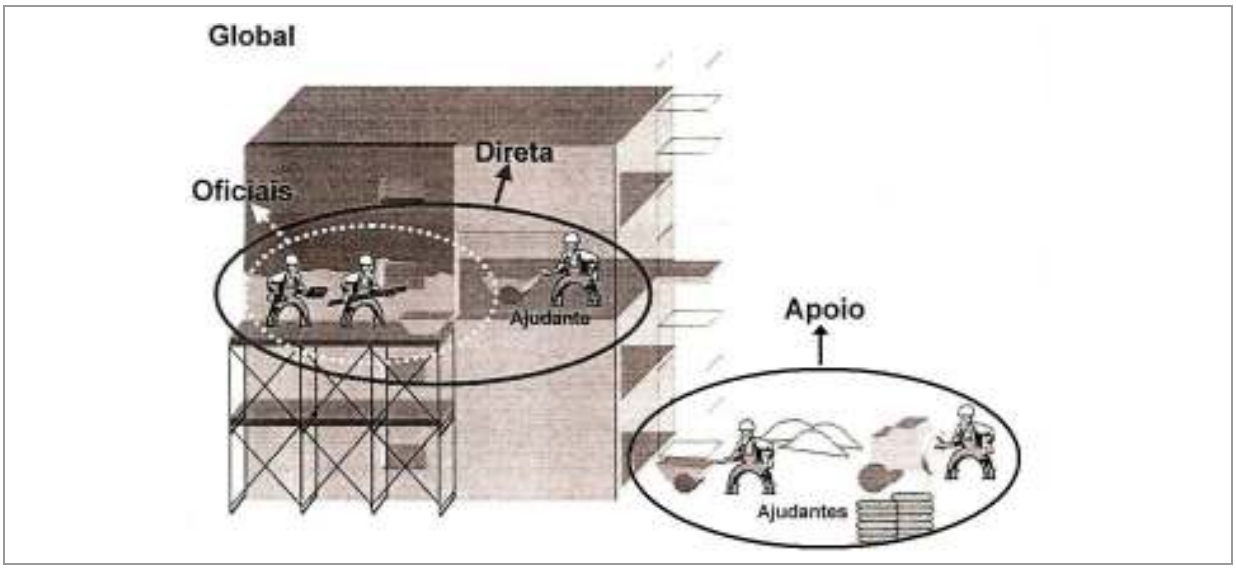

Figura 2.13 - Categorização dos operários envolvidos na execução do revestimento de argamassa de fachada. (Fonte: Silva, 2002)

De acordo com Thomas; Yiakoumus (1987), a produtividade muda na medida em que ocorre uma variação dos fatores associados ao conteúdo ou ao contexto do serviço. No caso da execução do revestimento de argamassa pode-se citar com relação ao conteúdo: a quantidade de quinas e cantos nas fachadas; a quantidade de requadros na fachada; a espessura do revestimento; entre outros. Já com relação ao contexto cita-se: o tipo de aplicação (manual ou mecânica); a forma de acesso a área ser revestida; a forma de transporte dos materiais; etc.

Além destes fatores, Silva (2002) cita que a produtividade pode ser afetada por algumas anormalidades, que devem ser registradas, tais como: a quebra de equipamentos de transporte ou mistura, a ocorrência de chuva durante a execução, entre outros.

Na produção dos revestimentos, destaca-se a necessidade de se conhecer (ou antecipar) fatores relacionados ao conteúdo da atividade para se fazer o planejamento adequado desta atividade, como por exemplo:

- características de abastecimento da argamassa;
- dimensionamento da equipe de produção;

- a quantidade de demãos a serem empregadas na produção de um revestimento específico: "única demão" ou "várias demãos";

- quanto ao contexto em que serão desenvolvidas essas atividades, ou seja, como se dará a aplicação da argamassa: aplicação manual ou mecânica;

- além, da possível incidência de anormalidades.

Para a realização da coleta de dados relativos a produtividade são utilizadas planilhas elaboradas especialmente para cada tipo de serviço. Estas planilhas devem conter a identificação do serviço, quantidade executada, tempo de pedreiro e servente gastos, data e dia da semana, e um campo reservado para ocorrências especiais. A organização do banco de dados é feita por meio da formulação de gráficos e tabelas, que facilitam a análise do processo.

A forma de coleta, ou seja, as medições das entradas, conforme Araújo; Souza (2001b), podem se dar de diferentes formas:

- a partir de observações contínuas do serviço ou por cartão de ponto de funcionários;

- por meio de informações conseguidas por meio de conversas com o encarregado do serviço.

Além disso, o indicador de produtividade pode ser quantificado utilizando diferentes intervalos de tempo: controle por período ou controle por evento.

"*Na abordagem do **controle por período**, os intervalos de tempo para o ciclo de medição são previamente definidos, registrando-se a quantidade produzida no período estabelecido (por exemplo, medição semanal, quinzenal ou mensal). Na abordagem do **controle por evento**, registra-se o tempo utilizado para conclusão de uma determinada etapa da obra pré-definida"* (ISATTO et al., 2000).

A escolha do tipo de controle a ser adotado pelas empresas deve ser evidenciada em termos dos objetivos de análise e das vantagens e desvantagens proporcionadas pelas diferentes abordagens.

Ainda conforme Isatto et al. (2000), *"o resultado de qualquer uma das abordagens pode ser convertido em uma taxa de produção (diária, semanal, quinzenal, etc.). Entretanto, alguns aspectos devem ser levados em conta na escolha do tipo de controle, tais como a homogeneidade do processo, a qual está diretamente relacionada à existência de repetitividade nas atividades consideradas, ou seja, o esforço necessário para produzi-lo não varia significativamente ao longo dos vários períodos considerados. Assim, a abordagem por período é a mais indicada. Ao contrário, para medição de um processo heterogêneo, por exemplo, é necessária a utilização da abordagem por evento".*

Assim, estando a produtividade diretamente relacionada com todos os processos que envolvem o processo construtivo, a sua análise é um importante indicador de eficiência. Uma vez que, aumentar a

produtividade significa melhorar a eficiência, produzindo mais com menor quantidade de recursos, a partir dos processos disponíveis.

Com base nesse capítulo, pode-se conhecer os principais aspectos referentes ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios.

De forma que as empresas construtoras de edifícios deverão consolidar e aplicar estes conceitos nas diversas etapas do revestimento de argamassa de fachada (projeto, execução e controle da produção), tendo como objetivo a qualidade e a garantia do desempenho do produto final. Além de contribuir para a formalização e disseminação do conhecimento tecnológico para o setor de construção civil.

No Capítulo 3, a seguir, demonstra-se detalhadamente a metodologia utilizada na pesquisa de campo.

Capítulo 3

3. METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA DE CAMPO

Este capítulo está estruturado em duas partes: na primeira, procura-se justificar a escolha do método para se realizar a pesquisa de campo; na segunda são apresentadas e detalhadas as etapas da pesquisa de campo, juntamente com as ferramentas e os critérios utilizados para seu desenvolvimento.

3.1. Justificativa da pesquisa de campo

É necessário deixar explícito que o objetivo da pesquisa de campo não foi o de se fazer um levantamento estatístico em um grande número de empresas, mas sim, identificar aspectos relevantes ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada, conferindo a esta pesquisa um caráter mais exploratório e qualitativo, ou seja, o levantamento de campo foi feito em um número restrito de empresas; por outro lado, tratam-se de empresas de representatividade no mercado local, pela sua idoneidade e pela qualidade dos edifícios disponibilizados ao mercado.

A pesquisa qualitativa deve apresentar características essenciais, tais como: a adoção de um ambiente natural como fonte direta de dados; a adoção do pesquisador como instrumento fundamental de coleta de dados; ser relatada de maneira descritiva; e a utilização do enfoque indutivo na análise dos dados (POTTES; TOLEDO, 1991; BRADLEY, 1993; NEVES, 1996; BAUER; GASKELL, 2000).

Segundo o Instituto de Pesquisa Aplicada - ETHOS (2006), as pesquisas quantitativas e qualitativas oferecem perspectivas diferentes, mas não necessariamente pólos opostos, conforme pode ser observado na Tabela 3.1.

A metodologia utilizada no desenvolvimento do levantamento de campo dessa dissertação baseia-se em estratégias de pesquisas definidas por Yin (2001). Para esse autor, são definidos cinco tipos de estratégias de pesquisas, as quais são escolhidas conforme as condições de utilização de cada uma, e a visão mais adequada pode envolver a utilização de mais de uma estratégia em um único estudo. A Tabela 3.2, demonstra os tipos de estratégias possíveis para a pesquisa.

Tabela 3.1 - Diferentes características entre pesquisas quantitativas e qualitativas. (Fonte: INSTITUTO DE PESQUISA APLICADA – ETHOS, 2006)

Quantitativa	Qualitativa
objetivo	Subjetivo
"hard science"	*"soft science"*
testa a teoria	desenvolve a teoria
redução, controle, precisão	descoberta, descrição, compreensão, interpretação partilhada
mecanicista: partes são iguais ao todo	organicista: o todo é mais do que a soma das partes
possibilita análises estatísticas	possibilitam narrativas ricas, interpretações individuais
os elementos básicos da análise são os números	os elementos básicos da análise são palavras e idéias
o pesquisador mantém distância do processo	o pesquisador participa do processo
independe do contexto	depende do contexto
teste de hipóteses	gera idéias e questões para pesquisa
o raciocínio é lógico e dedutivo	o raciocínio é dialético e indutivo
estabelece relações, causas	descreve os significados, descobertas
busca generalizações	busca particularidades
preocupa-se com as quantidades	preocupa-se com a qualidade das informações e respostas
utiliza instrumentos específicos	utiliza a comunicação e observação

Tabela 3.2 - Diferentes estratégias de pesquisa. (Fonte: Cosmos Corporation apud Yin, 2001)

Estratégia de pesquisa	Forma da questão de pesquisa	Exige controle sobre eventos comportamentais?	Focaliza acontecimentos contemporâneos?
Experimento	como, por que	sim	sim
Levantamento	quem, o que, onde, quantos	não	sim
Análise de arquivos	quem, o que, onde, quantos	não	sim ou não
Pesquisa histórica	como, por que	não	não
Estudo de caso	como, por que	não	sim

Nesse trabalho, foram utilizadas todas as estratégias de pesquisa apresentadas na Tabela 3.2, com exceção à do tipo experimento, que não se adaptava ao caso.

O método de estudo de caso, segundo Levine; Rossmore (1993) e Stake (1999), pode ser considerado como uma das estratégias para se realizar uma pesquisa qualitativa e representa a estratégia preferida quando o pesquisador tem pouco controle, ou nenhum, sobre os eventos ocorridos; quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real, os quais não se podem influenciar; e quando há um objetivo exploratório de descobrir novas problemáticas ou

entender um fenômeno.

O estudo de caso, para Yin (2001), é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. Utilizando-se duas fontes de evidencia: a observação direta e série sistemática de entrevistas. Deste modo, em se tratando de uma pesquisa qualitativa e de caráter exploratório, concluiu-se que por meio do método de estudo de caso, os objetivos pretendidos seriam alcançados. A abordagem utilizada na replicação de estudos de caso múltiplos encontra-se ilustrada na Figura 3.1.

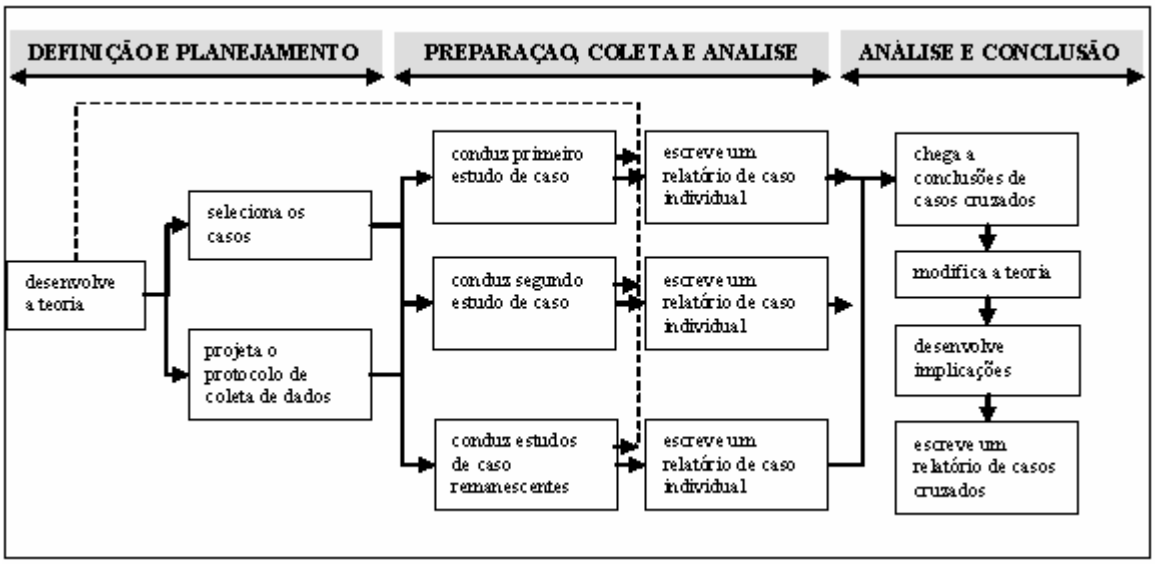

Figura 3.1 - Método estudo de caso. (Fonte: Cosmos Corporation apud Yin, 2001)

Embora não possam ser generalizados estatisticamente, espera-se que os resultados obtidos nos estudos de caso possibilitem a disseminação do conhecimento e permitam expandir e generalizar teorias, uma vez que o estudo de caso busca a compreensão e interpretação dos fatos e fenômenos (YIN, 2001).

3.2. Etapas da pesquisa de campo

No desenvolvimento desta pesquisa, o estudo foi dividido em cinco etapas, sendo cada uma delas subdivididas em diferentes atividades, conforme ilustrado na Figura 3.2, a qual foi adaptada a partir da proposta de Barros Neto; Sales; Almino, (2004).

Preparação	Coleta de dados	Apresentação de dados	Análise de dados	Resultados
Revisão bibliográfica/ embasamento teórico	Validação e aplicação das ferramentas: • Questionários • Lista de verificação de boas práticas • Cartão de produção • Visitas técnicas para observação e registro fotográfico	Apresentação dos dados obtidos na pesquisa de campo: Estudos de caso	Análises cruzadas dos dados obtidos na pesquisa de campo: Estudos de caso	Sugestões de melhorias ao processo estudado
Elaboração das ferramentas			Resultados da aplicação da lista de verificação	
Seleção das construtoras				
Seleção das obras na fase de interesse				

Figura 3.2 - Proposta das etapas da pesquisa.

3.2.1. Etapa de preparação

A etapa de preparação consistiu na revisão bibliográfica, que possibilitou o embasamento teórico para a realização deste estudo, a seleção das construtoras e das obras na fase de interesse, além da elaboração das ferramentas utilizadas para o levantamento de dados e para a sua análise.

A seleção das construtoras e das obras teve como principal critério a presença do processo de interesse na fase de coleta de dados. Desta maneira, a estratégia adotada pela autora foi a de localizar as obras de interesse na cidade de Santos, observando e fazendo anotações, registrando aquelas que estivessem para iniciar o processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada ou mesmo em andamento, para posterior contato com as empresas.

No desenvolvimento deste estudo, foram analisados quatro canteiros de obras para que fosse possível identificar o que lá ocorria; todos situados na cidade de Santos e de diferentes construtoras de representatividade no mercado local.

O primeiro contato feito, em cada uma das empresas, foi sempre por meio do canteiro de obras. Na ocasião desse contato, a autora apresentou as diretrizes do trabalho juntamente com um resumo do estudo a ser feito na obra, seu escopo e seus objetivos, conversando sempre diretamente com o responsável pela obra e fornecendo uma visão global do estudo.

Após o consentimento da empresa construtora, dava-se início à fase seguinte de coleta de dados, por meio da aplicação das ferramentas.

3.2.2. Coleta de dados

A etapa de coleta de dados teve início imediatamente após o primeiro contato. No próprio canteiro, foram realizadas diversas entrevistas com os gerentes e engenheiros residentes das obras, sendo que estes possuíam conhecimento sobre a construtora e usualmente definiam a estratégia de trabalho a ser empregada na obra. Em alguns casos, foram entrevistados também mestres, encarregados e até operários das obras.

Por meio destas entrevistas foi possível identificar como se dava o processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada adotado pela empresa, juntamente com as principais dificuldades enfrentadas pela sua equipe técnica.

Para a realização das entrevistas com os engenheiros residentes das obras, foram aplicados questionários do tipo alternativo e semi-estruturado dissertativo, focados na caracterização da empresa e da obra em estudo, e também no processo de produção estudado. Nos apêndices A e B, pode-se observar a descrição detalhada destes questionários.

Além disso, foram feitas diversas visitas técnicas nos canteiros de obras, para que fosse possível observar o que estava sendo efetivamente executado e realizar uma comparação com as informações obtidas nas entrevistas. Nestas visitas, a lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada do tipo alternativa foi aplicada pela autora, conforme apresentado no apêndice C.

Durante as visitas técnicas, a autora também obteve junto aos operários algumas informações adicionais e tirou dúvidas sobre o processo. E ainda, foram feitos os registros de imagens por meio de fotos tiradas a partir da observação direta da produção e das demais atividades necessárias à sua execução.

Ao mesmo tempo, foram obtidos dados relativos à produtividade da mão-de-obra de execução, por meio do preenchimento do formulário denominado "cartão de produção", feito pelo responsável de cada uma das obras. No apêndice D pode-se observar o modelo do cartão de produção aplicado.

O "cartão de produção" foi apresentado ao responsável pela obra na ocasião do primeiro contato, sendo deste a responsabilidade pelo seu correto preenchimento. Para que isso acontecesse, a autora passava na obra periodicamente[8] para orientar e verificar o preenchimento adequado.

Durante o andamento da pesquisa nas empresas foram apresentadas algumas dificuldades no

---

[8] A periodicidade variava em função de cada construtora, mas em geral se dava da seguinte forma: no início a autora passava na obra todos os dias da semana para orientar o preenchimento, e posteriormente, quando o responsável já sabia como preenchê-lo, era suficiente a autora passar somente uma vez por semana para o recolhimento dos dados.

preenchimento do "cartão de produção", tais como: falta de preenchimento de alguns dias, preenchimento incorreto, ausência de algumas informações adicionais, além de, por algumas vezes, ter sido observada a má vontade dos responsáveis pelo preenchimento.

Assim, foram utilizados vários instrumentos de coleta de dados denominados "ferramentas", para analisar o processo em estudo, com o objetivo de se criar uma linha convergente de investigação.

A coleta de dados possui uma convergência de várias fontes de evidência, sendo essas complementares umas das outras, buscando assim, utilizar-se do maior número possível de informações relativas aos estudos de caso, conforme ilustrado na Figura 3.3.

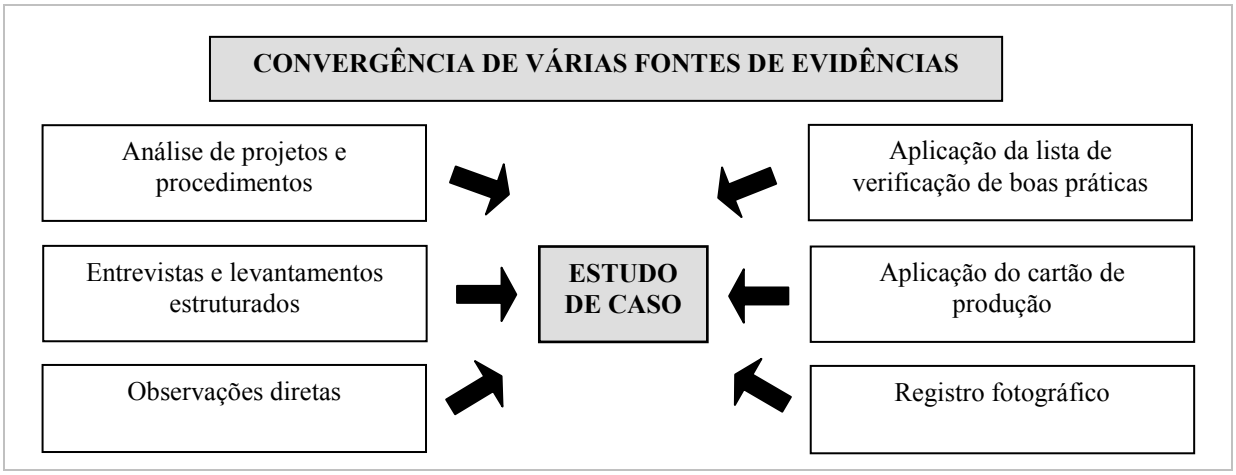

Figura 3.3 - Convergência de várias fontes de evidências. (Fonte: Adaptado de Cosmos Corporation apud Yin, 2001)

É importante destacar que as ferramentas utilizadas nos estudos de caso passaram por uma validação inicial, mediante sua aplicação na primeira obra estudada (Obra A), servindo este como estudo-piloto. Nesta ocasião, foi possível observar, pelas visitas técnicas e entrevistas, a necessidade de se efetuar algumas correções nas ferramentas aplicadas, as quais foram realizadas imediatamente.

O estudo-piloto ou caso-piloto, segundo Yin (2001), é utilizado de uma maneira mais formativa e auxilia os pesquisadores a desenvolver o alinhamento relevante das questões, possivelmente até providenciando algumas elucidações conceituais para o projeto de pesquisa.

A seguir, serão apresentadas as ferramentas empregadas pela autora para caracterizar e analisar o processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na pesquisa de campo, já com as devidas correções realizadas.

3.2.2.1. Lista de verificação de boas práticas

A lista de verificação é uma ferramenta de fácil aplicação que tem o objetivo de descrever e avaliar as condições que a construtora oferece para o bom funcionamento dos processos da obra (SANTOS, 1995). Pode ser citada como exemplo de lista de verificação, a análise dos processos de:

movimentação e armazenamento de materiais, de produção de revestimento, entre outros.

Para avaliar o processo de revestimento de argamassa de fachada no canteiro de obras foi aplicada a "Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada" descrita no apêndice C, que foi adaptada neste trabalho a partir da pesquisa de Saurin (1997); Agopyan et al. (1998); Costa (2005). Por meio da análise realizada, foi possível avaliar o processo dando ênfase as etapas de:

a) projeto de revestimento, planejamento e organização e procedimentos;

b) execução do revestimento;

c) controle da produção do revestimento;

d) segurança na produção do revestimento.

A lista de verificação aplicada nos estudos de caso consiste em uma avaliação qualitativa, em que foi constituída por perguntas de teor afirmativo, considerando o que se acredita ser ou se defende como boa prática. Estas perguntas, tem como opções de respostas "sim", "não" e "não se aplica", respondidas pela autora de acordo com as observações feitas diretamente no canteiro de cada obra analisada. Para cada item avaliado foi determinado um peso, conforme proposto por Serra (2001).

O resultado da aplicação da "lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada" é obtido através da fórmula:

$$\text{Nota final} = \frac{\text{somatória dos pesos de respostas sim}}{\text{somatória dos pesos possíveis de serem obtidos}} \times 10 \qquad \text{(fórmula 1)}$$

Assim, não são considerados nos cálculos os itens assinalados com a opção "não se aplica". As possibilidades de notas variam entre 0 e 10, isto significa que quanto maior a nota, maior é o número de boas práticas que a empresa analisada utiliza, e portanto melhor o processo em questão.

Para que a análise determine a pontuação do processo na obra, foi realizada pela autora uma ponderação dos itens avaliados baseando-se na revisão bibliográfica realizada e em sua experiência profissional. Os parâmetros foram definidos em prioritários, ou seja, aqueles que devem ser atendidos, e classificatórios, os que são considerados recomendáveis.

De maneira que a ponderação dos parâmetros utilizada foi dividida em "fundamental", "importante", "desejável" e "não requerido", e foram atribuídos pesos diferentes para cada um deles. Os pesos expressam a importância de cada parâmetro em relação aos demais, já que nem todos possuem a mesma relevância no processo de produção avaliado.

Apesar da metodologia utilizada por Serra (2001) referir-se a avaliação das propostas técnicas para a

contratação de subempreiteiros, ela foi adaptada neste trabalho para permitir a avaliação do processo de produção estudado com suas diversas atividades. Os pesos dos parâmetros foram definidos de acordo com mesma autora em:

- Parâmetro fundamental: peso três;
- Parâmetro importante: serve para classificação e tem peso dois;
- Parâmetro desejável: com menor influência para o serviço, tem peso um;
- Parâmetro não requerido: dispensado para o serviço, não é considerado de grande importância, por isso tem peso zero.

Após a definição dos parâmetros e das prioridades de cada item feito pela autora, através dos pesos, iniciou-se o preenchimento da lista propriamente dita. O objetivo da atribuição de pesos foi a de dar importância diferente para cada um dos itens analisados, e por fim, obter o valor que corresponda a uma nota final do processo de produção do revestimento de argamassa de fachada analisado na obra.

A Figura 3.4 ilustra parte da "Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada", com seus respectivos pesos. O seu conteúdo completo encontra-se disponível no apêndice C.

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
A) PROJETO				
A1) PROJETO DE REVESTIMENTO				
A1.1) Existe projeto específico de revestimento de fachada	3			
Em caso afirmativo, os itens que o compõe são:				
A1.2) Especificação da argamassa (traço, nº de camadas e espessuras, tipo de acabamento)	3			
A1.3) Especificação dos revestimentos (materiais, técnicas, etc)	3			
A1.4) Sequenciamento de subidas e descidas do balancim, explicitando as respectivas atividades a serem realizadas	3			
A1.5) Localização dos arames de fachada	3			
A1.6) Localização dos pontos a serem feitas as leituras para o mapeamento da fachada	3			
A1.7) Localização e detalhes de execução das juntas e das demais atividades	3			
A1.8) Detalhes de execução dos detalhes construtivos	3			
A1.9) Localização das regiões que receberão reforço da argamassa assim como a especificação, detalhes do tipo de reforço, etc.	3			
Obs.:				
A2) PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO				
ORGANIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO				
A2.1) Existe um sistema de solicitação de argamassa ao local de produção que evite as sobras no local de aplicação	1			

Figura 3.4 - Apêndice C: Lista de verificação de boas práticas no processo de produção de revestimentos de argamassa de fachada. (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005)

A avaliação da lista de verificação foi complementada por uma visualização gráfica com objetivo facilitar o entendimento e ilustrar os resultados de sua aplicação nas obras, através de planilhas e gráficos. Vale ressaltar que neste estudo foi considerada como média a nota 5,0.

3.2.2.2. Mapeamento do processo de produção

O mapeamento de um processo pode ser feito com duas ferramentas comumente usadas na gestão de

produção: o **diagrama de fluxo de processo** e o **mapofluxograma** (COSTA, 2005).

Conforme Barnes (1977), o **diagrama de fluxo de processo** é uma técnica para se registrar e analisar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível a sua melhor compreensão e posterior melhoria. É uma ferramenta que apresenta, de forma gráfica, a movimentação e o armazenamento dos materiais de um processo e, conforme Slack et al. (1997), documenta os fluxos e as diversas atividades que compõem o processo de produção.

A utilização do diagrama de fluxo de processo para Barros Neto et al. (2004), permite registrar e analisar o processo de fluxos físicos, tanto as atividades de fluxo[9] como as atividades de conversão[10].

O diagrama de fluxo de um produto mostra os materiais que participam do processo de produção em questão, e o que acontece a cada um desses materiais, em termos de operações e inspeções. Para Mayer (1990), com esta ferramenta é possível analisar cada componente, com o objetivo de determinar qual seqüência de operação é mais eficaz, e, qual o melhor arranjo físico para a produção.

A representação gráfica do diagrama de fluxo de processo é feita usando símbolos para indicar a inspeção, o transporte, o estoque e o processamento. A simbologia adotada neste trabalho é a proposta por Barros Neto et al. (2004) e está ilustrada na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Descrição das atividades do diagrama de fluxo de processo. (Fonte: Barros Neto et al., 2004)

Símbolo	Denominação	Descrição da Atividade
■	Inspeção	Avaliação qualitativa ou quantitativa de materiais e componentes.
➔	Transporte	Indica o momento de transporte do material.
▼	Estoque/Espera	Indica que o material está imóvel ou em estoque.
●	Processamento/Conversão	Modificação de forma, montagem ou desmontagem.

Segundo Barnes (1977), apud Costa (2005), o estudo minucioso dos processos a partir do diagrama de fluxo de processo, permite a identificação de melhorias, por meio das quais as atividades desnecessárias podem ser eliminadas, operações podem ser combinadas, um melhor trajeto para as peças pode ser seguido, esperas entre operações podem ser suprimidas ou outros melhoramentos podem ser obtidos, contribuindo para a produção de um produto melhor e com menor custo. E Davis et al. (2003) afirmam que os diagramas de fluxo de processo dão, à gerência, a oportunidade de

[9] **Atividades de fluxo:** "relacionam-se as tarefas de inspeção, movimento e espera dos materiais e não agregam valor ao produto" (KOSKELA, 1992).
[10] **Atividades de conversão:** "consistem no processamento dos materiais em produtos acabados e intermediários e agregam valor aos mesmos" (KOSKELA, 1992).

visualizar todo o processo passo a passo.

Outra maneira de se fazer o mapeamento do processo é por meio do **mapofluxograma,** que é uma ferramenta que representa as atividades de um processo na planta ou na área onde as mesmas se desenvolvem; é utilizado com o intuito de melhor visualizar o processo no local da obra.

O mapofluxograma é a representação da seqüência das atividades apresentadas no diagrama do processo em forma espacial (plantas ou croquis) e permite uma maior transparência da visualização da movimentação de materiais. De acordo com Barros Neto et al. (2004), a utilização do mapofluxograma pode ser eficiente no planejamento da distribuição física dos elementos do canteiro e pode ser usado, durante o desenvolvimento de atividades, para avaliar mudanças em relação ao que foi planejado, podendo ser analisado e revisto.

Em alguns casos, segundo Costa (2005), torna-se necessária a construção do diagrama de fluxo de processo e do mapofluxograma para que se tornem claros os passos do processo ou de uma atividade qualquer.

3.2.2.3. Cartão de produção

Para avaliar a produção das equipes de mão-de-obra envolvidas na execução do revestimento de argamassa foi aplicado o "cartão de produção[11]" descrito no apêndice D, que foi adaptado de Santos (1995) e Costa (2005).

O cartão de produção foi aplicado em conjunto com os questionários e as demais ferramentas citadas anteriormente, sendo preenchido pelo gerente ou engenheiro residente da obra (na maioria dos casos) ou pelo encarregado.

Nos estudos de caso foi feito o controle por período, com ciclo de medição da produtividade das equipes de uma semana (de segunda a sexta-feira). Também foi feita a medição diária da produção, através do índice que relaciona os homem-hora empregados e a área de revestimento de argamassa executada, denominado RUP diária (RUPd). Os operários trabalhavam 9 horas por dia, com exceção às sextas-feiras em que os operários trabalhavam 8 horas.

Como critério de medição, definiu-se como área de revestimento considerada aquela correspondente à área efetivamente executada (conforme critério de pagamento utilizado na maioria das obras estudadas), ou seja, foram descontadas nos cálculos as áreas de aberturas de vãos e requadros (portas, janelas, etc.).

---

[11] O **cartão de produção** foi a ferramenta utilizada para registrar a produção dos operários de acordo com a organização e a situação de trabalho na obra.

E ainda, foram consideradas as horas trabalhadas pelos oficiais (pedreiros) que executavam o revestimento, portanto somente os diretamente envolvidos no serviço.

O indicador de produtividade adotado neste trabalho foi calculado pela seguinte expressão:

$$RUP = \frac{Hh}{QS} \qquad \text{(fórmula 2)}$$

Sendo:

RUP = razão unitária de produção, indicador de produtividade;

Hh = número de homens-hora trabalhados pela equipe no período;

QS = quantidades de serviço executada (m²).

Entretanto, na análise das obras, foi considerada a RUP cumulativa de oficiais[12] que serviu para detectar tendências de mais longo prazo, de desempenho do serviço, sendo útil para fazer previsões quanto ao andamento do serviço na obra em questão, levando-se em conta as quantidades de entradas e saídas acumuladas desde o 1º dia até o 20º dia do levantamento realizado. Foram consideradas 20 medições por ter sido uma média de preenchimento correto das empresas analisadas, já que houve dificuldades no preenchimento do "cartão de produção", que vão desde ausência de preenchimento até o seu preenchimento incorreto. No apêndice E podem-se observar os dados parciais obtidos e o cálculo da produtividade feito pela autora.

3.2.3. Apresentação de dados

Na etapa de apresentação de dados foram descritas e discutidas as informações obtidas na pesquisa de campo, por meio da aplicação das ferramentas descritas anteriormente.

