

ADRIANA SANTOS COZZOLINO

**Controle tecnológico e gestão da qualidade de argamassa de revestimento
externo para edifícios**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada Neto

São Paulo
2014

ADRIANA SANTOS COZZOLINO

**Controle tecnológico e gestão da qualidade de argamassa de revestimento
externo para edifícios**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade

Orientador: Prof. Dr. Adherbal Caminada Neto

São Paulo
2014

COZZOLINO, A.S. Controle tecnológico e gestão da qualidade de argamassa de revestimento externo para edifícios. São Paulo. 2014. 51p. (MBA) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

RESUMO

Este trabalho analisa o processo de revestimento de argamassa de fachada com seus típicos procedimentos incorretos, gastos excessivos, desperdícios e má qualidade hoje existentes em muitas obras, que podem ser minimizados e muitas vezes eliminados, com um complexo controle tecnológico numa obra de médio e grande porte, até um sequenciamento simples e racional das atividades numa obra de pequeno porte. Toma-se como referência parte da bibliografia técnica na área de revestimento de argamassa e um estudo de caso de controle tecnológico aplicado no revestimento de argamassa de fachada de um conjunto residencial de médio padrão, onde são acompanhados, todos os procedimentos referentes ao contato entre os setores envolvidos no serviço, treinamento de pessoal, recebimento de material e equipamento, dosagem da argamassa, aplicação e inspeção pontual de todas as etapas, e análise e correção de todas as patologias. Por fim são comparados os procedimentos de execução pesquisados na bibliografia, com os procedimentos pesquisados e projetados, aplicados e aperfeiçoados na obra do estudo de caso, comprovando a eficácia do controle tecnológico, resultando numa base simplificada de consulta que possa servir de orientação para a execução de serviços desse tipo, até mesmo em obras de pequeno porte.

Palavras-Chave: Argamassa (revestimentos; controle de qualidade). Patologia das construções.

ABSTRACT

This work has a purpose to examine the process of mortar external rendering, checking the list of incorrect procedures, aloud cost, material wasted and bad quality, nowadays in the construction. This procedure reduce and many times solved completely, with since a well done technologic control, until a simple list of activities in a small building. For this purpose, this work will be part based on bibliography available and the other part will be based on an experience in a technology control of mortar external rendering in a condominium, showing all procedures like meeting between technical team and blue workers, the engineer and the others, training and qualifying people, showing procedure of receiving and checking material and equipments, studying the best way to dose apply the mortar and how to check and examine the failure currently in any level and in the end of the job and how to fix it. At the end it will be a comparison between procedures founded at the bibliography and procedures founded at the analyses of real application at the condominium, comparing the advantage of apply the technologic control of mortar at external rendering, becoming in a base of information to help people to find the best way to do this job.

Keywords: Mortar (coating; quality control). Construction pathology.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	6
2.	REVISÃO DA LITERATURA	8
3.	CONTROLE TECNOLÓGICO.....	11
3.1	CONTROLE DOS LOTES DAS FACHADAS	11
3.1.1	Bases	11
3.1.2	Chapisco	12
3.1.2.1	Aspectos visuais.....	12
3.1.2.2	Dureza da superfície e aderência.....	12
3.1.3	Emboço e argamassa de acabamento.....	14
3.1.3.1	Aspectos visuais.....	14
3.1.3.2	Teste do risco	16
3.1.3.3	Teste da lixa	17
3.1.4	Aderência	18
3.1.4.1	Ensaio de percussão	18
3.1.4.2	Determinação da resistência de aderência à tração.....	19
4	TREINAMENTO	20
5	ESTUDO DE CASO	22
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	22
5.2	TREINAMENTO	23
5.3	RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS.....	24
5.3.1	Recebimento do cimento	24
5.3.2	Recebimento da areia	25
5.3.3	Recebimento das telas de reforço.....	27
5.3.4	Recebimento dos equipamentos	28
5.4	RASTREABILIDADE	28
5.5	PREPARO E APLICAÇÃO DAS ARGAMASSAS.....	31
5.5.1	Execução do painel protótipo	32
5.5.2	Elaboração e aplicação do chapisco	35
5.5.2.1	Chapisco sobre base de alvenaria	35
5.5.2.2	Chapisco sobre base de concreto	36
5.5.3	Elaboração e aplicação do emboço.....	37
5.6	SEQUENCIA DE APLICAÇÃO	37

