

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

Fábio Éderson Konflanz Falkemberg

**LIMPEZA DE REVESTIMENTOS DE FACHADA: PRÁTICAS
E SUAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Porto Alegre
dezembro 2009

FÁBIO ÉDERSON KONFLANZ FALKEMBERG

LIMPEZA DE REVESTIMENTOS DE FACHADA

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

Orientador: Luís Carlos Bonin

Porto Alegre
dezembro 2009

FÁBIO ÉDERSON KONFLANZ FALKEMBERG

LIMPEZA DE REVESTIMENTOS DE FACHADA

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

Porto Alegre, dezembro de 2009

Prof. Luis Carlos Bonin
Mestre pela UFRGS
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Silvio Henrique Bersagui (UFRGS)
Eng.º Civil pela PUC/RS

José Alberto Azambuja (UFRGS)
Master of Engeneering pela Concórdia University, Canadá

Prof. Luis Carlos Bonin (UFRGS)
Mestre pela UFRGS

Dedico este trabalho à minha família, que sempre me apoiou e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por toda a benção recebida ao longo de minha vida, pelas oportunidades surgidas e pela força dada nos momentos difíceis.

À minha família, por me ensinar os valores necessários para uma vida digna, dar o amor e carinho indispensáveis, e por me transmitir toda a coragem e segurança necessária para transpor os obstáculos ao longo da vida, e força e apoio para levantar-me das quedas.

À minha mãe, que sempre me apoiou e me deu o incentivo necessário, que soube educar e amar os filhos de forma tão intensa.

Às minhas irmãs Ângela e Cristiane, ao meu cunhado Êmerson, verdadeiros amigos e companheiros, que sempre me apoiaram e incentivaram para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos meus sobrinhos Franciely, Felipe, Leonardo e Eduarda, que são fontes de inspiração para mostrar os caminhos de uma educação plena.

Ao professor Luis Carlos Bonin, pela disposição, empenho e presteza na orientação deste trabalho, sempre disposto a colaborar e compartilhar o conhecimento.

À professora Carin Schmitt, sempre prestativa e disposta a auxiliar em todos os momentos de dúvidas para a realização do trabalho. À professora Ângela Masuero, que também me ajudou e acrescentou muito ao trabalho.

A todas as pessoas que, de uma forma ou outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

Não existem métodos fáceis para resolver problemas difíceis.

René Descartes

RESUMO

FALKEMBERG, F. E. K. **Limpeza de Revestimentos de Fachada: Práticas e suas Características Técnicas**. 2009. 61 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

A manutenção das edificações é importante para a valorização do imóvel, bem como para realização direta ou indireta de atividades produtivas nas edificações, para que elas conservem características adequadas ao seu uso. A manutenção de edificações é um tema bastante abrangente e, em função disto, buscou-se identificar um subsistema do edifício, que está submetido aos fatores de degradação com maior intensidade: as fachadas. Mais especificamente, foram estudadas as fachadas revestidas com argamassa e cerâmica. Este trabalho procura descrever as práticas usuais de manutenção dessas fachadas e as recomendações especificadas pela literatura técnica. A pesquisa bibliográfica explora os principais agentes agressivos e sujidades encontradas em revestimentos de fachadas e apresenta os principais métodos de limpeza destes revestimentos, assim como a influência dos detalhes construtivos no processo. Como resultado da pesquisa, tem-se uma matriz do tipo sujidade versus método de limpeza, para diversas situações encontradas nas fachadas das edificações. Após um período de observações em serviços de manutenção de fachadas foi feito um levantamento em empresas que executam este serviço e, posteriormente, foi feita análise das práticas de trabalho desenvolvidas frente às apresentadas na bibliografia. Também é apresentado um caso estudado referente à limpeza em revestimento cerâmico de fachada, para posteriormente apresentar as considerações finais do trabalho.

Palavras-chave: limpeza de fachadas; método de limpeza; revestimentos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: o ciclo de vida de um edifício.....	11
Figura 2: durabilidade x manutenção	13
Figura 3: diagrama do delineamento do trabalho	18
Figura 4: peitoril com saliências nas laterais.....	32
Figura 5: manchamento devido à fixação de letreiros junto ao revestimento de fachadas	34
Figura 6: utilização de equipamentos de proteção adequados às fachadas	48
Figura 7: edifícios utilizando redes de proteção e andaime suspenso	50
Figura 8: fachada do edifício acompanhado no processo de limpeza	54
Figura 9: execução da limpeza com água sob pressão e equipamentos utilizados	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: tipos de argamassa quanto às condições de fornecimento ou preparo	22
Quadro 2: espessuras admissíveis de revestimento interno e externo para parede	24
Quadro 3: nomenclatura comercial associada aos grupos de absorção	26
Quadro 4: dimensões médias das partículas	27
Quadro 5: principais fontes de eflorescências de coloração branca	29
Quadro 6: proposta de soluções para diminuir a formação de sujidades nas interseções entre elementos.....	33
Quadro 7: fatores para programação da atividade de limpeza	35
Quadro 8: comparação entre métodos de limpeza	37
Quadro 9: matriz de técnicas de limpeza versus tipos de manchas para revestimentos em argamassa	38
Quadro 10: método de limpeza para diversos tipos de revestimentos em função do grau de sujidade	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO	11
1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	14
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2 MÉTODO DE PESQUISA	16
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	16
2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	16
2.2.1 Objetivo principal.....	16
2.2.2 Objetivos secundários.....	16
2.3 DELIMITAÇÃO	17
2.4 LIMITAÇÃO	17
2.5 DELINEAMENTO.....	17
3 LIMPEZA DE REVESTIMENTOS DE FACHADAS	20
3.1 REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA	20
3.1.1 Tipos de argamassas	20
3.1.2 Propriedades das argamassas	22
3.1.3 Componentes dos revestimentos em argamassa	23
3.2 REVESTIMENTOS CERÂMICOS	24
3.2.1 Características das placas cerâmicas	25
3.2.1.1 Esmaltação	25
3.2.1.2 Absorção de água	25
3.2.2 Funções do revestimento cerâmico	26
3.3 PRINCIPAIS SUJIDADES NAS FACHADAS	26
3.3.1 Poluição atmosférica – deposição de partículas	27
3.3.2 Eflorescências	29
3.3.3 Microorganismos	30
3.3.4 Manchas Metálicas	31
3.4 INFLUÊNCIA DOS DETALHES CONSTRUTIVOS DA FACHADA	31
3.5 LIMPEZA DAS FACHADAS	34
3.5.1 Escolha do método de limpeza	35
3.5.2 Métodos de limpeza	36
3.5.2.1 Escovação	42
3.5.2.2 Lavagem com água sob pressão	42

3.5.2.3 Limpeza química	43
3.5.2.4 Jato de areia	43
3.5.3 Equipamentos e segurança no trabalho	44
3.5.3.1 Andaimos simplesmente apoiados	45
3.5.3.2 Andaimos fachadeiros	45
3.5.3.3 Andaimos móveis	46
3.5.3.4 Andaimos em balanço	46
3.5.3.5 Andaimos suspensos	46
3.5.3.6 Andaimos suspensos motorizados	47
3.5.3.7 Cadeiras suspensas	48
3.5.3.8 Equipamentos de proteção	48
4 DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE LIMPEZA	49
4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS	49
4.2 TÉCNICAS DE EXECUÇÃO	50
4.3 ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO	50
4.4 ESCOLHA DO PROCESSO DE LIMPEZA	51
4.5 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	52
4.6 DESCRIÇÃO DE CASO ESTUDADO	53
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	59

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são abordadas a contextualização e a justificativa deste trabalho sobre limpeza de revestimentos de fachadas na área de manutenção das edificações.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

O processo de edificação pode ser agrupado em duas fases distintas: a de produção e a de uso. De maneira geral a fase de produção envolve os processos de projeto e execução, enquanto a fase de uso contempla a manutenção e operação do edifício (figura 1).

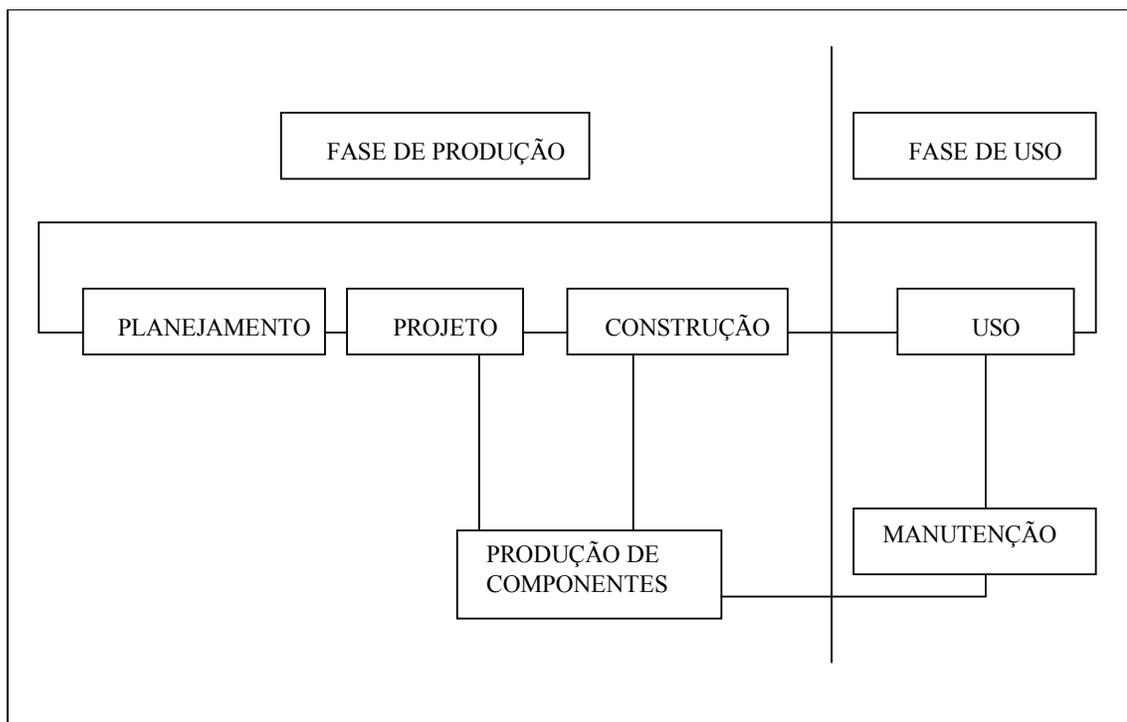


Figura 1: o ciclo de vida de um edifício (adaptado de JOHN, 1989)

Estas duas fases são interdependentes, na qual a operação do edifício é influenciada pela fase de produção, esperando-se um bom desempenho. John (1989) afirma que, do ponto de vista

do conjunto da sociedade, o ciclo de vida do edifício somente pode ser avaliado pelo grau de eficiência com que o edifício, na fase de uso, atende às necessidades de seus usuários diretos ou indiretos.