3.2.4. Análise de dados

Para a realização da etapa de análise de dados obtidos na pesquisa de campo, foram feitas análises cruzadas entre as empresas, buscando realizar uma comparação dos aspectos levantados nas obras.

E ainda, foram apresentados os diagramas de fluxo do processo e os resultados da avaliação de produtividade. Foram apresentados também, os resultados da lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada, por meio das características observadas nas obras.

---

[12] *"A **RUP cumulativa de oficiais** (RUP cum of) é calculada a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço relativo ao período que vai do primeiro dia em que se estudou a produtividade até o último dia"* (SOUZA, 2001).

3.2.5. Resultados

E por fim, a etapa de resultados, que possibilitou as sugestões de melhorias ao processo analisado por meio das boas práticas encontradas nas empresas analisadas na pesquisa de campo, na verificação da bibliografia pesquisada, e também no conhecimento da autora. Além disso, procurou analisar as boas práticas que sejam de fácil emprego nas empresas construtoras, e que não requeiram grandes investimentos.

É importante ressaltar que durante o desenvolvimento deste trabalho não houve qualquer intervenção da autora no processo de produção das empresas construtoras estudadas. Contudo, após a validação deste estudo pela banca examinadora, será apresentada a cada uma das empresas a análise feita, com as sugestões de melhorias passíveis de serem implantadas em cada um dos casos.

Capítulo 4

4. ESTUDOS DE CASO

Este capítulo está estruturado em cinco itens, o primeiro relata algumas informações relativas à caracterização da cidade de Santos, por se tratar do local de atuação das empresas estudadas.

Os quatro itens na seqüência relatam os estudos de caso desenvolvidos nas empresas construtoras, apresentados como: Empresa A, Empresa B, Empresa C e Empresa D. Os itens estão organizados conforme o seguinte roteiro de apresentação:

- ✓ caracterização da empresa (conforme questionário apresentado no apêndice A);
- ✓ caracterização da obra da empresa (conforme questionário apresentado no apêndice A);
- ✓ considerações sobre o estudo de caso na empresa construtora, a partir da percepção da autora;
- ✓ caracterização do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada, envolvendo as etapas de: projeto, execução, controle da produção e segurança na obra (a partir das informações geradas pela aplicação do questionário apresentado no apêndice B);
- ✓ produtividade da mão-de-obra de execução (a partir das informações geradas pela aplicação do cartão de produção apresentado no apêndice D).

4.1. Caracterização do local de atuação das empresas

Santos é a principal cidade do litoral paulista e concentra aproximadamente 32% da população da Baixada Santista que inclui as cidades de: Cubatão, Bertioga, Guarujá, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.

A distância média da região em questão à capital do Estado (São Paulo) é de 68 km, e o acesso rodoviário pode ser feito pelas rodovias Anchieta (SP-150), Imigrantes (SP-160), Rio-Santos (BR-101), e dos Caiçaras (SP-148).

De acordo com o IBGE, em 2005, o município de Santos, apresentava uma população estimada em cerca de 420 mil habitantes. O mapa da área insular da cidade está apresentado na Figura 4.1, com a localização das obras estudadas na pesquisa de campo (A, B, C e D).

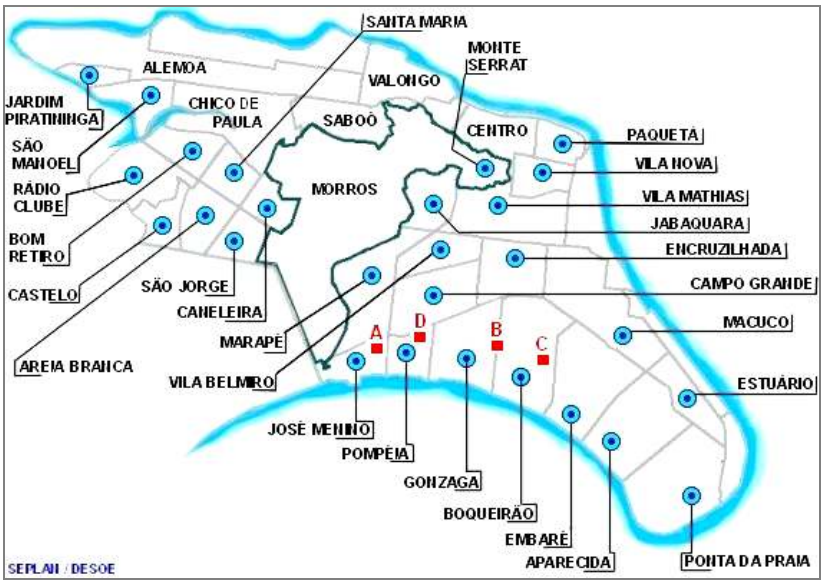

Figura 4.1 - Localização das obras estudadas (A, B, C e D) no mapa da cidade de Santos. (Fonte: Adaptado da INVESTSANTOS, 2006)

A arquitetura dos edifícios de Santos é muito diversificada, variando de construções históricas, tradicionais até as mais modernas e sofisticadas. Dentre a variedade dos revestimentos de fachada que podem ser encontrados na cidade, quase que a totalidade dos edifícios é revestida por argamassa, com acabamento final em placas ou pastilhas cerâmicas, e com pintura ou argamassa decorativa em camada fina.

Santos está fortemente marcada pela construção trazida pelos portugueses e espanhóis, a cidade tem 461 anos de existência e é considerada uma das mais antigas do Brasil. Por esse motivo, já não existem muitos terrenos disponíveis para construção, e devido à essa escassez, nos últimos anos observa-se uma intensificação da construção de edifícios verticais. Especialmente na orla da praia, onde os terrenos são mais valorizados.

No que diz respeito aos padrões sócio-econômicos Santos ocupa uma posição de destaque em relação à qualidade de vida. Essa situação é caracterizada por uma taxa de crescimento demográfico baixa, que é o reflexo das condições de infra-estrutura do município, onde, praticamente, os serviços de água, esgoto e energia elétrica abrangem toda a cidade, além do serviço médico-hospitalar.

A seguir é apresentada a Tabela 4.1, com a intenção de informar alguns dados da construção civil, que foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Santos (2006).

Tabela 4.1 - Evolução quantitativa das obras licenciadas na cidade de Santos – por m² de construção. (Fonte: PMS, 2006)

Ano	Quantidade de obras licenciadas (un.)	Residencial (m²)	Pluri-habitacional (m²)	Comercial (m²)	Industrial (m²)	Outros (m²)	Total (m²)
1998	219	122.712	77.945	66.459	-	11.902	279.026
1999	325	39.292	87.576	62.887	-	8.238	197.994
2000	579	122.101	152.409	60.545	42	71.928	407.027
2001	357	72.012	153.951	67.701	-	181.690	475.356
2002	225	39.838	143.821	21.106	-	77.188	281.953
2003	526	106.348	533.030	81.085	-	125.999	846.464
2004	290	128.633	180.069	33.651	-	4.806	347.161

4.2. Empresa A

4.2.1. Caracterização da empresa A

A empresa A é uma empresa de pequeno porte[13], que emprega 40 funcionários próprios, e atua no mercado da construção na cidade de Santos há 17 anos. Possui certificação ISO 9001 e PBQP-H e constrói edifícios residenciais, comerciais e industriais.

Nos últimos três anos esta empresa construiu dois edifícios residenciais de médio padrão, além da obra estudada neste trabalho. Dos edifícios construídos anteriormente, cada um possui em média, 26 pavimentos e 17 mil m² de área construída, e as fachadas de ambos foram revestidas com placas cerâmicas sobre emboço de argamassa.

4.2.2. Caracterização da obra da empresa A

Edifício residencial localizado no bairro José Menino, com 26 pavimentos, sendo: 20 andares tipo, 3 mezaninos, térreo, subsolo e cobertura, com um total de 120 apartamentos, sendo 6 apartamentos por andar, com 90m² área útil cada. A Figura 4.2 e a Figura 4.3 ilustram as fachadas do edifício da empresa A.

[13] As empresas de construção analisadas nos estudos de caso, classificam-se todas como de pequeno porte, segundo critérios de classificação definidos pelo SEBRAE (2007), com número de pessoas ocupadas na construção: de 20 a 99 pessoas.

a) b)

Figura 4.2 - Fachada do edifício da empresa A durante o estudo de caso. a) frente b) lateral

Figura 4.3 - Fachada do edifício da empresa A após a finalização do revestimento.

A Tabela 4.2 sintetiza os principais métodos construtivos[14] utilizados na obra.

[14] "Método construtivo é um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação" (SABBATINI, 1989).

Tabela 4.2 - Métodos construtivos - obra da empresa A.

Subsistema do edifício	Tecnologia utilizada	
Estrutura	Reticulada em concreto armado moldado no local	
Alvenaria de vedação	Bloco cerâmico modulado, assentado com argamassa industrializada	
Revestimento interno	Argamassa	Industrializada
	Acabamento	Pintura (áreas secas)
		Revestimento cerâmico (áreas molháveis)
Revestimento de fachada	Massa única	Industrializada
	Acabamento final	Pintura

4.2.3. Considerações sobre o estudo na empresa A

O estudo na empresa A teve a duração de oito semanas[15], período de aplicação da argamassa na fachada. Quando esse estudo teve início, a primeira metade da fachada do edifício já estava revestida com argamassa; portanto, acompanhou-se somente a execução dos demais pavimentos (treze restantes).

A principal dificuldade encontrada nesta empresa foi a falta de tempo do gerente de obras[16] para o fornecimento das informações, já que a obra encontrava-se com o cronograma atrasado devido à grande quantidade de dias de chuvas nos meses em que o edifício estava sendo revestido (agosto a outubro de 2005).

Além disso, não foi possível coletar as informações de outros profissionais da obra (mestre e operários em geral), pois não houve a autorização do gerente de obras, que fez questão de responder todas as entrevistas aplicadas à construtora. Contudo, por meio das visitas técnicas, foi possível observar o dia a dia na obra, constatando, assim, a veracidade da maioria das informações obtidas nas entrevistas.

4.2.4. Projeto de revestimento

A obra da empresa A não possuía projeto de revestimento de fachada; sendo que algumas definições constavam no projeto de arquitetura, que foi desenvolvido por um escritório de arquitetura local. Neste projeto, estavam definidos somente a cor da pintura a ser utilizada como acabamento final, e alguns

[15] Em todas as obras estudadas as semanas consistem em cinco dias (de segunda-feira à sexta-feira), e os operários trabalham 9 horas por dia, com exceção as sextas-feiras em que trabalhavam somente 8 horas.
[16] O gerente de obras neste caso era também o engenheiro residente da obra.

detalhes construtivos da fachada, como os frisos[17] e as molduras.

Já com relação às diferentes fachadas, no projeto não existia qualquer distinção entre elas, em função de sua condição de exposição; assim, o revestimento de argamassa especificado pela própria obra e utilizado foi o mesmo para todo edifício.

Além disso, no projeto de arquitetura definiu-se também a utilização de peitoris de placas de rocha, aplicados a todos os vãos de janela, e pingadeiras para evitar que a fachada fique marcada por água escorrida de chuvas e/ou lavagens. No projeto constavam as dimensões e o material a ser utilizado na confecção destes peitoris - o granito.

Para as molduras, especificou-se o uso de manta de impermeabilização para evitar problemas de infiltração neste ponto, constando no projeto suas dimensões e o material a ser utilizado. Na Figura 4.4 pode ser observada esta impermeabilização.

a) b)

Figura 4.4 - Impermeabilização com manta na moldura. a) detalhe da impermeabilização b) detalhe da moldura

Na fachada não foram especificadas e utilizadas telas e também não existiram juntas. Foram especificados frisos com 1,5cm de profundidade e 0,5cm de largura, feitos durante a execução do revestimento empregando-se frisadores de alumínio apoiados sobre régua metálica.

Os frisos não possuíam nenhum tratamento posterior à sua execução, ou seja, não eram preenchidos com selante, ou qualquer outro tipo de tratamento. Os frisos podem ser observados na Figura 4.5.

[17] Frisos são reentrâncias na camada de argamassa de pequena profundidade e tem função apenas decorativa

Figura 4.5 - Frisos na fachada do edifício.

A empresa não possuía qualquer documentação sobre a produção do revestimento de argamassa de fachada, como por exemplo: procedimentos, leiaute do processo, entre outros. Porém, contava com procedimentos para recebimento de materiais na obra (tanto os insumos da argamassa, como, aço, concreto usinado, tubos, etc.), devido às exigências da ISO 9001.

4.2.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa

As decisões com relação ao processo, equacionamento de problemas e outras dificuldades na produção eram centralizadas no engenheiro gerente de obras, que definia as soluções a serem utilizadas e, posteriormente, comunicava à subempreiteira da fachada como e quando fazer. Por algumas vezes, quando as decisões relacionavam-se com a mão-de-obra, buscando o equacionamento dos problemas, estas eram tomadas em conjunto com o responsável pela subempreiteira da fachada.

Para a definição da argamassa a ser utilizada, foram testados dois produtos distintos: uma argamassa industrializada (de somente um fabricante) e uma produzida em obra (somente uma composição e dosagem), as quais foram aplicadas em paredes de teste no 1º pavimento, isto com auxílio de um laboratório de ensaios da cidade. Nestes testes foram utilizados dois diferentes tipos de chapisco – um tradicional (para a alvenaria cerâmica) e outro industrializado (para a estrutura de concreto). Nos revestimentos produzidos foram feitos ensaios de avaliação da resistência de aderência à tração[18] e, a partir dos melhores resultados obtidos e considerando-se principalmente a facilidade de aplicação, foram escolhidos a argamassa que foi utilizada na obra.

Não foi possível ter acesso aos resultados dos ensaios feitos pelo laboratório; porém, o gerente de obras afirmou que: *"tanto a argamassa produzida em obra de traço de cimento, cal e areia úmida na proporção de 1:1:6 (em volume), quanto a industrializada atingiram valores muito próximos de aderência"*.

---

[18] Ensaio realizado através do método NBR 13528 (ABNT, 1995).

A decisão final na escolha da argamassa de revestimento foi de responsabilidade do gerente de obras, que afirmou ter levado em conta na escolha: o fato da industrializada não necessitar de dosagem de materiais no canteiro e ser de fornecedor conhecido no mercado, além de quesitos quanto à boa aderência da argamassa na fachada (embasado nos resultados dos ensaios realizados). No caso da argamassa industrializada, segundo o gerente da obra, os resultados da resistência de aderência à tração variaram entre 0,3 a 0,6 MPa, ou seja, foram maiores que 0,3 MPa, como recomenda a NBR 13528 (ABNT, 1995).

A argamassa de revestimento utilizada nesta obra foi a industrializada de múltiplo uso, fornecida pelo fabricante Votomassa.

4.2.4.2. Organização do canteiro de obras

A empresa possuía projeto do canteiro de obras, devido às exigências da ISO 9001. Esse projeto consistia, basicamente, na definição dos elementos que devem estar presentes no canteiro (materiais, máquinas e equipamentos), além de seu arranjo físico.

O armazenamento da argamassa industrializada na obra da empresa A era feito inicialmente no pavimento térreo, próximo ao elevador de cargas, conforme ilustrado na Figura 4.6. Posteriormente, os sacos de argamassa industrializada eram transportados pelo elevador de cargas para o pavimento de utilização, onde era feita a mistura desta argamassa.

Figura 4.6 - Estoque de argamassa industrializada no térreo.

Para a mistura da argamassa eram utilizadas quatro argamassadeiras, que ficavam posicionadas no pavimento em que estava sendo aplicada a argamassa. Duas argamassadeiras ficavam posicionadas na parte da frente, e as outras duas, na parte posterior do edifício. A medida em que as fachadas eram executadas as argamassadeiras deslocavam-se para os demais pavimentos de aplicação.

O transporte da argamassa horizontal até o balancim era feito por caixa de massa e carrinho padiola. As argamassadeiras, os balancins e as equipes de trabalho eram posicionados conforme a Figura 4.7. O

revestimento de argamassa era executado por seis frentes que trabalhavam conjuntamente nas quatro fachadas do edifício. Após executada toda a fachada do andar a equipe seguia para a aplicação no andar seguinte.

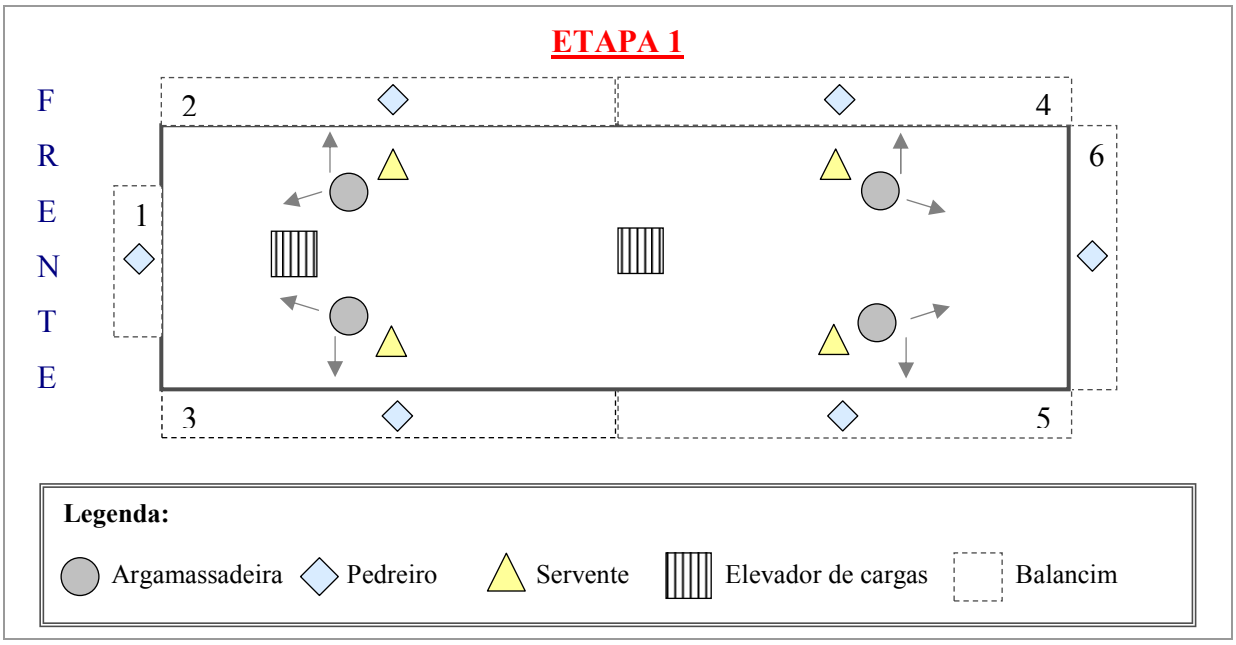

Figura 4.7 - Localização de balancins, argamassadeiras e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa A.

4.2.5. Execução do revestimento

4.2.5.1. Seqüência das atividades

A Figura 4.8 ilustra a seqüência de subidas e descidas do balancim da obra da empresa A, conforme relatado pelo gerente de obras.

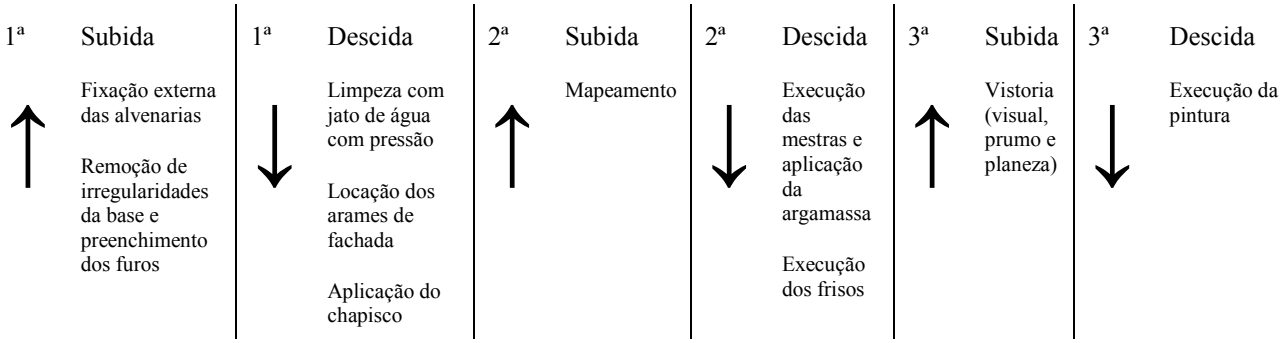

Figura 4.8 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa A.

4.2.5.2. Definição de referências do plano do revestimento

Foi realizado o mapeamento da fachada, sendo utilizados ganchos metálicos posicionados no último pavimento do edifício e esticados os arames com os prumos para mapeamento da fachada, realizando-

se a leitura[19] do afastamento. Mediante estas leituras, foi definida a espessura média de 4cm para o revestimento.

4.2.5.3. Preparo da base

Anteriormente à aplicação da argamassa, foi feita a fixação externa da alvenaria à estrutura por fora sendo de aproximadamente 2cm, a qual foi preenchida com a mesma argamassa de revestimento da Votomassa. A fixação interna já havia sido feita com a mesma argamassa utilizada no assentamento dos blocos.

Com relação ao preparo da base, também foram feitas verificações de falhas na base de bloco cerâmico e realizados preenchimentos com a argamassa industrializada. A limpeza foi feita com jato de água com baixa pressão sobre a alvenaria cerâmica e com alta pressão, na lavagem da estrutura de concreto, devido à preocupação em se remover todos os resíduos de óleo desmoldante utilizado nas fôrmas da estrutura, para evitar posteriores problemas de aderência do revestimento.

Contudo, que não havia nenhum controle sobre essa limpeza, e, além disso, os operários a executavam com dificuldade, pois tinham que se posicionar da melhor maneira no balancim para efetuar a limpeza em todos os pontos da fachada. A fachada não passava por nenhuma vistoria final ou qualquer tipo de ensaio para verificar a efetividade dessa limpeza.

O chapisco utilizado na área da alvenaria de vedação com bloco cerâmico foi o tradicional, composto de cimento e areia úmida na dosagem em volume de 1:3 e a quantidade de água era definida pela mão-de-obra em função da aplicação com colher de pedreiro. No caso do aplicado sobre a estrutura de concreto, foi utilizado o industrializado do fabricante Quartzolit – Xapiscofix, seu espalhamento era feito com desempenadeira denteada. O resultado da aplicação dos chapiscos pode ser visto na Figura 4.9.

a) b)

Figura 4.9 - Os dois tipos de chapisco empregados na obra. a) tradicional 1:3 b) Xapiscofix desempenado

[19] Foi feita a medição das distâncias entre os arames e a superfície da fachada nos pontos específicos: nas vigas e na alvenaria a meia distância entre vigas.

4.2.5.4. Produção da argamassa

A recomendação quanto à quantidade de água a ser adicionada na mistura da argamassa industrializada foi dada pelo fabricante Votomassa, sendo empregada na fachada a mesma argamassa das paredes de teste; foi indicado pelo fabricante que, para cada saco de argamassa múltiplo uso de 50kg, deveriam ser adicionados 8 litros de água. Além disso, foi recomendado também, que a misturada deveria ser feita na argamassadeira de eixo contínuo, pelo tempo de dois giros completos da argamassa no eixo do misturador, ou por até 4 minutos. A mistura da argamassa industrializada pode ser observada na Figura 4.10.

a) b)

Figura 4.10 - Mistura da argamassa industrializada. a) mistura no pavimento, com estoque ao seu lado b) detalhe da argamassadeira utilizada

Com relação à argamassa industrializada, não foram definidos pela construtora quaisquer requisitos de desempenho a serem alcançados, com exceção da necessidade de atendimento da resistência de aderência à tração mínima de 0,3 MPa, como recomenda a NBR 13528 (ABNT, 1995).

A argamassa foi aplicada em uma demão, e não era realizada a sua cura. O tipo de acabamento da argamassa foi definido pelo gerente de obras em função do acabamento final - pintura. O acabamento da camada de argamassa consistiu em sarrafeamento feito por régua metálica, seguido de desempeno com desempenadeira de madeira, e, finalmente, desempeno com espuma para dar um acabamento liso. A aplicação da argamassa e as ferramentas utilizadas podem ser observadas na Figura 4.11.

a) b)

Figura 4.11 - Aplicação da argamassa. a) aplicação feita pelo pedreiro b) desempenadeira de madeira, régua de alumínio, brocha e espuma utilizados na aplicação

A Figura 4.12 ilustra o diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa A.

■	Recebimento da argamassa: Verificação da quantidade e condições da sacaria
⟶	Sacos de argamassa
▼	Sacos de argamassa no térreo
⟶	Sacos de argamassa do térreo para o andar de mistura e aplicação
▼	Sacos de argamassa no andar de mistura e aplicação
⟶	Sacos de argamassa para argamassadeira
⟶	Água para argamassadeira
●	Mistura da argamassa e água na argamassadeira
⟶	Argamassa da caixa de massa ou carrinho padiola para o balancim
●	Aplicação da argamassa na fachada

Legenda	
■	Inspeção
⟶	Transporte
▼	Estoque
●	Operação

Número de operações	
■	1
⟶	5
▼	2
●	2
TOTAL	**10**

Figura 4.12 - Diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa A.

A Figura 4.13 ilustra o mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa A, proposta com o objetivo de melhorar a visualização das etapas.

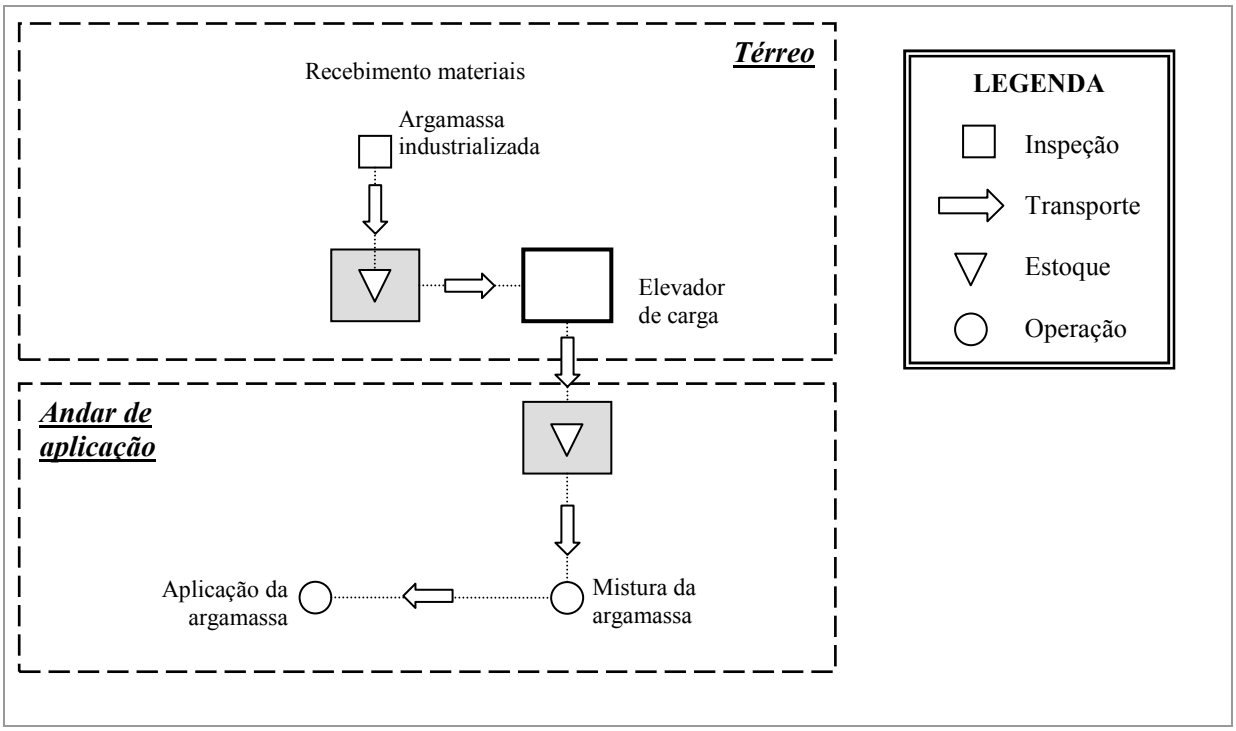

Figura 4.13 - Mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa A.

O diagrama e mapofluxograma apresentados têm como finalidade ilustrar o processo de produção completo, desde o recebimento dos sacos de argamassa até sua aplicação. Contudo, estas atividades não são imediatamente seqüenciais, elas são desenvolvidas em etapas, como neste caso, por exemplo: no dia 1 foram recebidos os sacos de argamassa realizando sua inspeção, transportaram-se os sacos até o estoque no térreo; no dia 2 transportaram-se os sacos de argamassa para o estoque no andar de aplicação; no dia 3 transportaram-se os sacos de argamassa para o misturador, e efetuou-se a sua mistura na argamassadeira fazendo a homogeneização do material com água e, por fim, transportou-se a argamassa até o balancim onde esta foi aplicada. Ou seja, as atividades apresentadas são consecutivas, porém, normalmente, são realizadas em dias diferentes.

4.2.5.5. Equipe de execução

Para a execução do revestimento de fachada a empresa utilizou mão-de-obra de uma subempreiteira de fachada, tendo como forma de contratação, o preço unitário por m² executado. Como critério de medição, a área de revestimento que foi considerada corresponde à área efetivamente executada. Isto significa que, foram descontadas nos cálculos para pagamento da subempreiteira as áreas de aberturas de vãos.

O dimensionamento das equipes de trabalho foi feito pela subempreiteira em função do cronograma da obra, sendo feito o controle destas equipes pelo encarregado de fachada da construtora que permanecia diariamente na obra.

A fachada foi revestida por 6 pedreiros e 4 serventes, sendo que estes mesmos operários também eram responsáveis pelo transporte e a produção de argamassa, que nesse caso era produzida no andar de utilização.

Segundo o engenheiro gerente de obras, os operários passaram por treinamento feito pela construtora; ministrado por ele próprio, que orientou através de aulas[20] como deveria ser o padrão de execução dos serviços da fachada brevemente, juntamente com a política da qualidade e de segurança do trabalho da empresa.

A construtora avaliava a subempreiteira contratada com auxílio da gerência de suprimentos, e em função da qualidade e do atendimento dos prazos de execução de serviços. Para a avaliação utilizava-se um formulário padrão, preenchido pelo gerente de obras em conjunto com o gerente de suprimentos, sendo analisados o desempenho e prazos nos serviços executados, a organização e limpeza na obra. Normalmente a empresa A trabalhava com a mesma subempreiteira, estabelecendo um relacionamento de parceria, que implicava tanto em vantagens com relação aos preços, como garantia de um bom atendimento às necessidades da construtora.

4.2.6. Controle da produção do revestimento

No que se refere ao controle da execução do revestimento de argamassa de fachada passava pela vistoria do encarregado da obra; porém, esta era feita visualmente.

As vistorias eram feitas durante e após o término da execução do revestimento de argamassa e eram fundamentadas na experiência do encarregado, que verificava os aspectos de qualidade relativos à estética, ou seja, a homogeneidade do acabamento.

Além disso, as características geométricas do revestimento - planeza e prumo - foram verificados com uma régua de alumínio de 2m com nível de bolha acoplado, sendo os critérios de tolerância estabelecidos de acordo com a NBR 13749 (ABNT, 1996):

- ✓ para a planeza: ≤ 3mm;
- ✓ para o alinhamento e a regularidade dos cantos: ≤ 3mm.

Segundo o encarregado, quando era observado algum problema ou quando a execução tinha sido feita muito fora destas tolerâncias, ele mesmo possuía autonomia para mandar refazer o revestimento. Durante as visitas técnicas feitas pela autora, não foram observados revestimentos sendo refeitos.

---

[20] Segundo o gerente de obras as aulas eram expositivas e baseadas em fotos e transparências de outros edifícios construídos pela empresa A. A autora não teve a oportunidade de assistir às aulas, por elas terem sido realizadas antes do início desse trabalho.

4.2.6.1. Controle de materiais na obra

O recebimento e controle de materiais na obra eram feitos pelo almoxarife, sendo conferidos de acordo com a cópia da nota fiscal, e conforme o documento "PO 02 - Procedimento de recebimento e controle de material[21]" que englobava os itens: recebimento, estocagem e armazenamento de materiais.

4.2.6.2. Perdas e manifestações patológicas

A construtora não possuía registro formal de perdas de materiais nem de manifestações patológicas ocorridas, tanto nas obras anteriormente executadas, como na obra estudada, apesar de ainda ser cedo estas manifestarem-se. Ainda assim, foi relatado pelo gerente de obras que na obra anterior à estudada, houveram problemas de estanqueidade nas juntas do revestimento cerâmico; segundo ele, possivelmente em decorrência das juntas terem sido feitas com corte até a alvenaria e tratadas com selante à base de silicone, que não resistiu às intempéries e resultou em posterior infiltração.