5.6.1	Primeira subida.....	38
5.6.2	Primeira descida.....	39
5.6.3	Segunda subida.....	39
5.6.4	Segunda e última descida	40
5.7	CONTROLE E INSPEÇÃO DAS ETAPAS	42
5.7.1	Insumos.....	42
5.7.2	Controle dos lotes da fachada.....	43
5.7.2.1	Bases	43
5.7.2.2	Chapisco	43
5.7.2.3	Emboço	44
5.7.3	Atribuição de responsabilidades na fase de execução.....	46
5.7.3.1	Responsabilidades do projetista.....	46
5.7.3.2	Responsabilidade da administração da obra.....	47
5.7.3.3	Responsabilidade dos fornecedores de insumos	47
5.7.3.4	Responsabilidade da mão de obra.....	48
6	CONCLUSÕES	49
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO

As empresas construtoras ultimamente estão sofrendo grandes transformações acompanhando o panorama econômico, político, social e cultural no país que geraram uma situação de competitividade empresarial nos diversos setores do mercado consumidor, inclusive na indústria da Construção Civil.

No caso da construção de edifícios, os resultados positivos vieram através de ganhos de qualidade dos produtos, racionalização da produção nas diversas partes do edifício, desde a etapa de projeto até a execução. Em função desses aspectos considerados importantes, as novas exigências do mercado consideram fundamentais as inter-relações entre esses aspectos e também as variáveis de produção, buscando compatibilizar e resolver as interferências identificadas antes, durante e após a execução.

Com relação ao revestimento externo da edificação, fachada, não é diferente e os processos de análise de patologias e interferências, bem como o desenvolvimento dos processos de produção, se deram de forma relativamente rápida no momento em que as exigências normativas tornaram-se mais rígidas e as construtoras perceberam que a fachada é o ponto crítico de decisão para o cliente final optar por uma ou outra empresa ("cartão de visitas"), daí uma fachada com problemas, mesmo que a solução seja simples tecnicamente, torna-se inaceitável pelo cliente do atual panorama nacional.

Apesar de prática corrente na construção civil, o uso de argamassa de revestimento para fachadas de edifícios ainda apresenta uma considerável incidência de falhas e problemas patológicos, desperdícios de materiais, custos elevados de produção, mão-de-obra escassa, além de resultados não satisfatórios após o processo de execução concluído.

O objetivo do trabalho é estudar as técnicas de preparo, aplicação e controle de qualidade da argamassa de revestimento e analisar o processo de revestimento de argamassa de fachada abrangendo procedimentos incorretos, desperdícios de materiais e má qualidade executiva hoje existentes em diversas obras da construção civil. Estas não conformidades no revestimento de argamassa em fachada podem

ser minimizadas e muitas vezes eliminadas, com um efetivo e complexo controle tecnológico quando se executam obras de médio e grande porte, até um sequenciamento simples e racional das atividades para obras de pequeno porte.

O presente trabalho é complementado com um estudo de caso realizado em um edifício residencial onde se aplicou revestimento de fachada em argamassa projetada produzida na obra, e baseado em revisão bibliográfica de como o efetivo controle tecnológico do processo de execução do revestimento possui importância significativa para que o desempenho almejado para o revestimento seja atingido. Na apresentação do estudo de caso são apresentadas as etapas do processo executivo, desde o treinamento da mão de obra até o controle tecnológico de inspeção das etapas do serviço, fatores determinantes para a obtenção da qualidade esperada.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O entendimento da composição do revestimento e da argamassa influência no desempenho do mesmo nas diferentes situações de uso.

A argamassa de revestimento deve ser capaz de absorver ao máximo as movimentações do substrato, principalmente movimentações devidas a dilatações e retrações térmicas as quais estão sujeitas as fachadas das edificações, segundo Recena (2008).