De acordo com Mostafavi e Leatherbarrow¹ (1993 apud PETRUCCI, 2000) a necessidade de durabilidade dos edifícios se contrapõe a idéia de envelhecimento. Os edifícios podem sofrer desgastes causados pelo homem ou pela natureza, tendo em vista que os seus materiais estão sujeitos a uma deterioração contínua resultante de processos físicos, químicos e biológicos. O ciclo de vida das construções e materiais de construção está diretamente determinado pelas condições da atmosfera de um determinado lugar (o meio ambiente) a cada determinado momento (o tempo) e, mais ou menos lentamente, dependendo de sua composição e das características da atmosfera, todas as construções mudam com o tempo. Se o envelhecimento é o resultado de um movimento contínuo dos processos aludidos acima, ele é, então, o efeito do tempo.

Entretanto, o desgaste ao longo do tempo pode conduzir à falhas nas estruturas, por isso deve-se prevenir ou retardar sua ocorrência com ações de manutenção, que vão desde a simples limpeza rotineira de superfícies até atividades de renovação, que compreendem ações para elevar o desempenho do edifício (JOHN, 1989). Dessa forma, é de fundamental importância o papel dos projetistas e construtores das edificações, pois são os responsáveis em suprir as necessidades dos futuros usuários dos edifícios. Porém, muitos deles não avaliam o desempenho dos edifícios depois de construídos nem tomam conhecimento das reclamações feitas pelos usuários (RESENDE, 2004).

Em contato com o meio ambiente, todo material sofre transformações, porém, sempre que estas transformações ocasionarem perda progressiva na capacidade de atendimento das necessidades dos usuários, caracterizará o processo de degradação, que vai limitar a durabilidade do material. A figura 2 ilustra o processo e a ação da manutenção (JOHN; CREMONINI, 1989).

¹ MOSTAFAVI, M.; LEATHERBARROW, D. **On weathering**; the life of buildings in time. Massachusetts: MIT Press, 1993.

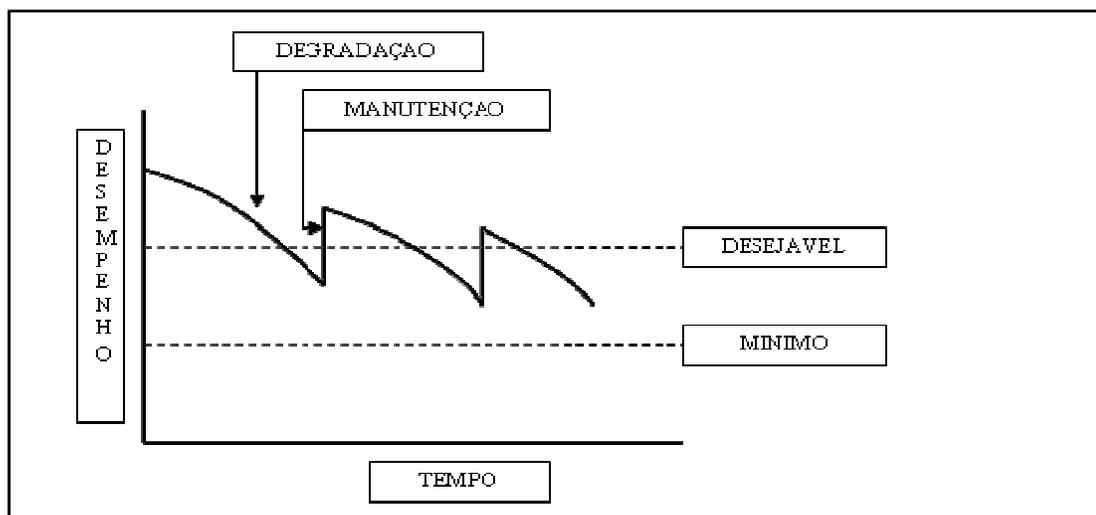


Figura 2: durabilidade x manutenção (JOHN; CREMONINI, 1989)

São fatores de degradação os agentes atmosféricos e biológicos, fenômenos de incompatibilidade química ou física entre os diversos materiais, desgaste devido ao uso e subprodutos do uso. A vida útil dos componentes não estruturais vai determinar a frequência e os custos da manutenção, já que os componentes estruturais vão limitar a vida útil máxima da edificação (JOHN; CREMONINI, 1989).

Como consequência da deterioração dos materiais e componentes do edifício e do acréscimo das exigências dos usuários, é fato que o edifício não atenderá o desempenho mínimo em determinado momento. Dessa forma, é necessário avaliar a viabilidade econômica de intervenções técnicas que possibilitem que o edifício volte a ter o desempenho satisfatório (RESENDE, 2004).

John (1989) afirma que são muitos os fatores que influenciam o custo da manutenção, tais como:

- a) grau de eficiência de controle da qualidade nas fases de produção e uso;
- b) política de manutenção adotada;
- c) materiais empregados;
- d) talvez o mais importante, o projeto como um todo.

Como justificativa de ordem de grandeza, a NBR 5674 admite que a manutenção de um edifício tradicional custe, em média, entre 1% e 2% do seu custo de produção a cada ano. Ao longo de sua vida útil, consome recursos da mesma ordem de grandeza que os despendidos na sua construção (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999).

Com o envelhecimento, os revestimentos tendem a apresentar manchas, eflorescências ou outros sinais de deterioração, comprometendo o seu aspecto e sua vida útil. Este processo pode ser interrompido, através da identificação da origem, avaliação da gravidade do problema e execução da respectiva recuperação requerida (BOLORINO et al., 1995).

Os métodos de limpeza utilizados nos revestimentos são os mais variados, passando pelo uso de água, escovação e abrasão e, até mesmo, produtos químicos. Entretanto, conforme Cascudo e Carasek (1997) a limpeza destes revestimentos envolve técnicas e materiais que apresentam problemas e riscos aos operários, ao público, ao edifício e ao meio ambiente. Portanto para que o procedimento de limpeza tenha êxito, sua especificação deve ser feita analisando diversas variáveis, tais como: custos, prazos, nível de limpeza desejado e integridade dos elementos.

Cascudo e Carasek (1997, p. 387) advertem:

Antes de tomar alguma decisão quanto à limpeza dos revestimentos é aconselhável considerar cuidadosamente a principal proposição e os efeitos colaterais. Isto porque se o procedimento de limpeza for inadequado, poderá causar danos irreversíveis ao revestimento. Um cuidado especial deve ser tomado quando se trata de limpeza de revestimentos de edifícios históricos. Também é importante a contratação de operários qualificados e com equipamentos de proteção.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Justifica-se este trabalho pela importância da manutenção para a durabilidade das edificações, já que é imprescindível considerar o desgaste ao longo do tempo. As fachadas dos edifícios, que estão submetidas mais fortemente à ação das intempéries, devem possuir mecanismos de proteção frente a esses desgastes, seja através da geometria da fachada ou através das características do revestimento.

O desejo de conhecimento de técnicas a respeito da limpeza de revestimento de fachada motivou a busca de informações na literatura. Mas, também, ao observar um grande número de edificações com elevado nível de sujeidade em suas fachadas, foi então proposto o questionamento sobre as razões da omissão em relação à limpeza.

Em virtude da grande variedade de materiais de revestimento atualmente empregados nas edificações, este trabalho selecionou para estudo revestimentos de argamassa inorgânica e cerâmicos.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro consiste na introdução, no qual são apresentados a contextualização e a justificativa do trabalho. No capítulo 2 é exposto o método de pesquisa, que aborda a questão de pesquisa, os objetivos pretendidos, a limitação e delimitação e o delineamento da pesquisa.

O capítulo 3 é dedicado à revisão bibliográfica, que trata dos aspectos relacionados com a limpeza dos revestimentos de fachada, como as principais sujidades presentes nos revestimentos, os principais métodos de limpeza e a segurança necessária aos serviços.

O capítulo 4 traz a descrição e análise das técnicas de limpeza desenvolvidas em empresas de manutenção de fachadas, e ainda é feito um acompanhamento de serviço de limpeza de revestimento de fachada. Por final, no capítulo 5 são feitas as considerações finais acerca do tema proposto.

2 MÉTODO DE PESQUISA

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: quais são as práticas de limpeza de fachadas e suas características técnicas?

2.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal deste trabalho consiste na descrição das práticas usuais de trabalho e as recomendações especificadas pela literatura técnica em relação à limpeza de fachadas.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) caracterização da base de revestimento e sua influência no processo de limpeza;
- b) descrição dos principais agentes agressivos e sujidades encontradas em revestimentos;
- c) descrição detalhada dos processos de limpeza de fachadas.

2.3 DELIMITAÇÃO

A pesquisa deste trabalho fica delimitada a revestimentos de fachadas executados na cidade de Porto Alegre/RS.

2.4 LIMITAÇÃO

A pesquisa deste trabalho fica limitada a revestimentos argamassados e cerâmicos em edifícios.

2.5 DELINEAMENTO

O delineamento da pesquisa é dado através de:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) descrição dos serviços;
- c) observações de serviços de manutenção de fachadas;
- d) preparo das entrevistas;
- e) entrevistas;
- f) análise das práticas de trabalho e bibliografia;
- g) considerações finais.

Estas etapas estão representadas na figura 3 e detalhadas nos próximos itens.

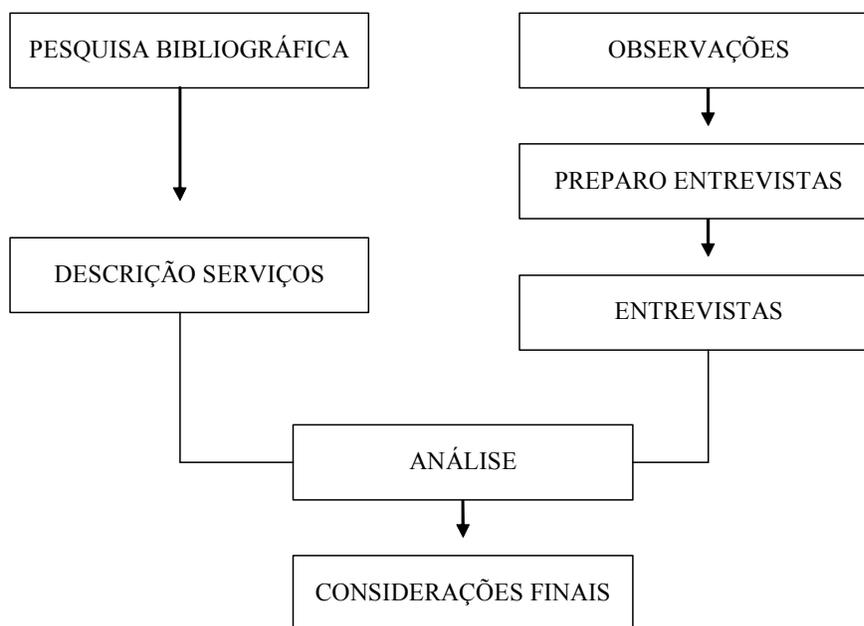


Figura 3: diagrama do delineamento do trabalho

Na pesquisa bibliográfica os itens considerados de maior relevância para o desenvolvimento do trabalho foram buscados, tais como:

- a) revestimentos em argamassa;
- b) revestimentos cerâmicos;
- b) principais sujidades das fachadas;
- c) influência dos detalhes construtivos de fachadas;
- d) métodos de limpeza;
- e) segurança nos serviços de limpeza de fachadas.