O engenheiro gerente de obras ressaltou ainda que após dois anos de utilização do citado edifício apareceram algumas fissuras, devido sua movimentação estrutural; em sua opinião, estas fissuras não comprometeram nem a estética, nem a estanqueidade da edificação.

Para a autora, estes problemas, podem estar relacionados a uma série de fatores, desde a ausência de um projeto de revestimento adequado, assim como a falhas na execução do revestimento e à utilização de materiais inadequados. Porém, para descobrir os verdadeiros motivos desses problemas, deveriam ser feita análise mais aprofundada das obras em questão (o que não é objetivo do presente trabalho). Além disso, discorda-se da opinião do engenheiro quando diz que as fissuras não comprometem o desempenho do edifício, pois se acredita que, dependendo da magnitude das fissuras, elas podem sim resultar em posteriores problemas patológicos se não forem tratadas adequadamente.

4.2.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução

Os resultados do acompanhamento da produtividade da mão-de-obra de oficiais responsáveis pela execução do revestimento de argamassa de fachada, foram 0,76 Hh/m² (RUP cumulativa de oficiais) e média de produção diária de 69,90 m². Sendo esses resultados correspondentes ao acompanhamento da produção durante vinte dias, realizada pela equipe composta de 6 pedreiros e 4 serventes.

As medições referem-se à execução do revestimento de argamassa de fachada, e os operários considerados são os oficiais (pedreiros) diretamente envolvidos na sua aplicação, que trabalhavam 9 horas por dia, com exceção às sextas-feiras em que estes trabalhavam 8 horas. No apêndice E podem-se observar os dados parciais obtidos e o cálculo da produtividade feito pela autora.

---

[21] Trata-se de um procedimento interno da empresa elaborado de acordo com as recomendações da ISO 9001.

4.2.7. Segurança na obra

Com relação à segurança na obra, uma vez por semana passava um técnico de segurança, fazendo o que denominavam "patrulha da segurança[22]", momento em que observava se os operários estavam respeitando a obrigatoriedade de utilização de EPI's e outros aspectos relativos à segurança coletiva também.

Além disso, os operários passaram por treinamento feito pelo engenheiro gerente da obra, através de aulas sobre a política da qualidade e de segurança do trabalho da empresa.

Os EPIs utilizados pela mão-de-obra de execução de revestimento de fachada eram fornecidos pela subempreiteira. Já os equipamentos de proteção coletiva (EPCs) como bandejas salva-vidas, e sinalização em geral pertenciam à empresa construtora.

Pôde-se observar que os operários que trabalhavam na fachada estavam utilizando os EPIs obrigatórios. Já na Figura 4.14, observa-se que os operários que estavam realizando o descarregamento de material na obra não estavam utilizando os EPIs necessários (bota, uniforme e capacete).

Figura 4.14 - Recebimento de material na obra – ausência do uso de EPIs.

4.3. Empresa B

4.3.1. Caracterização da empresa B

A empresa B é uma empresa de pequeno porte, que constrói somente edifícios residenciais e emprega 20 funcionários próprios. Atua no mercado da construção na cidade de Santos há 40 anos e não possui certificação em programas de gestão da qualidade. Nos últimos três anos a empresa construiu três edifícios residenciais de médio padrão, além da obra estudada neste trabalho. Dos edifícios construídos anteriormente, cada um possui em média, 23 pavimentos e 10 mil m² de área construída, e

[22] Na "patrulha da segurança" o técnico registra os acontecimentos da obra em um relatório específico sendo este entregue ao engenheiro da obra, para que o mesmo tome as providências cabíveis em cada caso.

as fachadas de ambos foram revestidas com placas cerâmicas sobre emboço de argamassa.

4.3.2. Caracterização da obra da empresa B

Edifício residencial localizado no bairro Vila Rica, com 21 pavimentos, sendo: 17 andares tipos, 1 mezanino, térreo, subsolo e cobertura, com um total de 34 apartamentos, sendo 2 apartamentos por andar, com 196m² (os de frente) e 138m² (os de fundos) de área útil cada. A Figura 4.15 e a Figura 4.16 ilustram as fachadas do edifício B.

a) b)

Figura 4.15 - Fachada da obra da empresa B durante o estudo de caso. a) frente b) lateral

Figura 4.16 - Fachada do edifício da empresa B após a finalização do revestimento.

A Tabela 4.3 apresenta alguns dos métodos construtivos utilizados na obra da empresa B.

Tabela 4.3 - Métodos construtivos - obra da empresa B.

Subsistema do edifício	Tecnologia utilizada	
Estrutura	Reticulada em concreto armado moldado no local	
Alvenaria de vedação	Bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada	
Revestimento interno	Argamassa	Industrializada
	Acabamento	Pintura (áreas secas)
		Revestimento cerâmico (áreas molháveis)
Revestimento de fachada	Massa única	Industrializada
	Acabamento final	Pintura

4.3.3. Considerações sobre o estudo na empresa B

O estudo na empresa B teve a duração de quatro semanas, período em que se estava aplicando a argamassa na fachada. Quando esse estudo se iniciou, a aplicação da argamassa já havia sido iniciada; portanto, acompanhou-se parte de sua execução.

Não existiram grandes dificuldades para a realização deste estudo, tendo havido total liberdade para observação do processo, e, além disso, o engenheiro residente autorizou que fossem realizadas entrevistas com qualquer operário na obra. Contudo, devido ao ritmo acelerado do andamento da obra, nem sempre os operários tinham tempo disponível para prestar informações, isto porque o empreendimento estava sendo feito com recursos próprios da construtora, e havia a intenção de se adiantar o prazo de entrega em, no mínimo, seis meses, para diminuir os custos de encargos.

Nas visitas técnicas foi possível observar o processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada em andamento, para confrontar com as informações recebidas nas entrevistas. A maior parte das informações obtidas nas entrevistas foi confirmada, mas houve algumas discrepâncias como, por exemplo, a mistura da argamassa que, segundo o entrevistado, era feita mecanicamente por argamassadeira e betoneira, mas nas visitas técnicas à obra, foi observado que em alguns andares foi feita a mistura manualmente também.

4.3.4. Projeto de revestimento

A empresa não utilizou projeto de revestimento, fez uso somente do projeto arquitetônico da fachada que foi elaborado por um escritório de arquitetura da região. Neste projeto foi definida somente a localização esquemática dos frisos a serem executados e a cor da pintura a ser executada.

Os frisos tinham por volta de 1cm de profundidade e 0,5cm de largura e foram feitos durante a execução do revestimento, imediatamente após seu desempeno. Não existiam juntas e nem reforços de telas na fachada do edifício estudado.

Segundo o engenheiro residente, no projeto de arquitetura, as especificações levaram em conta somente a parte estética do edifício. Além disso, a empresa não possuía qualquer documentação escrita sobre os procedimentos utilizados.

4.3.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa

A tomada de decisões com relação ao processo e ao equacionamento dos problemas era centralizada no engenheiro residente[23], que definia as soluções a serem utilizadas e posteriormente comunicava à subempreiteira da fachada como e quando fazer.

Para a escolha da argamassa a ser utilizada na obra, foram realizados testes em painéis no próprio edifício, localizados no térreo, tendo como intuito avaliar qual a argamassa industrializada era de mais fácil aplicação e melhor acabamento.

Nestes testes foram utilizadas argamassas industrializadas de diferentes fornecedores (Cimpor, e Votomassa), e os chapiscos industrializados da Quartzolit (Ibo xapiscofix rolado sobre alvenaria de bloco cerâmico e Xapiscofix desempenado sobre base de concreto). Na ocasião, estas argamassas foram aplicadas pela mão-de-obra da subempreiteira. Os chapiscos utilizados foram recomendados pelo fornecedor Quartzolit.

Nestas paredes foram feitos ensaios de avaliação da resistência de aderência, e a partir dos melhores resultados obtidos e a facilidade de aplicação (avaliada pela mão-de-obra da subempreiteira) considerando-se principalmente os custos dos materiais foi escolhida a argamassa que foi utilizada na obra.

Além disso, foram enviados corpos-de-prova da argamassa para que fossem feitos de resistência mecânica por tração e compressão segundo a NBR 13279 (ABNT, 2005). E ainda, ensaios de aderência realizados nos painéis de teste da própria obra, segundo as recomendações da NBR 13749 (ABNT, 1996). A argamassa utilizada na obra foi a industrializada, fornecida pela Cimpor (Revest 3).

Não foi possível ter acesso aos resultados dos ensaios feitos; porém, o engenheiro residente da obra afirmou que: *"os resultados foram acima de 0,3 MPa sendo muito próximos para os fornecedores de argamassa, por isso na escolha da que seria utilizada, optamos por àqueles que forneceram maiores vantagens em relação ao custo"*.

---

[23] Nesta obra o engenheiro residente da obra é um dos proprietários da construtora.

4.3.4.2. Organização do canteiro de obras

A empresa não possuía projeto do canteiro de obras. O armazenamento dos sacos de argamassa industrializada era feito no pavimento térreo próximo ao elevador de cargas, conforme ilustrado na Figura 4.17. E, posteriormente, os sacos de argamassa industrializada eram transportados pelo elevador de cargas para o pavimento de utilização, onde era feita a mistura da argamassa.

Figura 4.17 - Estoque de argamassa industrializada no térreo em região próxima ao elevador de cargas.

Para a mistura da argamassa eram utilizadas uma argamassadeira e uma betoneira, que ficavam posicionadas no pavimento em que estava sendo aplicada a argamassa. Na medida em que as fachadas eram sendo executadas os equipamentos deslocavam-se os demais pavimentos de aplicação. Os equipamentos de mistura, os balancins e operários atendiam inicialmente a parte da frente, e depois, deslocavam-se para atender a parte dos fundos do edifício.

O transporte horizontal da argamassa até o balancim era feito por jerica. Os equipamentos de mistura, os balancins e as equipes de trabalho eram posicionados conforme a Figura 4.18. O revestimento de argamassa de fachada era executado por três equipes que trabalhavam conjuntamente em duas etapas: fachada frontal, e depois na fachada posterior do edifício, conforme figura abaixo.

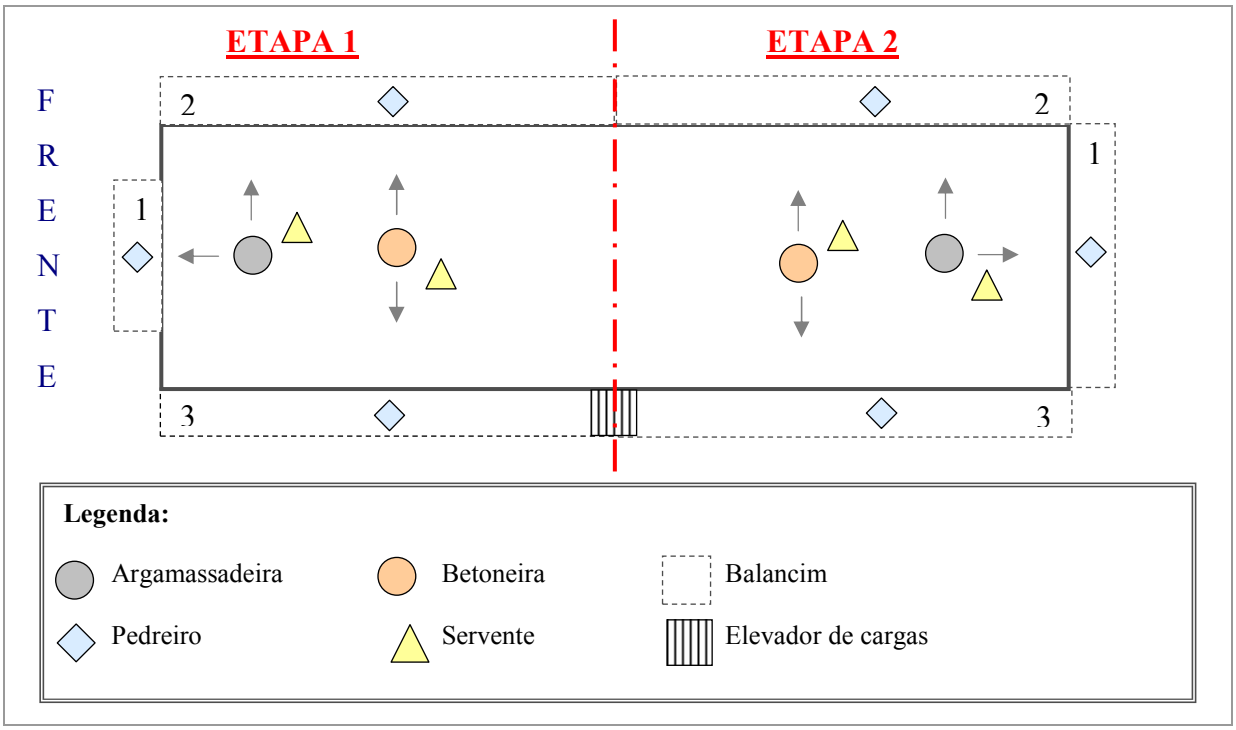

Figura 4.18 - Localização de balancins, equipamentos de mistura e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa B.

4.3.5. Execução do revestimento

4.3.5.1. Seqüência das atividades

A Figura 4.19 demonstra a seqüência de subida e descida do balancim, conforme relatado pelo engenheiro residente da obra da empresa B[24]. A Figura 4.20 ilustra o balancim utilizado na obra da empresa B.

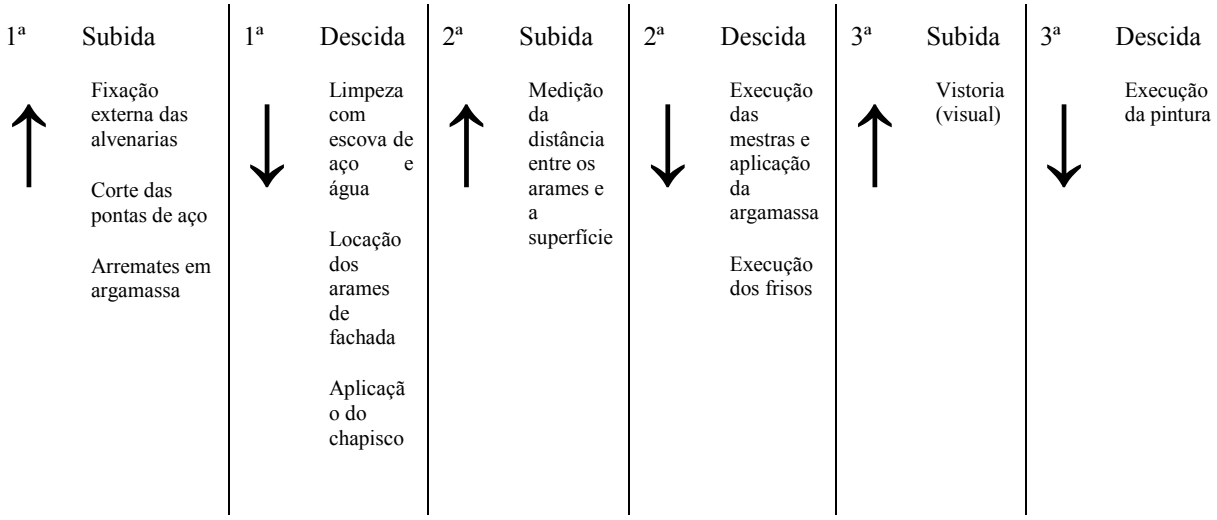

Figura 4.19 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa B.

[24] Foi acompanhado pela autora a partir da 2ª subida do balancim.

Figura 4.20 - Balancim utilizado na obra da empresa B.

4.3.5.2. Definição de referências do plano do revestimento

Para a definição do plano do revestimento foi feita a colocação de ganchos metálicos, posicionados no 21º pavimento e esticados os arames de prumo até o térreo, conforme pode ser observado na Figura 4.21. Segundo o residente da obra, com base na leitura da distância desses arames até a superfície, foi utilizada a espessura média da camada de argamassa de 3cm. As mestras foram feitas a cada 1,5m, aproximadamente, com a mesma argamassa que foi imediatamente depois utilizada para revestimento.

Figura 4.21 - Arame de prumo na fachada na obra da empresa B.

4.3.5.3. Preparo da base

A fixação externa da alvenaria, foi realizada com a mesma argamassa de revestimento, após a execução completa da alvenaria, que foi fixada internamente com a argamassa de assentamento do fabricante Cimpor utilizada também no assentamento dos blocos.

Com relação ao preparo da base, foram feitas a remoção das incrustações e pontas de barras de aço da estrutura e o preenchimento das falhas na base com argamassa; por fim, realizou-se a limpeza manual

da base de alvenaria cerâmica com escovação e água. E, no caso da estrutura de concreto, era feita uma lavagem manual com escova de aço e água com mais força que na alvenaria, para possibilitar a melhor retirada de óleo desmoldante utilizado nas fôrmas.

Os chapiscos utilizados como preparo de base foram recomendados pelo fornecedor Quartzolit, sobre a estrutura de concreto foi utilizado o industrializado (Xapiscofix), aplicado com desempenadeira denteada. E no caso da alvenaria cerâmica foi utilizado o chapisco industrializado também do fornecedor Quartzolit (Ibo xapiscofix rolado), aplicado com rolo, este chapisco possui pigmentação, que de acordo com o fornecedor, serve para facilitar o controle de aplicação. Na Figura 4.22 podem ser observados os chapiscos empregados na obra.

a) b)

Figura 4.22 - Os dois tipos de chapiscos industrializados empregados na obra. (a) Ibo xapiscofix rolado aplicado sobre a alvenaria(b) Xapiscofix desempenado aplicado sobre a estrutura.

4.3.5.4. Produção da argamassa

A mistura da argamassa industrializada foi feita mecanicamente e manualmente, a quantidade de água utilizada se dava de diferentes maneiras:

- ✓ na argamassadeira ou na betoneira: a quantidade de água era adicionada de acordo com a indicação do fabricante da argamassa; para o saco de 40kg, foi indicado de 6 a 7 litros de água;
- ✓ manual, conforme pode ser visto na Figura 4.23: a mão-de-obra adicionava quantidade de água de acordo com a plasticidade desejada, não existindo controle. Esse tipo de mistura não tinha sido informado no momento da aplicação do questionário; foi observada nas visitas técnicas à obra, indicando o desconhecimento da gerência de produção, bem como ausência de controle. Ou, ainda, é possível que a gerência tivesse conhecimento, mas não quis declarar por entender que não é um procedimento desejável para a produção de argamassas.

a)

b)

Figura 4.23 - Mistura manual da argamassa industrializada. a) sacos posicionados para início da mistura b) mistura na caixa de massa

O acabamento utilizado na camada de argamassa foi definido pelo encarregado da obra, sendo feito o sarrafeamento com régua metálica e posterior desempeno com madeira e depois com aço, e como acabamento final das fachadas foi aplicada pintura.

Não foi realizado nenhum tipo de cura na argamassa; e ainda, não existiu qualquer diferenciação das características da argamassa com relação ao local de exposição.

A Figura 4.24, ilustra o de fluxo do processo de execução do revestimento de fachada na obra da empresa B. E a Figura 4.25 ilustra o mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa B, com o objetivo de melhorar a visualização das etapas.

■	Recebimento da argamassa: Verificação da quantidade e validade da sacaria
→	Sacos de argamassa
▼	Sacos de argamassa no térreo
→	Sacos de argamassa do térreo para o andar de mistura e aplicação
▼	Sacos de argamassa no andar de mistura e aplicação
→	Sacos de argamassa para argamassadeira/ betoneira/ caixa de massa
→	Água para argamassadeira/ betoneira/ caixa de massa
●	Mistura de argamassa e água na argamassadeira/ betoneira/ caixa de massa
→	Argamassa da jerica para o balancim
●	Aplicação da argamassa na fachada

Legenda	
■	Inspeção
→	Transporte
▼	Estoque
●	Operação

Número de operações	
■	1
→	5
▼	2
●	2
TOTAL	**10**

Figura 4.24 - Diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa B.

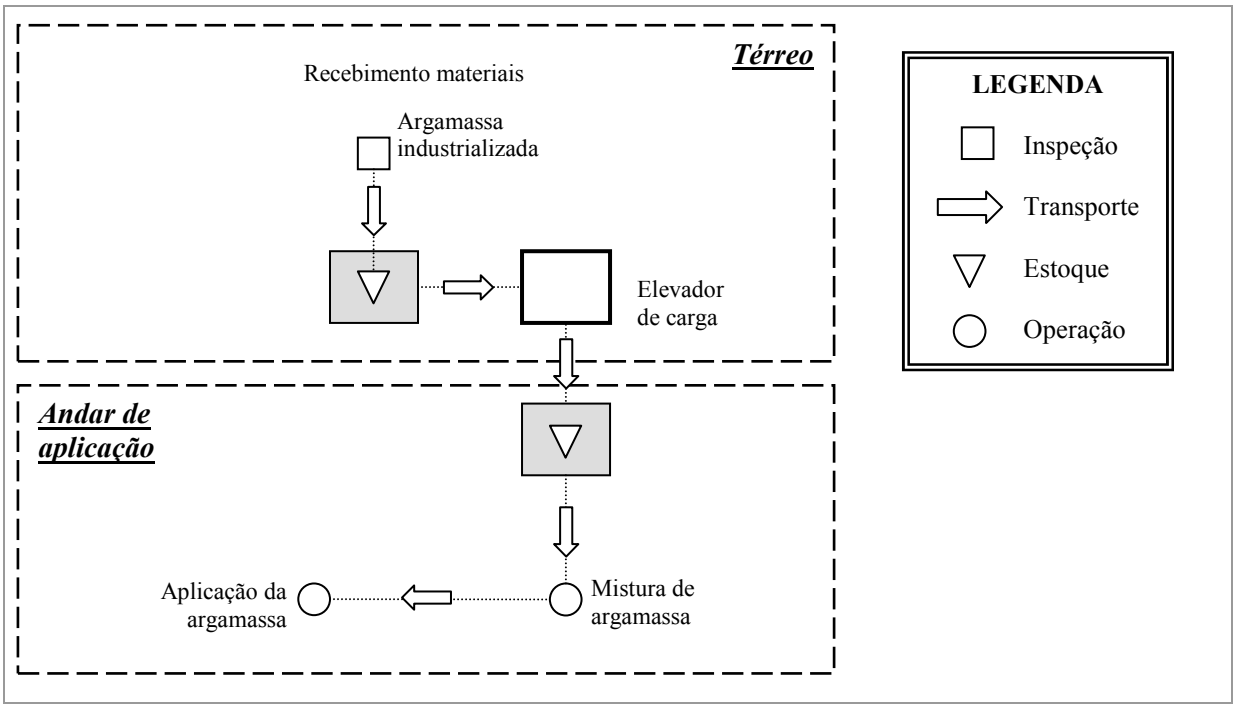

Figura 4.25 - Mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa B.

O diagrama e mapofluxograma apresentados tem como finalidade ilustrar o processo de produção completo, desde o recebimento dos sacos de argamassa até sua aplicação. Contudo, estas atividades não são necessariamente seqüenciais, elas são desenvolvidas em etapas consecutivas, e foram realizadas em dias diferentes.

4.3.5.5. Equipe de execução

Para a produção do revestimento de fachada a empresa utilizou mão-de-obra de uma subempreiteira de fachada, tendo como forma de contratação o preço unitário, ou seja, por m² executado. Como critério de medição, a área de revestimento que foi considerada corresponde à área efetivamente executada. Isto significa que foram descontadas nos cálculos para pagamento da subempreiteira as áreas de aberturas de vãos.

O dimensionamento das equipes de trabalho foi feito pela subempreiteira em função do cronograma da obra, sendo feito o controle através do encarregado da construtora que permanecia diariamente na obra.

A fachada estava sendo revestida por 3 pedreiros e 2 serventes, sendo que estes mesmos operários também eram responsáveis pela produção e transporte de argamassa no andar de utilização.

Segundo o residente da obra, a maioria dos pedreiros que trabalharam na fachada já tinham experiência neste tipo de serviço, pois já haviam construído outros edifícios da empresa. Os operários informaram que não passaram por treinamento realizado pela subempreiteira.

Na empresa B não existiu avaliação formalizada da subempreiteira; mas, o residente da obra afirmou que a empresa trabalha sempre com a mesma subempreiteira de fachada que já executou serviços anteriormente a esta obra, com resultados satisfatórios, estabelecendo assim um relacionamento de parceria. Além de o serviço ter sido contratado por preço competitivo, quando comparado com as demais subempreiteiras.

4.3.6. Controle da produção do revestimento

No que diz respeito ao controle dos serviços, a execução era acompanhada esporadicamente pelo encarregado da obra; porém, sem critérios pré-estabelecidos; somente após a conclusão de todos os serviços da etapa de revestimento de fachada, ele realizava uma vistoria visual, com o intuito de verificar o prumo do revestimento e a estética da fachada (uniformidade de cor e de acabamento).

4.3.6.1. Controle de materiais na obra

O recebimento e controle de materiais eram feitos pelo apontador, sendo conferidos de acordo com a cópia da nota fiscal, e observados os prazos de validade e condições das embalagens dos materiais entregues.

4.3.6.2. Perdas e manifestações patológicas

A construtora não possuía registro formal de perdas de materiais, nem de manifestações patológicas ocorridas na obra estudada, apesar de ainda ser cedo estas manifestarem-se. Segundo o residente da

obra B, nas obras da empresa executadas anteriormente, não existiu histórico de problemas patológicos.

4.3.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução

Os resultados do acompanhamento da produtividade da mão-de-obra de oficiais responsáveis pela execução do revestimento de argamassa de fachada, levaram a um índice de 0,98 Hh/m² (RUP cumulativa de oficiais) e média de produção diária de 26,35 m². Sendo esses resultados correspondentes ao acompanhamento da produção durante vinte dias, realizada pela equipe composta de 3 pedreiros e 2 serventes.

As medições referem-se à execução do revestimento de argamassa de fachada, e os operários considerados são os oficiais (pedreiros) diretamente envolvidos na sua aplicação, que trabalhavam 9 horas por dia, com exceção às sextas-feiras em que estes trabalhavam 8 horas. No apêndice E podem-se observar os dados parciais obtidos e o cálculo da produtividade feito pela autora.

4.3.7. Segurança na obra

A obra possuía um técnico de segurança que passava somente uma vez por mês para fazer os registros; talvez, por esse motivo, pôde-se observar que algumas recomendações como, por exemplo, o uso obrigatório de EPIs pela mão-de-obra, não eram seguidas adequadamente. Nas visitas à obra, a autora observou operários trabalhando sem os itens obrigatórios de segurança, conforme ilustrado na Figura 4.26.

Figura 4.26 - Ausência de EPIs no recebimento de material na obra B.

4.4. Empresa C

4.4.1. Caracterização da empresa C

A empresa C é uma empresa de pequeno porte, que constrói somente edifícios residenciais e emprega 36 funcionários próprios. Atua no mercado da construção na cidade de Santos há 32 anos e não possui certificação em programas de gestão da qualidade.

Nos últimos três anos a empresa construiu dois edifícios residenciais de médio padrão, além da obra estudada neste trabalho. Dos edifícios construídos anteriormente, cada um possui em média, 20 pavimentos e 15 mil m² de área construída, e as fachadas de ambos foram revestidas com placas cerâmicas sobre emboço de argamassa.

4.4.2. Caracterização da obra da empresa C

Edifício residencial localizado no bairro Embaré com 22 pavimentos, sendo: 16 andares tipo, 3 mezaninos, térreo, subsolo e cobertura, com um total de 64 apartamentos, sendo 4 apartamentos por andar, com 147m² (os de frente) e 120m² (os de fundos) de área útil. A Figura 4.27 e a Figura 4.28 ilustram as fachadas do edifício C.

a) b)

Figura 4.27 - Fachada da obra da empresa C durante o estudo de caso. a) frente b) lateral

Figura 4.28 - Fachada do edifício da empresa C após a finalização do revestimento.

A Tabela 4.4 apresenta alguns dos métodos construtivos utilizados na obra da empresa C.

Tabela 4.4 - Métodos construtivos - obra da empresa C.

Subsistema do edifício	Tecnologia utilizada	
Estrutura moldada no local	Reticulada em concreto armado	
Alvenaria de vedação	Bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada	
Revestimento interno	Argamassa	Preparada em obra
	Acabamento	Pintura (áreas secas)
		Revestimento cerâmico (áreas molháveis)
Revestimento de fachada	Argamassa de emboço	Preparada em obra
	Acabamento final	Revestimento cerâmico

4.4.3. Considerações sobre o estudo na empresa C

O estudo na empresa C teve a duração de sete semanas, período que se estava aplicando a argamassa de emboço na fachada. Quando esse estudo se iniciou, o emboço de argamassa estava sendo aplicado nos andares iniciais da fachada; portanto, acompanhou-se grande parte de sua execução.

Não houve dificuldades nas entrevistas, já que o gerente da obra se dispôs e efetivamente prestou todas as informações para o estudo; e também foi possível entrevistar o mestre e o encarregado geral da

obra.

As observações da execução foram feitas nas visitas técnicas, objetivando compará-las com as informações prestadas pelo engenheiro gerente da obra, durante a sua entrevista. É possível dizer a maioria das informações obtidas nas entrevistas foi confirmada; entretanto, quando questionado sobre as manifestações patológicas houve desencontro entre as informações prestadas, esse fato será explicado mais adiante.

4.4.4. Projeto de revestimento

A empresa não utilizou projeto de revestimento; construiu com base no projeto arquitetônico que foi realizado por um escritório de arquitetura da cidade e, outro que foi elaborado pelo fornecedor de revestimento cerâmico (Portobello), em que foi definido o esquemático da modulação e arranjo dimensional das placas cerâmicas.

Nas fachadas do edifício não existia qualquer distinção em função de sua condição de exposição; assim, o emboço de argamassa e o revestimento cerâmico utilizados foram do mesmo tipo em todas as fachadas do edifício.

As juntas de trabalho horizontais foram definidas no projeto arquitetônico, e feitas a cada pavimento, acompanhando as juntas entre as peças cerâmicas. Sendo estas iniciadas durante a execução da camada de emboço, pelo corte da argamassa ainda úmida até se atingir a metade da espessura do emboço (1,5cm), conforme pode ser observado no detalhe apresentado pela Figura 4.29.

Após o corte da argamassa e sua secagem, as juntas foram preparadas com a execução de uma membrana impermeável obtida pela aplicação de primer de resina acrílica e filme de poliéster. Após a limpeza com vassoura macia e broxa úmida, a fim de retirar todo material solto no fundo da junta, o assentamento das placas cerâmicas foi realizado.

A introdução do limitador de profundidade (tarugo de poliestireno) ocorreu efetivamente após assentamento das placas, forçando-se com pressão sua entrada. E por fim, foram preenchidas as juntas com mastique[25].

---

[25] "Selante de consistência plástica e viscosa que permite a aplicação de juntas contínuas, podendo endurecer e se tornar um elastômero, normalmente aplicado com pistola de extrusão". (MEDEIROS, 1999)

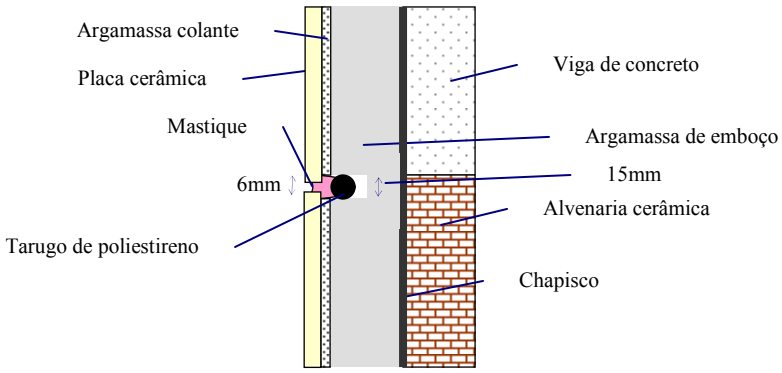

Figura 4.29 - Detalhe da execução da junta de trabalho.

Conforme a recomendação do fabricante do revestimento cerâmico (Portobello), foram utilizadas telas de reforço no encontro da alvenaria com estrutura nos dois primeiros e dois últimos pavimentos do edifício. As telas metálicas eram de malha quadrada com abertura de 5 x 5cm, posicionadas no meio da camada de argamassa de emboço (1,5cm).

A empresa não possuía documentação sobre os procedimentos de execução do revestimento de fachada, mas possuía alguns procedimentos de especificação e recebimento de insumos do revestimento de fachada, como por exemplo, cimento, cal, areia, placas cerâmicas, entre outros.

4.4.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa

O equacionamento de problemas e o encaminhamento de outras dificuldades em relação à produção eram centralizados no gerente da obra, que definia as soluções em conjunto com a subempreiteira da fachada.

Para o emboço foi utilizada a argamassa preparada em obra, na dosagem 1:2:8 (cimento:cal:areia úmida - traço em volume) que é usualmente empregada pela empresa construtora.