Segundo Maciel (1997), para que os revestimentos de argamassa de fachada possam cumprir adequadamente as suas funções, eles precisam apresentar um conjunto de propriedades específicas, que são relativas à composição do revestimento e à argamassa, tanto no estado fresco como no estado endurecido. Ainda, segundo Maciel (2008), não planejar ou não projetar o revestimento externo de fachada aumenta a probabilidade de baixo desempenho do mesmo, desperdícios de materiais e não otimização do processo produtivo.

Considerando a trabalhabilidade como uma propriedade fundamental, complexa e de avaliação subjetiva, e que, por envolver propriedades reológicas e influir diretamente sobre o serviço do pedreiro, acaba subordinando a ela todas as demais propriedades desejáveis para o revestimento, define Sabbatini et al., (1988).

De acordo com a NBR 7200 (ABNT, 1997), as argamassas podem ser preparadas em obra, industrializadas, dosadas em central, ou apresentadas em misturas semi-prontas. Para a argamassa preparada em obra, sua dosagem é feita no próprio canteiro, e sua produção, envolve o trabalho dos operários em diversas atividades.

Segundo Lichtenstein apud Maciel (1997), o desempenho do edifício sofre uma redução gradativa, em decorrência da deterioração dos seus materiais e componentes, além das condições de uso e de exposição que o mesmo está sujeito com o passar do tempo.

Existem diversas origens para ocorrência de patologias no revestimento de argamassa de fachada, sendo que, um projeto mal elaborado ou, até mesmo, a falta de um, é apontado como uma das principais origens.

De acordo com Petrucci apud Maciel (1997), a falta de especificações prévias do projeto contribui de forma significativa para o surgimento das manifestações patológicas no revestimento durante o uso.

A patologia acontece quando o desempenho do produto não atinge o seu limite mínimo de desempenho desejado. De acordo com Cincotto (1995), as patologias mais freqüentes de argamassas são:

- ✓ Fissuração e o deslocamento da pintura;
- ✓ Formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor;
- ✓ Deslocamento da argamassa de revestimento de alvenaria;
- ✓ Fissuração da superfície do revestimento;
- ✓ Formação de vesículas na superfície do revestimento, causando o deslocamento da pintura;
- ✓ Deslocamento entre reboco e o emboço.

Como sabido, todo processo produtivo deve passar por uma série de inspeções que avaliam se um produto está conforme, ou não, de acordo com as características exigidas para seu adequado desempenho. Como uma fábrica de parafusos verifica suas dimensões, uniformidade e resistência a cada lote produzido, para suportar e dar acabamento adequado ao produto final, a Construção Civil deve, cada vez mais, inspecionar e verificar se o produto de cada etapa de serviço, no caso o revestimento bruto de fachada em argamassa produzida em obra, está atendendo às características almejadas para que a edificação (produto final) tenha o desempenho adequado para a finalidade a qual se destina, isto chama-se controle tecnológico.

Os conceitos extraídos de Banduk, R.C., Ceoto, L.H., Nakakura, E.H (2005), descrevem como é executado o controle tecnológico de inspeção de revestimentos de fachada.

A Figura 1 ilustra a sequencia de estudo dos controles, inspeções, ensaios e liberação das etapas de execução dos revestimentos das fachadas.