A partir da pesquisa bibliográfica são descritos os serviços de limpeza de revestimentos e suas propriedades. Foram feitas observações de serviços de manutenção de fachadas para identificar os processos referentes à limpeza das fachadas, sem a interferência no trabalho dos operários. As observações feitas em serviços de manutenção de fachadas foram imprescindíveis para o preparo das entrevistas que seriam realizadas, pois permitiu antever os processos envolvidos.

Após preparar as entrevistas com apoio da pesquisa bibliográfica e observações, os responsáveis técnicos foram abordados e responderam a algumas perguntas relativas à execução dos trabalhos de limpeza de revestimentos de fachada. Então foi feita uma análise

que apresenta as práticas envolvidas no processo de limpeza nas empresas consultadas e as considerações técnicas obtidas através da bibliografia. Também foi acompanhado um processo de limpeza com o intuito de reforçar essa análise. Com base na análise das práticas de trabalho e bibliografia são feitas as considerações finais sobre a descrição das técnicas de limpeza de revestimento de fachada.

3 LIMPEZA DE REVESTIMENTOS DE FACHADAS

Neste capítulo são abordados os itens de maior relevância para a limpeza de fachadas. Dentre os revestimentos, são abordados apenas os revestidos em argamassa e cerâmicos. Primeiramente são tratados os revestimentos em argamassa e cerâmicos, suas propriedades, tipos e componentes, já que possui grande influência quando é feita a sua limpeza. Na seqüência são descritas as principais sujidades encontradas em fachadas, a influência dos detalhes construtivos e por último a limpeza de fachadas, contemplando a escolha do método, os principais métodos e a segurança adequada aos usuários.

3.1 REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA

O sistema de revestimento é uma etapa da construção de uma edificação que requer planejamento adequado e criterioso. De acordo com Costa (2005), o projeto de revestimento define a tecnologia a ser empregada na execução do revestimento, especificando materiais e técnicas a serem adotadas, concebendo detalhes construtivos que atendam aos requisitos necessários para que cumpra sua função.

As argamassas são materiais de construção com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo ainda, conter aditivos e adições minerais (CARASEK, 2007). Assim, para um melhor entendimento a respeito de revestimento em argamassa, são abordados os tipos de argamassas, suas propriedades e a composição dos revestimentos em argamassa.

3.1.1 Tipos de argamassas

Os principais tipos de argamassas possuem denominação em função do aglomerante utilizado e da condição de fornecimento. Elas são classificadas em dois grupos: as argamassas inorgânicas, de uso tradicional, e as argamassas orgânicas, pouco utilizadas na construção.

As argamassas inorgânicas podem ter como aglomerante cal hidratada, cimento Portland ou uma mistura de ambos, formando a argamassa mista. Cada tipo de argamassa possui diferentes propriedades (COSTA, 2005).

Para classificação das argamassas, a NBR 13530 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a) utiliza os seguintes critérios:

- a) número de camadas;
- b) ambiente de exposição;
- c) comportamento a radiações, umidade e calor;
- d) natureza do aglomerante;
- e) tipo do aglomerante;
- f) propriedades específicas;
- g) função no revestimento;
- h) forma de preparo ou fornecimento.

As argamassas contendo cal hidratada e cimento Portland propiciam maior extensão de aderência, e em consequência tendem a evitar fissuras e preencher vazios. Esse aspecto particular da cal representa uma das vantagens do uso desse aglomerante nas argamassas de revestimento (CARASEK, 2007). Apresentam boa resistência mecânica, trabalhabilidade e alta durabilidade.

As argamassas de cimento Portland são produzidas utilizando esse aglomerante, areia e água, resultando em revestimento de baixa porosidade e elevada resistência mecânica. Porém apresentam maior retração por secagem, resultando maior tendência à fissuração do revestimento do que as argamassas mistas (CARASEK, 2007).

De acordo com as condições de fornecimento ou preparo, a NBR 13530 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a) apresenta a classificação das argamassas no quadro 1. A escolha pelo tipo de argamassa depende da situação de utilização e das vantagens proporcionadas.

Tipo de argamassa	Descrição e materiais constituintes
Preparada em obra	Medição e mistura em canteiro de obra de aglomerantes, areia e água, podendo conter aditivos ou adições para melhoria das 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

Quadro 1: tipos de argamassa quanto às condições de fornecimento ou preparo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995a)

A escolha dos traços a serem utilizados nas obras deve seguir critérios e requisitos relacionados às reais condições de utilização. A cada obra deve ser estudado o traço mais adequado, pois é de acordo com o traço da argamassa que se obtém as propriedades desejadas quanto a porosidade, textura, resistência mecânica e outros fatores.

3.1.2 Propriedades das argamassas

Para cumprir suas funções, esses revestimentos devem possuir algumas propriedades que se apresentam nas argamassas nos estados fresco e endurecido. As propriedades para revestimento dependem das características dos materiais constituintes, da proporção entre os mesmos e do processo de mistura e execução do revestimento. Também podem interferir a natureza da base, as condições do meio ambiente, a trabalhabilidade e a retração da argamassa (COSTA, 2005).

A trabalhabilidade é propriedade das argamassas no estado fresco que determina a facilidade com que elas podem ser misturadas, transportadas, aplicadas e acabadas em uma condição homogênea. A trabalhabilidade resulta da conjunção de diversas outras propriedades, tais como: consistência, plasticidade, retenção de água, coesão, exsudação, densidade de massa e adesão inicial (CARASEK, 2007).

A retração é resultado de um mecanismo complexo, e apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas aplicadas, principalmente no que se refere à estanqueidade e durabilidade (CARASEK, 2007). A retração pode levar o revestimento em argamassa a fissurar, abrindo caminhos para a água penetrar e danificar o revestimento.

3.1.3 Componentes dos revestimentos em argamassa

O revestimento de argamassa pode ser constituído, conforme Carasek (2007), por várias camadas com características e funções específicas, conforme definido a seguir:

- a) chapisco: camada de preparo da base, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento;
- b) emboço: camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada;
- c) reboco: camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo (pintura, por exemplo) ou que se constitua no acabamento final;
- d) camada única: revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa. É atualmente a alternativa mais empregada no Brasil.

A NBR 13529 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995b) não considera o chapisco como uma camada de revestimento, chamando-a de camada contínua ou descontínua para o preparo da base. Entretanto, Costa (2005) afirma que é de extrema importância para as camadas seguintes, servindo de base e de ancoragem mecânica para aderência da camada de argamassa com o substrato.

Abaixo, o quadro 2 apresenta as espessuras admissíveis para as camadas de emboço, emboço e reboco e revestimento de camada única conforme a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996).

Camada de revestimento	Espessura (mm)	
	Interna	Externa
Emboço	5 a 20	15 a 25
Emboço e reboco	10 a 30	20 a 30
Camada única	5 a 30	15 a 30

Quadro 2: espessuras admissíveis de revestimento interno e externo para parede (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996)

3.2 REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Sistema de revestimento bastante utilizado no país, pois são perfeitamente adequados ao clima brasileiro. Além disso, existe uma característica relacionada com a facilidade de limpeza que, se corretamente especificada de acordo com os ambientes, torna sua manutenção simples (GASTALDINI; SICHIERI, 2007).

Conforme Gastaldini e Sichieri (2007), o revestimento cerâmico constitui-se de um sistema em que a qualidade de seu funcionamento depende basicamente:

- a) da qualidade da base ou substrato;
- b) da qualidade do chapisco;
- c) da qualidade da placa em função do uso;
- d) da correta especificação de todo o sistema;
- e) do correto assentamento.

Este último envolve correta preparação e aplicação da argamassa de assentamento, correta especificação da argamassa de rejunte e mão-de-obra adequadamente treinada. Junginger (2007) acrescenta que para o sucesso do revestimento cerâmico devem ser observados os seguintes aspectos: o projeto do revestimento, a especificação dos materiais e o controle do processo de produção. Neste capítulo são descritas também as principais características das placas cerâmicas e suas funções.

3.2.1 Características das placas cerâmicas

As placas cerâmicas podem ser classificadas quanto às suas características geométricas ou técnicas. Quanto a sua geometria a NBR 13818 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) estabelece as tolerâncias dimensionais das placas cerâmicas, bem como os desvios de forma, como ortogonalidade e planaridade.

Quanto às características técnicas, as placas cerâmicas apresentam características químicas e físicas diversas. O seu desempenho, quando assentadas, depende das condições de uso e do ambiente às quais estarão sujeitas. Assim, para uma adequada especificação, é imprescindível o conhecimento dessas características (GASTALDINI; SICHIERI, 2007).

3.2.1.1 Esmaltação

As placas cerâmicas podem ser classificadas como esmaltadas e não esmaltadas. É comum o uso do termo vidrado como referência às placas esmaltadas devido à composição do esmalte aplicado sobre o corpo cerâmico assemelhar-se a composição do vidro (JUNGINGER, 2007).

3.2.1.2 Absorção de água

Indica a quantidade de água que é absorvida pela placa cerâmica. Já a absorção de água é dependente da porosidade da placa cerâmica e relaciona-se com sua resistência ao impacto e com o módulo de resistência à flexão (GASTALDINI; SICHIERI, 2007).

A absorção das placas cerâmicas tem grande influência no tipo de argamassa adesiva a ser utilizada, já que as argamassas cimentícias isentas de aditivos proporcionam aderência apenas pelo efeito de ancoragem mecânica. Assim, baixa absorção significa baixa penetração de pasta nos poros das placas e pequeno efeito de ancoragem mecânica (JUNGINGER, 2007). Gastaldini e Sichieri (2007) afirmam que a absorção de água é a característica mais importante das cerâmicas.

A classificação comercial quanto a absorção de água em função da tipologia do produto é apresentada no quadro 3.

Nomenclatura comercial do produto	Absorção (%)
Porcelanato	< 0,5
Grês	0,5 – 3
Semigrês	3 – 6
Semiporoso	6 – 10
Poroso	> 10

Quadro 3: nomenclatura comercial associada aos grupos de absorção (GASTALDINI; SICHIERI, 2007)

3.2.2 Funções do revestimento cerâmico

Os revestimentos cerâmicos, se bem especificados em função do local de uso e bem assentados, apresentam excelente durabilidade, pois são considerados materiais inertes. De acordo com Junginger (2007) possuem como principais funções:

- a) proteção da base contra agentes agressivos;
- b) valorização estética;
- c) valorização econômica;
- d) auxílio nas funções da vedação: estanqueidade, isolamento térmico e acústico.

Normalmente os problemas com revestimento cerâmico estão relacionados com erros de projeto ou técnica de execução deficiente e dificilmente as placas cerâmicas por si só representam a fonte de alguma manifestação patológica (JUNGINGER, 2007).

3.3 PRINCIPAIS SUJIDADES NAS FACHADAS

Neste capítulo são abordados os principais tipos de sujidades que estão submetidos os revestimentos de fachadas com base na pesquisa bibliográfica, tais como poluição, eflorescências, microorganismos, vegetação parasitária, manchas metálicas e pichação. Diante do manchamento das fachadas, são descritas as principais causas e a seguir são analisadas possíveis soluções para a minimização do problema.