Esse traço foi definido pelo gerente da obra, que optou por utilizar uma dosagem já conhecida pela empresa há algum tempo (por volta de cinco anos). Segundo gerente da obra: *"o motivo de utilizarem novamente o mesmo traço empregado anteriormente é que nestes anos de utilização do traço, não foram registrados problemas de patologias nos revestimentos de fachada dos edifícios construídos, além disso, os materiais utilizados são dos mesmos fornecedores da época"*.

Contudo, quando houve o questionamento sobre as manifestações patológicas na fachada, o gerente da obra disse que: "*houve caso de destacamento de cerâmica da fachada em um dos edifícios da empresa construído anteriormente*", contradizendo sua afirmação anterior. Além disso, na utilização do mesmo traço desconsiderou-se que as condições de exposição do revestimento são particulares a cada obra, e o fato de que os materiais de construção podem ter passado por modificações nos últimos anos (como

por exemplo, as propriedades físicas e mecânicas do cimento e da cal).

4.4.4.2. Organização do canteiro de obras

A empresa não possuía projeto do canteiro de obras. O armazenamento dos materiais na obra da empresa C era feito no térreo, onde se localizava o estoque, ficando próximo à central de argamassa, conforme ilustrado na Figura 4.30. Posteriormente, a mistura era feita na central de produção e a argamassa pronta era transportada em jerica ou carrinho padiola (conforme a Figura 4.31) pelo elevador de cargas para o local de aplicação. Também eram utilizadas caixas de massa para o transporte horizontal no andar de aplicação.

a) b)

Figura 4.30 - Estoque de materiais. a) cimento e cal b) areia não peneirada.

Figura 4.31 - Transporte da argamassa em carrinho-de-mão no andar de aplicação

Os balancins e as equipes de trabalho eram posicionados conforme a Figura 4.32. A argamassa de fachada era executada por três equipes que trabalhavam conjuntamente em duas etapas: primeiramente na fachada frontal e depois na fachada posterior do edifício.

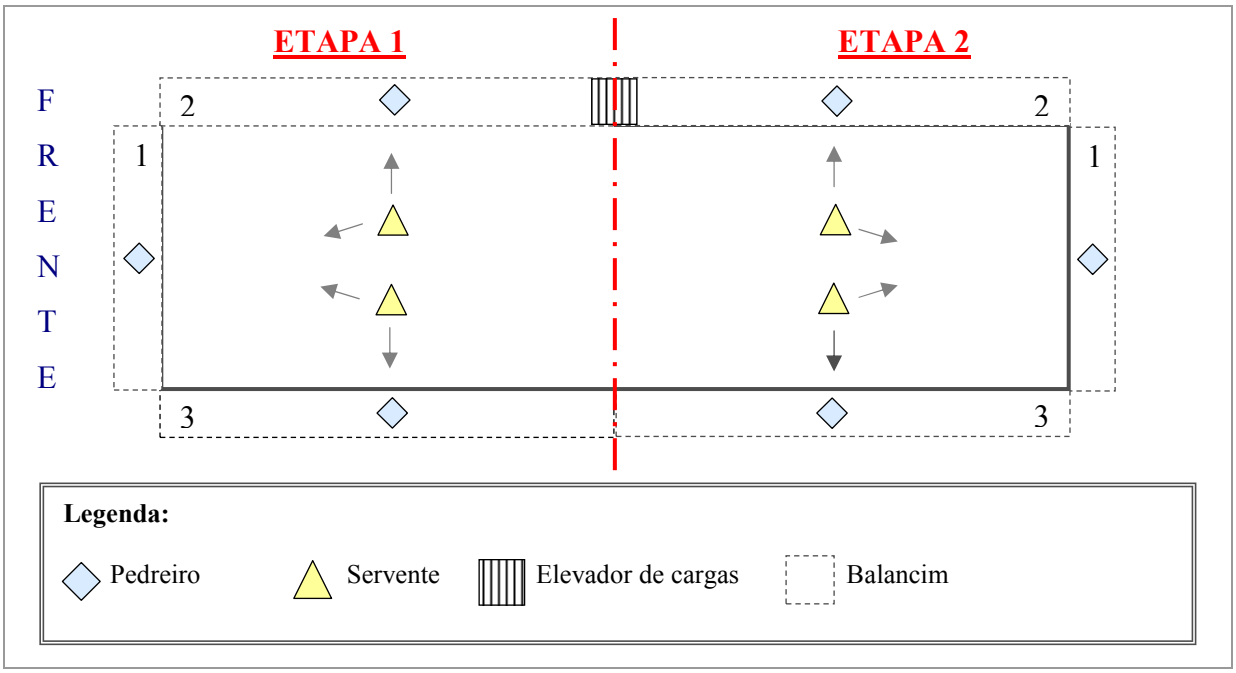

Figura 4.32 - Localização de balancins e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa C.

4.4.5. Execução do revestimento

4.4.5.1. Seqüência das atividades

A Figura 4.33 ilustra a seqüência de subida e descida do balancim da obra da empresa C, conforme relatado pelo gerente da obra.

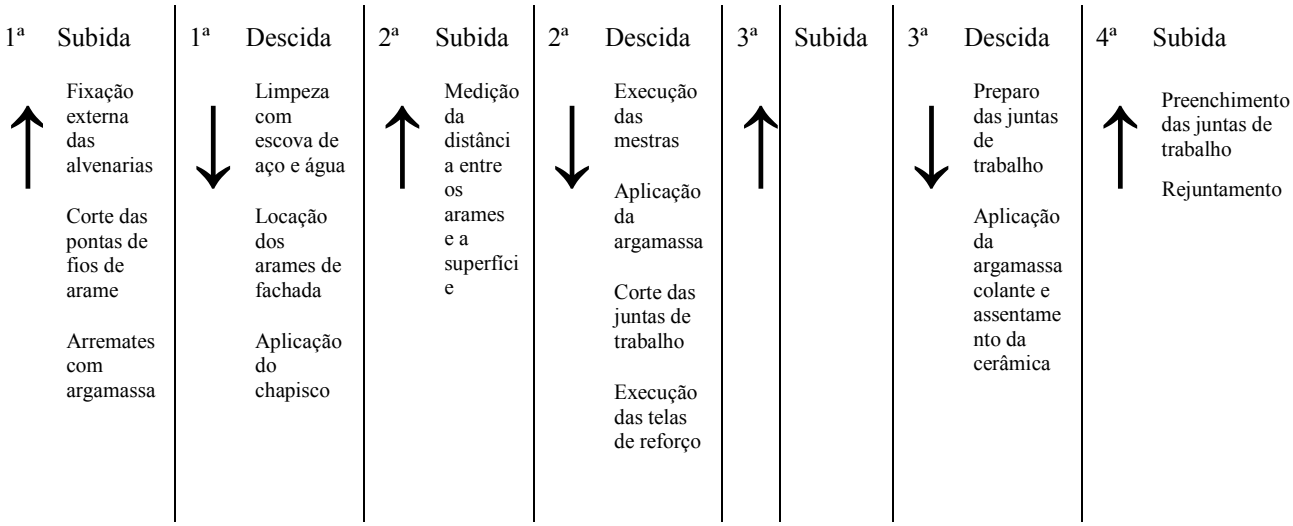

Figura 4.33 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa C.

4.4.5.2. Definição de referências do plano do revestimento

A definição das espessuras do revestimento foi feita através da colocação de ganchos de aço posicionados no último pavimento e, esticados os arames com os prumos, conforme Figura 4.34. Segundo o gerente da obra a espessura média adotada foi de 3cm, contudo não foi feita a análise das

espessuras críticas obtidas para se definir o melhor afastamento do arame de prumo.

Figura 4.34 - Arames de prumo na fachada.

4.4.5.3. Preparo da base

A fixação externa da alvenaria foi feita com a mesma argamassa de revestimento e internamente a alvenaria já havia sido fixada na estrutura anteriormente com a mesma argamassa de assentamento de blocos do fabricante Cimpor, e tinha por volta de 1,5cm de espessura, e foi realizada assim que foram carregados com os blocos cerâmicos pelo menos três pavimentos acima, respeitados o prazo mínimo de após 15 dias do assentamento.

Na etapa de preparo da base foi feito o corte das rebarbas de fios de arames e os arremates com argamassa; realizou-se também a limpeza da superfície com escova de aço e água; no caso da estrutura de concreto, foi feita a escovação com mais força que na alvenaria, pelo fato de se ter utilizado desmoldante nas formas.

O chapisco utilizado na alvenaria de bloco cerâmico foi o tradicional, composto de cimento e areia úmida na dosagem de 1:3 em volume e a quantidade de água foi definida pela mão-de-obra em função da aplicação com colher de pedreiro. No caso do aplicado sobre a estrutura de concreto, foi utilizado o industrializado do fabricante Quartzolit (Xapiscofix), com espalhamento feito com desempenadeira denteada. O resultado da aplicação de cada tipo de chapisco pode ser visto na Figura 4.35.

Figura 4.35 - Os dois tipos de chapisco empregados na obra: tradicional 1:3 e Xapiscofix desempenado.

4.4.5.4. Produção da argamassa

A argamassa de emboço utilizada foi preparada em obra, na dosagem de 1:2:8 (cimento:cal:areia úmida - traço em volume), sendo feita a mistura de todos os materiais de uma vez na betoneira na central de argamassa localizada no térreo, conforme Figura 4.36.

a) b)

Figura 4.36 - Central de argamassa. a) rampa de acesso à betoneira b) betoneira

Os materiais utilizados na produção da argamassa de emboço foram: cimento Portland CPIII-40-RS do fabricante Nassau, cal CH-III do fabricante Chimelli e areia média sem peneiramento. A dosagem era feita por saco de cimento, saco de cal e padiola de areia.

A quantidade de água e o tempo de mistura para preparação da argamassa não foram especificadas ou controladas, ficando a cargo da mão-de-obra em função da trabalhabilidade desejada, também não foi realizada a cura no emboço de argamassa aplicado.

O tipo de acabamento da argamassa foi definido pela subempreiteira em função do acabamento final em revestimento cerâmico, sendo este feito com sarrafeamento por régua metálica e o desempeno leve com desempenadeira de madeira. A Figura 4.37 ilustra a aplicação da argamassa.

a) b)

Figura 4.37 - Execução das mestras na fachada. a) execução das mestras b) aplicação da argamassa

A Figura 4.38 ilustra o diagrama de fluxo do processo de produção do emboço de argamassa de fachada na obra da empresa C. E a Figura 4.39 ilustra o mapofluxograma do processo de produção do emboço de argamassa de fachada na obra da empresa C, com o objetivo de melhorar a visualização das etapas.

■	Recebimento do cimento: Verificação da quantidade, condições e validade da sacaria
■	Recebimento da cal: Verificação da quantidade, condições e validade da sacaria
■	Recebimento da areia: Verificação visual de materiais orgânicos e cubicagem da caçamba
⟶	Sacos de cimento
⟶	Sacos de cal
⟶	Areia
▼	Cimento
▼	Cal
▼	Areia
⟶	Sacos de cimento para betoneira
⟶	Sacos de cal para betoneira
●	Dosagem da areia
⟶	Areia para betoneira
⟶	Água para betoneira
●	Mistura da argamassa na betoneira da central
⟶	Argamassa na jerica/ caixa de massa e carrinho padiola para o balancim
●	Aplicação da argamassa na fachada

Legenda	
■	Inspeção
⟶	Transporte
▼	Estoque
●	Operação

Número de operações	
■	3
⟶	8
▼	3
●	3
TOTAL	**17**

Figura 4.38 - Diagrama de fluxo do processo de produção do emboço de argamassa de fachada na obra da empresa C.

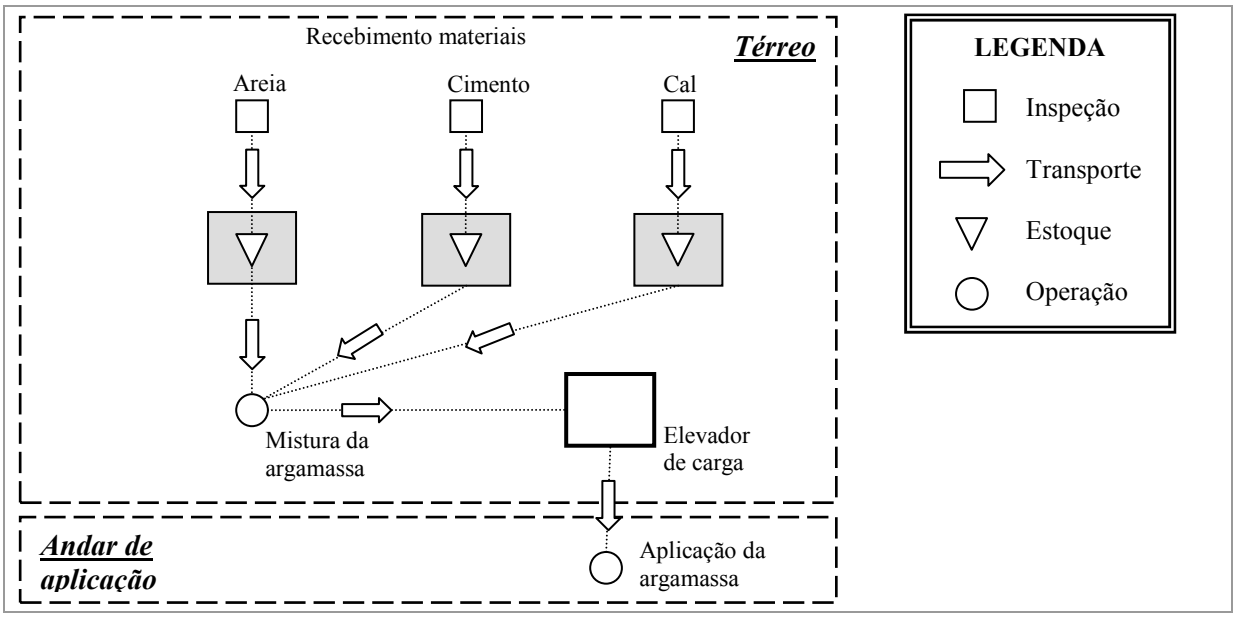

Figura 4.39 - Mapofluxograma do processo de produção do emboço de argamassa de fachada na obra da empresa C.

O diagrama e mapofluxograma apresentados tem como finalidade ilustrar o processo de produção completo, desde o recebimento dos sacos de argamassa até sua aplicação. Contudo, estas atividades não são necessariamente seqüenciais, elas são desenvolvidas em etapas consecutivas, porém, normalmente, são realizadas em dias diferentes.

4.4.5.5. Equipe de execução

Para a produção do emboço de argamassa de fachada a empresa utilizou mão-de-obra da subempreiteira de fachada, tendo como forma de contratação preço unitário por m² executado. Como critério de medição, a área de emboço que foi considerada corresponde à área efetivamente executada. Isto significa que foram descontadas, nos cálculos para pagamento da subempreiteira, as áreas de aberturas de vãos.

A subempreiteira dimensionou as equipes de trabalho em função do cronograma da obra, sendo feito o controle das atividades por meio de vistoria. Todo dia, no fim da tarde, o encarregado da subempreiteira passava na obra para verificar o serviço executado.

A fachada estava sendo revestida por 3 pedreiros e 2 serventes[26], existiam ainda, mais 2 serventes que eram responsáveis pela produção da central de argamassa. Os operários não passaram por treinamento; o encarregado da subempreiteira informou que todos os pedreiros tinham experiência anterior neste tipo de serviço.

---

[26] Todos os serventes eram funcionários da construtora.

Não existe avaliação formalizada da subempreiteira, ela é feita informalmente pelo gerente da obra, sendo realizada em função da qualidade e do atendimento dos prazos de execução de serviços. A empresa C trabalha sempre com a mesma subempreiteira, estabelecendo um relacionamento de parceria entre a construtora e a subempreiteira.

4.4.6. Controle da produção do revestimento

Quanto ao controle dos serviços executados na etapa de revestimento de fachada, todos passavam pela vistoria do encarregado da subempreiteira e o da obra, sendo feita apenas visualmente. No caso de ter sido verificado algum problema geométrico, o encarregado comunicava ao gerente de obra, que tomava as providências necessárias em conjunto com a subempreiteira da fachada.

Durante o estudo, foi verificado pelo encarregado falta de planicidade da superfície do emboço de argamassa na fachada frontal do edifício, nos dois últimos andares, através de régua de alumínio de 2m com nível de bolha acoplado. Como correção foi feita de uma nova aplicação da argamassa, com supervisão dos encarregados e do gerente da obra.

4.4.6.1. Controle de materiais na obra

O recebimento e controle de material eram feitos pelo encarregado da obra de acordo com o procedimento da empresa, que fazia a conferência de acordo com o impresso de pedido de material, onde era feita a contagem e eram observados os prazos de validade, além das condições das embalagens dos produtos recebidos. No caso da areia, era feita somente uma inspeção visual para ver se a areia não continha material orgânico e a verificação do volume entregue.

4.4.6.2. Perdas e manifestações patológicas

Nesta obra não eram feitos registros formais de perdas nem das manifestações patológicas, apesar de ainda ser cedo estas manifestarem-se. Entretanto, o gerente da obra disse que já houve caso de destacamento de cerâmica da fachada em um dos edifícios da empresa construído anteriormente.

Diante do problema ocorrido, não houve investigação das possíveis causas, somente o solucionaram colocando nova cerâmica no local. A área correspondente à recolocação do revestimento cerâmico foi de 4m² aproximadamente.

4.4.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução

Os resultados do acompanhamento da produtividade da mão-de-obra de oficiais responsáveis pela execução do emboço de argamassa de fachada, resultou em 1,04 Hh/m² (RUP cumulativa de oficiais) e média de produção diária de 24,60 m². Sendo esses resultados correspondentes ao acompanhamento da produção durante vinte dias, realizada pela equipe composta de 3 pedreiros e 2 serventes no andar de

aplicação e na central estavam trabalhando mais 2 serventes na produção da argamassa.

As medições referem-se à execução do emboço de argamassa de fachada, e os operários considerados são os oficiais (pedreiros) diretamente envolvidos na sua aplicação, que trabalhavam 9 horas por dia, com exceção às sextas-feiras em que estes trabalhavam 8 horas. No apêndice E podem-se observar os dados parciais obtidos e o cálculo da produtividade feito pela autora.

4.4.7. Segurança na obra

Com relação à segurança na obra pode-se observar pela Figura 4.40, que os operários que estavam trabalhando na fachada utilizavam EPIs, tais como: capacete, bota, cinto de segurança.

a) b)

Figura 4.40 - Utilização de capacete e cinto de segurança. a) pedreiro trabalhando na fachada lateral b) pedreiro trabalhando na sacada frontal

A empresa possuía ainda um técnico de segurança, que passava na obra a cada quinze dias. No dia a dia, as observações quanto à segurança dos operários eram feitas pelo gerente da obra, sendo durante as visitas da autora foi possível ver o gerente alertando os operários quanto a obrigatoriedade do uso dos EPIs.

4.5. Empresa D

4.5.1. Caracterização da empresa D

A empresa D é uma empresa de pequeno porte, que emprega 33 funcionários próprios, e atua no mercado da construção na cidade de Santos há 20 anos. Não possui certificação em programas de gestão da qualidade e constrói somente edifícios residenciais.

Nos últimos três anos a empresa construiu quatro edifícios residenciais de médio padrão, além da obra estudada neste trabalho. Dos edifícios construídos anteriormente, cada um possui, em média, 25 pavimentos e 20 mil m² de área construída, e as fachadas de todos foram revestidas com placas cerâmicas sobre emboço de argamassa.

4.5.2. Caracterização da obra da empresa D

Edifício residencial localizado no bairro Pompéia com 18 pavimentos, sendo: 14 andares tipo, 2 mezaninos, térreo, subsolo e cobertura, com um total de 42 apartamentos, sendo 3 apartamentos por andar, com 140m² (os de frente) e 90m² (os dois de fundos) de área útil. A Figura 4.41 e a Figura 4.42 ilustram as fachadas do edifício D.

a) b)

Figura 4.41 - Fachada da obra da empresa D durante o estudo de caso. a) frente b) lateral

Figura 4.42 - Fachada do edifício da empresa D após a finalização do revestimento.

A Tabela 4.5 apresenta alguns dos métodos construtivos utilizados na obra da empresa D.

Tabela 4.5 - Métodos construtivos - obra da empresa D.

Subsistema do edifício	Tecnologia utilizada	
Estrutura	Reticulada em concreto armado, moldada no local	
Alvenaria de vedação	Bloco cerâmico, assentado com argamassa industrializada	
Revestimento interno	Argamassa	Industrializada
	Acabamento	Pintura (áreas secas)
		Revestimento cerâmico (áreas molháveis)
Revestimento de fachada	Massa única	Preparada em obra
	Acabamento final	Pintura

4.5.3. Considerações sobre o estudo na empresa D

O estudo na empresa D teve a duração de seis semanas, período que se estava aplicando a argamassa de revestimento na fachada. Quando esse estudo se iniciou, o revestimento de argamassa estava sendo aplicado na fachada, portanto acompanhou-se parte de sua execução.

Não houveram problemas nas entrevistas nesta empresa, já que o engenheiro residente da obra se propôs a fornecer as informações necessárias, também foi possível entrevistar o mestre de obra e o encarregado da fachada.

As observações quanto à execução foram feitas nas visitas técnicas, objetivando comparar os dados levantados pela pesquisadora com as informações prestadas pelo engenheiro e operários. Pode-se dizer que, a maior parte das informações obtidas nas entrevistas era coerente com o que acontecia na obra. Contudo, no que diz respeito à segurança na obra pôde-se observar que os operários, em certas ocasiões, não estavam utilizando EPIs, em desacordo com a informação prestada pelo engenheiro residente no momento da entrevista.

4.5.4. Projeto de revestimento

A empresa não utilizou projeto de revestimento, fez uso somente do projeto arquitetônico que foi elaborado por um escritório de arquitetura da cidade.

No projeto não existia qualquer distinção das fachadas do edifício em função de sua condição de exposição; assim, o revestimento de argamassa utilizado foi do mesmo tipo para todas as fachadas. Não foram previstas no projeto qualquer tipo de juntas e nem reforços de telas na fachada do edifício

estudado.

E ainda, a empresa não possuía qualquer documentação sobre os procedimentos de produção de revestimento de fachada.

4.5.4.1. Definições relativas ao revestimento de argamassa

As decisões com relação ao processo de produção, o equacionamento de problemas, e outras dificuldades em sua produção eram centralizados no engenheiro residente da obra, que definia as soluções em conjunto com o encarregado da fachada e o mestre de obra.

Segundo o engenheiro residente da obra, a escolha do revestimento utilizado foi feita por ele, de acordo com a cultura da empresa e dos operários que ali trabalham. A argamassa foi produzida no canteiro de obras, e o traço em volume utilizado 1:1:6 (cimento:cal:areia úmida) foi definido com base no seu conhecimento técnico.

4.5.4.2. Organização do canteiro de obras

A empresa não possuía projeto do canteiro de obras. O armazenamento dos materiais na obra da empresa D era feito no subsolo, onde também ficava a central de argamassa, conforme ilustra a Figura 4.43.

a) b)

Figura 4.43 - Estoque de materiais. a) cimento b) areia não peneirada

Para a mistura da argamassa era utilizado um misturador de entulho, que ficava posicionado na central de produção. A argamassa pronta era transportada através de jericas no elevador de cargas para o pavimento de aplicação.

Os balancins e as equipes eram posicionados conforme a Figura 4.44. O revestimento de argamassa das fachadas era executado três equipes em duas etapas seqüenciais: a parte da frente do edifício e a parte dos fundos, conforme pode ser observado na Figura 4.46.

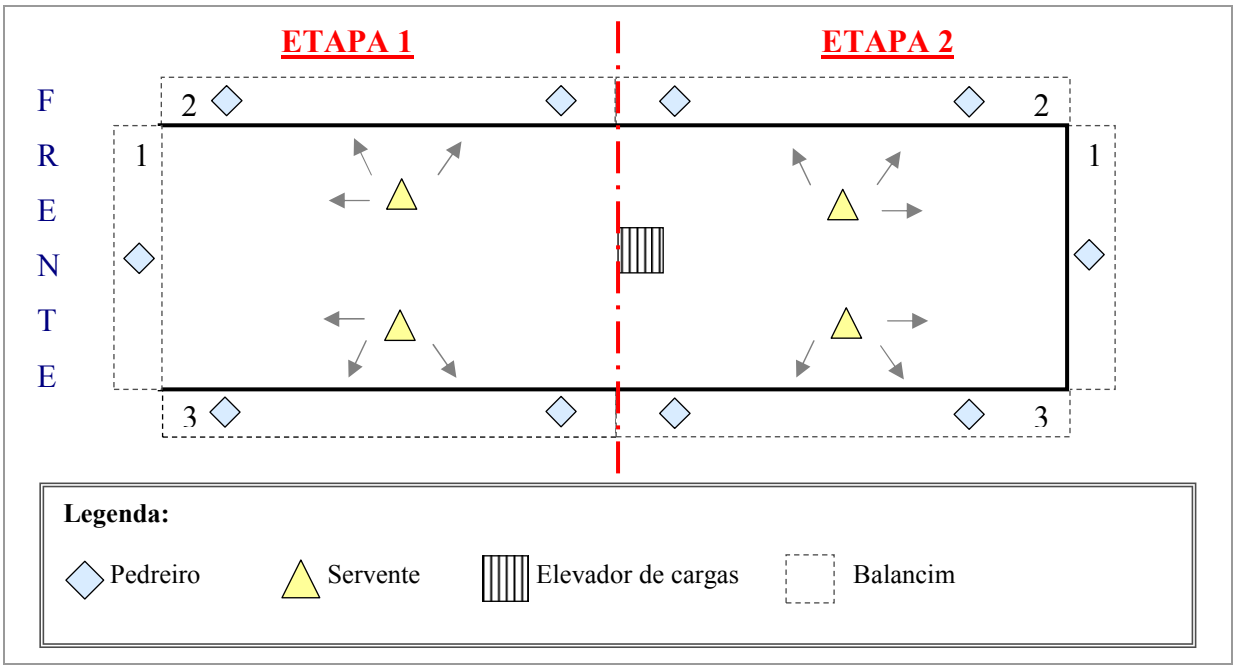

Figura 4.44 - Localização de balancins e equipes de trabalho no pavimento de aplicação da argamassa de fachada na obra da empresa D.

4.5.5. Execução do revestimento

4.5.5.1. Seqüência das atividades

A Figura 4.45 ilustra a seqüência de subida e descida do balancim da obra da empresa D, conforme relatado pelo engenheiro residente da obra. A Figura 4.46 ilustra a seqüência de execução do revestimento de argamassa na obra da empresa D.

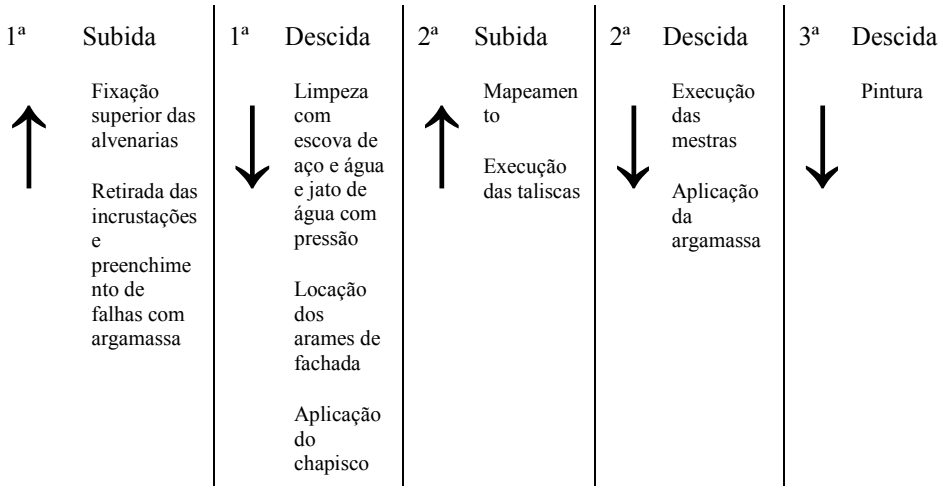

Figura 4.45 - Esquema de movimentação do balancim na obra da empresa D.

a) b)

Figura 4.46 - Seqüência de execução do revestimento de argamassa. (a) frente em execução: fachada frontal e da metade para frente do edifício (b) fundos: ainda não iniciada a execução

4.5.5.2. Definição de referências do plano do revestimento

O mapeamento foi realizado antes do início da aplicação da argamassa de revestimento, através de um levantamento dos locais com espessuras críticas para se definir o melhor afastamento do arame de prumo. Foi preenchida uma planilha com as leituras de espessuras necessárias, e mediante a análise dessa planilha feita pelo engenheiro residente, identificaram-se espessuras mínimas e máximas de argamassa para aplicação do revestimento de argamassa.

Para este mapeamento foram utilizados ganchos metálicos posicionados na cobertura e, esticados os arames com os prumos para mapeamento da fachada. Na Figura 4.47, pode-se observar o arame de prumo na fachada.

Figura 4.47 - Arame de prumo na fachada.

4.5.5.3. Preparo da base

A fixação externa da alvenaria foi feita com a mesma argamassa de revestimento utilizada na fachada. No preparo da base foi realizada a retirada das incrustações de concreto da alvenaria, além da verificação e preenchimento, com argamassa, das falhas na base de blocos cerâmicos; realizou-se também a limpeza da superfície com escova de aço e água sobre a alvenaria cerâmica; e no caso da estrutura de concreto foi feita uma limpeza com escova de aço e jato de água com alta pressão, com mais cuidado, para retirar o desmoldante utilizado nas fôrmas do concreto.

O chapisco utilizado na alvenaria de bloco cerâmico foi o tradicional, composto de cimento e areia úmida, na dosagem em volume de 1:2, e a quantidade de água era definida pela mão-de-obra em função da aplicação com colher de pedreiro. No caso do aplicado sobre a estrutura de concreto, foi utilizado o industrializado do fabricante Votomassa, com espalhamento feito com desempenadeira denteada. O resultado da aplicação de cada tipo de chapisco pode ser visto na Figura 4.48.

a) b)

Figura 4.48 - Os dois tipos de chapisco empregados na obra. (a) tradicional 1:2 e Votomassa desempenado (b) chapiscos aplicados na fachada

4.5.5.4. Produção da argamassa

Por meio do mapeamento foi definido pelo engenheiro residente a espessura média da camada de revestimento de 3,5cm. Logo após a aplicação do chapisco, foi feita a definição do plano de referência através da fixação das taliscas (conforme Figura 4.49) e mestras (aproximadamente a cada 1,5m) com a mesma argamassa que foi utilizada posteriormente no revestimento da fachada.

Figura 4.49 - Taliscas fixadas na fachada.

Nesta obra, foi utilizada a argamassa produzida no canteiro pelo fato de ser a cultura da empresa e dos operários que ali trabalham. O traço da argamassa foi definido pelo engenheiro residente, mediante a consulta ao fornecedor do revestimento cerâmico – Portobello.

A argamassa de revestimento utilizada foi preparada em obra, na dosagem em volume de 1:1:6 (cimento:cal:areia úmida). Os materiais utilizados na produção da argamassa foram: cimento Portland CPIII-40-RS do fabricante Nassau, cal CH-I do fabricante Morro Branco e areia média úmida sem peneiramento. A dosagem era feita por saco de cimento, saco de cal e padiola de areia.

A argamassa intermediária mista de cal e areia, era feita com a mistura prévia da cal com areia e água, deixando a solução descansar por, no mínimo um dia e após esse período era feita a mistura com o cimento e água nas proporções especificadas.

A homogeneização dos materiais era feita um misturador de entulho da empresa e a central de argamassas era localizada no subsolo, conforme Figura 4.50.

Figura 4.50 - Misturador de entulho utilizado na mistura dos materiais da argamassa na central.

Na opinião da autora a utilização do misturador de entulho pode não ser o equipamento mais indicado para se realizar a homogeneização dos materiais, pois pode provocar a quebra do agregado, e conseqüentemente uma argamassa mais fina, sujeita às fissurações. A utilização de argamassadeira ou

mesmo betoneira, proporcionaria a mistura mais adequada dos materiais.

A quantidade de água e o tempo de mistura para preparo da argamassa não foram controladas, ficando a cargo da mão-de-obra em função da trabalhabilidade desejada. Não era realizada cura da argamassa de revestimento.

O tipo de acabamento da argamassa de revestimento foi definido pelo engenheiro em função do acabamento final (pintura), sendo este feito com sarrafeamento por régua metálica e o desempeno com desempenadeira de madeira, seguido de desempeno com aço. A Figura 4.51 ilustra a aplicação da argamassa sendo realizada pelo pedreiro.

Figura 4.51 - Aplicação de argamassa na fachada.