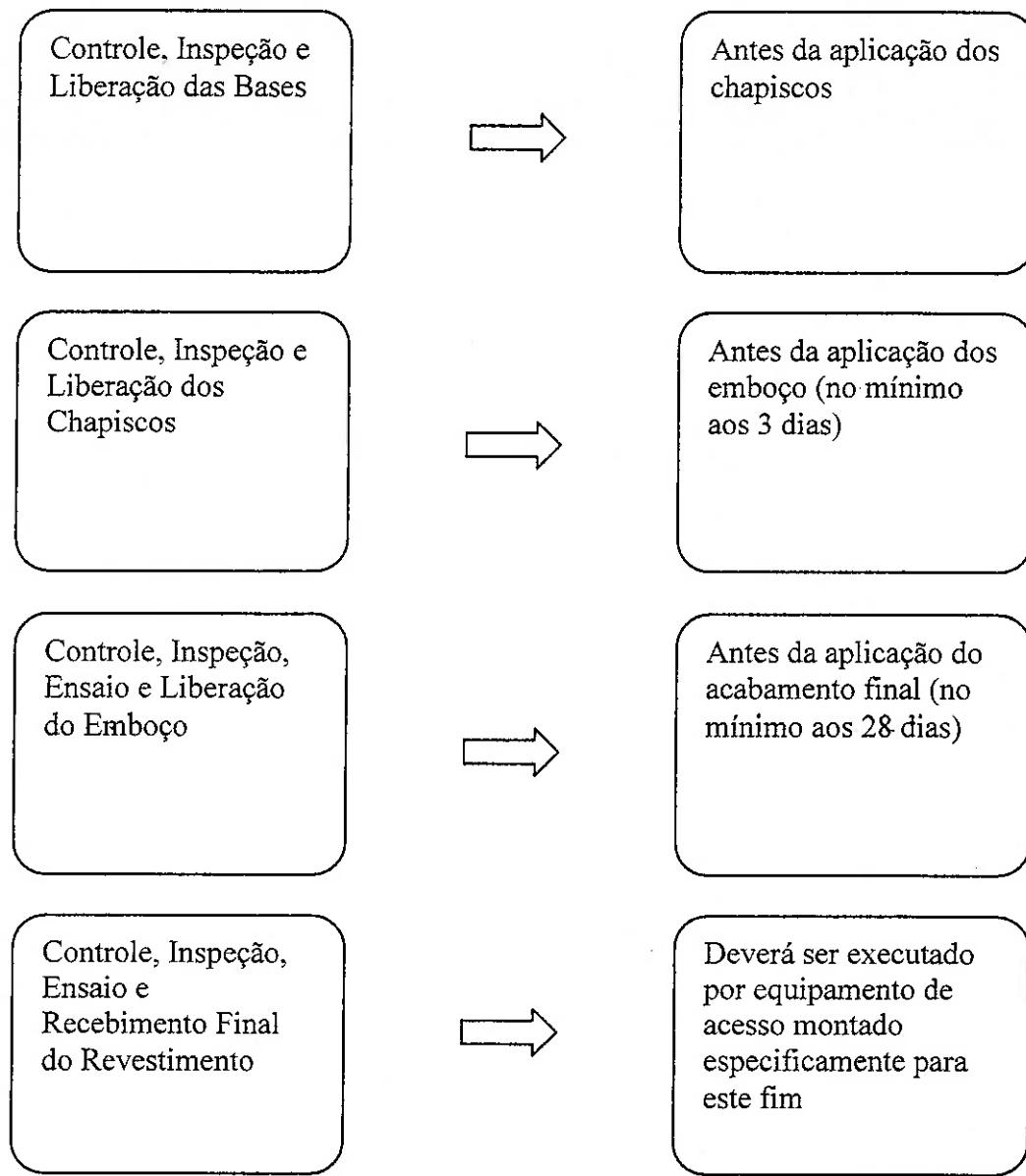


Figura 1 - Sequência de controle (BANDUK et al., 2005)

3 CONTROLE TECNOLÓGICO

Antes de iniciar o estudo de caso baseado nos conceitos extraídos de Banduk, R.C., Ceoto, L.H., Nakakura, E.H (2005), está descrito como é executado o controle tecnológico de inspeção de revestimentos de fachada.

3.1 CONTROLE DOS LOTES DAS FACHADAS

As fachadas de uma edificação podem ser divididas em lotes de inspeção para que a causa de uma futura patologia possa ser de fácil identificação.

Tais lotes abrangem desde a limpeza da base, passando pela aplicação do chapisco e posteriormente a aplicação da argamassa.

Geralmente controla-se em uma planilha a data de aplicação, qual lote de areia, de cimento argamassa utilizados, as condições climáticas e que regiões foram preenchidas com o chapisco ou a argamassa (isto é feito pintando-se uma cópia do projeto de elevações do edifício).