3.3.1 Poluição atmosférica: deposição de partículas

De acordo com Petrucci (2000) o pó atmosférico e as fumaças pretas (partículas finas com diâmetro inferior a 10 μm) são as principais causas da degradação estética das fachadas dos edifícios por sujidades concentradas em seus paramentos. No entanto, a deposição de poluentes sobre as superfícies é o último passo na série de eventos de transporte e transformação entre fontes e superfícies receptoras. As partículas são transportadas para as superfícies das fachadas por deposição úmida pela chuva ou por deposição seca direta do ar.

Petrucci (2000, p. 11) ainda acrescenta:

A deposição úmida consiste na eliminação de algumas substâncias nocivas em suspensão, mediante sua incorporação às pequenas gotas que formam as nuvens e seu posterior depósito através das precipitações, e afeta as partículas menores que 1 μm . A deposição seca é o meio quase exclusivo pelo qual vão formar-se as pátinas e crostas de sujidade. Consiste no depósito continuado das partículas de contaminação transportadas por vento e turbulências atmosféricas, ou por simples sedimentação em situação de calma, sobre as superfícies receptoras. Os mecanismos da deposição seca são diversos e dependem, entre outros, do tamanho da partícula, da situação de vento e das características do material.

No quadro 4 tem-se o diâmetro das partículas e sua natureza.

Diâmetro das partículas (μm)	Natureza das partículas
0,0001 – 0,001	moléculas gasosas
0,01 – 0,1	fumaça (tabaco, carbono, combustíveis automotivos e metalúrgicos)
0,1 – 1	fumaça, bactéria
1 – 10	bactérias, névoa, poeiras minerais, fuligem
10 – 100	poeiras minerais, metálicas (aço e ferro) e de cimento, fuligens, esporos de fungos, polens
100 – 1000	chuva, lodo, fragmentos de rocha, poeiras, fuligens

Quadro 4: dimensões médias das partículas (adaptado de RESENDE, 2004)

De acordo com Resende (2004), as partículas de menores dimensões tendem a ficar em suspensão, uma vez que seu movimento descendente é contrariado pelos sucessivos choques

com as moléculas gasosas. Portanto, há a possibilidade destas partículas se depositarem nas superfícies verticais.

Assim como o tamanho interfere na tendência das partículas em ficar em suspensão, sua forma também influencia na sua velocidade de queda. As partículas de forma não esféricas possuem uma velocidade de queda menor do que as partículas esféricas, uma vez que para uma mesma massa a esfera é mais densa (RESENDE, 2004).

Como condicionantes da dispersão dos poluentes, o vento, a chuva e a temperatura podem favorecer ou não o surgimento de sujidades nas fachadas dos edifícios. O vento determina, por meio de sua direção, para onde as partículas irão se dispersar e, por meio de sua velocidade, a diluição das substâncias emitidas pelas fontes de poluição. E além de possibilitar a dispersão dos poluentes na atmosfera, os ventos influenciam a aderência dos poluentes no receptor. Já as águas de chuva de pequena intensidade (menor que 5mm/h) favorecem a ancoragem de partículas nas fachadas dos edifícios. Em contrapartida é salientado que as chuvas de maiores intensidades (maior que 5mm/h) favorecem a lavagem dos revestimentos de fachadas (RESENDE, 2004).

No entanto, as características físico-químicas dos revestimentos de fachada, tais como rugosidade e porosidade, também podem influenciar a deposição de partículas em fachadas. Em relação à rugosidade dos revestimentos, Resende (2004) afirma que a aderência entre partícula e superfície será maior caso as dimensões das irregularidades da superfície sejam maiores do que as das partículas. Caso contrário poderá ocorrer apenas aderência mínima.

Já Petrucci (2000) afirma que uma parte das partículas de sujidade existentes sobre os revestimentos de fachada penetra juntamente com a água na porosidade destes revestimentos, enquanto uma outra parcela permanece aderida ou é arrastada pelo escorrimento. Desta maneira, a água ao deslocar-se sobre os revestimentos de fachada, junta-se a elementos sólidos (partículas depositadas e moléculas do revestimento), ocasionando um aumento de seu poder abrasivo sobre o revestimento. Dessa forma haverá a formação de manchas induzidas por trajetórias preferenciais.

Além da rugosidade e da porosidade, a absorção de água dos revestimentos proporciona um fluxo de água diferenciado nos diversos pavimentos do edifício. Este fluxo de água torna-se menor à medida que atinge os pavimentos inferiores (RESENDE, 2004).

3.3.2 Eflorescências

Conforme a BS 6270-2 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985), as eflorescências são causadas pela cristalização de sais como sulfato de cálcio. Uma causa comum da formação de sulfato de cálcio é a reação de ácidos sulfurosos na chuva com hidróxido ou carbonato de cálcio da superfície. Os sais de sulfato podem também emanar por infiltração do solo ou por contaminação de sulfatos dos componentes do edifício.

Para que ocorra a formação de eflorescências, segundo Resende (2004), é necessária a existência simultânea de sais solúveis, água e pressão hidrostática. Dentre os depósitos de sais que ocorrem nos revestimento de fachada, destacam-se aqueles de coloração branca (quadro 5). Entretanto, pode também ocorrer a formação de depósitos de diferentes colorações (por exemplo, verde, marrom) originárias dos sulfatos de vanádio (V_2O_5).

Eflorescências (composição química)	Principais Fontes
Sulfato de Potássio (K_2SO_4)	reações entre cimento e blocos; água de amassamento; poluição (SO_2)
Sulfato de Sódio Hidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)	reações entre cimento e blocos; água de amassamento; poluição (SO_2)
Sulfato de Magnésio (MgSO_4)	água de amassamento, tijolos, blocos
Sulfato de Cálcio Dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	blocos cerâmicos
Carbonato de Potássio (K_2CO_3)	argamassa com cimento de elevado teor de álcalis
Carbonato de Sódio (Na_2CO_3)	argamassa com cimento de elevado teor de álcalis
Bicarbonato de Sódio (NaHCO_3)	argamassa com cimento de elevado teor de álcalis
Cloreto de Potássio (KCl)	limpeza com uso de soluções ácidas (ácido muriático)
Cloreto de Sódio (NaCl)	névoa salina

Quadro 5: principais fontes de eflorescências de coloração branca (RESENDE, 2004)

3.3.3 Microorganismos

Algas, bactérias, esporos de fungos são alguns dos microorganismos dispostos no ar. Esses microorganismos podem se desenvolver nos revestimentos de fachada, causando efeitos como alteração estética. Sua ocorrência normalmente é associada a fachadas com permanência prolongada de umidade e com pouca exposição solar (PETRUCCI, 2000).

De acordo com Resende (2004), o desenvolvimento desses microorganismos depende de fatores biológicos e climáticos, dentre os quais pode-se destacar:

- a) pH – os microorganismos podem tolerar uma extensa faixa de valores de pH, desde ácido a básico. As bactérias possuem um pH ótimo situado entre 4 e 6, enquanto que para os fungos essa faixa de valores está situada entre 7 e 9, e a maioria das algas se desenvolvem com pH 8;
- b) temperatura – assim como o pH, para cada espécie de microorganismos existe uma temperatura ótima e uma faixa de valores que permite seu desenvolvimento. A maioria das bactérias possui a temperatura ótima entre 25°C e 40°C. Já os fungos possuem ótima tolerância em relação à temperatura, enquanto as algas são muito sensíveis a qualquer variação;
- c) luz – a presença de luz é um fator imprescindível para o desenvolvimento dos microorganismos fotossintéticos como as algas e algumas bactérias;
- d) umidade – a água é o fator essencial para o desenvolvimento e crescimento dos microorganismos, portanto, a umidade do ar é essencial para a presença desses agentes nos revestimentos de fachada;
- e) condições nutritivas – o crescimento dos microorganismos, principalmente dos fungos, depende da existência de elementos necessários para o seu metabolismo, bem como da presença de substâncias que inibem o seu desenvolvimento. Esses elementos podem estar contidos em algum dos constituintes orgânicos dos revestimentos (polímeros utilizados em argamassas e materiais de juntas elastoméricas) ou de fontes externas transportadas pelos ventos e chuvas (poluição atmosférica).

As reações entre os microorganismos geram produtos ácidos, que reagem por sua vez com compostos dos revestimentos, podendo provocar manchas e até dissolver o carbonato de cálcio presente (RESENDE, 2004).

3.3.4 Manchas Metálicas

São alterações cromáticas na superfície do revestimento da fachada resultantes da deposição de produtos de corrosão de elementos metálicos (óxidos) e que são transportados pela água. As manchas de ferrugem são causadas pelo contato de materiais metálicos como pregos, suportes e demais objetos, com a argamassa do revestimento, que ao se oxidarem causam manchamentos na superfície (COLÉN et al., 1995).

3.4 INFLUÊNCIA DOS DETALHES CONSTRUTIVOS DA FACHADA

O uso de detalhes construtivos nas fachadas, muitas vezes tem o objetivo de proporcionar uma estética mais agradável aos usuários e observadores em geral. Petrucci (2000) afirma que para minimização ou mesmo eliminação dos efeitos provocados pelas condições de exposição, alguns cuidados são necessários, podendo aproveitar as vantagens dos detalhes arquitetônicos das fachadas de forma que os mesmos protejam os revestimentos da ação da água da chuva nas superfícies.

Segundo Petrucci (2000), são raros os casos em que as fachadas são constituídas por um único plano vertical liso e contínuo, pois a maioria dos edifícios apresenta algum tipo de descontinuidade, por motivos de ordem estética, construtiva, funcional e mesmo de autoproteção. Estas descontinuidades, através de sua geometria farão com que a fachada se exponha aos agentes ambientais de forma não uniforme. Segundo Resende (2004), os detalhes construtivos possuem a importante função de evitar concentrações de água de chuva, descolando as lâminas de água que se formam sobre as superfícies das paredes e evitando o aparecimento de manchas ou ocorrência de desgastes dos revestimentos.

Carrié e Morel² (1975 apud RESENDE, 2004) destacam os seguintes detalhes construtivos:

- a) reentrâncias;
- b) pingadeiras;
- c) interseções de elementos verticais e horizontais;
- d) molduras horizontais salientes nas fachadas;

² CARRIÉ, C.; MOREL, D. **Salissures de façades**. Paris: Eyrolles, 1975.

e) letreiros.

O uso de reentrâncias, frisos ou saliências têm por objetivo eliminar o escoamento de água ao longo da fachada para evitar a formação de manchas. No entanto devem ser espaçados e dimensionados levando em consideração diversos fatores (condições de exposição da fachada, incidência de chuva e ventos, propriedades dos materiais de revestimento, capacidade de absorção de água, rugosidade e existência de juntas) (RESENDE, 2004).

As pingadeiras exercem um papel fundamental para evitar a formação de sujidades nas fachadas dos edifícios, uma vez que interrompe e evita a concentração do fluxo da água, ou seja, o transporte de partículas pelo revestimento da fachada. Roméro e Simões (1995) destacam que o prolongamento das pingadeiras em relação ao caixilho eleva seu desempenho, evitando a concentração de água nas laterais do peitoril, porém, isto não garante o sucesso do paramento. Ainda assim, pode haver manchamentos denominadas por Resende (2004) como bigodes, que segundo o autor pode ser evitado se houver saliências nas laterais do peitoril (figura 4).