A Figura 4.52 ilustra o diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa D. E a Figura 4.53 ilustra o mapofluxograma de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa D, com o objetivo de melhorar a visualização das etapas.

■	Recebimento do cimento: Verificação da quantidade, condições e validade da sacaria
■	Recebimento da cal: Verificação da quantidade, condições e validade da sacaria
■	Recebimento da areia: Verificação visual de materiais orgânicos e cubicagem da caçamba
→	Sacos de cimento
→	Sacos de cal
→	Areia
▼	Cimento
▼	Cal
▼	Areia
→	Sacos de cal para misturador
●	Dosagem da areia
→	Areia para misturador
→	Água para misturador
●	Mistura de argamassa intermediária no misturador da central
▼	Argamassa intermediária
→	Argamassa intermediária
→	Sacos de cimento para misturador
→	Água para misturador
●	Mistura de argamassa intermediária, cimento e água no misturador da central
→	Argamassa na jerica/ caixa de massa e carrinho padiola para o balancim
●	Aplicação da argamassa na fachada

Legenda	
■	Inspeção
→	Transporte
▼	Estoque
●	Operação

Número de operações	
■	3
→	10
▼	4
●	4
TOTAL	**21**

Figura 4.52 - Diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa D.

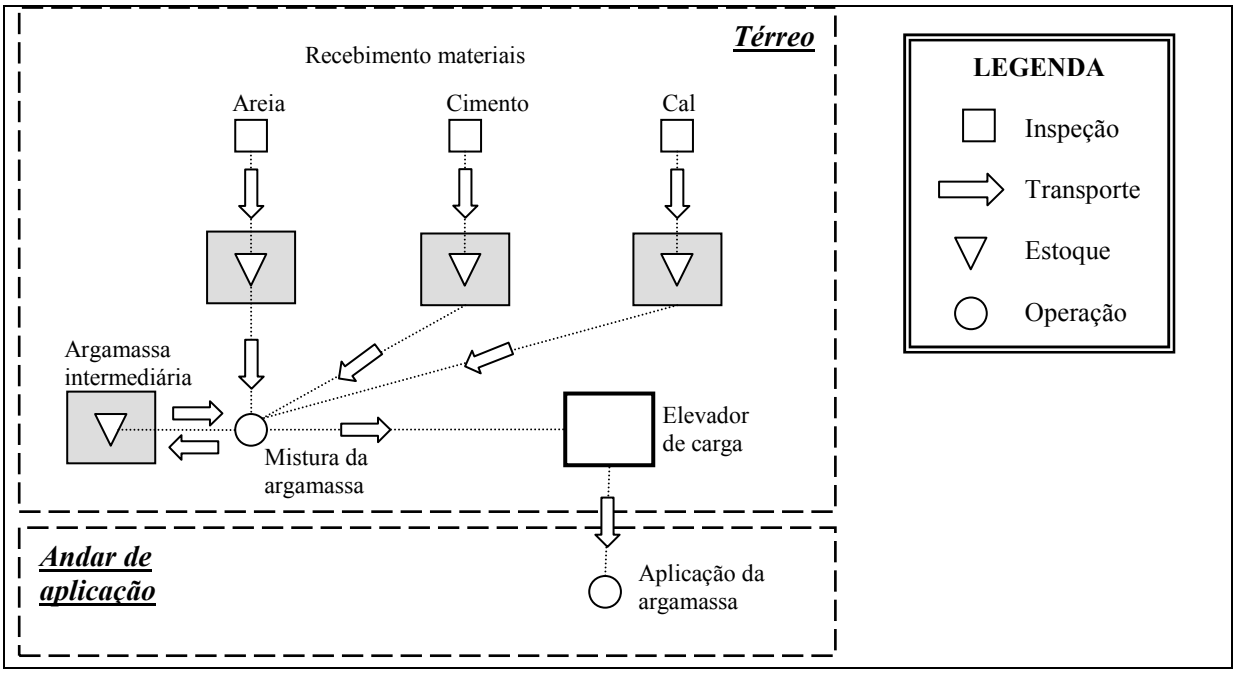

Figura 4.53 - Mapofluxograma do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada na obra da empresa D.

O diagrama e mapofluxograma apresentados tem como finalidade ilustrar o processo de produção completo, desde o recebimento dos sacos de argamassa até sua aplicação. Contudo, estas atividades não são necessariamente seqüenciais, elas são desenvolvidas em etapas consecutivas, porém, normalmente, são realizadas em dias diferentes.

4.5.5.5. Equipe de execução

Para a produção do revestimento de fachada a empresa utilizou mão-de-obra própria, tendo como remuneração o piso mínimo da categoria mais um adicional por m² executado de fachada. O engenheiro residente dimensionou as equipes de trabalho em função do cronograma da obra, sendo preenchida por este uma planilha de controle das atividades, na vistoria quinzenal. E, diariamente, o encarregado da fachada acompanhava toda a execução.

A fachada estava sendo revestida por 5 pedreiros e 2 serventes, e 2 serventes eram responsáveis pela produção de argamassa na central. Os operários não passavam por treinamento, as orientações eram feitas dia a dia pelo encarregado da fachada quando necessário.

Na obra da empresa D não existia avaliação dos serviços executados formalizada, era feita informalmente pelo engenheiro residente e o encarregado da fachada, em função da qualidade e do atendimento dos prazos de execução de serviços.

4.5.6. Controle da produção do revestimento

No que diz respeito ao controle dos serviços executados, todos os da etapa de revestimento de fachada

passavam pela vistoria do encarregado da fachada, sendo feita visualmente. Nessa verificação era conferido pelo encarregado o prumo e o esquadro do revestimento, além das características estéticas, como homogeneidade de cor da pintura.

No caso de ter sido observada alguma não conformidade, esta era avaliada pelo encarregado da fachada que comunicava ao engenheiro residente da obra, e ambos verificavam a necessidade de refazer o serviço. Durante o estudo de caso não foram observadas fachadas sendo refeitas.

4.5.6.1. Controle de materiais na obra

O recebimento e controle de material eram feitos pelo encarregado da obra, sendo conferidos de acordo com o impresso de pedido de material. Era feita somente a contagem e observadas as condições das embalagens dos materiais. No caso da areia era feita a medição da quantidade e uma verificação visual da sua qualidade.

4.5.6.2. Perdas e manifestações patológicas

Não eram feitos na obra registros formais de perdas nem das manifestações patológicas, apesar de ainda ser cedo estas manifestarem-se. Entretanto, o residente da obra disse que já houve caso de infiltração de água na fachada de edifício construído anteriormente ao estudado. Essa infiltração ocorreu na junta da interface alvenaria-estrutura, sendo esta preenchida com selante.

Diante do problema, a solução foi refazer o preenchimento com selante que apresentava aspectos de envelhecimento, sendo refeito toda a fachada frontal do edifício por precaução.

4.5.6.3. Produtividade da mão-de-obra de execução

A medição da produtividade da mão-de-obra de oficiais responsáveis pela execução do revestimento de argamassa de fachada, resultou em 1,62 Hh/m² (RUP cumulativa de oficiais) e média de produção diária de 26,70 m². Sendo esses resultados correspondentes ao acompanhamento da produção durante vinte dias, realizada pela equipe composta de 5 pedreiros e 2 serventes no andar de aplicação e na central de produção da argamassa estavam trabalhando mais 2 serventes.

As medições referem-se à execução do revestimento de argamassa de fachada, e os operários considerados são os oficiais (pedreiros) diretamente envolvidos na sua aplicação, que trabalhavam 9 horas por dia, com exceção às sextas-feiras em que estes trabalhavam 8 horas. No apêndice E podem-se observar os dados parciais obtidos e o cálculo da produtividade feito pela autora.

4.5.7. Segurança na obra

Com relação à segurança pôde-se observar na visitas ao canteiro que a maioria dos operários estava utilizando EPIs, tais como: capacete, bota, cinto de segurança; porém, em certas ocasiões pode ser

observada a ausência da sua utilização, conforme pode ser visto na Figura 4.54.

a) b)

Figura 4.54 - Utilização de EPIs pelos operários. (a) pedreiro de capacete e com cinto trabalhando na fachada (b) pedreiro trabalhando na fachada sem capacete

A empresa possuía um técnico de segurança; porém, esse visitava a obra apenas uma vez por semana. No dia a dia as observações quanto à segurança dos operários eram feitas pelo engenheiro residente da obra.

Conclui-se, do Capítulo 4, que em relação ao processo avaliado o levantamento feito apontou a existência de diferentes práticas nas obras estudadas. De acordo com as informações obtidas, pode-se dizer que as empresas utilizam-se de algumas práticas consideradas racionalizadas na produção dos revestimentos de argamassa de fachada.

Foram analisados nos canteiros de obra das empresas estudadas os conceitos levantados no Capítulo 2, que se referem à "Produção racionalizada dos revestimentos de argamassa de fachada". Esses são de uma forma geral, utilizados pontualmente nas empresas A, B, C e D; acabando assim, por gerar um impacto ainda limitado, aquém do desejado, uma vez que foi constatado que as empresas estudadas tomam as decisões relativas à produção do revestimento na obra, geralmente durante sua execução.

De uma maneira geral, acredita-se que existe a necessidade de implantação do maior número de conceitos levantados no Capítulo 2 nestas empresas, e até por assim dizer, nas construtoras da região, com o objetivo de melhorar a qualidade dos revestimentos de fachada do mercado local.

Os conceitos referentes ao projeto de revestimento, são os que mais deixam a desejar nas empresas estudadas, e até por assim dizer nas construtoras da cidade de Santos, já que foi constatado que estas possuem pouco conhecimento sobre o conteúdo e a importância do projeto de revestimento; e, por esse motivo, não o utilizam como ferramenta para tomar as decisões essenciais do processo antecipadamente, atentando para a racionalização dessa atividade como um todo.

Porém, o fato de não existir o projeto nas empresas estudadas não impediu que a produção do revestimento de argamassa se realizasse a contento, graças, principalmente, à experiência dos mestres de obras e engenheiros residentes das construtoras que acompanham a sua execução.

A empresa construtora tendo como base para a execução um bem elaborado projeto de revestimento, este poderia, juntamente com procedimentos documentados de execução, vir a equacionar uma série de problemas, orientando assim, o planejamento da produção e ainda, auxiliando na identificação de interferências com outros serviços dentro do canteiro de obras. E principalmente, tirando da mão-de-obra a tomada das decisões relativas à produção.

Apesar de terem sido verificados canteiros de obras relativamente organizados nos estudos de caso, a utilização do projeto para essa atividade, poderia vir a promover melhores condições de trabalho e as movimentações com o menor número de interferências, estabelecendo o melhor leiaute e possibilitando a organização das condições do local para sua instalação (como por exemplo, vias de acesso e equipamentos).

Além de estabelecer o local de armazenagem dos materiais e de produção da argamassa, considerando o seu transporte com menor número de operações até o local de aplicação, podendo utilizar como ferramenta o diagrama de fluxo de processo e do mapofluxograma, conforme foi elaborado pela autora nos estudos de caso.

Já no que se refere ao controle da produção, o estabelecimento de uma metodologia adequada pode resultar na obtenção do produto final desejado. Esta metodologia deve ser baseada em ações realizadas durante todo o processo de produção, de maneira que as não-conformidades passem a ser constatadas ao longo do processo, podendo ser tomadas atitudes corretivas no decorrer da obra.

Assim, nos estudos de caso, foram identificadas diversas oportunidades de melhoria do processo, especialmente no que se refere às etapas de projeto e controle da produção do revestimento, as análises dos dados obtidos nos estudos de caso são apresentadas a seguir, no Capítulo 5.

Capítulo 5

5. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS NOS ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo realiza-se a análise dos dados obtidos ao longo desta pesquisa, nos estudos realizados nas quatro empresas construtoras da cidade de Santos.

Inicialmente, através de uma tabela, onde são apresentadas as análises cruzadas feitas entre os dados obtidos, pelas quais se busca comparar os aspectos levantados nestas obras e, discute-se ainda, algumas ocorrências comuns entre elas. São analisados os diagramas de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada e também os resultados da avaliação de produtividade. E ainda, são apresentados os resultados das listas de verificação de boas práticas na produção dos revestimentos de argamassa de fachada no canteiro de obras.

5.1. Análise cruzada dos estudos de caso

Na Tabela 5.1 apresentam-se as principais características do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas obras estudadas, para facilitar a análise cruzada dos dados obtidos na pesquisa de campo. Estas mesmas características foram apresentadas detalhadamente no Capítulo 4.

Tabela 5.1 - Principais características do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas obras das empresas A, B, C e D. (Continua)

	Obra da empresa A	**Obra da empresa B**	**Obra da empresa C**	**Obra da empresa D**
Projeto do canteiro de obras	Possuía	Não possuía	Não possuía	Não possuía
Projeto de revestimento	Não possuía projeto específico	Não possuía projeto específico	Não possuía projeto específico	Não possuía projeto específico
Procedimento documentado de execução do revestimento	Não possuía	Não possuía	Não possuía	Não possuía
Procedimento documentado de recebimento de materiais	Possuía	Não possuía	Possuía	Não possuía
Tipo de limpeza da base	Alvenaria: jato de água com baixa pressão	Alvenaria: com escova de aço e água	Alvenaria: com escova de aço e água	Alvenaria: com escova de aço e água
	Estrutura: jato de água com alta pressão	Estrutura: com escova de aço e água (maior ênfase que alvenaria)	Estrutura: com escova de aço e água (maior ênfase que alvenaria)	Estrutura: com escova de aço e jato de água com alta pressão
Tipo de chapisco aplicado	Alvenaria: tradicional - aplicação manual com colher de pedreiro (1:3 em volume de cimento:areia úmida)	Alvenaria: industrializado do fabricante Quartzolit (Ibo xapiscofix) - aplicação com rolo	Alvenaria: tradicional - aplicação manual com colher de pedreiro (1:3 em volume de cimento:areia úmida)	Alvenaria: tradicional - aplicação manual com colher de pedreiro (1:2 em volume de cimento:areia úmida)
	Estrutura: industrializado do fabricante Quartzolit (Xapiscofix) - aplicação manual com desempenadeira denteada	Estrutura: industrializado do fabricante Quartzolit (Xapiscofix) - aplicação manual com desempenadeira denteada	Estrutura: industrializado do fabricante Quartzolit (Xapiscofix) - aplicação manual com desempenadeira denteada	Estrutura: industrializado do fabricante Votomassa - aplicação manual com desempenadeira denteada
Tipo de argamassa de revestimento de fachada	Industrializada do fabricante Votomassa (Múltiplo Uso)	Industrializada do fabricante Cimpor (Revest 3)	Produzida na obra 1:2:8 (cimento:cal:areia úmida - em volume)	Produzida em obra 1:1:6 (cimento:cal:areia úmida - em volume)

Tabela 5.1 - Principais características do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas obras das empresas A, B, C e D. (Continuação)

	Obra da empresa A	**Obra da empresa B**	**Obra da empresa C**	**Obra da empresa D**
Mistura da argamassa	Argamassadeira de eixo contínuo	Argamassadeira, por betoneira e manual	Betoneira	Misturador de entulho
Definição de referências do plano do revestimento	Foi realizado o mapeamento	Foi feito somente a descida de arames para a definição da espessura do revestimento sem considerar espessuras críticas	Foi feito somente a descida de arames para a definição da espessura do revestimento sem considerar espessuras críticas	Foi realizado o mapeamento
Espessura média da camada de[27] argamassa	4cm	3cm	3cm	3,5cm
Transporte da argamassa	Vertical: em elevador de cargas	Vertical: em elevador de cargas	Vertical: em elevador de cargas	Vertical: em elevador de cargas
	Horizontal: em caixa de massa e carrinho padiola	Horizontal: em jerica	Horizontal: em jerica, caixa de massa e carrinho padiola	Horizontal: em jerica
Forma de execução do revestimento	Em três subidas e três descidas do balancim	Em três subidas e três descidas do balancim	Em quatro subidas e quatro descidas do balancim	Em três subidas e três descidas do balancim
Tipo de balancim	Manual, de catraca dupla	Manual, de catraca dupla	Manual, de catraca dupla	Manual, de catraca dupla

[27] As espessuras foram fornecidas pelos entrevistados, não tendo sido autorizada a sua medição pela autora. Contudo, conforme observado nas visitas às obras estas espessuras eram maiores que as informadas pelos entrevistados.

Tabela 5.1 - Principais características do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas obras das empresas A, B, C e D. (Conclusão)

	Obra da empresa A	**Obra da empresa B**	**Obra da empresa C**	**Obra da empresa D**
Equipe de produção	6 oficiais e 4 ajudantes (m.o. empreiteira)	3 oficiais e 2 ajudantes (m.o. empreiteira)	3 oficiais e 2 ajudantes (m.o. empreiteira). 2 ajudantes (m.o. própria) na central de produção da argamassa.	5 oficiais e 2 ajudantes (m.o. própria). 2 ajudantes (m.o. própria) na central de produção da argamassa.
Forma de contratação da mão-de-obra	Empreiteira contratada com pagamento feito por m² executado	Empreiteira contratada com pagamento feito por m² executado	Empreiteira contratada com pagamento feito por m² executado	Mão-de-obra própria
Ferramentas e equipamentos da subempreiteira	Ferramental do pedreiro[28], argamassadeira e balancins	Ferramental do pedreiro e balancins	Ferramental de pedreiro e balancins	–
Ferramentas e equipamentos da empresa	Elevador de cargas, caixa de massa, carrinho padiola, equipamentos de segurança	Argamassadeira, betoneira, caixas para massa, jerica, equipamentos de segurança	Betoneira, jerica, equipamentos de segurança	Ferramental de pedreiro, misturador, balancim, equipamentos de segurança

[28] O ferramental do pedreiro consistia basicamente em: régua de alumínio, colher de pedreiro, desempenadeira lisa em madeira e em aço, desempenadeira denteada, desempenadeira com espuma, espuma, frisador metálico, prumo, esquadro, mangueira de nível, trena e metro articulados e gabaritos.

De acordo com os dados da Tabela 5.1, pode-se observar que **existem variações nas principais características do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas obras estudadas**, ou seja, cada empresa, ou mesmo, cada obra, constrói de maneira particular, a partir do conhecimento técnico do seu gestor e dos seus mestres de obras, ou até mesmo dos subempreiteiros.

Contudo, pode-se dizer que alguns aspectos são comuns nas obras analisadas, os quais são destacados na seqüência:

a) Inexistência de projeto de revestimento;

Nos estudos de caso, observou-se que ainda existe muito a se avançar neste aspecto, já que as empresas não utilizam o projeto de revestimento, e também desconhecem a sua importância como um todo.

A elaboração e implantação de um projeto de revestimento pode induzir a racionalização da produção, pois a sua definição, juntamente e coordenadamente com os projetos dos demais subsistemas do edifício, significa tomar as decisões essenciais relativas ao revestimento antes do início de sua execução, prevendo e evitando possíveis problemas que possam surgir durante a sua execução e mesmo durante a vida útil do edifício.

As poucas especificações existentes para o revestimento de argamassa de fachada foram fornecidas pelo projeto de arquitetura; as quais eram limitadas à determinação do tipo e dos locais de aplicação de acabamento decorativo da camada de revestimento, sendo o projeto voltado para o produto e não para a produção. As diversas camadas que compõem o revestimento não estavam detalhadas no projeto arquitetônico, e, na maioria das vezes, também não foram definidos os detalhes construtivos da fachada.

O projeto de revestimento deve definir a melhor maneira de executar os detalhes construtivos, a organização do canteiro, entre outros, de maneira que as dificuldades de produção devem ser pensadas antes, evitando assim, os atrasos causados pelo tempo que se perde na solução destes problemas.

b) Ausência de procedimento documentado de execução do revestimento;

As empresas estudadas não dispõem de procedimentos de execução formalizados; assim, a tomada de decisões com relação ao processo, equacionamento de dificuldades encontradas na produção era centralizada nos engenheiros da obra, os quais definiam as soluções em conjunto com os empreiteiros da fachada; e ainda, certas vezes, na ausência do engenheiro, algumas decisões quanto à execução eram tomadas pelos encarregados e mestres de obras.

A existência de procedimentos formalizados poderia colaborar com a minimização dos problemas nas etapas da execução, orientando o planejamento da produção do revestimento e auxiliando na

identificação de interferências com outros serviços dentro do canteiro de obras.

c) Ausência do projeto do canteiro de obras;

Nas empresas estudadas, somente a construtora A dispunha deste projeto no qual se baseou a instalação do canteiro de obras. As demais empresas construtoras acabavam por organizar o canteiro de acordo com as definições dos responsáveis das obras.

Defende-se a utilização deste projeto, pois ele visa às melhores condições de trabalho, possibilitando a organização do local para a instalação do futuro canteiro, como vias de acesso, equipamentos e materiais disponíveis na região. Para a etapa do revestimento, o projeto do canteiro deve abordar sua organização, baseando-se em estudos do melhor leiaute, envolvendo o estabelecimento do local de armazenagem dos materiais e de produção da argamassa, considerando o seu transporte até o local de aplicação, para promover as movimentações com o menor número de interferências possíveis.

d) Realização do preparo de base;

Nas obras estudadas observou-se a realização da limpeza da base antes da aplicação do chapisco, e no caso da estrutura de concreto, esta limpeza era feita com maior cuidado, com o intuito de remover os resíduos de desmoldantes utilizados nas fôrmas (em alguns casos realizava-se a escovação em um maior número de vezes, e em outros, era utilizado o jato de água com alta pressão).

Sobre a base de concreto, em todas as obras era utilizado o chapisco industrializado aplicado com desempenadeira denteada. Segundo os engenheiros entrevistados, o uso desse tipo de chapisco deve-se à tentativa de utilizar técnicas e materiais apropriados para melhorar as condições de aderência da camada de revestimento à base e a fim de evitar futuros problemas.

e) Definição dos planos de referência da fachada;

Nas obras estudadas, foi observado que antes de iniciar o revestimento da fachada eram criadas as referências para a definição do plano do revestimento, por meio da locação dos arames de fachada.

Porém, somente as empresas A e D realizavam o mapeamento da fachada, que envolvia a medição das distâncias entre os arames e a superfície da base em pontos específicos e a análise crítica das espessuras finais obtidas; e, a partir daí, a definição da espessura média final do revestimento de argamassa da fachada.

O mapeamento da fachada não é uma etapa realizada comumente nas empresas da região; porém, é considerada uma etapa importante na execução do revestimento, porque pode auxiliar: no cumprimento das espessuras admissíveis de projeto; a minimizar a espessura média do revestimento de argamassa; e ainda, a garantir o prumo e o nível da superfície da fachada.

f) Ausência da colocação de taliscas nas fachadas;

Com relação ao taliscamento da fachada, verifica-se uma resistência das empresas locais à sua realização, justificada pelo tempo e atividade adicional que o mesmo representa.

Contudo, na obra que se realizava o taliscamento (obra D), os operários disseram que as taliscas oferecem maior apoio para a régua e melhor referência para a execução do revestimento, facilitando e proporcionando mais velocidade ao trabalho, já que a talisca permanece firme na sua posição em que foi fixada.

g) Aplicação manual da argamassa de revestimento;

Nas obras estudadas verificou-se a aplicação manual da argamassa, sem qualquer tipo de controle. Quando aplicada manualmente, a argamassa de revestimento pode sofrer grande influência da habilidade do operário, ficando suscetível a falhas pela não uniformidade da energia de aplicação empregada, e, conseqüentemente, pela possibilidade de defeitos na interface com a base.

A utilização da argamassa de revestimento projetada não é uma prática comum na região, as empresas estudadas nunca se utilizaram desta técnica construtiva em suas obras; porém, seu uso poderia vir a resultar em ganhos de produtividade e redução de prazos.

h) Inexistência de cura do revestimento de argamassa;

A cura do revestimento de argamassa é recomendada pois, quando realizada nas primeiras idades, pode resultar em ganhos na resistência de aderência, conforme as conclusões dos estudos realizados por Cândia (1998b).

As obras visitadas não realizavam qualquer tipo de cura seja no chapisco ou na camada de argamassa, assim como a maioria das obras no Brasil. Entretanto, tem se notícias de que algumas obras em Brasília e no Rio Grande do Sul, estão tentando mudar a cultura local através da realização da cura da argamassa de revestimento de fachada com aspersão de água.

i) Ausência de procedimento de controle da produção;

Observou-se que nas obras estudadas o controle da produção do revestimento baseava-se em vistorias do engenheiro ou do encarregado da obra. As vistorias eram baseadas na experiência deles e realizadas em algumas etapas do processo; com isso, os erros e vícios de construção podem ser repetidos e os problemas podem não ser resolvidos da forma mais adequada. No geral, os aspectos verificados no revestimento de fachada eram relativos à estética, qualidade e homogeneidade do acabamento, e ainda, as suas características geométricas.

A empresa A destacou-se das demais porque realizava o controle de planeza e prumo do revestimento, feitos na vistoria pelo encarregado da obra, conforme foi detalhado no Capítulo 4.

O controle de produção deveria ser constituído por um conjunto de ações realizadas durante todo o processo de produção, de maneira que as não-conformidades fossem constatadas ao longo da execução. Assim, poderiam ser tomadas as providências para corrigi-las antes do término do serviço, proporcionando melhores resultados.

j) Execução do revestimento de fachada por subempreiteiras;

Nas obras estudadas a produção do revestimento de fachada ficava a cargo das equipes de mão-de-obra de subempreiteiras, sendo o pagamento feito por m² executado. Somente a empresa D utilizava mão-de-obra própria para este serviço.

Em duas das obras estudadas foi informado pelos gerentes que o cronograma proposto pelas empresas construtoras, por algumas vezes, não era respeitado pela subempreiteira, provocando assim uma série de conflitos com relação ao prazo da obra. Segundo aqueles gerentes, um dos principais motivos destes atrasos era porque os contratos das subempreiteiras não atrelavam o recebimento da medição da obra com o cronograma proposto para o revestimento de fachada, que seria uma das maneiras de minimizar esses problemas.

Mas, podem existir outros motivos para o atraso no prazo da obra, como por exemplo: falta de planejamento, equipe de trabalho com número de operários insuficientes, falta material, etc.; de maneira que, somente atrelar o recebimento da medição da obra com o cronograma proposto para o revestimento de fachada pode não solucionar o problema, se as outras condições não forem adequadas, ficando o cronograma suscetível a atrasos da mesma forma.

Já no que se referem à qualidade do serviço, as empresas construtoras afirmaram estarem satisfeitas com o resultado do trabalho realizado; em todos os casos as subempreiteiras eram consideradas empresas parceiras.

k) Visita esporádica do técnico de segurança na obra.

Conforme foi observado nas obras, a visita esporádica do técnico de segurança não era suficiente para fazer com que os operários respeitassem a obrigatoriedade de utilização de EPIs e outros aspectos relativos à segurança coletiva. Observou-se por algumas vezes, que os operários destas obras não estavam utilizando os EPIs adequadamente, especialmente os que estavam trabalhando no transporte de materiais e na confecção da argamassa.

Faz-se necessário a realização de verificações periódicas durante todo o expediente de trabalho, que

deveriam ser feitas pelo encarregado ou mesmo pelo mestre-de-obras que tem contato direto com os operários da fachada para que fossem melhor fiscalizadas as questões relativas à segurança dos operários no canteiro de obras.

5.2. Diagrama de fluxo de processo para a argamassa

A Tabela 5.2 demonstra o resumo das operações do diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos elaborados para cada uma das obras estudadas no Capítulo 4. Para a análise dos resultados foi relacionado o número das atividades, de forma a evidenciar a parcela que não agrega valor ao processo.

Tabela 5.2 - Total de operações do diagrama de fluxo do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada.

Tipo de operação	**Obra da empresa A**		**Obra da empresa B**		**Obra da empresa C**		**Obra da empresa D**	
	Nº.	**%**[29]	**Nº.**	**%**	**Nº.**	**%**	**Nº.**	**%**
Inspeções	1	10%	1	10%	3	18%	3	14%
Transportes	5	50%	5	50%	8	47%	10	48%
Estoques	2	20%	2	20%	3	18%	4	19%
Conversões	2	20%	2	20%	3	18%	4	19%
Total	**10**	**-**	**10**	**-**	**17**	**-**	**21**	**-**

Da Tabela 5.2 pode-se constatar que aproximadamente 50% das operações efetuadas nas obras são de transporte, aproximadamente 20% são de estoque, as inspeções variam entre 10 e 18%, e, 18 a 20% são operações de conversão.

Nas empresas estudadas por Costa (2005), foram obtidos resultados próximos aos encontrados nos estudos de caso: de 8 a 11% de inspeções, de 55 a 60% de transporte, de 17 a 28% de estoque, e, de 7 a 17% de conversões.

A partir dos dados obtidos nos estudos de caso, é possível verificar também uma menor quantidade de operações nas obras A e B, permitindo afirmar que o número total de operações é menor quando se trata da utilização da argamassa industrializada, ao passo que aumenta quando a argamassa é preparada em obra, como nas obras C e D.

[29] Porcentagem relativa ao número total de operações do processo.

O motivo principal desta diferença é que a argamassa industrializada é pré-dosada, e necessita apenas da adição de água e sua mistura é feita imediatamente antes do seu uso. Já a utilização da argamassa preparada em obra, requer por si só um maior número de operações de transporte e dosagem de materiais anterior à sua mistura.

Na empresa C, a dosagem e mistura dos aglomerantes e agregados eram feitas em um único processamento - sem produzir argamassa intermediária. Já a empresa D utilizou dois processamentos, inicialmente fazia a produção da argamassa composta de cal e areia (argamassa intermediária); em seguida, procedia a produção da argamassa definitiva através da dosagem e mistura com cimento. E, por esse motivo foi a obra da empresa D que apresentou o maior número de operações entre as analisadas.

Apesar da porcentagem relativa ao número de inspeções ser menor no caso da argamassa industrializada, sendo de 10% para as obras A e B, contra 18% e 14% para as obras C e D, respectivamente, as porcentagens de estoques e de conversões foram próximas.

No que se refere ao transporte, pode-se observar que foi o maior número de operações levantado - aproximadamente 50% das operações para todas as obras, portanto, nos estudos de caso existe a necessidade de otimizar esta etapa para se reduzir as operações que não agregam valor ao processo. Um dos caminhos para otimizar esta etapa é a melhor organização do canteiro de obras para a produção da argamassa de revestimento, além da utilização da central de argamassa.

5.3. Avaliação de produtividade

Nos estudos de caso, a produtividade na execução dos revestimentos de argamassa de fachada foi medida diariamente, através do índice que relaciona a quantidade de horas dos operários (homem-hora) empregada na execução de uma área unitária de revestimento, denominado RUP diária (RUPd). Entretanto, na análise das obras, foi considerada a RUP cumulativa de oficiais (RUP cum of) que serviu para detectar tendências de mais longo prazo, e ainda, foi útil para fazer previsões quanto ao andamento do serviço na obra em questão.

No levantamento realizado, consideraram-se as quantidades de entradas e saídas acumuladas desde o dia 1 até o dia 20 da medição, e o número de oficiais (pedreiros) que aplicavam o revestimento de argamassa na fachada. Nos cálculos da produtividade, não foram considerados os ajudantes (diretos e de apoio), por não terem sido preenchido especificamente no “cartão de produção” a função que estes desempenhavam diariamente, ficando assim, a sua análise comprometida.

A Tabela 5.3 apresenta as principais características relativas à produtividade nos estudos de caso, calculadas para os oficiais que estava aplicando o revestimento de argamassa de fachada. Os cálculos e

os valores parciais diários podem ser observados no Apêndice E.

Tabela 5.3 - Principais características relativas à produtividade da mão-de-obra de execução dos revestimentos de argamassa de fachada.

Obra da empresa	A	B	C	D
RUP cum of (Hh/m²)	0,76	0,98	1,04	1,62
Oficiais	6	3	3	5
Ajudantes diretos	4	2	2	2
Ajudantes apoio	-	-	2	2
Relação of/ aj	1,5	1,5	1,5	2,5
Principais Anormalidades	chuvas; detalhes de molduras; problema na argamassadeira; queda de energia.	ausência de oficial; chuvas; detalhes de frisos; queda de energia.	ausência de oficial; chuvas; detalhes de juntas; problema na betoneira.	ausência de oficial; chuvas; detalhes de molduras; execução de requadros; problema no misturador.

Como pode ser observado na Tabela 5.3, os valores encontrados nas empresas apresentaram uma variação entre 0,76 e 1,62 Hh/m². Comparando-se as RUP cum of, observa-se a produtividade das obras A, B e C foi semelhante. Porém, observa-se uma melhor produtividade para as obras A e B, isto pode estar relacionado ao uso da argamassa industrializada no revestimento da fachada, já que a argamassa preparada em obra requer maior número de operários na sua produção, podendo fazer com que a argamassa demore mais a chegar aos operários responsáveis pela sua aplicação.