A execução das fachadas passa pelas seguintes etapas: preparo da base, aplicação do chapisco, aplicação do emboço e aplicação do acabamento final e devem ser fiscalizadas e testadas por meio de avaliações qualitativas e quantitativas.

Os ensaios para determinação da resistência à aderência e à tração devem ser executados sobre emboço e/ou sobre o revestimento de acabamento quando o desempenho avaliado nas inspeções qualitativas não atender aos parâmetros especificados e quando a fiscalização da obra e o projetista julgarem necessário.

3.1.1 Bases

As superfícies das bases de concreto e alvenaria devem ser inspecionadas visualmente e devem ter os seguintes aspectos:

- a) Ásperas (macroancoragem);
- b) Porosidade aberta (microancoragem);
- c) Sem deposição de impurezas (pó, óleo, gordura, tinta, fungos, salinidade);

- d) Sem rebarbas;
- e) Sem segregação; e
- f) Sem armaduras expostas (oxidadas ou não).

Estes aspectos são obtidos na primeira subida do balancim, onde é feita a retirada de rebarbas da estrutura através de talhadeira, o corte de aços como os ganchos para a sustentação da bandeja, a escovação da alvenaria e estrutura para a retirada de nata de cimento e outras impurezas e por fim a lavagem da base com pressurizador de água quando o balancim inicia sua primeira descida.

Esta inspeção é de suma importância e deve ser registrada nos controles de execução das fachadas. As não-conformidades, como as citadas no parágrafo anterior, deverão ser corrigidas antes da liberação desta etapa.

3.1.2 Chapisco

O chapisco é aplicado quando o balancim inicia sua primeira descida, nesta etapa a fachada é lavada com pressurizador e em seguida chapiscada.

3.1.2.1 Aspectos visuais

Deve-se inspecionar diariamente durante a sua execução, verificando a espessura, rugosidade e homogeneidade da aplicação. No caso de chapisco aplicado com desempenadeira denteada, deve-se verificar a formação dos cordões. É muito importante a inspeção diária desta etapa, pois, além da execução ser rápida, a condenação de grandes áreas executadas é de difícil correção, pois sua retirada exige grande força mecânica e muitas vezes é necessário utilizar lixadeiras mecânicas.

3.1.2.2 Dureza da superfície e aderência

A dureza e a aderência são características muito importantes em qualquer tipo de chapisco, pois elas garantem a interação entre a base e o revestimento bruto a ser aplicado. Uma superfície sem dureza adequada apresenta-se esfarelada, não garantindo a aderência com o emboço e um chapisco sem aderência, não se firma à base, causando o destacamento do conjunto chapisco-emboço.

Para verificação da dureza e aderência devem-se executar as seguintes avaliações:

- a) Dureza da superfície: devem ser executados riscos cruzados com a ponta de uma espátula na superfície do chapisco, observando-se o grau de dificuldade de se fazerem estes riscos. Quanto mais difícil for fazer estes riscos, maior a dureza e resistência do chapisco.

Se, por outro lado, o chapisco se fragmentar ou esfarelar (abrindo sulcos maiores), é sinal de que sua dureza e resistência superficial é inadequada. Quando isso ocorrer, deve-se ter uma disposição específica para essa correção (cura ou remoção). A cura é executada molhando-se a superfície com mangueira ou pulverizando água com pressurizadora elétrica. A remoção já é mais trabalhosa e exige trabalho mecânico através de vangas e lixadeiras elétricas.

Pode-se também complementar essa avaliação friccionando os dedos da mão sobre a superfície do chapisco e observar a quantidade de material que se desprende se em excesso a superfície não apresenta dureza adequada.

- b) Aderência: deve-se forçar o deslocamento do chapisco com a raspagem da espátula na interface da base com o chapisco. Se o chapisco se soltar com facilidade, a aderência com a base está comprometida. Caso isso ocorra, deve-se ter uma disposição específica para a correção do problema, muitas vezes a remoção é necessária.

Esta inspeção é de suma importância e deve ser registrada nos controles de execução das fachadas. As não-conformidades deverão ser corrigidas antes da liberação desta etapa.