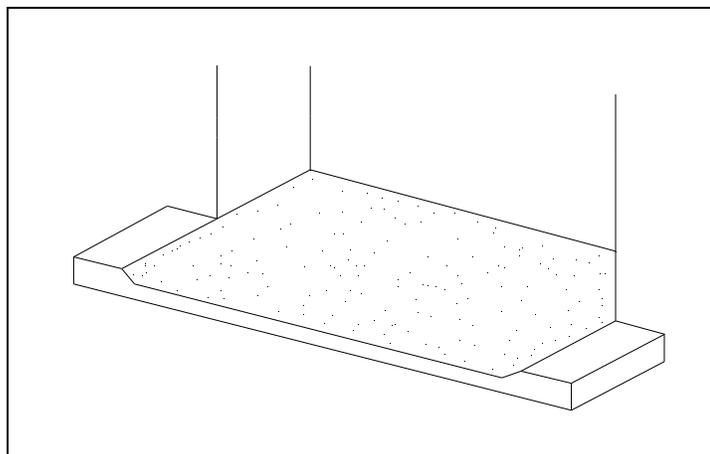


Figura 4: peitoril com saliências nas laterais

Segundo Resende (2004), as interseções de elementos verticais e horizontais são as regiões de maior ocorrência de sujidades nas fachadas dos edifícios. O autor propõe detalhes construtivos para minimizar a ocorrência destas sujidades (quadro 6).

As molduras horizontais salientes nas fachadas são ornamentos utilizados geralmente com o objetivo de diminuir o impacto visual provocado pela mudança nas características do

acabamento ou tipo de revestimento. Podem causar manchamentos se projetadas inadequadamente. Este manchamento ocorre pelo carreamento de sujidades, depositadas na porção horizontal dos componentes, pela água da chuva ao longo da fachada (PETRUCCI, 2000).

Tipo de intersecção	Soluções propostas
Superfície horizontal com vertical no mesmo plano	reduzir a espessura dos elementos horizontais; eliminar a descontinuidade da aresta vertical, criando juntas verticais nas junções
Elemento vertical em plano avançado	adotar coletores de água com inclinação suficiente; afastar a água da aresta sobrelevando a junção; criar na aresta uma junta de pelo menos 5mm para aprisionar a água e retardar a formação de gotas
Elemento vertical em plano recuado	elevantar as bordas de apoio da base na esquadria; prever a inclinação adequada da superfície; canalizar a água de escoamento sobre o elemento vertical
Elemento horizontal em plano recuado	criar duas juntas verticais na junção; cortar a base do elemento vertical; prever um rejeito de água na parte superior do elemento vertical

Quadro 6: proposta de soluções para diminuir a formação de sujidades nas interseções entre elementos (RESENDE, 2004)

A presença de letreiros nas fachadas, assim como as molduras, acumula altas taxas de sujidades em suas partes superiores. Assim, ao serem lavados pelo fluxo de água da chuva, pode causar o manchamento da fachada como mostra a figura 5.

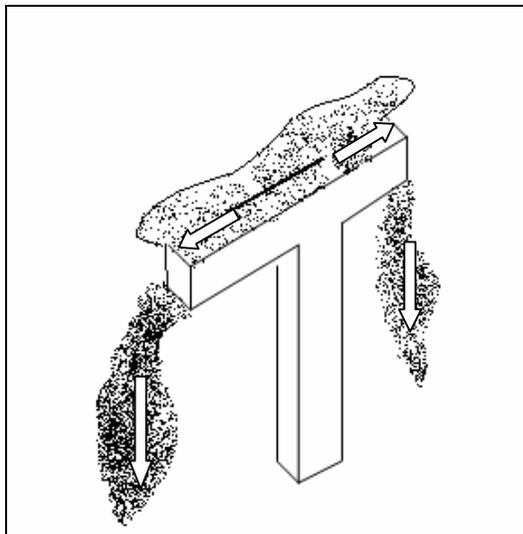


Figura 5: manchamento devido a fixação de letreiros junto ao revestimento de fachadas (RESENDE, 2004)

Além destes detalhes construtivos, a utilização de cimalthas com pequenas projeções, tanto para o exterior quanto para o interior, pode reduzir a área da fachada atingida pela lâmina de água. E ainda a presença de pequenas saliências ou projeções nas superfícies das fachadas, podem reduzir o volume de água sobre elas em até 50% (ROMÉRO; SIMÕES, 1995).

3.5 LIMPEZA DAS FACHADAS

As sujidades presentes nos revestimentos de fachada prejudicam sua estética e até mesmo o desempenho do edifício. A limpeza pode melhorar significativamente sua aparência. No entanto, deve-se dar atenção às especificidades de cada técnica de limpeza, pois possuem caráter decisivo para a escolha do produto de limpeza e seu método de aplicação.

De acordo com a BS 6270-2 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985), é conveniente classificar as razões para limpeza de fachada como: de ordem estética e manutenção corretiva. Na prática, as razões estéticas podem revelar a necessidade de manutenção corretiva.

A limpeza vista como manutenção estética deve levar em consideração os seguintes aspectos (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985):

- a) retornar às condições normais de cor, acabamentos e detalhes;
- b) unificar a aparência do edifício;

- c) melhorar a reflexão de luz;
- d) seleccionar adequadamente os materiais em caso de reparos;
- e) promover orgulho cívico.

No entanto, Resende (2004) afirma que para a limpeza dos revestimentos de fachadas, são necessários técnicas e materiais que envolvem riscos para o operário, para o público e para o meio ambiente. Para que um procedimento de limpeza tenha êxito, deve ser especificado levando em conta diversas variáveis, como apresenta o quadro 7.

Fatores	Observações
Materiais	propriedades físicas, químicas e mecânicas (cor, brilho, textura, porosidades etc.)
Natureza da sujidade	composição química e propriedades físicas (ligações químicas, forma de aderência, orgânica ou inorgânica)
Causa da sujidade	a sujidade é decorrente de problema patológico?
Integridade dos componentes	verificação da necessidade de reparos, preenchimento das juntas, etc.
Detalhes construtivos	suportes podem ser susceptíveis aos agentes de limpeza
Segurança	acessibilidade e legislação ambiental
Localização	vizinhança, direção dos ventos e das chuvas, proximidade de indústrias poluidoras
Clima	influência no tempo de secagem dos produtos
Custos e prazos de execução	equipamentos de acesso às fachadas
Disponibilidade dos métodos	ensaios de laboratórios

Quadro 7: fatores para programação da atividade de limpeza (RESENDE, 2004)

3.5.1 Escolha do método de limpeza

Existem muitas maneiras de limpar fachadas de edifícios, por isso primeiramente deve ser feito um estudo dos problemas do revestimento para escolher um método efetivo e com sucesso. Para cada projeto deverá ser cuidadosamente avaliado um método (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985).

Em relação aos materiais, a BS 6270-2 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985) salienta a importância de sua identificação correta, quanto aos materiais que precisam ser tratados e os que precisam ser removidos, assim como a possibilidade de deterioração causada pela interação dos agentes de limpeza e os constituintes da argamassa.

Bolorino et al. (1995) afirmam que os revestimentos argamassados, por apresentarem porosidade variável, sofrem impregnação de material particulado ou de produtos que causam manchas. Ao se tentar removê-los, se o procedimento for inadequado, podem diluir as substâncias e fazê-las penetrar por capilaridade através do substrato, ampliando a área manchada.

Como exemplo, os agentes de limpeza ácidos que atacam a superfície do revestimento, causando desagregação e ao penetrar no substrato, criam focos de corrosão ao atingir as barras metálicas. Quando a fachada apresenta componente ou elemento metálico aparente, soluções ácidas não podem ser empregadas (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985).

De acordo com a BS 6270-2 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985), para a escolha dos métodos de limpeza, devem ser considerados os seguintes fatores:

- a) tipo e condições da superfície;
- b) tipo e condições do material;
- c) quantidade e tipo dos depósitos a serem removidos;
- d) tipo e uso da construção;
- e) local da construção;
- e) disponibilidade dos serviços;
- f) distúrbios conseqüentes para o público e ocupantes;
- g) velocidade do trabalho;
- h) condições climáticas;
- i) trabalho interior.

3.5.2 Métodos de limpeza

De acordo com a BS 6270-2 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985), os principais métodos de limpeza são: escovação, lavagem com água sob pressão, soluções de compostos

químicos (ácidas ou alcalinas), jato de areia e abrasivos. Algumas observações comparativas são indicadas no quadro 8.

Processo	Vantagens	Desvantagens
Escovação	barato e rápido	poeira no processo seco
Limpeza química	barato e rápido	ataque de áreas adjacentes, reações entre produtos de limpeza/substrato
Água sob pressão	bom para depósitos de difícil remoção	molhagem das áreas adjacentes
Compressas detergentes	bom para pequenas áreas	lento e trabalhoso
Limpeza mecânica	rápida e eficaz	poeira, quebra de agregados superficiais

Quadro 8: comparação entre métodos de limpeza
(adaptado de BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985)

Ao se tratar de revestimentos em argamassa, Colen et al. (2005) consideram que para a sua limpeza deve ser desenvolvido técnicas de diagnóstico para a escolha de técnicas de manutenção a ser desenvolvida. Dessa forma é elaborada uma matriz que correlaciona as técnicas de limpeza e os tipos de manchas para fachadas revestidas em argamassa. As técnicas de limpeza apresentadas na matriz do quadro 9 são:

- a) limpeza manual com água e esponja (TL1);
- b) limpeza com água a baixa pressão (até 17 atm) (TL2);
- c) limpeza com água a alta pressão (TL3);
- d) vapor de água (TL4);
- e) escovação com escova de nylon ou fibras (TL5);
- f) produtos químicos ácidos (TL6);
- g) produtos químicos básicos (TL7);
- h) solventes orgânicos (TL8);
- i) detergentes ou saponáceos (TL9);
- j) biocidas (TL10);
- k) herbicidas (TL11);
- l) produtos em pastas absorventes ou gel (TL12);
- m) jatos de ar com abrasivos (TL13).

Por sua vez, os tipos de manchas apresentados na matriz do quadro 9 são:

- a) eflorescência (M1);
- b) carbonatação (M2);
- c) partículas de sujidade (fuligem, poeira, etc.) (M3);
- d) fantasmas (M4);
- e) umidade (M5);
- f) fungos (M6);
- g) vegetação parasitária (M7);
- h) corrosão (M8);
- i) alteração cromática (M9);
- j) pichação (M10);
- k) dejetos de aves (M11).