Nas empresas estudadas por Costa (2005), foram obtidos como resultados de RUP (Hh/m²): 0,99; 1,04; 1,19; 1,30; e 2,32, podendo-se observar uma proximidade com os encontrados nos estudos de caso realizados nesta dissertação.

Um dos estudos feitos anteriormente, por Souza (2001) indicou que os melhores valores de produtividade globais da execução de revestimento foram obtidos em obras que utilizaram argamassa industrializada. Além de ter apontado uma redução no uso de ajudantes na execução do revestimento com argamassa industrializada, diminuindo a demanda na relação de ajudantes por pedreiro.

E ainda, segundo Silva; Nakakura (2001), a produtividade da argamassa industrializada foi 11,6% maior quando comparada com a argamassa produzida em obra (traço de cimento:cal:areia de 1:1,5:9, em volume).

A obra D obteve valor maior de RUP cum of, indicando um elevado consumo de mão-de-obra para a execução do revestimento de argamassa de fachada. A causa da pior produtividade para a obra D foi provavelmente o grande número de anormalidades que se deram no decorrer da execução do

revestimento, principalmente porque na época do estudo ocorreu uma grande incidência de chuvas. Além disso, foi executada uma grande quantidade de detalhes construtivos nos dias medidos, influenciando diretamente na produtividade da mão-de-obra do serviço.

Estas afirmações podem ser melhor compreendidas quando observado Gráfico 5.1 que demonstra a quantificação das anormalidades na execução do revestimento de argamassa de fachada por obra, tanto em números como em porcentagem relativa ao total de dias medidos. Com base neste gráfico, pode-se dizer que as obras apresentaram anormalidades, a variação apresentada foi de 16 a 23 incidências, ou mesmo, 27% a 38% de incidências em relação ao total de dias em que produtividade foi medida.

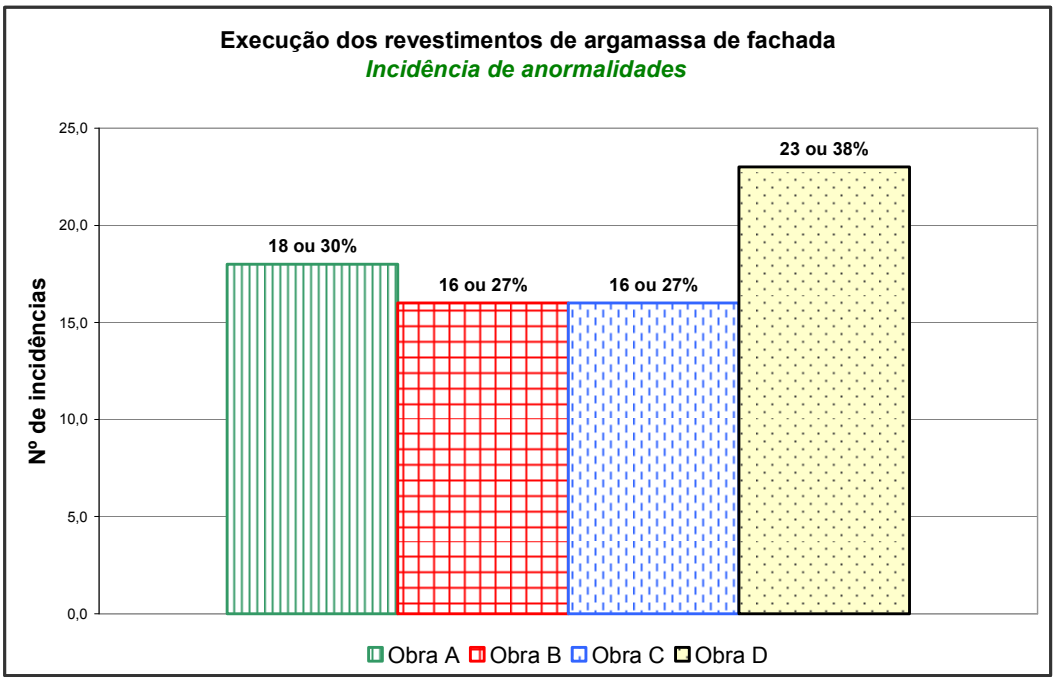

Gráfico 5.1 - Incidência de anormalidades na execução dos revestimentos de argamassa de fachada.

O Gráfico 5.2 ilustra as porcentagens da incidência das anormalidades ocorridas em relação ao total de dias na obra D, expressa em números e em porcentagem relativa ao total de anormalidades.

Além das anormalidade registradas, a relação de ajudantes por oficiais também pode ter influenciado diretamente na produtividade. Nas obras A, B e C observou-se que cada ajudante atendia a 1,5 oficial, enquanto na obra D cada ajudante atendia 2,5 oficial, isto pode ter feito com que faltasse material na frente de serviço, e que conseqüentemente, piorasse a produtividade.

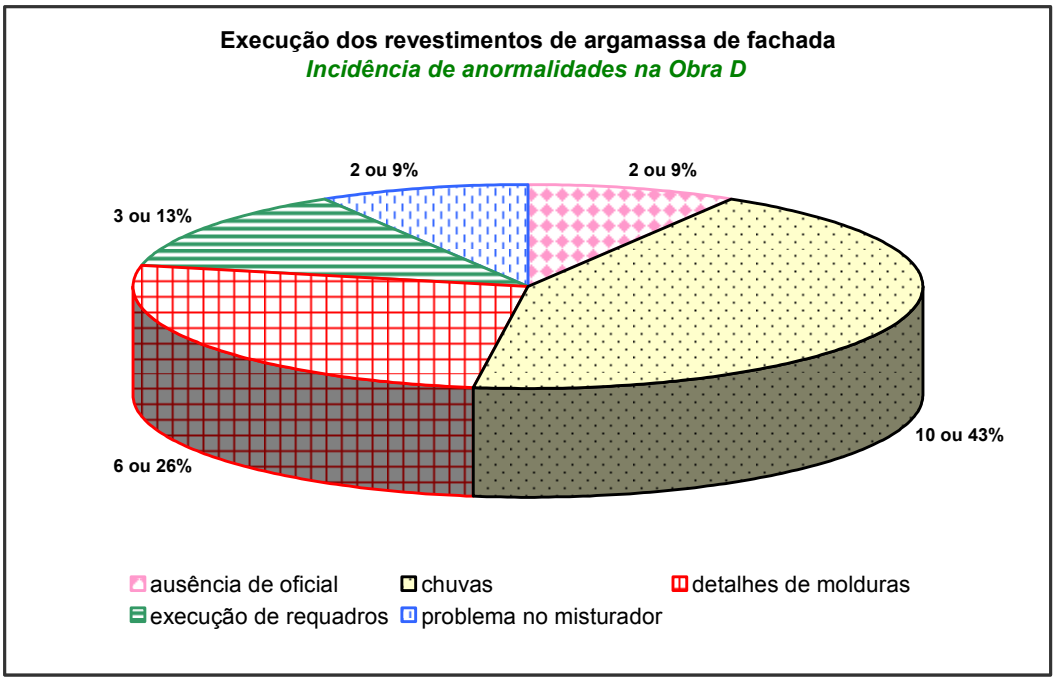

Gráfico 5.2 - Total de anormalidades na execução dos revestimentos de argamassa de fachada na obra D.

No estudo realizado por Silva (2002), foram avaliadas sete obras na região da grande São Paulo, as RUP cum of obtidas para a execução do revestimento de argamassa de fachada variaram entre 0,57 a 2,60 Hh/m², tendo sido observado também que um dos fatores que afeta diretamente a produtividade é a ocorrência de anormalidades no decorrer do serviço.

É de grande importância o estudo da produtividade da execução dos revestimentos de fachada, pois a obtenção de melhores valores pode resultar em menores prazos de execução de serviços, menores custos da mão-de-obra e menores custos indiretos.

5.4. Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada

O Gráfico 5.3 apresenta os resultados da aplicação da lista de verificação para avaliar a incidência de boas práticas no que se refere ao projeto de revestimento, planejamento e organização e procedimentos.

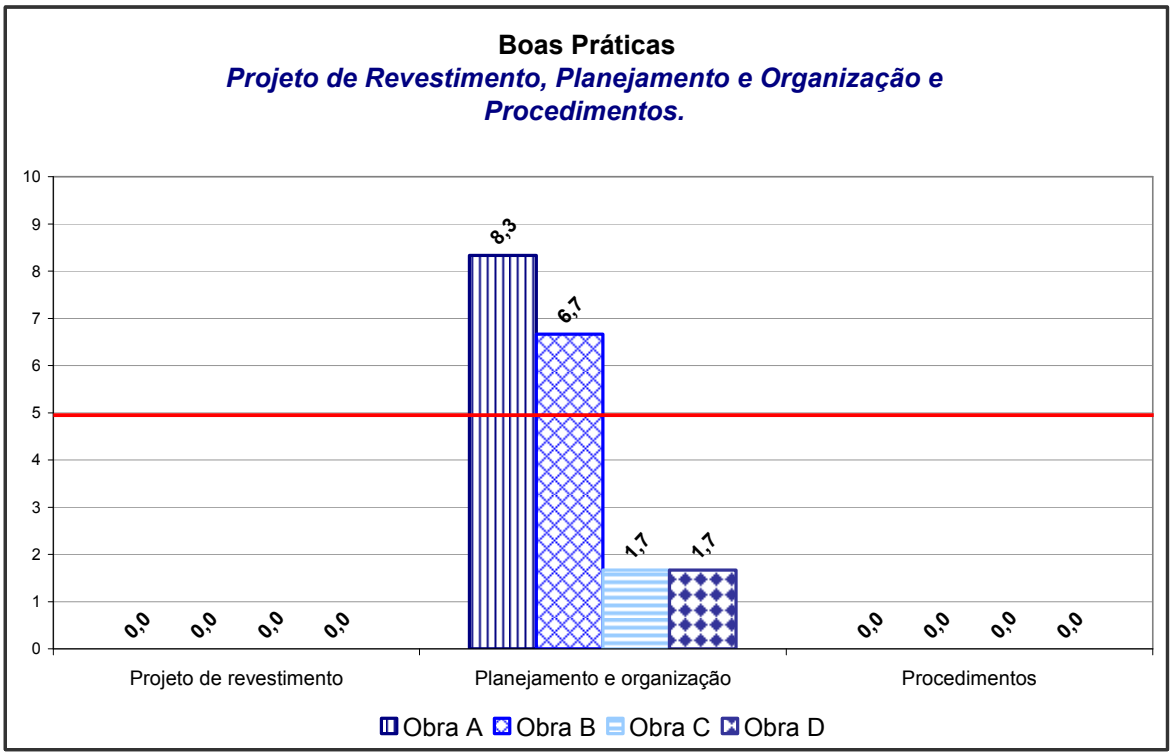

Gráfico 5.3 - Boas práticas no projeto de revestimento, planejamento e organização e procedimentos.

No item "projeto" todas as obras apresentaram como nota de desempenho 0; deve-se a isso, o fato de que as obras estudadas não possuíam projeto de revestimento e os itens que o compõe (tipo de argamassa, tipo de revestimento, detalhes construtivos, etc.), o que ocorria em algumas delas é que o projeto arquitetônico da fachada apresentava alguns detalhes tais como: frisos, pingadeiras, juntas e aspectos estéticos da camada de acabamento.

No item "planejamento e organização" analisou-se alguns aspectos referentes à organização do local de trabalho no canteiro de obras, como o transporte de materiais e a escolha da argamassa. Nas obras A e B eram confeccionados painéis de teste para a escolha da melhor argamassa, por esse motivo elas obtiveram maiores notas perante as demais, tendo apresentado respectivamente como notas de desempenho 8,3 e 6,7 (ambas acima da média[30]). Além disso, a obra A possuía também leiaute do canteiro de obras. Já as obras, C e D, tiveram notas inferiores a média - 1,7, porque além destas empresas não possuírem leiaute do canteiro de obras, também não realizavam os painéis de teste.

No item "procedimentos" foram analisados alguns aspectos referentes aos procedimentos documentados de verificação da execução do revestimento. Devido à ausência destes procedimentos, pode-se verificar que as notas para todas as obras foi 0.

---

[30] Nesse estudo considera-se como média a nota 5, conforme descrito na metodologia.

O Gráfico 5.4 apresenta os resultados da aplicação da lista de verificação para avaliar a incidência de boas práticas no que se refere à execução do revestimento.

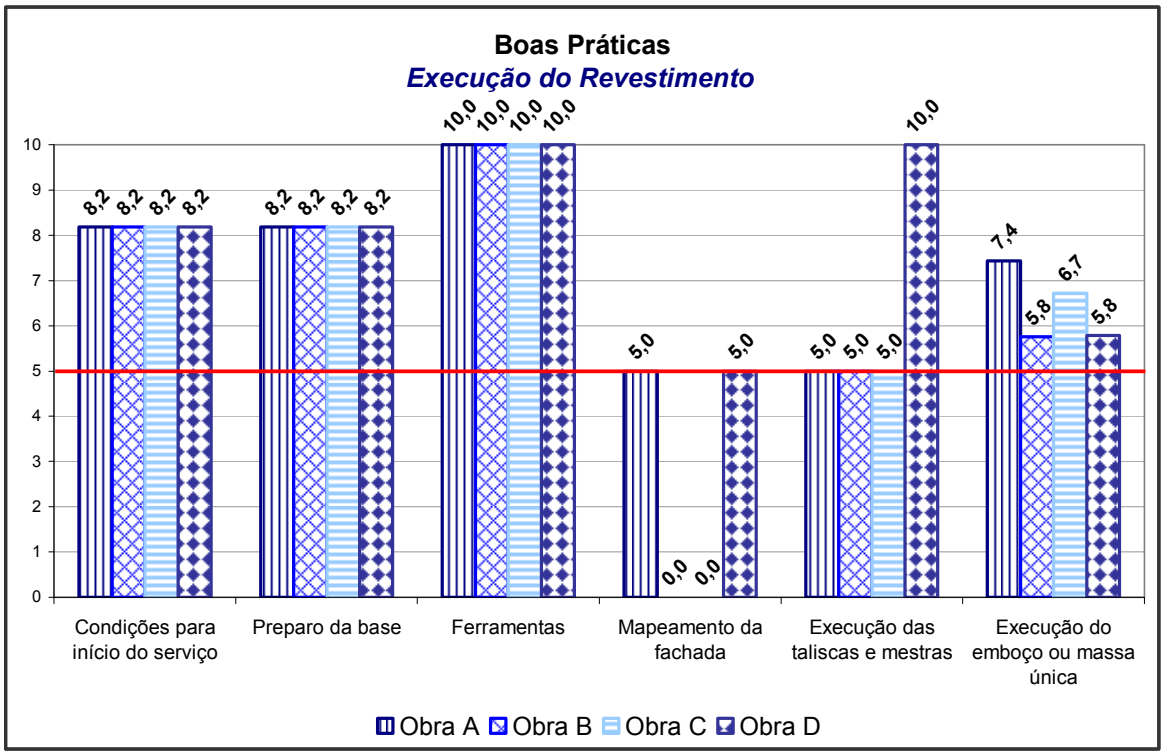

Gráfico 5.4 - Boas práticas na execução do revestimento.

No item "condições para início do serviço", todas as obras apresentaram como nota de desempenho 8,2, demonstrando que as instalações elétricas e hidráulicas nas alvenarias de fachada estão concluídas e testadas antes do início da execução do revestimento de argamassa, assim como a fixação da alvenaria à estrutura de concreto.

O item "preparo da base" apresentou boas notas médias para as empresas – 8,2, porque todas as obras estudadas faziam a limpeza da fachada com o objetivo de retirar incrustações não aderidas na base (restos de argamassa, óleo, graxas, etc.), sendo esta realizada na descida do balancim. Além do tipo do chapisco utilizado ser adequado ao tipo de base em que foi aplicado.

O item "ferramentas" foi o que apresentou maiores notas médias entre os analisados, 10 para todas as obras, devido às empresas construtoras e/ou subempreiteiras terem fornecido as ferramentas necessárias para uma boa execução do revestimento.

O item "mapeamento da fachada" foi o que apresentou as menores notas médias entre os demais, com variação de 0 a 5. Nas obras A e D foi constatado que existia controle das referências do plano de revestimento, realizando antes do início da execução um levantamento dos locais com espessuras críticas para a definição do melhor afastamento do arame de prumo, porém não existia controle da

espessura mínima e da espessura máxima de revestimento executada. Já nas obras C e D nenhum destes procedimentos eram realizados, por esse motivo elas obtiveram nota 0.

O item "execução das taliscas e mestras" apresentou notas médias que variaram de 5 a 10. As obras A, B e C, executaram somente as mestras na vertical, por isso obtiveram a nota 5. Já a obra D, executou as mestras na vertical da fachada e também fez o taliscamento, tendo sido observado que: o assentamento das taliscas feito com a mesma argamassa de revestimento utilizada posteriormente; o taliscamento foi feito em uma das subidas do balancim, não sendo realizado simultaneamente a aplicação do revestimento; foram colocadas taliscas de modo a ser compatível com o comprimento da régua e com o trecho a ser revestido sobre o balancim, e nos locais próximos as quinas e aos vãos das janelas.

O item "execução do emboço ou massa única" analisou diversos aspectos referentes as boas práticas no sarrafeamento, no desempeno, na execução de frisos e juntas de trabalho, na dosagem, na mistura, no descarregamento, no transporte e no treinamento para execução, pode-se observar uma heterogeneidade de notas nas obras estudadas, estas variaram entre 5,8 e 7,4, devido às variações nos seus processos de execução.

O Gráfico 5.5 apresenta os resultados da aplicação da lista de verificação para avaliar a incidência de boas práticas nos revestimentos de argamassa de fachada no que se refere ao controle da produção do revestimento.

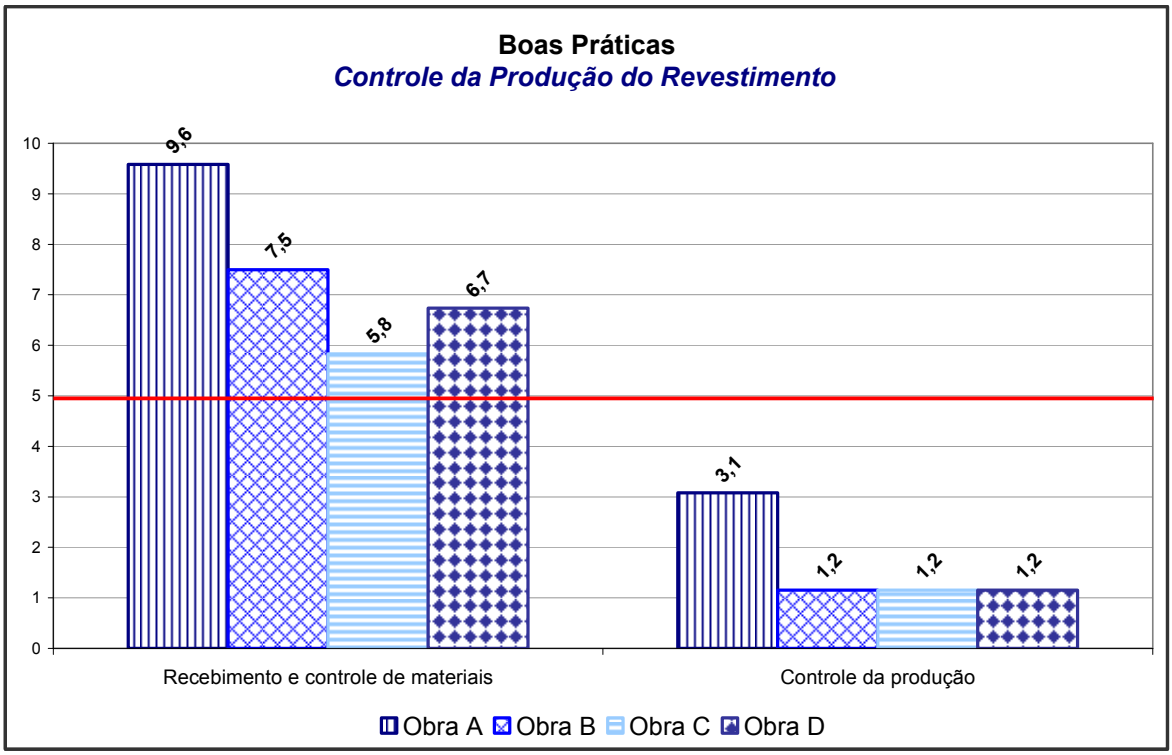

Gráfico 5.5 - Boas práticas no controle da produção do revestimento.

No item “recebimento e controle de materiais” apresentou notas variando entre 5,8 e 9,6, ou seja, todas as obras estudadas obtiveram notas acima da média. Neste item foram analisados o correto recebimento e armazenamento dos insumos necessários para a produção da argamassa, como por exemplo: prazos de validade; utilização do material estocado há mais tempo em relação aos estocados mais recentemente (PEPS); benfeitorias da área de estoque (piso cimentado, proteção contra chuvas e umidade, espaçamento mínimo entre os sacos/piso e os sacos/paredes, altura das pilhas de sacos respeitando as recomendações das normas brasileiras, etc.); se os materiais são descarregados no local definitivo de armazenagem (sem duplo manuseio); realização de verificações ou ensaios no recebimento dos materiais na obra; realização de treinamento dos operários para o recebimento e controle dos materiais; entre outros aspectos.

O item “controle da produção” foi o que apresentou as piores notas, todas abaixo da média, 3,1 para a empresa A, e 1,2 para as demais analisadas, já que foi constatado que nestas obras existe pouca ou praticamente nenhuma preocupação com relação a este aspecto. Neste item foram verificados a existência de: controle da quantidade de argamassa produzida; treinamento (ou instrução) por parte da empresa (ou subempreiteira) sobre a confecção e aplicação da argamassa; inspeções e verificações da execução do revestimento em todas suas etapas; testes e ensaios de verificação da qualidade do revestimento executado (aderência, controle do prumo e esquadro); conferência do revestimento por parte do engenheiro (empreiteiro, mestre-de-obra e/ou encarregado) para sua aceitação ou rejeição.

O Gráfico 5.6 apresenta os resultados da aplicação da lista de verificação para avaliar a incidência de boas práticas nos revestimentos de argamassa de fachada no que se refere à segurança na produção do revestimento.

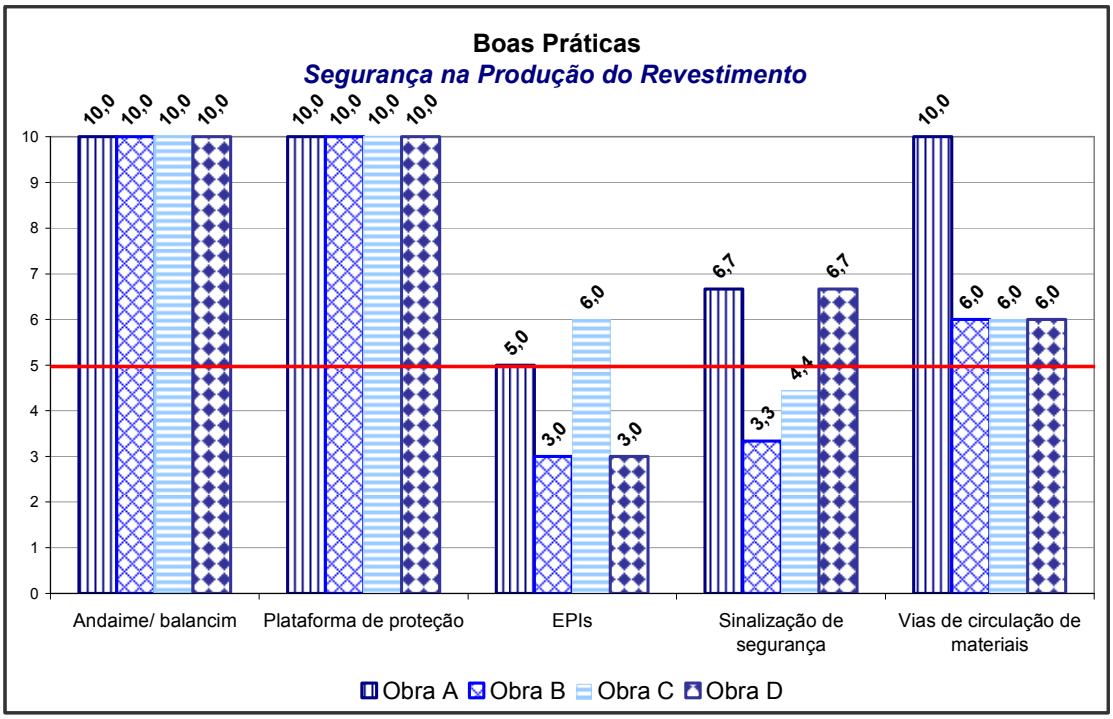

Gráfico 5.6 - Boas práticas na segurança na produção do revestimento.

No item "andaime/balancim" analisou-se diversos aspectos: à utilização de guarda-corpo e rodapé em todo o perímetro do edifício (exceto na face de trabalho); utilização de tela proteção na fachada; segurança na sustentação do balancim, etc. De acordo com as notas 10 obtidas, pode-se observar que todas as obras tomam às devidas precauções quando se trata deste aspecto. Assim como, o item "plataforma de proteção" que analisou as boas práticas na sua instalação, que apresentou também notas médias 10 para todas as empresas.

O item "EPIs" foi o que obteve as piores notas médias entre os demais, variando entre 3 e 6; isto porque foi observado que alguns dos operários executando o revestimento não estavam utilizando os EPIs necessários para o serviço como capacete e botinas (exceto na obra C); e ainda, a maioria dos trabalhadores não estavam usando uniforme (exceto na obra A). Porém, em todas as obras os trabalhadores em balancins de fachada usavam cinto de segurança com cabo fixado adequadamente.

O item "sinalização de segurança" apresentou notas variando entre 3,3 e 6,7. Neste item, foram analisados: a identificação dos andares da obra e dos locais de apoio que compõe o canteiro; a indicação de carga máxima e a proibição do transporte de pessoas no elevador de materiais através de placa, a existência de advertências quanto ao isolamento das áreas sujeitas aos riscos de queda de materiais, e o uso de alertas quanto a obrigatoriedade de uso de EPIs.

O item "vias de circulação de materiais" notas variando entre 6 e 10, tendo sido observado que em todas as obras analisadas existem contrapisos nas áreas de circulação de materiais ou pessoas e os

locais de transporte da argamassa até o do equipamento de mistura possuem cobertura. Contudo, na obra A também existiam caminhos previamente definidos para os principais fluxos de materiais de acordo com o leiaute do canteiro de obras.

O Gráfico 5.7 apresenta resumidamente os resultados da aplicação da lista de verificação para avaliar a incidência de boas práticas no que se refere ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada. Nesse gráfico, podem-se observar as médias das etapas analisadas para as quatro obras e as médias de cada etapa, assim como as médias gerais de cada obra analisada.

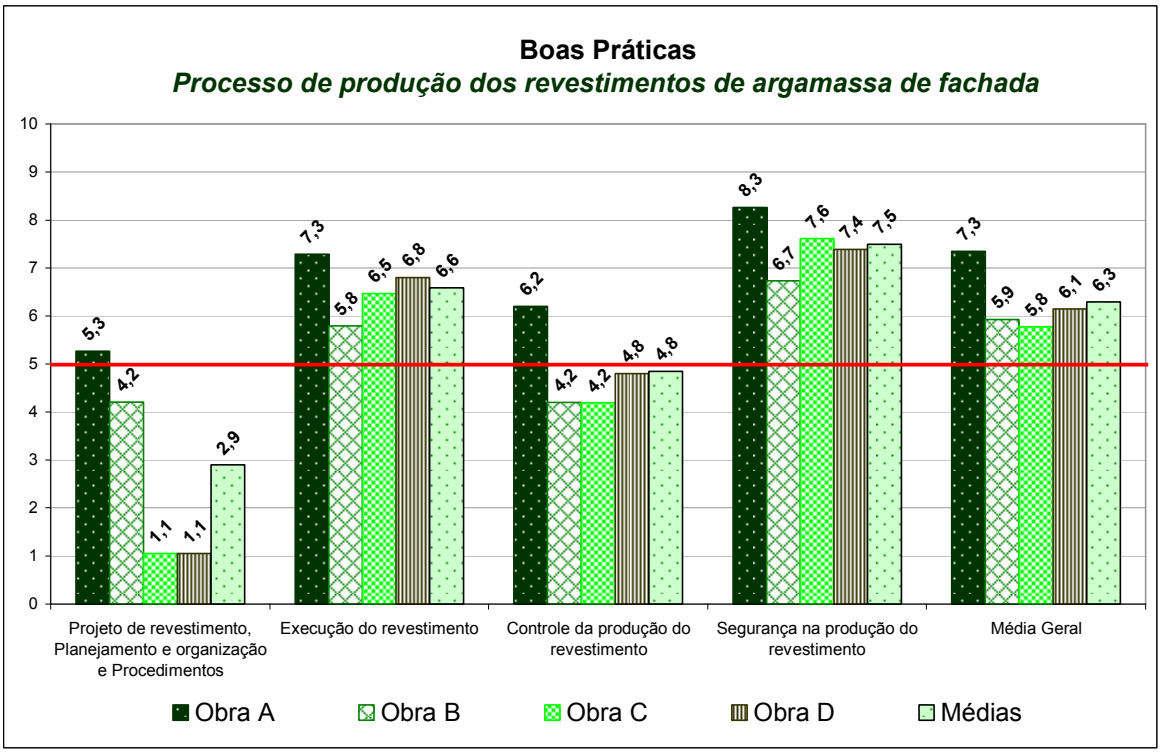

Gráfico 5.7 - Boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada – Médias das etapas.

A realização dos estudos de caso em quatro canteiros de obras analisou aspectos de diferentes etapas do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada, conforme pode ser verificado no Gráfico 5.7. No apêndice C pode-se conhecer o conteúdo da lista de verificação de boas práticas por completo.

Baseado no mesmo gráfico, pode-se observar que a média geral das obras analisadas obtiveram notas superiores a 5,8, ou seja, todas apresentaram desempenho acima da média; assim como, a média geral de todas as obras foi de 6,3.

Porém, a obra da empresa A apresentou melhor nota média – 7,3 perante as demais estudadas, tendo como hipótese a certificação ISO 9001 e PBQP-H, que faz com que possua alguns diferenciais como,

por exemplo: projeto do canteiro de obras e procedimentos documentados de recebimento e armazenamento de materiais. Além de ter sido observado nas visitas à esta obra, que nos itens analisados esta empresa utiliza-se de um maior número de boas práticas quando comparada as demais, tendo assim se destacado.

No item "projeto de revestimento, planejamento e organização e procedimentos" as empresas apresentaram notas baixas, variando de 1,1 a 5,3. A nota individual para o projeto de revestimento foi 0 para todas empresas, já que suas obras não dispunham deste, possuíam apenas do projeto arquitetônico da fachada. Contudo, nos aspectos do "planejamento e organização", que também foram analisados neste mesmo item, elas demonstraram utilizar-se de algumas boas práticas, por esse motivo obtiveram uma nota média maior.

Além disso, as obras tiveram um desempenho acima da média no item "execução do revestimento" que apresentou notas que variaram de 5,8 a 7,3. Já no item "controle da produção do revestimento", as empresas apresentaram notas baixas, variando entre 4,2 e 6,2.

No item "segurança na produção do revestimento" as obras tiveram um bom desempenho com notas que variaram de 6,7 a 8,3.

A análise feita apontou a existência de diferentes práticas nas obras em relação ao processo de produção avaliado. De acordo com as notas obtidas pode-se concluir que as empresas também dão prioridades diferentes aos aspectos analisados; quando observado o Gráfico 5.7, nota-se que as maiores médias foram para as etapas "execução do revestimento" e "segurança na produção do revestimento".

Assim, conforme foi observado nas obras, existem oportunidades de melhorias no processo estudado nos seus diversos aspectos, principalmente no que diz respeito as etapas de "projeto de revestimento" e de "procedimentos", que não existiam nas obras analisadas e o "controle da produção do revestimento", já que em praticamente todas as obras as notas de desempenho nestes itens foi abaixo da média.

As boas práticas apresentadas nas empresas estudadas em sua maioria não são inéditas, mas de certa forma se referem às ações efetivamente aplicadas nos canteiros estudados. Isto demonstra que estas ações podem ser facilmente disseminadas pelas empresas da região que ainda não as utilizam, sem exigir grandes esforços por parte de sua equipe técnica, ou até mesmo, de grandes investimentos financeiros.

Costa (2005) destacou que *"as empresas encontram maior facilidade para incorporar melhorias que já tenham sido testadas e aprovadas em outras empresas. A incorporação destas melhorias,*

adaptadas às condições econômico-financeiras, à cultura técnica e à estratégia de produção de cada empresa, poderá levar a ganhos de produtividade, reduzindo o esforço necessário para o desenvolvimento de novas soluções e melhorando o desempenho nos processos".