Os procedimentos de correção devem levar em conta as causas geradoras da não-conformidade, como:

- a) Bases lisas ou engorduradas;
- b) Bases mal preparadas;
- c) Chapiscos fracos; e
- d) Chapiscos com deficiência de aplicação.

A norma NBR 7200 (ABNT 1998) indica a aplicação do emboço sobre o chapisco quando este estiver com uma idade mínima de 3 dias. Esta recomendação diz respeito à idade em que o chapisco tem resistência para suportar o peso do emboço. Entretanto, as inspeções sugeridas acima só serão conclusivas quando o chapisco tiver uma idade mínima de 7 dias. Dessa maneira, recomenda-se que a aplicação do emboço deva ser executada quando o chapisco estiver no mínimo com 7 dias de idade.

3.1.3 Emboço ou argamassa de acabamento

O controle tecnológico do emboço é de suma importância para garantia da qualidade do revestimento externo da edificação. O emboço deve possuir características que garantam a correta aderência ao chapisco e uma adequada resistência superficial para recebimento do acabamento da fachada da edificação (pintura, cerâmica, etc.). A execução de um painel protótipo nas dimensões aproximadas de 1,20 x 2,00m, de preferência sessenta dias antes da execução da fachada, se faz necessária, pois nele são testadas as dosagens e a qualidade dos materiais componentes do chapisco e do emboço (areia, cimento e cal) além de verificar se a mão de obra é apta para a limpeza adequada do substrato. Neste painel é feito o controle tecnológico que servirá de referência para garantir a qualidade da fachada. Nos itens seguintes são descritos os tipos de inspeção executadas no revestimento e o critério da norma para retirada dos corpos de prova.

3.1.3.1 Aspectos visuais

Muito importante no processo de verificação do serviço é o aspecto visual do emboço, pois este mostra quais possíveis problemas ocorreram durante a aplicação (material e/ou mão-de-obra) e se estes afetam o desempenho do revestimento em conjunto com os outros subsistemas do edifício.

A fiscalização da obra deve inspecionar todo o lote da fachada, com a finalidade de se verificar a ocorrência de fissuras (mapeadas e geométricas), manchas, eflorescências e deposições.

Fissuras mapeadas mostrada na Figura 2 aparecem geralmente devidas à retração excessiva do emboço causada por areia com teor de finos elevado, excesso de cimento ou excesso de água de amassamento.

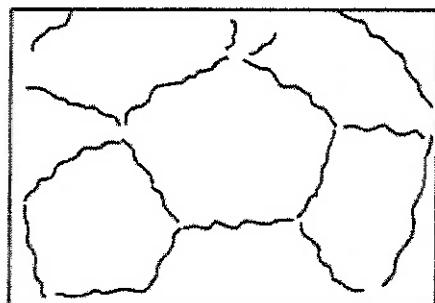


Figura 2 - Fissuras mapeadas

Fonte: BANDUK et al., 2005

Fissuras geométricas que segue na Figura 3 mostram o aparecimento em sua maioria causada por sarrafeamento do emboço antes da secagem adequada, ou seja, a mão-de-obra não aguardou a argamassa “puxar”.

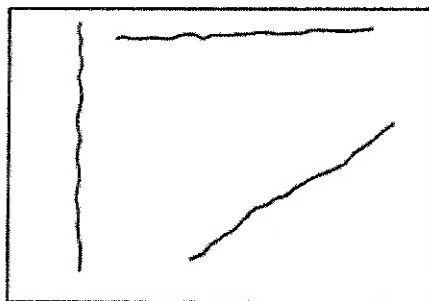


Figura 3 - Fissuras geométricas

Fonte: BANDUK et al., 2005

3.1.3.2 Teste do risco

Assim como no chapisco a dureza e a resistência superficial do emboço, devem ser testados corrigindo uma base adequada para o revestimento fino a ser aplicado sobre o mesmo.