		TIPO DE MANCHAS										
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
TÉCNICAS DE LIMPEZA	TL1	-	-	●	○	-	○	-	-	-	-	●
	TL2	-	○	●	○	-	○	○	-	○	-	●
	TL3	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	○
	TL4	-	●	●	-	-	-	-	-	○	-	-
	TL5	●	●	●	●	-	○	○	-	○	-	●
	TL6	-	●	○	○	○	●	●	○	●	●	-
	TL7	-	-	○	○	○	●	●	○	●	●	-
	TL8	-	-	○	○	○	-	-	○	●	●	●
	TL9	-	-	●	●	●	-	-	-	●	●	●
	TL10	-	-	-	○	-	●	●	-	-	-	-
	TL11	-	-	●	○	-	-	●	-	-	-	-
	TL12	●	●	●	-	-	●	●	●	●	●	●
	TL13	○	○	○	○	○	-	-	○	-	○	○

Legenda: ● recomendável ○ recomendável mas com restrições

Quadro 9: matriz de técnicas de limpeza versus tipos de manchas para revestimentos em argamassa (adaptado de COLEN et al., 2005)

Resende (2004) afirma que após o estudo das principais características dos principais métodos de limpeza de revestimentos de fachada deve-se, inicialmente, analisar quais os métodos são adequados e viáveis para a remoção de um certo tipo de sujidade em um determinado revestimento. Após, deve-se avaliar em campo qual desses métodos pré-selecionados possui maior eficácia para a limpeza da fachada. Para isso, deve seguir algumas etapas:

- a) determinar uma área de teste na fachada;
- b) empregar os métodos e as técnicas pré-selecionadas;
- c) analisar os resultados;
- d) determinar o método e a técnica a ser utilizado.

Para facilitar a pré-seleção do método de limpeza a ser utilizado, é apresentado no quadro 10 sugestões para definição de métodos de limpeza em função do revestimento de fachada do edifício e do nível de sujidade (RESENDE, 2004).

Revestimento	Técnicas de limpeza (1)										Observações		
	Água					Química		Abrasivo					
	Vapor de água	Água sob alta pressão	Pulv. de água	Produtos tensoativos	Ácido oxálico, fosfórico	Grãos normais (2)	Grãos finos (3)						
Natureza	Característica												
Arenito	Branco	-	-	-	-	-	□	□	□	□	□	□	Material muito difícil de limpar, a penetração das sujidades é profunda
	Outro	□	-	-	-	□	□	□	□	□	□	□	
Mármore		□	+	+ / □	+ / □	+ / □	□	□	□	-	- **	- **	*Utilização eventual de um reagente a base de ácido oxálico **Projeção eventual de grãos suaves e finos
Granito	Rugoso	□ / +	□ / +	□	□	□	□	□	□	□	□	+ / □	*Utilização eventual de um reagente a base de bifluoreto de amônia
	Polido	□	+	□	□	□	□	□	□	-	-	- *	* Projeção eventual de grãos suaves e finos
Concreto aparente (4)	Liso, polido	+	□ / +	□	□	□	□	□	□	-	-	-	
	Agregado fino aparente	+	□ / +	□	□	□	□	□	□	□ / -	□ / -	□ / -	*Utilização eventual de um reagente a base de bifluoreto de amônia
	Agregado grosso aparente	-	-	-	□	-	□	□	□	□	□	+	*Utilização eventual de um reagente a base de bifluoreto de amônia

continua

continuação

Revestimento		Técnicas de limpeza (1)							Observações
		Água			Química		Abrasivo		
Natureza	Característica	Vapor de água	Água sob alta pressão	Pulv. de água	Produtos tensoativos	Ácidos fluorídrico, oxálico, fosfórico	Grãos normais (2)	Grãos finos (3)	
Blocos e tijolos de concreto		- / □	- / □	-	-	-	-	-	Material muito difícil de limpar, penetração de sujidades é profunda
Argamassa, pintura (5)	Hidráulica	□	-	-	-	-	□ / -	+ / □	
	Simtética	-	□ / +	-	□ / + *	-	-	-	* Utilização eventual de sabões apropriados
+ : Aconselhado - : Desaconselhado □ : Eventualmente aplicado * : Ver observação		(1) Nos casos onde encontram dois símbolos, o primeiro é indicado para sujidades muito aderidas e o segundo para sujidades pouco aderidas. (2) Mais de 10% dos grãos são retidos por uma peneira de 0,2 mm; a totalidade passa na peneira 0,5 mm (3) Pelo menos 90% dos grãos passam na peneira de 0,2 mm; a totalidade passa na peneira 0,25 mm (4) Exceto concreto celular (5) Utiliza-se produtos químicos e projeção de abrasivos para remoção da pintura							

Quadro 10: método de limpeza para diversos tipos de revestimentos em função do grau de sujidade (RESENDE, 2004)

3.5.2.1 Escovação

Método de limpeza abrasiva que pode ser feito manualmente ou de maneira mecânica, utilizando ferramentas rotatórias. Deve-se ter cuidado quando usar escovas de aço, porque partículas quebradas da escova podem enferrujar e manchar a superfície (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985). A escovação manual é efetiva para remover sujidades fracamente aderidas ao revestimento. De acordo com Resende (2004), este método atua como auxiliar dos métodos de limpeza com água e química.

3.5.2.2 Lavagem com água sob pressão

A projeção de água sob pressão permite remover as partículas aderidas nas rugosidades do revestimento. De acordo com Resende (2004), o uso dessa técnica deve ser baseado na análise das seguintes variáveis:

- a) pressão: normalmente a pressão adotada está vinculada a pressão nominal da lavadora, que pode variar de 100 e 250 psi para baixa pressão, 250 a 1000 psi para média pressão, e acima de 1000 psi é considerada alta pressão. Entretanto, além da pressão nominal da máquina, a pressão atuante no revestimento é função de diversas variáveis, como a proximidade entre o jato e o revestimento. Dessa forma, deve-se realizar testes nos revestimentos, para evitar danos por abrasão;
- b) vazão: em relação á vazão, pode-se afirmar que uma maior quantidade de massa atingindo o revestimento permite um maior potencial de limpeza. Para uma limpeza eficiente, deve-se utilizar equipamentos com vazão que varia entre 15 a 30 l/min.
- c) tipo de bico: influencia na limpeza determinando a configuração e a quantidade de água que atingirá o revestimento. Bicos com até 15° de abertura proporcionam grande concentração de energia em uma pequena área, podendo danificar o revestimento. Assim, o bico indicado para a limpeza de revestimentos é o bico tipo leque, com abertura entre 15 e 50°.
- d) ângulo do jato de água: para todas as variáveis anteriores mantidas constantes, pode-se variar o grau de limpeza em função do ângulo de posicionamento e da distância de aplicação do jato de água em relação ao revestimento. Dessa forma, para um ângulo diferente de 90° ou mais distante do revestimento, o jato fornecerá menor eficácia na remoção das sujidades.

Para evitar danos por abrasão, deve-se realizar testes nos revestimentos para definir o tipo de bico e a distância entre o bico e o revestimento. A técnica de limpeza com água sob pressão possui a vantagem, se usada corretamente, de não alterar a superfície do material e é apropriada para limpar sujidades provenientes de poluição (BOLORINO et al., 1995).

3.5.2.3 Limpeza química

Consiste na utilização de produtos químicos para dissolver e remover as sujidades solúveis ou insolúveis em água. Os produtos químicos mais comumente utilizados para limpeza de revestimentos de fachada são os sabões, os detergentes, os solventes orgânicos, os ácidos e as bases (BOLORINO et al., 1995).

Os sabões e detergentes são produtos tensoativos que possuem em sua composição sais provenientes de ácidos orgânicos que possuem o mesmo mecanismo de dissolução das sujidades insolúveis em água (RESENDE, 2004). Normalmente são mais indicados por não agredir os revestimentos em condições adversas, pois basta molhar em abundância para retirá-los sem prejuízos.

3.5.2.4 Jato de areia

Consiste na projeção de materiais de características abrasivas sobre o revestimento, utilizando ar pressurizado. Estes materiais colidem com as partículas de sujidade e exercem uma força sobre elas quebrando a aderência entre a partícula e o revestimento (RESENDE, 2004). Como produz muita poeira, é pouco utilizado devido ao grande risco à saúde de trabalhadores e público em geral.

A limpeza pode melhorar significativamente a aparência do revestimento, remover os microorganismos orgânicos, contaminantes químicos e manchas e ainda revelar defeitos escondidos (COLEN et al., 2004).

3.5.3 Equipamentos e segurança no trabalho

Para assegurar proteção aos trabalhadores e público, a área de trabalho deverá ser restrita. Adicionalmente, barreiras protetoras podem ser usadas como prevenção às pessoas que passam sob, ou perto, à área de trabalho (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 1985).

Devem ser tomadas precauções de segurança a todos os serviços de limpeza, entretanto a BS 6270-2 (BRITISH STANDARDS INSTITUTION) afirma que certos métodos requerem medidas especiais, como os processos químicos, na qual nenhum método de aplicação deve permitir respingos ou que o vento atue como névoa a partir dos respingos. Substâncias químicas devem ser armazenadas em local seguro, e para o manuseio é indispensável o uso de equipamento de proteção individual (EPI).

Adicionalmente, a NR-18 (BRASIL, 1978) trata das condições e meio ambiente na indústria do trabalho na construção. Ela prevê a utilização de medidas de proteção contra quedas de altura, entre as quais a obrigatoriedade de instalação de proteção coletiva onde houver riscos.

O serviço de limpeza de fachadas não é considerado explicitamente como obra pela NR-18 (BRASIL, 1978), por isso foi feito contato com a Delegacia Regional do Trabalho, sede Porto Alegre, para esclarecer este serviço e verificar seu enquadramento. O contato deu-se através de ligação telefônica, por meio de técnicos que atendem em regime de plantão para dúvidas e esclarecimentos ao trabalhador. Após questionar sobre a inobservância da norma referida sobre o serviço de limpeza em fachadas, foi esclarecido que o serviço também está coberto, destacando o aspecto legal que é a similitude. Portanto, para realizar os serviços de limpeza de fachadas é necessário observar e cumprir as normas exigíveis da mesma forma que uma obra.

Para a realização da limpeza de fachadas, normalmente são necessários andaimes ou plataformas para a execução do serviço, e para garantir a segurança dos trabalhadores a NR-18 (BRASIL, 1978) normaliza o uso destes equipamentos. O seu dimensionamento deve ser realizado por profissional legalmente habilitado, de modo a suportar com segurança as cargas de trabalho a que estarão sujeitas.

3.5.3.1 Andaimos simplesmente apoiados

De acordo com Resende (2004), consistem de uma ou mais plataformas suportadas por vigas, mãos-francesas, pilares etc.

A seguir são citadas algumas das condições descritas pela NR-18 (BRASIL, 1978):

- a) os montantes desses andaimes devem ser apoiados em base sólida capaz de resistir aos esforços solicitantes e às cargas transmitidas;
- b) é proibido o deslocamento das estruturas dos andaimes com trabalhadores sobre os mesmos;
- c) é proibido o trabalho em andaimes na periferia da edificação sem que haja proteção adequada fixada à estrutura;
- d) os andaimes de madeira não podem ser utilizados em obras de três pavimentos ou altura equivalente;
- e) a estrutura dos andaimes deve ser fixada à construção por meio de amarração e entroncamento;
- f) as torres de andaimes não podem exceder, em altura, quatro vezes a menor dimensão da base de apoio, quando não estaiadas.

3.5.3.2 Andaimos fachadeiros

Necessitam fixação junto à fachada, porém são desnecessárias ancoragens na cobertura do edifício (RESENDE, 2004).