A Tabela 5.4 apresenta uma síntese das boas práticas que devem ser utilizadas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada, identificando quais foram as utilizadas nas obras estudadas nos estudos de caso.

Tabela 5.4 - Principais boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada. (Continua)

Etapas	Boas práticas	A	B	C	D
Projeto de Revestimento	Elaboração e utilização do projeto de revestimento de fachada	-	-	-	-
	Definição do tipo de revestimento decorativo	X	X	X	-
	Especificação das argamassas a serem empregadas (tipos, parâmetros para definição dos traços, confecção de painéis protótipos na obra, composição e dosagem, número e espessuras das camadas, tipo de acabamento superficial; etc.)	-	-	-	-
	Definição dos detalhes arquitetônicos e construtivos (peitoris, pingadeiras, frisos, juntas, reforços, etc.)	X	-	X	-
	Especificação das condições para o início dos serviços e para o seu recebimento	-	-	-	-
	Especificação das atividades de produção da argamassa	-	-	-	-
	Diretrizes para a organização do canteiro de obras para a produção do revestimento de fachada	X	-	-	-
Execução do Revestimento	Definição da seqüência de execução das atividades	X	X	X	X
	Especificação das técnicas mais adequadas para a execução	-	-	-	-
	Realização do preparo da base adequado	X	X	X	X
	Definição de referências do plano do revestimento (mapeamento)	X	-	-	X
	Utilização de taliscas em toda a fachada	-	-	-	X
	Utilização de mestras em toda a fachada	X	X	X	X
	Uso de argamassadeira para o preparo da argamassa	X	X	-	-
	Produção das argamassas em central	-	-	X	X
	Acabamento superficial da argamassa adequado ao tipo de acabamento decorativo (segundo o projeto)	X	X	X	X
	Respeito do prazo de espera mínimo de aplicação entre as camadas	X	X	X	X
	Fornecimento de equipamentos e ferramentas necessários para a melhor execução	X	X	X	X

Tabela 5.4 - Principais boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada. (Continuação)

Etapas	Boas práticas	A	B	C	D
Controle do Revestimento	Procedimento de recebimento e controle de materiais respeitando as recomendações de normas brasileiras	X	-	X	-
	Estocagem de materiais tipo PEPS	X	-	-	-
	Estocagem de materiais seguindo as recomendações das normas brasileiras	X	X	X	X
	Procedimentos de inspeção e controle: antes, durante e após a execução do revestimento (conforme as verificações apresentadas anteriormente no capítulo 2)	-	-	-	-
Mão-de-obra	Reuniões semanais do engenheiro responsável com mestre-de-obras (e subempreiteiro se for o caso) para a programação dos serviços	X	-	-	-
	Avaliação de subempreiteiras feita pelo departamento técnico ou gerência da obra	X	-	-	-
	Dimensionamento das equipes de trabalho em função do cronograma da obra	X	X	X	X
	Acesso do subempreiteiro aos detalhes do processo (projetos, tipo de argamassa, método de aplicação, equipamentos, tipo de preparo de base, ect.)	X	X	X	-
	Treinamento dos operários feito pela construtora ou empresa especializada na produção do revestimento	X	-	-	-
	Medição da produtividade da mão-de-obra de execução	-	-	-	-
	O uso de EPIs e EPCs por todos os trabalhadores da obra	-	-	X	-

Assim, as boas práticas podem ser consideradas como sugestões de melhorias, acabando por gerar uma maior racionalização no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada das empresas analisadas, assim como para as empresas demais construtoras de edifícios.

É importante lembrar que está se associando o conceito de boas práticas às ações efetivamente praticadas nos canteiros de obra, as quais podem ser adotadas imediatamente por qualquer empresa de construção, e que estão relacionadas, principalmente, ao cumprimento de recomendações técnicas que não são comumente praticadas, e não à implantação de grandes inovações tecnológicas nos canteiros.

Capítulo 6

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização do levantamento e da análise do estado da arte do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada nas construtoras de Santos, neste capítulo, faz-se um fechamento do trabalho, mostrando o atendimento dos objetivos estabelecidos no início do trabalho e propondo uma continuidade a este estudo, através da recomendação de temas para trabalhos futuros.

6.1. Considerações quanto aos objetivos propostos no trabalho

De uma maneira geral, o objetivo desta dissertação foi o de caracterizar, analisar e propor melhorias ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios, particularmente quanto às etapas de projeto, execução e controle, em empresas de construção. Para a caracterização, houve a necessidade de se utilizar um método de avaliação, o qual emprega um conjunto de ferramentas de descrição de processos cujos resultados subsidiam a sua análise, fornecendo, com isto, elementos para a proposição de melhorias.

No desenvolvimento do Capítulo 2, apresentou-se e discutiu-se os conceitos de produção racionalizada dos revestimentos de argamassa de fachada, já que a análise deste processo e as propostas para sua melhoria devem estar fundamentadas em um referencial conceitual consolidado. E, foram apresentadas e detalhadas as etapas da pesquisa de campo, juntamente com as ferramentas e os critérios utilizados para seu desenvolvimento no Capitulo 3.

No Capítulo 4 foi atendido o objetivo de caracterizar as condições do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios em algumas obras das principais empresas construtoras da cidade de Santos, como também foi possível relacionar alguns problemas existentes em seus processos.

A partir da pesquisa realizada nessas obras, foi possível verificar que existe uma carência de especificações prévias com relação ao revestimento de argamassa de fachada, que deveriam ser fornecidas pelo projeto, mas que usualmente não o são, principalmente porque não existe a etapa de projeto do revestimento nem procedimentos documentados predefinidos. No entanto, apesar as obras pesquisadas não terem desenvolvido um projeto formalizado, demonstraram sua produção sendo realizada adequadamente, provavelmente devido à experiência dos engenheiros e mestre-de-obras destas empresas. Assim, a ausência do projeto, não significa que todas as decisões relevantes para sua realização foram tomadas sem um embasamento tecnológico, ainda que em sua maioria, estas foram definidas no momento da execução, ou até mesmo, pouco antes disso, o que muitas vezes pode levar a

que nem sempre a melhor solução tenha sido adotada, mas a que era possível no momento em que a questão foi apresentada.

Neste caso, o que ocorre é o não aproveitamento do potencial do projeto, em proporcionar o aumento da racionalização da produção do revestimento, em função das soluções ficarem limitadas às condições já existentes na obra e que são mais difíceis de serem alteradas. O projeto não deve ser considerado apenas um conjunto de elementos gráficos que incluem desenhos e detalhes construtivos, ele envolve soluções de questões fundamentalmente técnicas adequadas à particularidades construtivas de cada obra.

O Capítulo 5 foi proposto com o objetivo de avaliar o processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada enfocando as suas diferentes etapas, através da análise de dados obtidos nos estudos de caso realizados nas quatro empresas construtoras de Santos. Apresentou-se os resultados das ferramentas utilizadas para a descrição e análise do processo: os diagramas de fluxo de processo; a avaliação de produtividade; e a aplicação das listas de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada.

No que se refere ao método de avaliação do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada utilizado neste trabalho, entende-se que quando este for implantado nas empresas construtoras possibilitará a realização de "*benchmarking*" entre elas através da investigação das suas melhores práticas realizadas, e o entendimento dos melhores desempenhos conseguidos em seus processos, incentivando a troca de experiências e a interação entre as empresas construtoras da região.

Para avaliar os resultados obtidos não é necessário que todo o processo esteja concluído, para só depois disso a empresa utilizá-los para realizar melhorias. É possível que seja fornecido um "*feedback*" para os responsáveis pelas atividades individuais com problemas, possibilitando assim, mudanças em atividades com desempenho insatisfatório. E, existem ainda alguns resultados que só trariam benefício ou só poderiam gerar informações para melhoria do processo nos próximos edifícios a serem construídos pelas empresas; isto é, com os resultados da análise realizada a empresa viria a ter o conhecimento do desempenho insatisfatório do item analisado, mas não poderia agir de forma efetiva na melhoria, devido ao processo estar em execução ou mesmo em fase de finalização.

Embora o método de análise utilizado seja uma ferramenta para a tomada de decisões, estas devem ser tomadas pelos profissionais responsáveis pela análise ficando, portanto, sujeitas a certa subjetividade. Porém, a sua utilização é valida, pois, com o seu uso, provavelmente, será realizada uma análise mais aprofundada do que faria se não tivesse utilizado estas ferramentas. Isto deve acontecer porque pela metodologia o decisor terá que levantar informações relevantes e refletir sobre as diversas etapas do processo em análise.

Ainda que, a metodologia possa auxiliar na condução do processo de decisão, algumas dificuldades permanecem como a incerteza que se tenha selecionado os critérios mais adequados para a decisão, além das incertezas quanto ao nível de detalhamento necessário das informações. E, embora se utilize de números e de notas[31] para fazer as avaliações pode-se incorrer em equívocos ou em subjetividade, principalmente quando o número de critérios é elevado.

Assim, a conclusão geral a respeito da metodologia de avaliação utilizada é pela validade de sua aplicação prática na condução da tomada de decisões e na adoção de medidas que venham a incrementar melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada.

As empresas estudadas já vêm implementando melhorias, conforme as boas práticas apresentadas anteriormente. Entretanto, observa-se que a melhoria de desempenho no processo ainda é tímida, estas melhorias poderiam ser potencializadas se fossem aplicados os conceitos de produção racionalizada e um maior número boas práticas nas empresas construtoras.

Por meio da pesquisa de campo foi possível identificar aspectos relevantes do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas, conferindo a este trabalho um caráter mais exploratório. Porém, os dados obtidos mostram-se típicos de empresas e obras de pequeno porte e podem ser extrapolados para outros casos, desde que as condições das empresas ou das obras sejam similares às analisadas, conforme descrito na metodologia. Assim, os resultados obtidos nos estudos de caso possibilitam a disseminação do conhecimento e expansão e generalização de teorias.

Frente às colocações anteriores, acredita-se que os objetivos desta dissertação foram plenamente atendidos, já que se pretendia caracterizar, analisar e propor melhorias ao processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada de edifícios, particularmente quanto às etapas de projeto, execução e controle, em empresas de construção na cidade de Santos. E ainda, propor um método de avaliação deste processo, que se utiliza de um conjunto de ferramentas de descrição e análise para fornecer subsídios para melhorias.

6.2. Sugestões para trabalhos futuros

Embora este trabalho tenha fornecido contribuições para a melhoria do processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios, não se esgotou a pesquisa sobre esse assunto. Desta forma, recomendam-se alguns temas como sugestão para trabalhos futuros:

---

[31] Foram utilizados números no caso do mapeamento do processo e da produtividade, e notas na aplicação da lista de verificação.

- Proposta para implantação de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios nas construtoras da Baixada Santista, mediante a aplicação do método de avaliação deste trabalho em outras empresas construtoras da região.

- Análise de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios, em outras localidades do país, com o objetivo de se conhecer os diferentes procedimentos de projeto, execução e controle utilizados pelas empresas construtoras.

- Resultados da implantação de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada no que seu desempenho e durabilidade.

- Aplicação do método de avaliação em outros processos de produção do edifício, com as devidas alterações necessárias.

REFERÊNCIAS*

AGOPYAN, V. (Coord.). **Alternativas para a redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo: EPUSP/PCC, 1998. 5 v.

ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. Produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES: [s.n.], 1999. p. 727-739.

_____.; _____. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria:** detecção e quantificação de fatores influenciadores. São Paulo: EPUSP, 2001a. 24 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/269.

_____.; _____. **Estudo da produtividade da mão-de-obra com base no modelo dos fatores**. [S.l.: s.n.], 2001b. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de revestimentos de argamassa.** São Paulo**,** 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos até cinco pavimentos até cinco pavimentos**. Rio de Janeiro, 2006. Parte 2, 20 p. Projeto de Norma 02:136.01.002.

_____. **NBR 13279**: argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005. 9p.

_____. **NBR 13528**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 1995. 8 p.

_____. **NBR 13529**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: terminologia. Rio de Janeiro, 1995. 8 p.

_____. **NBR 13530**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: classificação. Rio de Janeiro, 1995. 2 p.

_____. **NBR 13749**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. Rio de Janeiro, 1996. 6 p.

_____. **NBR 13755**: revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com

---

* De acordo com: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

utilização de argamassa colante: procedimento. Rio de Janeiro, 1996. 11 p.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2003. 226 p.

_____. **NBR 7200**: execução de revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: procedimento. Rio de Janeiro, 1998. 13 p.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 82 p.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977. 635 p.

BARROS NETO, J. de P.; SALES, A. L. F.; ALMINO, I. A gestão dos fluxos físicos nos canteiros de obras focando a melhoria nos processos construtivos. In: ENTAC: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004. v. 1.

BARROS, M. M. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

_____.; SABBATINI, F. H. **Projeto de revestimento de argamassa.** São Paulo: EPUSP, 2004. Aula 05 do curso de Tecnologia de Produção de Revestimentos. Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios. MBA USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da USP. Não Publicado.

BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Qualitative research with text, image, and sound**: a practical handbook. London: Sage Publications, 2000. v.1.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador, 1997. **Anais...** Salvador, 1997. p.321-333.

BDA PRACTICAL, Note 2, Londres, september, 1973.

BRADLEY, J. Methodological issues and practices. In: INTERNATIONAL QUALITATIVE RESEARCH CONFERENCE, 4., 1993, London. **Proceedings...** London: Library Quarterly, 1993. p. 431-439.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5262**: code of practice for external rendering. London, 1991. 48 p.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 5385 Part 2**: wall and floor tiling: code of practice for the design and installation for external ceramic wall tiling and mosaics in normal conditions. London, 1991. 52 p. Technical Committee ECB/5.

CAMPITELI, V. C.; MASSARETTO, R.; RODRIGUES, P.T.R. Argamassas mistas para a construção civil: o proporcionamento com base no desempenho. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1995, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, 1995. p. 769-775.

CAPOZZI, S. A metamorfose dos gatos. **Construção**, São Paulo, n. 2630, p.17-9, jul. 1998.

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; JUCÁ, T. Estudo de casos de descolamento de revestimento de argamassa aplicado sobre estrutura de concreto. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005. p.551-561.

CARVALHO JÚNIOR, A. N. **Avaliação da aderência dos revestimentos argamassados**: uma contribuição à identificação do sistema de aderência mecânico. 2005. 333 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT. **DTU 26.1:** travaux de bâtiment: Enduits aux mortiers de ciments, de chaux et de mélange platre et chaux aerienne. Partie 1: Cahier des clauses techniques.Partie 2: Cahier des clauses speciales. Paris, 1993. 39 p.

CEOTTO, L. H.; BANKUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de argamassas**: boas práticas em projeto, execução e avaliação. Porto Alegre: ANTAC, 2005.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento**: características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118 p.

COLLANTES CÂNDIA, M. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo de base no desempenho dos revestimentos de argamassa.** 1998a. 198 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____, M. **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa**. São Paulo: EPUSP, 1999b. 13 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Construção Civil, BT/PCC/223.

COSTA E SILVA, A. J.; FRANCO, L. S. Estudo de casos de descolamento de revestimentos cerâmicos de fachada – Recife - Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2005. p.650-656.

COSTA, F. N. **Processo de execução de revestimento de fachada de argamassa**: problemas, causas e oportunidades de melhoria. 2005. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CRESCENCIO, R. M. **Avaliação do desempenho de revestimento decorativo monocamada**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DAVIS, M. et al. **Fundamentals of operations management**. 4. ed. Boston: Mcgraw-Hill, 2003. 600 p.

DURAND, B.; MIRZA, J. Effect of curing on some properties of cementations mortars with and without polymer modifications. In: DURABILlTY OF BUILDINGS MATERIALS AND COMPONENTS, 6., 1993, Japan. **Proceedings...** Japan, 1993. v.2, p. 1449-1458.

ECCLES, R. G.The quasifirm in the construction industry. **Journal of Economic Behavior and Organization**, Amsterdam, v. 2, p. 335-357, 1981.

FIORITO, J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. São Paulo: PINI, 1994.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo: EPUSP, 1993. 21 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Construção Civil, BT/PCC/94.

FUNDACENTRO. **Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção** - NR 18. Brasília: MTb/FUNDACENTRO, 1998. 135 p.

HEINECK, L. F. M.; TRISTÃO, A. M. D. A racionalização na produção de argamassas através de inovações tecnológicas simples. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 1., 1995, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1995. p.357-363.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Banco de dados – Cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 22 jan. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA APLICADA – ETHOS. **Diferenciais**. Disponível em: <http://www.ethos.com.br/diferenciais/quantitativa_qualitativa.htm>. Acesso em: 08 maio 2006.

INVESTSANTOS. Disponível em: <http://www.investsantos.com.br>. Acesso em: 10 fev. 2006.

ISATTO, E. L. et al. Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000. 177 p.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Centre for Integrated Facility Engineering, 1992. 75 p. (Technical Report, 72).

LEJEUNE, C. Les enduits d'impermeabilisation à base de liants hydraufiques. **Revue Technique du Bâtiment et des Constructions Industrielles**, Paris, n.88, Jan./Fev. 1985.

LEVINE, H.G.; ROSSMORE, D. Diagnosing the human threats to it implementation: a missing factor in systems analysis illustrated in a case study. **Journal of Management Information Systems**, p. 55-73, 10 Feb. 1993.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Metodologia para capacitação gerencial de empresas subempreiteiras.** 2002. 288 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MACIEL, L. L. **O projeto e a tecnologia construtiva na produção dos revestimentos de argamassa de fachada**. 1997. 372 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

_____.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo: EPUSP, 1998. 40p. Texto técnico de aula da disciplina PCC 2436 – Tecnologia de Construção de Edifícios. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.

_____.; MELHADO, S. B. Diretrizes para o detalhamento do projeto de revestimento de argamassa de fachada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória, 1999a. p.769-780.

_____.; _____. Organização do canteiro de obras para a produção do revestimento de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., 1999b, Recife. **Anais...** Recife, 1999. p. 246-255.

MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo: Nobel, 1985. 100 p.

MAYER, R. R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1990. 719 p.

MEDEIROS, J. S. **Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** São Paulo: EPUSP, 1999b. 28 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246.

_____. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. 1999. 458 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999a.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. Estudos sobre a técnica executiva de revestimentos de argamassa sobre paredes de alvenaria. In: INTERNATIONAL SEMENAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUTRIES, 5., 1994, Florianópolis. **Proceedings**... Florianópolis:

ANTAC, 1994. v.1, p. 594-607.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 277 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

_____.; BARROS, M. M. S. B.; SOUZA, A. L. **Qualidade do projeto de edifícios**: diretrizes para a elaboração do projeto de revestimentos verticais argamassados e cerâmicos. São Paulo: EPUSP, 1995. Documento CPqDCC nº. 20085-EP/SC-1.

MURRAY, I. H. The adhesion of cementitious render to a brick background. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LOADBEARING BRICKWORK, 8., 1983, London. **Proceedings...** London, 1983. Technical Section 4.

NASCIMENTO, O. L. et al. Estudo da influência de aditivo adesivo e de tipos de cimento na aderência chapisco em base de concreto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2005. p.551-561.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa**: características, usos e possibilidades. São Paulo: [s.n.], 1996. p. 03-113. (Caderno de Pesquisa em Administração, n.3).

PALACIOS, V. H. R. **Metodologia para desenvolvimento de programas de melhoria da qualidade em empresas de construção de pequeno porte**: uma aplicação no setor de suprimentos. 1994. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade**: uso em empresas de construção. 462 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

POTTES, M. G. S.; TOLEDO, V. L. P. **Pesquisa qualitativa no Brasil histórico**: evolução e tendências. São Paulo: ESOMAR, 1991.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS. **Secretaria de obras e serviços públicos - SEPLAN/ DESOE.** Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2006.

RAGAZZI, C. O orçamento real. **Construção Mercado**, São Paulo, n. 5, p. 32-33, set. 2001.

REIS, P. F.; MELHADO, S. B. A gestão da qualidade e a produção de revestimentos em argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3., Vitória, 1999. **Anais...** Vitória, 1999. p. 699-713.

RIBEIRO, F. A. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**: levantamento do estado da arte. São Paulo, 2006. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos:** formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. 321 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

_____. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos**. São Paulo: EPUSP, 1988. 40p. Relatório Técnico 1.F - Convênio EPUSP/ENCOL; CPqDCC-EPUSP.

_____. **Tecnologia de construção de edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1995. Disponível em: <www.pcc.usp.br\disciplina\PCC2436>. Acesso em: 10 fev. 2006. Anotações de aula da disciplina PCC 436, ministradas pelo Prof. Fernando Henrique Sabbatini.

_____. Tecnologia de execução de revestimentos de argamassas. In: SIMPATCON - SIMPÓSIO DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO, 13., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas, 1990.

_____.; FRANCO, L. S. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos**. São Paulo: EPUSP, 1988. Projeto EP/EN-1, documento 1.D

_____.; SELMO, S. M. S.; SILVA, M. M. A. **Diretrizes para produção e controle das argamassas de assentamento e revestimento**. São Paulo: EPUSP, 1989. Relatório Técnico 1.C e E - Convênio EPUSP/ENCOL; CPqDCC-EPUSP.

SANTOS, A. **Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais**: um estudo de caso. 1995. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

SAURIN, T. A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. 1997. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

SCARTEZINI, L. M. et al. Influência do preparo de base na aderência e na permeabilidade à água dos revestimentos de argamassa. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 85-92, abr./jun. 2002.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento portland e cal para revestimento externo de edifícios**. 1989. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento portland e cal para revestimento externo de fachadas**. São Paulo: EPUSP, 1991. 10 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Usp, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/39.

_____. **Diretrizes para gestão dos subempreiteiros**. 2001. 360 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Estudos e pesquisas**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/br/aprendasebrae/estudosepesquisas.asp>. Acesso em: 01 mar. 2007.

SILVA, C. O.; NAKAKURA, E. H. A utilização de argamassa de revestimento em obras de pequeno porte: estudo de caso de argamassa preparada em obra x argamassa industrializada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 4., 2001, Brasília. **Anais...** Brasília, 2001, p. 549-563.

SILVA, L. L. R. **Método de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada**. 2002. 199 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SILVA, V. A. **Aderência de chapiscos em concretos estruturais**: melhoria da microestrutura da zona de interface pela adição da sílica da casca de arroz. 2004. 229 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

SLACK, N. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997. 726 p.

SOUSA, M. S. Estudo das causas de patologias de revestimentos cerâmicos em fachadas: o caso de uma obra do programa de melhoria da comunidade da construção de Fortaleza. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC, 2005. p.591-596.

SOUZA, R. A. **A contribuição do conceito desempenho para a avaliação do edifício e suas partes**: aplicação às janelas de uso habitacional. 1983. 181 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

SOUZA, R. de; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obras**. São Paulo: PINI/CTE, 1996. 275 p.

_____.; TAMAKI, M. R. **Especificação e recebimento de materiais de construção**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2001. 101 p.

SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimento com argamassa, contrapiso, revestimento com gesso e revestimentos cerâmicos**. 2001. 357 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

_____.; FRANCO, L. S. **Definição do layout do canteiro de obras.** São Paulo: EPUSP, 1997. 16 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil,

BT/PCC/177.

STAKE, R.E. **The art of case study research**. Thousand Oaks, CA: Sage, 1999. 175 p.

THOMAS, H. R.; YAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, New York, v. 113, n. 4, p. 623-39, 1987.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Pini, 2001. 449 p.

TOSCANO, A. B. Procedimiento simplificado para el control de calidad y produccion de morteros. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 1., 1995, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 1995. p.352-85.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001. 205 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Nome da empresa: Data:

Entrevistado: Cargo:

Tipologia da empresa:
( ) obras comerciais ( ) obras residenciais ( ) obras públicas ( ) outros:_____

Porte da empresa: ( ) micro ( ) pequena ( ) média ( ) grande

Tempo de atuação no mercado:

Volume de obras (últimos 3 anos):

Quantidade de prédios:

Quantidade total de pavimentos:

Área construída aproximada em m² (últimos 3 anos):

Área de revestimento em argamassa em fachada aproximada em m² (últimos 3 anos):

Padrão das edificações: ( ) alto ( ) médio ( ) baixo

Número de funcionários próprios:

Funcionários administrativos:

Funcionários subcontratados:

Certificação:

Participação em outros programas de qualidade:

Receita bruta anual:
( ) inferior a R$ 250.000
( ) R$ 250.000 e igual ou inferior a R$ 1.500.000
( ) maior que R$ 1.500.000 a R$ 15.000.000
( ) maior que R$ 15.000.000
( ) não divulgado

A obra possui estagiário? ( ) sim ( ) não
Em caso afirmativo, possui estagiário em período integral da obra? ( ) sim ( ) não
Quais são as atribuições dos estagiários?

Toda obra possui técnico de segurança? ( ) sim ( ) não

Brevemente, qual a forma de contrato e de trabalho?

Toda obra da empresa possui engenheiro?
( ) sim ( ) não
Obs.:

APÊNDICE A - CARACTERIZAÇÃO DA OBRA DA EMPRESA

Tipo de prédio: ( ) residencial ( ) comercial ( ) outro: _____

Nº. de andares tipo:

Mezanino:

Garagem:

Subsolo:

Cobertura:

Nº. de apartamentos no edifício: Por andar:

Metragem dos aptos:

Metragem de fachada:

Tipologia da construção:

Estrutura: ( ) concreto ( ) metálica ( ) outro: _____

Alvenaria: ( ) bloco cerâmico ( ) bloco de concreto ( ) outro:_____

Argamassa de assentamento: ( ) produzida em obra ( ) industrializada
( ) outro: _____

Argamassa de revestimento interno: ( ) produzida em obra ( ) industrializada
( ) outro: _____

Argamassa de revestimento de fachada: ( ) produzida em obra ( ) industrializada
( ) outro: _____

Acabamento de fachada: ( ) cerâmica ( ) textura ( ) pintura
( ) outro: _____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO: PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA

Nome da empresa: Data:
Entrevistado: Cargo:
Início da entrevista: Término da entrevista:

1. PROJETO DE REVESTIMENTO

a) A empresa utiliza-se do projeto de revestimento formalizado?
b) Como o serviço revestimento de argamassa é planejado?
c) A empresa possui projeto do produto? (em caso positivo, o que consta? É possível fornecer cópia?)
d) Projeto formal ou informal?
e) Quem elabora o projeto?
f) Existe algum tipo de documentação sobre o processo (por exemplo, procedimentos, plano dos fluxos de execução, layout do processo, etc.)?
g) Quem é responsável por tomar as decisões na obra?

CONTROLE TECNOLÓGICO

h) A empresa faz dosagens experimentais (laboratórios ou empíricas) enfatizando: propriedades esperadas, condições de serviço, tipo de acabamento previsto em projeto, natureza da base a ser revestida?
i) Quais os ensaios realizados (teor de ar incorporado, retenção de água, aderência, outros)?

2. PADRÕES DE PRODUÇÃO

a) Como é feito o revestimento de argamassa de fachada (especificação do projeto)?
b) Como são definidos os requisitos de desempenho?
c) Qual o número de camadas (ou camada única)?
d) Qual a espessura média das camadas?
e) Existe distinção de espessura de acordo com os locais de exposição?
f) O projeto (ou empresa, na ausência do mesmo) classifica e considera o edifício de acordo com sua condição de exposição (severa, moderada ou branda)? De que forma?
g) Qual o tipo de argamassa (produzida em obra, mistura semi-pronta, argamassa semipronta, industrializada ou outra)?
h) Quem determina os traços das argamassas?
i) O projeto indica diferentes tipos de argamassa de acordo com as necessidades de aplicações em obra (em função das diferentes fachadas)?
j) Quem define o tipo de acabamento da argamassa e final?
k) Quais os tipos de acabamentos mais utilizados pela empresa?
l) Existe análise da cor e textura dos revestimentos? De que forma?

3. REVESTIMENTO DE ARGAMASSA (EMBOÇO, REBOCO OU CAMADA ÚNICA)

a) Quem define o traço?
b) Como é feita a especificação dos materiais da mistura?

Cimento: resistência, finura, tipo
Cal: maturação, especificação (CHI, CHII ou outra?)
Areia: granulometria, módulo de finura (grossa, média ou fina), forma dos grãos (influência na trabalhabilidade), pureza
Aditivos: tipo
Água de amassamento: pureza, temperatura (ideal entre 18 e 22°C)

c) É realizada a cura do revestimento? Como?
d) Qual o prazo de espera entre os serviços (por exemplo, fim de chapisco e início de reboco)?
e) Possui projeto de juntas?

f) Caso não possua, a empresa utiliza-se de juntas nas fachadas?
g) Se utiliza, quem dimensiona?
h) Quais os locais mais usuais?
i) Qual material é utilizado para vedar as juntas (selante)?
j) Quais os cuidados dados aos detalhes construtivos (detalhes geométricos na superfície do revestimento e uso de materiais adequados)? Colunas, peitoris, parapeitos e platibandas descobertos, socos ou bases da fachada, muros e paredes, juntas, etc.
k) O projeto inclui facilidade de acesso aos locais de manutenção?

4. PREPARAÇÃO DA BASE

a) Quais as verificações preliminares mais usuais pela empresa antes do início da atividade?
b) Como é considerada a base pronta (remoção das pontas de ferro, das rebarbas entre as juntas da alvenaria, enchimento de falhas, etc.)?
c) É realizada a verificação de umidade, tubulações e elementos já embutidos, observação da temperatura local e condições climáticas?
d) A empresa sempre faz as tubulações embutidas – hidráulica, elétrica – antes da execução do revestimento?
e) Existe procedimento padrão para a avaliação e liberação dos planos a serem revestidos? Qual? (solicitar responsável pela liberação e registro da liberação em ficha de controle específica)
f) Qual o procedimento usado com as diferentes bases (cerâmica, concreto, madeira, metal, etc.)?
g) Como é feita a limpeza da base (escovação, lavagem, jato d'água)?
h) Existe diferença em função dos diversos tipos de base?
i) Como é feita a camada de chapisco (convencional, rolado, desempenado)?
j) Quem define o traço?
k) São utilizadas telas? Como é feita a fixação?
l) Quando e como é feito o encunhamento?
m) Qual o prazo de início do encunhamento?
n) Qual o material utilizado (argamassa expansora, tijolo ou outro)? Quem especifica?
o) A empresa possui as Normas Técnicas de execução de revestimento em argamassa? Utiliza-se das mesmas?
p) Há padronização na execução de serviços? De que forma?
q) Existe documentação dos processos? Como foi elaborada?

5. PRODUÇÃO DA ARGAMASSA

a) Quem especifica e define a produção de argamassa?
b) Quais os procedimentos de mistura?
c) Como é o transporte dos materiais da mistura?
d) Qual o local de mistura (central de argamassa)?
e) De que forma é feito o transporte da argamassa pronta (vertical e horizontal)?
f) Existe algum estudo sobre a movimentação de materiais e operários no canteiro? Quem fez e como foi feito?
g) Como é o armazenamento da mistura pronta?
h) Quantos masseiros a empresa disponibiliza para a mistura pronta?
i) É feita a maturação da cal? Qual o tempo de maturação? A baia de argamassa intermediária é coberta?
j) De que forma é feita a distribuição da argamassa pronta para os pavimentos?
k) Como é feito o proporcionamento dos materiais?
l) Há dimensionamento de recipientes para cada material (de acordo com os diferentes traços)?
m) Os recipientes são identificados?
n) A dosagem é feita em volume ou massa?
o) Todas as obras da empresa possuem balança?
p) Existe indicação dos traços (quadro de traços) junto à central?
q) Existe controle da umidade da areia? De que forma?
r) Quando necessário, é feita a correção da umidade da areia? De que forma?

s) É freqüente o uso de aditivos? Como é feita a medição?
t) Quais os equipamentos usuais de mistura (betoneira, argamassadeira, manual)?
u) Como é feito o controle de água?
v) Qual o cuidado com a pureza da água de amassamento?
w) Existe controle da produção? De que forma?
x) Há padronização na execução de serviços? Como?
y) Existe documentação dos processos? Como foi feita?

6. APLICAÇÃO DA ARGAMASSA

a) É feito o mapeamento da fachada? De que forma?
b) Faz taliscamento? Como é feito o taliscamento?
c) Qual a forma de aplicação (mecânica, manual)?
d) A empresa já usou outro tipo de aplicação (mecânica, por exemplo)? Qual o resultado?
e) Quem controla a aplicação?
f) Como é feito o controle?
g) Existe controle da produtividade?
h) Quais os critérios de trabalhabilidade da argamassa?
i) O desempeno dos revestimentos é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final?