Na superfície do revestimento devem ser executados riscos cruzados com um prego de aço e observar a profundidade do sulco produzido. Quanto mais profundo for o sulco, menor é a dureza e resistência da superfície. Pode-se concluir também que, quanto mais difícil de executar o risco, maior a dureza e resistência da superfície do revestimento. Na Figura 4 é ilustrado o teste do risco e na Figura 5 teste do risco por resistência.

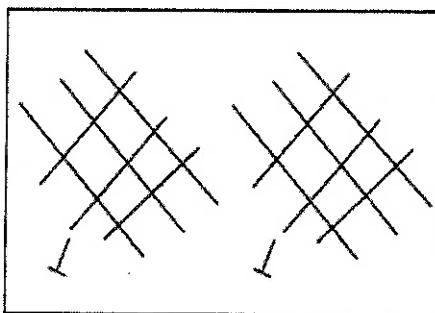


Figura 4 - Teste do risco

Fonte: BANDUK et al., 2005

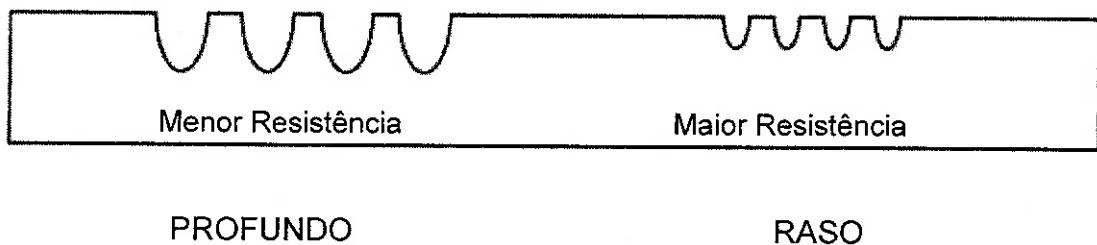


Figura 5 - Teste do risco (resistência)

Fonte: BANDUK et al., 2005

3.1.3.3 Teste da lixa

Esta avaliação deve ser executada sobre os riscos da avaliação anterior e tem o objetivo de confirmar, ou não, os resultados obtidos por risco. Sobre a superfície já riscada, aplica-se um lixamento (lixa nº 120), com movimentos de vai-e-vem (por 10 vezes), provocando, assim, um desgaste na superfície. Quando a superfície apresenta baixa resistência à abrasão, os riscos são “apagados” (desgaste maior). Encontrando essa condição, a avaliação deve ter continuidade, repetindo os riscos e o lixamento em camada mais profunda onde se apresenta na Figura 6.

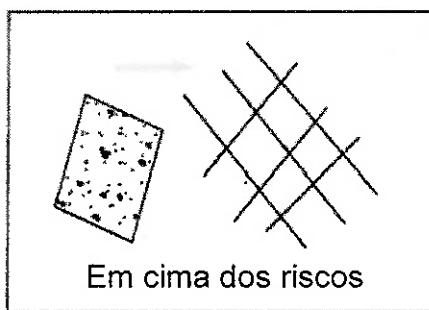


Figura 6 - Teste da lixa

Fonte: BANDUK et al., 2005

3.1.4 Aderência

A avaliação da aderência é importantíssima, pois é quando se verifica se o emboço está aderido ao chapisco adequadamente.

A aderência é avaliada por meio de percussão realizada por impactos leves, não contundentes, executados por meio de martelo com cabeça de plástico, verificando a ocorrência de sons cavos. Quando isto ocorre, indica que houve desplacamento do revestimento e, desta forma, todo o lote deve ser percutido e as áreas devem ser delimitadas e removidas. Essa remoção deve ser cuidadosa para poder se verificar em qual interface ocorreu o desplacamento, se entre o emboço e o chapisco, ou se entre o chapisco e a base, ou se entre o reboco e o emboço (quando houver). Esta verificação indicará qual a causa provável do desplacamento, o que facilita a definição da recomposição mais adequada.

3.1.4.1 Ensaio de percussão

Dever ser feito no mínimo 1 m² dentro do lote, sendo que o mais recomendado é inspecionar o lote todo, onde é ilustrado na Figura 7.