A seguir são citadas algumas das condições descritas pela NR-18 (BRASIL, 1978):

- a) os andaimes fachadeiros devem ter sua carga distribuída de modo uniforme, sem obstruir a circulação de pessoas e ser limitada pela resistência da forração da plataforma de trabalho;
- b) os acessos verticais ao andaime devem ser feitos em escada incorporada à própria estrutura;
- c) os montantes do andaime devem ter seus encaixes travados com parafusos, contrapinos, braçadeira ou similar;
- d) os andaimes devem dispor de proteção de tela, desde a primeira plataforma de trabalho até pelo menos dois metros acima da última plataforma de trabalho.

3.5.3.3 Andaimos móveis

De acordo com a NR-18 (BRASIL, 1978), os andaimes móveis somente poderão ser utilizados em superfícies planas e deverão ser providos de travas de modo a evitar deslocamentos acidentais.

3.5.3.4 Andaimos em balanço

Os andaimes em balanço devem ter sistema de fixação à estrutura da edificação capaz de suportar três vezes os esforços solicitantes, e sua estrutura deve ser convenientemente contraventada e ancorada de forma a eliminar quaisquer oscilações.

3.5.3.5 Andaimos suspensos

A seguir são citadas algumas das condições descritas pela NR-18 (BRASIL, 1978):

- a) os andaimes suspensos deverão ser dotados de placa de identificação constando a carga máxima permitida;
- b) o trabalhador deve usar cinto de segurança ligado ao trava-quedas, este ligado a cabo guia fixado em estrutura independente;
- c) a sustentação dos andaimes deve ser feita por meio de vigas, afastadores, ou outras estruturas metálicas de resistência equivalente a três vezes o maior esforço solicitante;
- d) é proibida a fixação de sistemas de sustentação dos andaimes por meio de sacos com areia, pedras ou qualquer similar;
- e) quando utilizado o sistema de contrapeso, este deverá atender as seguintes especificações mínimas:
 - ser invariável;
 - ser fixado à estrutura de sustentação dos andaimes;
 - ser de concreto, aço ou outro sólido não granulado, com peso conhecido;
 - ter contraventamentos que impeçam seu deslocamento horizontal.
- f) os dispositivos de suspensão devem ser verificados antes do trabalho;
- g) é proibida a interligação de andaimes suspensos para a circulação de pessoas;
- h) sobre os andaimes somente é permitido depositar material para uso imediato.

3.5.3.6 Andaimos suspensos motorizados

Para a utilização desses andaimes a mesma norma adverte que devem ser tomados cuidados para a instalação elétrica do equipamento. Além disso, os andaimes motorizados devem ser dotados de dispositivos que impeçam sua movimentação quando desnivelados a mais de 15° (quinze graus).

3.5.3.7 Cadeiras suspensas

São usadas em atividades na qual não é possível a instalação de andaimes, sendo comumente denominada como rapel urbano. De acordo com a NR-18 (BRASIL, 1978), a cadeira suspensa deve dispor de dispositivos de trava de segurança, requisitos mínimos de conforto e sistema de fixação do trabalhador por meio de sistema de segurança.

3.5.3.8 Equipamentos de proteção

Para o desenvolvimento do trabalho de limpeza de fachadas deve-se fazer uso dos equipamentos de proteção individual (EPI), que por norma são requeridos para cada tipo de trabalho. A NR-18 (BRASIL, 1978) afirma que é obrigatória a instalação de proteção coletiva onde houver risco de queda de trabalhadores ou de projeção de materiais. Para o serviço de limpeza de fachadas são necessários os seguintes EPI:

- a) capacete;
- b) óculos;
- c) luvas;
- d) calçados,
- e) calça;
- f) capa contra umidade;
- g) dispositivo trava-queda;
- h) cinturão contra queda.

A mesma norma ainda considera que devem ser tomadas medidas de prevenção coletiva para os funcionários e público que tiver contato com o serviço. Por isso é necessário o uso de telas

ao longo dos edifícios, bandeja protetora e até mesmo túneis para a passagem de pedestres, quando o serviço é realizado ao longo de calçadas. A figura 6 ilustra esses dispositivos, além de mostrar um serviço realizado com cadeira suspensa e outro com andaime suspenso.



Figura 6: utilização de equipamentos de proteção adequados às fachadas

4 DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE LIMPEZA

Neste capítulo são abordadas a caracterização das empresas analisadas, as técnicas de execução utilizadas, a existência de especificação de projeto de limpeza, a escolha do processo de limpeza, os materiais e equipamentos utilizados e a descrição do caso estudado.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

Foram analisadas duas empresas que atuam na área de manutenção de edificações, com especialidade em manutenção de fachadas. As empresas são consideradas as maiores dentre as três mais representativas no setor, dado revelado pelos engenheiros responsáveis. A empresa A tem oito anos de atuação no setor, aproximadamente 28 serviços em andamento e sua estrutura organizacional é composta por um engenheiro responsável pela área de execução, dois técnicos em edificações, sendo um orçamentista e um estagiário de engenharia civil. A empresa B possui 19 anos de atuação no setor, sendo uma das pioneiras na cidade, e possui também muitos serviços. Possui dois engenheiros responsáveis pela execução dos serviços.

Foram observados inúmeros serviços de manutenção de fachadas na cidade de Porto Alegre, e foi dado um enfoque especial no serviço de limpeza de fachadas, âmbito deste trabalho, para a partir deste momento, com um maior contato visual da prática do trabalho, foi possível traçar um projeto de entrevista para realizar nas empresas com o propósito de conhecer as práticas do serviço de limpeza de fachadas. Essa entrevista teve como roteiro um questionário que é apresentado no apêndice. Na figura 7 são apresentadas algumas imagens feitas a partir das observações.



Figura 7: edifícios utilizando redes de proteção e andaime suspenso

4.2 TÉCNICAS DE EXECUÇÃO

As limpezas periódicas são determinantes para a minimização de manchas e sua resolução, porém, são muitas vezes impraticáveis pela acessibilidade restrita. De acordo com os engenheiros responsáveis das empresas pesquisadas, as técnicas utilizadas para a execução dos serviços são empíricas, baseadas no sucesso ou não de experiências anteriores. Dessa forma, não há registros documentais que forneçam quaisquer informações sobre o serviço a ser realizado. Uma das empresas relatou que havia algum documento formal para a execução dos serviços, dizendo o engenheiro que era uma norma, porém não soube relatar qual, nem sabia onde estava a mesma para ser apresentada.

4.3 ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO

A especificação de projeto de limpeza de fachadas não é feita nas empresas pesquisadas. Os engenheiros responsáveis não tem grande preocupação em projetar a limpeza das fachadas pelo fato de considerar um serviço simples e de pequena complexidade. Porém admitem a necessidade de planejar as estruturas de acesso, já que devem fazer escolhas quanto ao uso de andaimes e balancins, seu correto dimensionamento e acessibilidade aos mesmos.

De acordo com Resende (2004), a especificação dos procedimentos de limpeza deve levar em consideração a forma pela qual se terá acesso às fachadas do edifício, ou seja, deve-se analisar a facilidade de executar a manutenção de um determinado produto. Assim, deve oferecer segurança suficiente tanto para os operários quanto para as pessoas que trafegam em suas proximidades.

4.4 ESCOLHA DO PROCESSO DE LIMPEZA

Para a escolha do método de limpeza é necessário conhecer algumas das características dos principais tipos de limpeza disponíveis comercialmente. O prévio conhecimento desses métodos é fundamental para garantia da segurança e saúde do operário e para a integridade do revestimento e dos componentes do edifício (RESENDE, 2004).

De acordo com a empresa A, os procedimentos de limpeza de fachada são sempre verificados de maneira prática: observação da sujidade e tentativa de remoção com água sob pressão mais algum método se necessário. Ou seja, sempre é usado o método com água sob pressão pela facilidade de manuseio e menor custo operacional, já que oferece uma boa eficácia sobre a maioria das sujidades presentes nas fachadas. Outros métodos utilizados dependem do grau de exigência do usuário, no caso o condomínio geralmente, e a partir daí são feitas análises para o uso de produtos químicos, que geralmente é representado pelo cloro diluído, em conjunto com o uso de escova de cerdas. Em algumas situações são feitas várias aplicações de cloro, quando a sujidade é de difícil remoção e encontra-se em superfícies cerâmicas.

A empresa B faz a escolha do processo de limpeza de maneira semelhante, a partir de prévia observação por um técnico, e também faz uso corrente da limpeza com água sob pressão e da escovação. No entanto o engenheiro admite que também sejam usados produtos químicos ácidos em casos onde a limpeza exige maior poder de remoção. Para isso são tomados todos os cuidados necessários quanto ao risco dos trabalhadores (utilizando proteções adequadas), e medidas para não agredir o revestimento, como saturação do mesmo antes da aplicação.

A água sob pressão, que conforme descrito pelos responsáveis técnicos das empresas, é amplamente utilizada no processo de limpeza de fachadas, permite remover as partículas aderidas nas rugosidades do revestimento ou em substâncias gordurosas.

Nas empresas pesquisadas, a limpeza química também é amplamente utilizada nos processos de limpeza às quais as sujidades estão fortemente aderidas. Sabões e detergentes são usados com mais frequência por uma das empresas, que segundo seu responsável técnico possui um produto adquirido comercialmente para a limpeza de revestimentos cerâmicos, um xampu que facilita a remoção das sujidades e ainda confere maior brilho para o revestimento.

Quanto ao uso de produtos ácidos, Resende (2004) adverte que o responsável técnico apenas os indica depois da verificação da ineficácia dos outros métodos de limpeza, uma vez que a maioria dos revestimentos possui materiais solúveis em ácidos (carbonatos ou gesso) em sua composição. O ácido clorídrico é o produto utilizado na limpeza de superfícies cerâmicas, que quando a sujidade está muito aderida, pode inclusive ser repetido o processo até que se alcance um resultado satisfatório.

Conforme Resende (2004) salienta, o uso deste ácido deve ser evitado para a execução de manutenção rotineira, pois pode degradar os componentes ou materiais dos revestimentos que contêm cimento, reage com os silicatos do esmalte das cerâmicas produzindo eflorescências e pode causar a oxidação das armaduras se penetrar na estrutura do edifício.

Porquanto se faz necessário o uso de soluções ácidas, Bolorino et al. (1995) adverte que para impedir o ataque da superfície pela solução ácida, todo o revestimento deve ser previamente saturado com água, e após a aplicação da solução ácida, deve ser procedida neutralização com água potável em abundância.

4.5 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a realização do serviço de limpeza de revestimentos de fachadas são utilizados materiais e equipamentos compatíveis com o nível de sujidades, com a acessibilidade e segurança dos funcionários. Para isso as empresas utilizam: materiais abrasivos, como lixas; escovas de cerdas; espátulas; lavadora de alta pressão; tonéis para reservar água; andaimes fixos e móveis; balancim, que é amplamente utilizado; escadas tipo marinheiro, para acesso a alturas menores; equipamentos de proteção individual, como trava-queda; proteção coletiva e também os materiais necessários à limpeza dos revestimentos.

Em uma das empresas pesquisadas, o engenheiro responsável apresenta grande preocupação em relação ao aspecto de segurança em suas obras, relatando que seus funcionários recebem cursos de capacitação periódicos para a prevenção de acidentes e manuseio de materiais e dispositivos que possam interferir no andamento do trabalho, além de dispor todos os equipamentos de proteção individual e coletiva necessários aos serviços que são exigidos pela NR-18 (BRASIL, 1978).