- Revestimento cerâmico: desempeno leve, somente com madeira;

- Revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempeno com madeira, seguido de desempeno com aço

- Pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempeno com madeira, seguido de desempeno com espuma

j) Como é feito o controle (verificação e registro da espessura das camadas)?
k) Quando são feitas as juntas?
l) Como são feitos os frisos (antes do revestimento pronto ou depois)?
m) Como é feita a cura das argamassas de revestimento (proteção contra raios solares, vento, chuva)?
n) O tempo de cura é sempre obedecido?
o) Existe algum tratamento diferenciado em dias frios ou em dias quentes (com temperaturas baixas ou altas)?
p) Há padronização na execução de serviços (procedimentos de execução)?
q) Existe documentação dos processos?

EQUIPAMENTOS/FERRAMENTAS

r) A empresa fornece as ferramentas para a execução dos serviços?
s) Quais as ferramentas que disponibiliza?
t) Existe estudo sobre a necessidade e utilização de ferramentas especiais? Como é feito?
u) Há solicitação/compra de ferramentas especiais? Quais?
v) Como é feita a avaliação do estado de conservação dos equipamentos/ferramentas? Como é feita a manutenção? Com que freqüência?

7. MÃO DE OBRA E EQUIPE DE PRODUÇÃO

a) Qual o tipo de contrato utilizado pela empresa (mão de obra própria, terceirizada)?
b) Qual a forma de contratação da MO para os serviços (por hora, por tarefa)?
c) Existe variação do preço da MO de acordo com o tipo de argamassa (industrializada ou não)?
d) Como é feito o dimensionamento das equipes de trabalho? Quem define?
e) Quantos pedreiros, ajudantes e serventes existem na obra realizando o revestimento?
f) Quem faz a programação das atividades?

g) Quais as principais considerações ao se programar as atividades?

Controle

h) Como é feito o controle da MO?
i) Quem controla a MO?
j) Existe avaliação dos empreiteiros e subcontratados? Como?
k) A empresa possui cadastro de bons subempreiteiros?
l) Existe treinamento da MO (informações referentes ao trabalho, uso de equipamentos e ferramentas, execução dos serviços)? Quem treina? Quais os principais pontos evidenciados?

8. RECEBIMENTO E CONTROLE DE MATERIAIS - SETOR DE SUPRIMENTOS

8.1. Qualidade e escolha dos fornecedores

a) Como é feita a seleção de fornecedores?
b) Existe avaliação de fornecedores com relação a prazo, custo, qualidade, atendimento?
c) Quem são os fornecedores dos principais insumos ligados ao revestimento?
d) A empresa tem tido problemas com os fornecedores? Quais? (por exemplo, entregas erradas, em atraso ou em não conformidade)

8.2. Compra de materiais

a) Existe padronização dos processos de solicitação e compra de materiais?
b) A empresa normalmente faz solicitação de materiais com urgência (de forma verbal)?
c) Faz pedido com antecedência para negociar melhores condições de preço e pagamento?
d) A empresa estabelece prazos para solicitação de insumos por parte dos canteiros de obra? Quais são?

8.3. Controle de qualidade

8.3.1. Recebimento dos materiais

a) Existe padronização dos procedimentos de recebimento e inspeção dos materiais?
b) Quem elaborou? (solicitar modelo de procedimento)
c) Existe controle de recebimento?
d) Quem faz esse controle? De que forma? (servente, mestre, estagiário, engenheiro, outro).

8.3.2. Cimento: Controle de recebimento

e) De que forma e quem é o responsável? (nº. de sacos rasgados, sacos com endurecimento do conteúdo, verificação de peso).
f) É solicitado o certificado de conformidade? (indicando a finura, tempo de início e fim de pega, resistência à compressão, massa específica aparente unitária, data de produção do cimento).
g) É feita amostragem para controle de qualidade?
h) Como é feita a armazenagem? (quantidade de sacos por pilhas, local coberto e protegido da umidade, obediência aos prazos de estocagem).

8.3.3. Cal

i) Existe controle de recebimento?
j) De que forma e quem é o responsável?
k) É solicitado certificado de conformidade, ensaios expedidos, amostragem para controle de qualidade, armazenagem?

8.3.4. Areia:

l) Existe controle da quantidade recebida? Como e quem faz?
m) Ensaios expedidos, amostragem para controle de qualidade, armazenagem (baia com fundo inclinado e drenado)?
n) Aditivo: verificação da data de validade?

9. RECEBIMENTO DO SERVIÇO

a) Como é a inspeção final do revestimento?
b) Quais os critérios para aceitação ou rejeição dos revestimentos executados?
c) Existem limites de tolerância dos defeitos? Quais?

d) Quais são os aspectos de qualidade relativos à estética: homogeneidade do acabamento e precisão geométrica (planeza e prumo do revestimento)?
e) Quais são os aspectos de qualidade relativos ao desempenho técnico: fissuração e aderência do revestimento à base (são feitos ensaios de aderência?)

10. PERDAS

a) Qual a atenção que a empresa dá para as perdas (materiais, mão de obra, tempo, equipamentos, capital)?
b) As perdas são medidas?
c) Qual o controle com a geração dos entulhos? Qual seu destino? Existe separação por tipo de material e reaproveitamento?
d) A empresa faz análises das causas das perdas?
e) Tem noção do custo das suas perdas (calcula as perdas através de estimativa aproximada)?

11. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E CORREÇÃO DE FALHAS

a) Quem faz o diagnóstico dos problemas (algum profissional especialista ou da própria empresa)?
b) Tem registro desses problemas?
c) Quais os locais mais freqüentes?
d) Quais os principais tipos de problemas?
e) Qual a freqüência do aparecimento de problemas?
f) A empresa possui alguma estimativa do custo com as correções dos problemas?
g) Com que freqüência a empresa faz manutenção dos empreendimentos entregues (por exemplo, operações rotineiras de limpeza das superfícies)?
h) Qual o custo com a manutenção desses empreendimentos?
i) A empresa possui algum registro?

12. SEGURANÇA NA OBRA

a) Quais os equipamentos de proteção individual e coletivo que a empresa (ou subempreiteira) disponibiliza? A empresa é a responsável pela segurança?
b) De que forma a empresa confecciona os andaimes suspensos?
c) Quem dimensiona os andaimes?
d) Existem avaliações das condições ergonômicas do trabalho?
e) Por exemplo, avaliação das condições dos andaimes suspensos?
f) A empresa oferece treinamento da MO em relação à segurança?
g) Qual a atenção dada à limpeza do ambiente de trabalho e canteiro de obras?
h) Quais os registros de acidentes de trabalho?
i) Existe apropriação de custo com a segurança (para treinamento, EPIs, etc.)?

APÊNDICE C - LISTA DE VERIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA

Empresa: Data:
Entrevistado: Cargo:

Caracterização geral
Tipo de revestimento
( ) chapisco + emboço + reboco
( ) chapisco + massa única
( ) outro:

Equipamentos de transporte utilizados	Equipamentos e ferramentas utilizadas
Com decomposição de movimento	( ) desempenadeira de aço
Vertical:	( ) desempenadeira de canto
( ) elevador de obra	( ) desempenadeira de madeira
( ) guincho de coluna	( ) desempenadeira de pingadeira
( ) outro:	( ) desempenadeira de plástico
Horizontal:	( ) desempenadeira denteada
( ) carrinho de mão	( ) desempenadeira feltrada
( ) jerica	( ) esponja
( ) outro:	( ) fio de prumo
Sem decomposição de movimento	( ) frisador de juntas
( ) bomba	( ) nível de mangueira
( ) grua	( ) régua de alumínio
	( ) régua gabarito de junta
	( ) outros:_____

Canteiro de Obras
Fase da obra:
( ) Infra-estrutura
( ) Estrutura
( ) Alvenaria
( ) Revestimento interno
( ) Revestimento de fachada
( ) Outra:

Nº. de pavimentos totais:
Fase atual:

Nº. de operários
No pico máximo:
Na fase atual da obra:

APÊNDICE C - LISTA DE VERIFICAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continua)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
A) PROJETO				
A1) PROJETO DE REVESTIMENTO				
A1.1) Existe projeto específico de revestimento de fachada	**3**			
Em caso afirmativo, os itens que o compõe são:				
A1.2) Especificação da argamassa (traço, nº de camadas e espessuras, tipo de acabamento)	**3**			
A1.3) Especificação dos revestimentos (materiais, técnicas, etc)	**3**			
A1.4) Sequenciamento de subidas e descidas do balancim, explicitando as respectivas atividades a serem realizadas	**3**			
A1.5) Localização dos arames de fachada	**3**			
A1.6) Localização dos pontos a serem feitas as leituras para o mapeamento da fachada	**3**			
A1.7) Localização e detalhes de execução das juntas e das demais atividades	**3**			
A1.8) Detalhes de execução dos detalhes construtivos	**3**			
A1.9) Localização das regiões que receberão reforço da argamassa assim como a especificação, detalhes do tipo de reforço, etc.	**3**			
Obs.:				
A2) PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO				
ORGANIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO				
A2.1) Existe um sistema de solicitação de argamassa ao local de produção que evite as sobras no local de aplicação	**1**			
TRANSPORTE DE MATERIAIS				
A2.2) As rampas existentes no trajeto (produção e aplicação) têm inclinação inferior a 10%	**1**			
A2.3) As condições do trajeto são isentas de saliências ou depressões, ou seja, a base está regularizada	**1**			
A2.4) Existe aproveitamento da gravidade para o transporte de materiais	**1**			
CANTEIRO DE OBRAS				
A2.5) Há um layout da produção de argamassa no canteiro (o layout deve conter a localização dos equipamentos, estoques de materiais, caminhos preferenciais para a circulação dos materiais e pessoas entre outros)	**2**			

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
ESCOLHA DA ARGAMASSA				
A2.6) Para a escolha do tipo de argamassa foi contratado um consultor, empresa especializada ou mesmo foram realizados estudos para a melhor solução em termos de custo/desempenho	3			
A2.7) A empresa confeccionou painéis com as mesmas bases onde a argamassa será aplicada para a escolha do sistema chapisco-revestimento bem como para a determinação do traço ideal	3			
A3) PROCEDIMENTOS				
A3.1) Existem procedimentos documentados de execução do revestimento de fachada em argamassa	2			
A3.2) Existem procedimentos documentados de verificação e controle da execução do revestimento de fachada em argamassa	2			
B) EXECUÇÃO DO REVESTIMENTO				
B1) CONDIÇÕES PARA O INÍCIO DO SERVIÇO				
B1.1) Existe controle para a liberação do início do serviço (feito pelo engenheiro, estagiário, mestre, encarregado, etc)	2			
B1.2) As alvenarias de fachada estão concluídas e fixadas internamente antes da execução do revestimento de fachada	3			
B1.3) As instalações elétricas e hidráulicas nas alvenarias de fachada estão concluídas e testadas antes da execução do revestimento de fachada	3			
B1.4) A fixação da alvenaria foi feita 15 dias antes da execução do revestimento de fachada	3			
B2) PREPARO DA BASE				
B2.1) É realizada a limpeza da fachada, retirando incrustações não aderidas (restos de argamassa, óleo, graxas, etc) por meio de lavagem, lixamento ou outro tipo de ação	3			
B2.2) A limpeza da fachada (lavagem ou outro procedimento) é realizada de cima para baixo	3			
B2.3) Existe procedimento formal para a liberação da base (depois de preparada) para início do revestimento	2			
B2.4) Aberturas com profundidades superiores a 5 cm são encasquilhadas	2			
B2.5) O chapisco utilizado é adequado ao tipo de base em que foi aplicado	3			
B3) FERRAMENTAS				
B3.1) As principais ferramentas (que têm influencia direta na qualidade do revestimento) utilizadas pelos operários são fornecidas pela empresa ou empreiteiro (réguas, desempenadeiras, gabarito, frisador e outras)	3			
Obs.:				

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
B4) MAPEAMENTO DA FACHADA				
B4.1) 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	3			
B4.2) Existe controle da espessura mínima e da espessura máxima de revestimento	3			
B5) EXECUÇÃO DAS TALISCAS E MESTRAS				
B5.1) Faz-se o taliscamento da fachada	2			
B5.2) Em caso afirmativo, utiliza-se argamassa com as mesmas características da que será utilizada no revestimento como um todo	3			
B5.3) O taliscamento é feito em uma das subidas/descidas do andaime, não sendo realizado simultaneamente a execução do revestimento	2			
B5.4) Colocam-se taliscas nas proximidades das quinas e dos vãos das janelas	2			
B5.5) As taliscas são localizadas de modo a ser compatível com o comprimento da régua e com o trecho a ser revestido sobre o balancim (geralmente as mesmas são espaçadas de1,5 a 1,8 metros em ambas as direções)	3			
B5.6) As taliscas verticais estão de acordo com o trecho a ser executado sobre o balancim, sem movê-lo	2			
B5.7) Executam-se mestras na vertical (entre as taliscas ou não)	2			
B6) EXECUÇÃO DO EMBOÇO OU MASSA ÚNICA				
B6.1) A argamassa é chapada em cheias (camadas) de no máximo 4 cm caso a argamassa seja industrializada ou contenha incorporador de ar	3			
B6.2) A argamassa é chapada em cheias (camadas) de no máximo 3 cm caso a argamassa seja feita em obra e não contenha incorporador de ar	3			
B6.3) Para o caso de espessuras maiores que os limites acima, o revestimento é executado em duas ou mais etapas	3			
B6.4) Existem procedimentos específicos para as condições de revestimentos com espessuras superiores aos limites acima	2			
Se sim, quais: _____				
SARRAFEAMENTO				
B6.5) Antes do sarrafeamento, verifica-se o ponto de sarrafeamento (é verificado pressionando a argamassa com os dedos. O ponto ideal é quando os dedos não penetram na camada, permanecendo praticamente limpos, porém deformando levemente a superfície)	3			
B6.6) Há anteparo no balancim/andaime utilizado na execução do revestimento de fachada visando o reaproveitamento da argamassa	1			

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
DESEMPENO				
B6.7) O desempeno do revestimento é feito levando-se em consideração as exigências do tipo de acabamento final:	3			
Revestimento texturados e pintura em textura acrílica em duas ou mais demãos: desempeno com madeira, seguido de desempeno com aço;				
Pintura com tintas minerais, látex PVA ou acrílico, sobre massa corrida ou textura acrílica em uma única demão: desempeno com madeira, seguido de desempeno com espuma				
Revestimento cerâmico: desempeno leve, somente com madeira;				
B6.8) Antes do desempeno, verifica-se o ponto de desempeno (é verificado pressionando a argamassa com os dedos. O ponto ideal é quando os dedos não penetram na camada, permanecendo praticamente limpos, porém deformando levemente a superfície	2			
EXECUÇÃO DE FRISOS				
B6.9) Utiliza-se régua-gabarito de juntas e corta-se o revestimento com frisador com o revestimento ainda fresco	2			
EXECUÇÃO DE JUNTAS DE TRABALHO				
B6.10) Executam-se juntas de trabalho no revestimento em argamassa	2			
B6.11) As juntas são executadas na posição do encunhamento (fixação alvenaria-viga)	2			
DOSAGEM:				
B6.12) Existem traços padrão previamente definidos (pelo projeto ou empresa)	3			
B6.13) O traço fornecido é pensado levando em consideração a capacidade do equipamento de mistura (argamassadeira, betoneira ou outro)	3			
B6.14) Existe identificação nos equipamentos de medida	2			
B6.15) No local de dosagem há quadro visível e explicativo dos traços a serem confeccionados	2			
B6.16) A dosagem do aglomerante é feita por quantidades inteiras da embalagem	3			
B6.17) A dosagem da água é feita com equipamento dosador (recipiente graduado, caixa de descarga ou dispositivo semelhante)	3			
B6.18) A dosagem da areia é feita com equipamento dosador (padiola, carrinho dosador ou equipamento semelhante que padronize o volume)	3			
B6.19) Existe controle da umidade da areia e correção da sua umidade	3			

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
MISTURA:				
B6.20) A empresa (ou empreiteira) estabeleceu tempo de mistura dos materiais no equipamento de mistura (mínimo e/ou máximo)	3			
Obs.:				
B6.21) As baias de areia e argamassa estão próximas do equipamento de mistura	2			
Estime as distâncias em metros: _____				
B6.22) É usado argamassadeira para a mistura	2			
( ) Betoneira ( ) Outro				
Obs.:				
B6.23) A "boca" ou carregador do equipamento de mistura está a uma altura que permita o menor esforço do operário no abastecimento do mesmo	1			
Obs.:				
DESCARREGAMENTO:				
B6.24) A argamassa é despejada em calha que a conduz até o equipamento de transporte horizontal, reduzindo assim a possibilidade de ocorrência de perdas do material	1			
B6.25) A betoneira/argamassadeira descarrega diretamente nos carrinhos/masseiras	2			
Obs.:				
TRANSPORTE:				
B6.26) Caso haja rampas no trajeto entre o estoque e o equipamento de mistura, as mesmas possuem inclinação menos que 10%	1			
B6.27) No caso de usar rampas de madeira, são pregados sarrafos a fim de evitar que o operário e/ou equipamento escorreguem	1			
B6.28) No caso da argamassa preparada em obra a produção é centralizada e só depois de pronta é distribuída para os demais pavimentos. Se outro, citar:	2			
B6.29) As condições da base do trajeto entre a estocagem dos materiais e produção são providas de alguma melhoria (existe algum tipo de nivelamento de concreto magro, tábuas entre outros)	1			
B6.30) A betoneira/argamassadeira está próxima do guincho ou elevador de cargas, e ao local de aplicação no caso da argamassa industrializada. Estime a distância em metros: _____	2			
Obs.:				

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
TREINAMENTO:				
B6.31) A empresa (ou empreiteira) oferece treinamento sobre a melhor forma de execução do revestimento	2			
C) CONTROLE DA PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO				
C1) RECEBIMENTO E CONTROLE DE MATERIAIS				
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA:				
C1.1) Existe procedimento sistematizado do controle da quantidade no recebimento da argamassa	1			
C1.2) Existe local de recebimento pré-definido dentro do canteiro	1			
C1.3) A argamassa é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)	1			
C1.4) Existe um dispositivo para reduzir o esforço do operário no descarregamento	1			
C1.5) O material é estocado em local protegido de chuvas	3			
C1.6) A altura máxima da pilha é menor ou igual a 10 sacos	3			
C1.7) A área de estocagem é cimentada (impermeável)	2			
C1.8) Há proteção contra a umidade na base (por exemplo, estrado de madeira)	2			
C1.9) Há espaçamento lateral entre os sacos e as paredes	2			
C1.10) Existe política de usar primeiramente o material estocado há mais tempo em relação aos estocados mais recentemente (PEPS)	2			
C1.11) É observado o prazo de validade do saco	3			
C1.12) O local de estocagem é fechado e com acesso restrito (prevenção contra roubos)	1			
Obs.:				
CIMENTO:				
C1.13) Existe procedimento sistematizado para o controle da quantidade no recebimento	1			
C1.14) É feito algum ensaio ou verificação na obra para aceitação do material	2			
Se sim, quais: ( ) NBR 5732 ( ) outros:				

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
C1.15) Existe local de recebimento pré-definido no canteiro	1			
C1.16) O cimento é descarregado no local definitivo de armazenagem (sem duplo manuseio)	1			
C1.17) Há proteção contra a umidade na base (por exemplo, estrado de madeira)	2			
C1.18) As pilhas de cimento têm no máximo 10 sacos	3			
C1.19) O estoque está protegido da umidade em depósito fechado e coberto (Caso não exista depósito há cobertura com lona ou outro dispositivo)	2			
C1.20) É praticada estocagem do tipo PEPS (o primeiro saco à entrar é o primeiro à sair), utilizando, por exemplo, marcação da data de entrega em cada saco	2			
C1.21) No caso das pilhas estarem adjacentes à paredes (do depósito ou não) há uma distância mínima de 0,30 m para permitir a circulação de ar	2			
C1.22) Existe dispositivo para reduzir o esforço do operário no descarregamento	1			
Se sim, quais: ( ) carrinhos ( ) calhas ( ) pallets ( ) outros				
C1.23) O local de estocagem é fechado e com acesso restrito (prevenção contra roubos)	1			
Obs.:				
CAL:				
C1.24) Existe procedimento sistematizado para o controle da quantidade no recebimento	1			
C1.25) É feito algum ensaio ou verificação na obra para aceitação do material?	1			
Se sim, quais: ( ) NBR 7175 ( ) outros:				
C1.26) Existe local de recebimento pré-definido no canteiro	1			
C1.27) A cal é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)	1			
C1.28) Há proteção contra a umidade na base (por exemplo, estrado de madeira)	2			
C1.29) As pilhas de cal têm no máximo 15 sacos	3			
C1.30) O estoque está protegido da umidade em depósito fechado e coberto (Caso não exista depósito há cobertura com lona ou outro dispositivo)	2			
C1.31) É praticada estocagem do tipo PEPS (o primeiro saco à entrar é o primeiro à sair), utilizando, por exemplo, marcação da data de entrega em cada saco	2			

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
C1.33) Existe dispositivo para reduzir o esforço do operário no descarregamento	1			
Se sim, quais: ( ) carrinhos ( ) calhas ( ) pallets ( ) outros				
Obs.:				
AREIA:				
C1.34) Existe procedimento sistematizado do controle da quantidade no recebimento da areia (por exemplo, cubicagem na caçamba ou boxes)	2			
C1.35) Existe procedimento sistematizado de controle da qualidade da areia no recebimento (por exemplo, uso de amostras-padrão)	1			
C1.36) É feito algum ensaio ou verificação para aceitação do produto? Se sim, quais?	2			
( ) NBR 7214 ( ) NBR 7219 ( ) NBR 7200				
( ) NBR 7217 ( ) NBR 7220 ( ) outros				
C1.37) Existe local de recebimento pré-definido dentro do canteiro	1			
C1.38) A areia é descarregada no local definitivo de armazenagem (não há duplo manuseio)	1			
C1.39) A areia está protegida de chuvas e ventos no local de armazenagem	2			
C1.40) Existem contenções laterais nos 3 lados no local de estocagem da areia	2			
C1.41) Não existe empoçamento de água no local de estocagem	2			
C1.42) Há um separador entre os materiais no estoque, impedindo a mistura	2			
C1.43) As baias de areia têm contrapiso de concreto (ou cimentado) para evitar a contaminação do estoque	2			
Obs.:				
TREINAMENTO:				
C1.44) A empresa (ou empreiteira) oferece treinamento/instrução sobre o recebimento, movimentação e armazenamento dos materiais	2			
Obs.:				
C2) CONTROLE DA PRODUÇÃO				
C2.1) Existe controle da quantidade de argamassa produzida	2			
Obs.:				

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Continuação)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
TREINAMENTO:				
C2.2) A empresa (ou empreiteira) oferece treinamento/instrução sobre a confecção e aplicação da argamassa	2			
Obs.:				
INSPEÇÃO E CONTROLE DO REVESTIMENTO				
C2.3) 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)	2			
C2.4) Existem planilhas para a conferência e registro da execução do revestimento	3			
C2.5) São feitos testes ou ensaios para a verificação da qualidade do produto final	3			
C2.6) É feito teste de resistência ao risco na superfície da fachada (análise de desagregação)	2			
C2.7) São realizados ensaios para análise da aderência ao substrato (por exemplo, arrancamento ou verificação de som cavo com uso de martelo com cabeça de plástico)	2			
C2.8) É feita a quantificação da área fissurada (por exemplo, quantidade de fissuras por m²) para avaliação das soluções	2			
C2.9) Existem procedimentos de verificação de descolamento do revestimento (verificação de sons cavos por meio de impactos leves)	2			
C2.10) Existe procedimento formal para o controle do prumo e esquadro do revestimento	3			
Obs.:				
C2.11) O engenheiro, estagiário, empreiteiro, mestre e/ou encarregado sobem no andaime a fim de melhor conferir a execução e para aceitar ou rejeitar o revestimento	3			
D) SEGURANÇA NA PRODUÇÃO DO REVESTIMENTO				
D1) ANDAIME/ BALANCIM				
D1.1) Os andaimes/balancins dispõem de guarda-corpo e rodapé em todo o perímetro, exceto na face de trabalho (NR-18)	3			
D1.2) Existe tela de arame, náilon ou outro material de resistência equivalente presa no guarda-corpo e rodapé (NR-18)	3			
D1.3) O andaime/balancim é sustentado por perfis I chumbados na laje através de braçadeiras ou dispositivo semelhante	2			
D1.4) Cada perfil I corresponde à sustentação de dois guinchos	2			
D2) PLATAFORMA DE PROTEÇÃO (BANDEJA SALVA VIDAS)				
D2.1) A plataforma principal de proteção está na primeira laje que esteja no mínimo um pé direito acima do nível do terreno (NR-18)	3			
D2.2) Existem plataformas secundárias de proteção a cada 3 lajes, a partir da plataforma principal (NR-18)	3			

Quadro 1 - Lista de verificação de boas práticas no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachada (Fonte: Adaptado de Saurin, 1997; Agopyan et al., 1998; Costa, 2005) (Conclusão)

	PESO	SIM	NÃO	N.A.
D2.3) As plataformas contornam toda a periferia da edificação (NR-18)	3			
D2.4) O conjunto bandejas/treliças é pintado e está em bom estado de conservação	3			
Obs.:				
D3) EPIs				
D3.1) São fornecidos capacetes para os visitantes	2			
D3.3) Os trabalhadores estão usando uniforme cedido pela empresa (NR-18)	2			
D3.3) Trabalhadores em andaimes/balancins externos ou qualquer outro serviço a mais de 2,0 m de altura, usam cinto de segurança com cabo fixado na construção (NR-18)	3			
D3.4) Trabalhadores executando o serviço efetivamente usam as EPI´s necessárias para o serviço como capacete, luva, botinas, óculos de proteção, etc (NR-18)	3			
D4) SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA				
D4.1) Há identificação dos locais de apoio que compõe o canteiro (escritório, banheiro, etc) (NR-18)	1			
D4.2) Há alertas quanto a obrigatoriedade de uso de EPI, específico para a atividade executada, próximo aos posto de trabalho (NR-18)	2			
D4.3) Existe identificação dos andares da obra	1			
D4.4) Há uma placa no elevador de materiais, indicando a carga máxima e a proibição do transporte de pessoas (NR-18)	2			
D4.5) Há advertências quanto ao isolamento das áreas sujeitas aos riscos de queda de materiais e equipamentos	3			
D5) VIAS DE CIRCULAÇÃO DE MATERIAIS				
D5.1) Há contrapiso nas áreas de circulação de materiais ou pessoas	1			
D5.2) Existe cobertura para transporte da argamassa do equipamento de mistura até o de transporte	1			
D5.3) É permitido o trânsito de carrinhos/jericas perto dos estoques em que tais equipamentos fazem-se necessários	1			
D5.4) Há caminhos previamente definidos para os principais fluxos de materiais, próximos ao guincho, e nas áreas de produção de argamassa e armazenamento	2			

APÊNDICE D - CARTÃO DE PRODUÇÃO DA MÃO-DE-OBRA DE EXECUÇÃO DOS REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA DE FACHADA

Empresa:
Responsável pelo preenchimento:

Data	Dia de semana	Horário de trabalho	Mão-de-obra		Produção em área (m²)	Condições do Tempo	Obs.: Qualquer eventualidade ocorrida no dia. Ex: Falta de material, problemas com misturados, etc.
			Nº. de serventes	Nº. de pedreiros			

APÊNDICE E - Cálculo da produtividade da mão-de-obra de execução dos revestimentos de argamassa de fachada - Obra A

Dia	Produção em área (m²)	Hh of	Rup Diária of (Hh/m²)	Obs. sobre mão-de-obra	Obs. sobre tempo	Obs. qualquer eventualidade
1	113	54	0,48			
2	113	54	0,48			
3	113	54	0,48			
4	60	54	0,90	faltaram 2 ajudantes	vento forte	detalhes de molduras
5	85	48	0,56	faltou 1 ajudante		detalhes de molduras
6	28	54	1,93		choveu forte praticamente o dia todo	queda de energia
7	35	54	1,54		choveu forte	queda de energia
8	118	54	0,46	veio + 1 ajudante		
9	118	54	0,46	veio + 1 ajudante	chuva fina	
10	125	48	0,38		chuva fina	
11	71	54	0,76		choveu forte de manhã	
12	65	54	0,83		choveu forte a tarde	
13	12	54	4,50		choveu forte o dia todo	detalhes de frisos
14	12	54	4,50		choveu forte o dia todo	detalhes de molduras
15	12	48	4,00		choveu forte de manhã	detalhes de molduras
16	88	54	0,61			
17	88	54	0,61			
18	65	54	0,83	faltou 1 ajudante		argamassadeira em manutenção
19	65	54	0,83	faltou 1 ajudante		argamassadeira em manutenção
20	12	48	4,00		chuva forte	
RUP cum of	**1.398**	**1.056**	**0,76**			
Média Prod	**69,90**					

APÊNDICE E - Cálculo da produtividade da mão-de-obra de execução dos revestimentos de argamassa de fachada - Obra B

Dia	Produção em área (m²)	Hh of	RUP of (Hh/m²)	Obs. sobre mão-de-obra	Obs. sobre tempo	Obs. qualquer anormalidade
1	72	27	0,38			
2	2	27	13,50		choveu forte praticamente o dia todo	detalhes de frisos
3	2	27	13,50	veio + 1 ajudante	choveu forte praticamente o dia todo	detalhes de frisos
4	2	27	13,50	veio + 1 ajudante	choveu forte praticamente o dia todo	detalhes de frisos
5	29	24	0,83			detalhes de frisos
6	5	27	5,40			queda de energia
7	5	27	5,40	faltou 1 ajudante		queda de energia
8	58	27	0,47			
9	58	27	0,47			
10	17	24	1,41			detalhes de frisos
11	8	18	2,25	faltou 1 oficial		detalhes de frisos
12	10	27	2,70			detalhes de frisos
13	10	27	2,70			detalhes de frisos
14	38	27	0,71			
15	61	24	0,39	veio + 1 ajudante		
16	32	27	0,84	veio + 1 ajudante		detalhes de frisos
17	32	27	0,84	veio + 1 ajudante		
18	40	27	0,68	veio + 1 ajudante		
19	38	27	0,71			
20	8	24	3,00		chuva forte	
RUP cum of	**527**	**519**	**0,98**			
Média Prod	**26,35**					

APÊNDICE E - Cálculo da produtividade da mão-de-obra de execução dos revestimentos de argamassa de fachada - Obra C

Dia	Produção em área (m²)	Hh of	RUP of (Hh/m²)	Obs. sobre mão-de-obra	Obs. sobre tempo	Obs. qualquer anormalidade
1	50	27	0,54			
2	12	18	1,50	faltou 1 oficial		detalhes de juntas
3	35	27	0,77			detalhes de juntas
4	35	27	0,77		vento forte	
5	35	24	0,69		vento forte	
6	35	27	0,77		vento forte	
7	15	27	1,80			detalhes de juntas
8	35	27	0,77	veio + 1 ajudante		
9	35	27	0,77	veio + 1 ajudante		
10	35	24	0,69	veio + 1 ajudante		detalhes de juntas
11	18	27	1,50	veio + 1 ajudante	chuva fina	detalhes de juntas
12	18	27	1,50	veio + 1 ajudante	chuva fina	detalhes de juntas
13	15	27	1,80			detalhes de juntas
14	0	27	0,00			quebrou a betoneira
15	2	16	8,00	faltou 1 oficial		sem a betoneira
16	12	27	2,25			betoneira foi reposta
17	35	27	0,77			
18	12	27	2,25			detalhes de juntas
19	36	27	0,75			
20	22	24	1,09	faltou 1 ajudante	chuva forte	detalhes de juntas
RUP cum of	**492**	**511**	**1,04**			
Média Prod	**24,60**					

APÊNDICE E - Cálculo da produtividade da mão-de-obra de execução dos revestimentos de argamassa de fachada - Obra D

Dia	Produção em área (m²)	Hh of	RUP of (Hh/m²)	Obs. sobre mão-de-obra	Obs. sobre tempo	Obs. qualquer anormalidade
1	5	45	9,00			problema no misturador
2	5	45	9,00			problema no misturador
3	40	45	1,13			misturador voltou a funcionar
4	63	45	0,71		vento forte	
5	63	40	0,63			
6	12	45	3,75		choveu forte praticamente o dia todo	execução de requadros
7	12	45	3,75		vento forte	execução de requadros
8	49	45	0,92			
9	49	45	0,92		chuva fina	
10	27	40	1,48		chuva fina	detalhes de molduras
11	23	45	1,96		choveu forte de manhã	detalhes de molduras
12	12	45	3,75		choveu forte a tarde	detalhes de molduras
13	12	45	3,75		choveu forte o dia todo	detalhes de molduras
14	10	36	3,60	faltou 1 oficial	chuva fina	
15	10	32	3,20	faltou 1 oficial	chuva fina	
16	10	45	4,50		chuva fina	execução de requadros
17	46	45	0,98			
18	46	45	0,98			
19	30	45	1,50			detalhes de molduras
20	10	40	4,00		chuva forte	detalhes de molduras
RUP cum of	**534**	**863**	**1,62**			
Média Prod	**26,7**					