É salientado ainda, que os balancins de sua empresa possuem um equipamento de proteção coletiva para bloquear a descida indesejada, chamado de *block-stop*, que atua justamente quando os funcionários perdem o controle do equipamento, não oferecendo risco de queda. A partir da ênfase destacada no quesito segurança, foi possível constatar que o responsável técnico possui formação específica em engenharia de segurança do trabalho, fato este determinante para suas atitudes frente a um aspecto essencial.

Na outra empresa, o profissional que a representa também segue as normas previstas em relação ao aspecto de segurança, fornecendo materiais e equipamentos necessários aos funcionários. No entanto, não se deteve demais neste quesito.

Para reforçar o aspecto de segurança, a empresa que é gerida por um profissional com formação específica faz treinamentos periódicos para seus funcionários, utilizando-se de vídeos e palestras informativas sobre a necessidade dos equipamentos de proteção e seu correto uso. Junto do pagamento aos funcionários, que é semanal, sempre são enviadas mensagens sobre o correto uso de equipamentos e seus benefícios diretos para o funcionário e empresa.

Na outra empresa apenas foi mencionado que são feitos treinamentos para orientação e segurança dos funcionários, não fornecendo maiores detalhes.

4.6 DESCRIÇÃO DE CASO ESTUDADO

A partir do momento em que se tornou necessário o contato com as empresas de manutenção de fachadas, foi feito o pedido de oportunizar o acompanhamento do serviço de limpeza de fachada, fato este prontamente atendido por apenas uma das empresas. A empresa forneceu os dados das obras em andamento e a partir das características desejadas foi feita a escolha por

um serviço de limpeza de revestimento de pastilhas cerâmicas que estava sendo realizado em um condomínio na cidade de Porto Alegre.

O edifício escolhido possui aproximadamente 25 m de altura e não recebia nenhum tipo de tratamento há mais de 20 anos, segundo funcionários do condomínio, fato atestado pela equipe de trabalho, e justificado pelo alto grau de sujeidade incrustado no revestimento. A figura 8 apresenta o edifício acompanhado, cuja posição solar contribui para que determinada fachada sofra maior deposição de partículas de sujeidade devido à umidade presente. Outro fator determinante para alta umidade é a falta de luminosidade que a arborização intensa propicia em uma das laterais do prédio.



Figura 8: fachada do edifício acompanhado no processo de limpeza

A equipe de trabalho neste serviço era composta por apenas dois funcionários, já que a demanda era pequena. Estava sendo utilizado um andaime suspenso de aproximadamente 3 metros de largura, no qual os dois funcionários operavam manualmente. O engenheiro já havia repassado todas as instruções acerca do trabalho a ser realizado e da maneira como deveria ser procedida a limpeza da fachada. O método de limpeza utilizado foi o de água sob pressão em conjunto com produtos químicos.

No primeiro dia de visita ao edifício analisado, os serviços foram cancelados devido ao mau tempo, já que ventava muito e em determinados momentos precipitava uma chuva de baixa intensidade. Na segunda visita os funcionários já estavam trabalhando quando da minha chegada, e então pude ficar observando-os sem notarem minha presença. Verificou-se que

utilizavam os cintos de segurança ligados ao trava-quedas, este ligado ao cabo guia da estrutura, porém não estavam usando a capa de chuva, e usavam as luvas em apenas uma das mãos. A pressão da água sob a parede, por vezes fazia com que o andaime fosse projetado para trás, dificultando o equilíbrio dos operários sob a estrutura.

Na visita seguinte todo o trabalho foi presenciado, desde a movimentação do andaime suspenso no solo e sua fixação no telhado por amarras feitas ao redor da estrutura do elevador, até a limpeza total daquele pano do revestimento, que durava precisamente um turno, considerando a limpeza e o preparo do andaime. A limpeza foi feita em duas etapas, na qual no primeiro momento, o de subida do andaime, os funcionários limpavam apenas com água sob pressão, retirando a sujeira menos aderida, e na descida utilizavam cloro diluído e repetiam a limpeza com água sob pressão.

Os funcionários controlavam a pressão do equipamento de água sob pressão apenas aumentando ou diminuindo a distância do bico de projeção em relação a parede, tendo o cuidado de aproximar apenas o suficiente para retirar a sujeira. No entanto, em alguns pontos onde haviam pastilhas soltas ou mau aderidas, o jato de água era suficiente para destacá-las. Essas pastilhas seriam recolocadas posteriormente, após terminar todo o trabalho de limpeza do revestimento, portanto, deverá ser feita mais uma movimentação do andaime suspenso.

Questionados sobre a não utilização dos equipamentos de proteção individual, como capa, óculos, capacete e uma das luvas, os funcionários afirmaram que os mesmos estavam à disposição, porém não faziam uso por opção própria, seja para facilitar os movimentos ou apenas por desconsiderar seu uso momentaneamente.

A figura 9 mostra o momento exato da limpeza com jato de água no revestimento de pastilhas cerâmicas, ficando nítido o contraste entre a superfície limpa e a superfície suja. Apresenta ainda o andaime utilizado, o compressor com um tonel para armazenar e pressurizar a água, e também o equipamento para movimentar o andaime verticalmente juntamente com o *block-stop*, equipamento de proteção coletiva.



Figura 9: execução da limpeza com água sob pressão e equipamentos utilizados

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das observações feitas em serviços de manutenção de fachadas em Porto Alegre, verificou-se que as técnicas de execução utilizadas são, normalmente, baseadas na experiência pessoal do engenheiro ou até mesmo dos operários. No entanto, a falta de normas, que são referências objetivas quanto aos procedimentos de controle das técnicas, pode interferir na qualidade do processo de execução dos serviços, não obtendo a padronização necessária. Assim, estes princípios geram uma informalidade no processo que pode se alastrar a outras áreas.

Enquanto as observações apontavam para a utilização de equipamentos de proteção individual, a entrevista e o caso estudado corroboram para atestar a preocupação das empresas no quesito segurança. No entanto, a partir do acompanhamento feito em uma obra, foi constatado que os funcionários não utilizavam todos os EPI necessários ao serviço, pois não utilizavam capa de chuva e óculos de segurança, e usavam luva em apenas uma das mãos. Os funcionários consideravam relevante o uso de equipamentos de proteção contra risco de queda, mas não sentiam a necessidade de utilizar equipamentos de proteção ocular ou contra a umidade. Entretanto, apenas se permitiam não fazer uso destes equipamentos em obras que não fossem muito vistosas, ou seja, com fiscalização reduzida, caso do edifício em questão.

Quanto à especificação do projeto de limpeza de fachadas, não ocorre da mesma maneira que acontece em outros sistemas construtivos. Afinal, os serviços são considerados simples, e normalmente as empresas prestam o serviço que o cliente está disposto a pagar e não o tecnicamente adequado, considerando os métodos e produtos recomendados pela literatura. De acordo com os responsáveis, um projeto de limpeza abrangente torna-se impraticável ou inútil, já que o mercado procura simplesmente o preço mais baixo, não se detendo na qualidade do serviço. Portanto, as empresas não se diferenciam muito, pois tendem ao processo mais econômico para estar em condições de disputar mercado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13530**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – classificação. Rio de Janeiro, 1995a.

_____. **NBR 13529**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – terminologia. Rio de Janeiro, 1995b.

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

_____. **NBR 13818**: placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 5674**: manutenção de edificações – procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

BOLORINO, H.; CINCOTTO, M. A.; RITTI, R. Limpeza de Fachadas de Argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., Goiânia. **Anais...** Goiânia: ANTAC, 1995. p. 411-419.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Fundacentro. **NR-18** Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília, 1978.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 6270-2**: code of practice for cleaning and surface repair of buildings – Part 2: concrete and precast concrete masonry. London, 1985.

CARASEK, H. Materiais compósitos de aglomerantes minerais. In: ISAIA, G.C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. p. 863-904.

CASCUDO, O.; CARASEK, H. Avaliação e Restauração de Revestimentos de Argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., Salvador, **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997, p. 383-393.

COLEN, I. F.; BRITO, J.; FREITAS, V. P. Técnicas de Diagnóstico e de Manutenção para Remoção de Manchas em Paredes Rebocadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 1., Lisboa, **Anais...** Lisboa: APFAC, 2005. Disponível em: <www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2003.pdf> Acesso em: 15 set. 2009.

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

GASTALDINI, A. L. G.; SICHIERI, E. P. Materiais cerâmicos para acabamentos e aparelhos. In: ISAIA, G.C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. p. 587-616.

JOHN, V. M. O projeto e a manutenção de edifícios. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 26, p. 128-32, out/nov. 1989.

JOHN, V. M.; CREMONINI, R. A. O processo construtivo e a manutenção dos edifícios. **Revista Construção**, São Paulo, v. 7, mar. 1990. Encarte técnico IPT/Pini.

JUNGINGER, M. Revestimentos cerâmicos aderidos: aspectos técnicos no projeto de fachadas. 2007. Apostila. Disponível em: <conpar.eng.br/Public/Apostila%20Rev%20Ceramico.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2009.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. 2000. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RESENDE, M. M. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos**. 2004. 215 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <icposgrados.weebly.com/uploads/8/6/0/0/860075/limpeza_fachada.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2009.

ROMÉRO, M. A.; SIMÕES, J. R. L. A importância do detalhamento de componentes construtivos de fachada nos edifícios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., Goiânia. **Anais...** Goiânia: ANTAC, 1995. p. 441-453.

**APÊNDICE – Questionário realizado com os responsáveis técnicos das
empresas**

QUESTIONÁRIO

Roteiro das entrevistas

- 1) Técnicas para execução dos serviços:
- 2) Especificação de projeto para a limpeza:
- 3) Há registros documentais sobre os procedimentos de limpeza?
- 4) Como é feita a escolha do processo de limpeza?
- 5) Produtos químicos são usados? Quais os cuidados?
- 6) De que maneira os funcionários são capacitados (treinados)?
- 7) Materiais e equipamentos utilizados:

<input type="checkbox"/> escova	<input type="checkbox"/> andaime fachadeiro
<input type="checkbox"/> lixa	<input type="checkbox"/> andaime suspenso
<input type="checkbox"/> lavadora alta pressão	<input type="checkbox"/> escada marinho
<input type="checkbox"/> lavadora alta pressão quente	<input type="checkbox"/> balancim
<input type="checkbox"/> cadeira suspensa	<input type="checkbox"/> sabões e detergentes
<input type="checkbox"/> produtos químicos	<input type="checkbox"/> vapor d'água
- 8) São utilizadas redes protetoras nos prédios?
- 9) Quais os EPIs que são fornecidos aos funcionários?

<input type="checkbox"/> capacete	<input type="checkbox"/> macacão
<input type="checkbox"/> óculos	<input type="checkbox"/> calças
<input type="checkbox"/> luvas	<input type="checkbox"/> dispositivo trava-quedas
<input type="checkbox"/> calçados	<input type="checkbox"/> cinturão
- 10) Quanto a utilização de EPI, os funcionários não reclamam em ficar presos aos cabos, ou usar botas em dias quentes por exemplo?