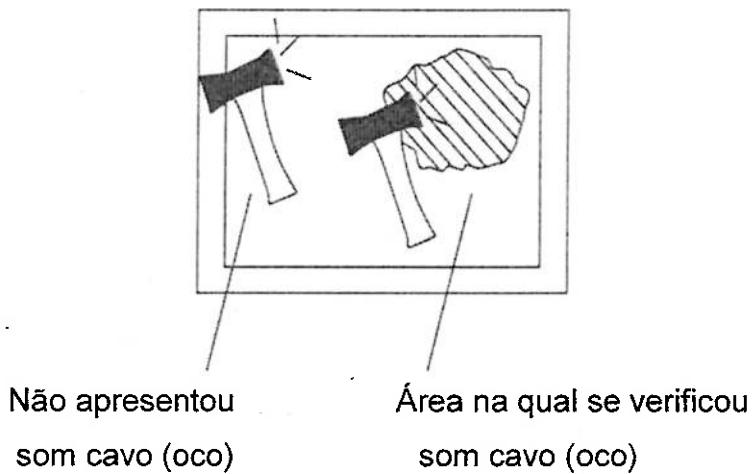


Figura 7 - Ensaio de percussão

Fonte: BANDUK et al., 2005

3.1.4.2 Determinação da resistência de aderência à tração

Após o emboço concluído, são retirados corpos de prova da fachada para a determinação da resistência de aderência à tração, ensaio importante, pois mostra se a fachada suportará todos os esforços de tração que nela são aplicados (movimentação do edifício, mudanças de temperatura, etc.).

A NBR 13528 (ABNT 2010) determina que, a critério da fiscalização da obra, devem ser realizados, por laboratório especializado, no mínimo, 12 (doze) ensaios de resistência de aderência à tração em cada 100 m² por tipo de substrato, em pontos escolhidos aleatoriamente dentro do lote, de preferência em área considerada suspeita.

O revestimento externo ensaiado deve ser aceito se, de cada 12 (doze) ensaios realizados (com idade igual ou superior a 28 dias), pelo menos oito (8) valores forem iguais ou superiores a 0,30 MPa.

4 TREINAMENTO

Ao executar-se qualquer etapa ou atividade em um canteiro de obras, o treinamento da mão de obra envolvida direta e indiretamente com o serviço executado se faz necessário. Com a etapa de revestimento de argamassa em fachadas não é diferente e, por se tratar de um serviço realizado externamente à edificação, o treinamento e o controle de sua eficiência requer mais atenção e perseverança por parte do(s) treinador(es) pois, como em todo processo construtivo nacional, a mão-de-obra é fator determinante na qualidade final do produto e, se não bem treinada, inviabiliza ou dificulta significativamente todos os estudos e projetos de melhoria ou criação de um processo de execução de um produto ou ambos.

O treinamento para a execução do revestimento externo pode ser dado pela pelo engenheiro da obra e/ou empresa contratada para execução do revestimento juntamente com um consultor de fachada, quando contratado, e é feito inicialmente reunindo-se os estagiários, o mestre da obra, encarregado(s) da fachada e mão de obra aplicadora, ou seja, aplicadores de massa e seus ajudantes. O treinamento envolve uma apresentação ilustrativa, geralmente através de recursos audiovisuais, de como se darão as etapas de execução e controle do revestimento, ensacamento da areia em lotes, limpeza da base, tratamento de irregularidades, fixação da alvenaria pela parte externa da edificação, taliscamento, dosagem e preparo do chapisco e da argamassa de revestimento, execução do chapisco, aplicação da massa e cuidados específicos como colocação de reforços em regiões localizadas do corpo da edificação, como os cantos de vão de janelas. Além do treinamento referente à aplicação, a mão de obra envolvida é treinada para utilização dos equipamentos de segurança para trabalho em altura, pois, sem estes, são proibidos de iniciarem os serviços. Este treinamento tem duração de aproximadamente 2 horas, pois, um treinamento longo não tem eficiência devido à dispersão da atenção dos envolvidos.

Outro treinamento, dado em reunião distinta também pelo engenheiro da obra e consultor quando contratado, refere-se à fiscalização e controle dos lotes das fachadas e das etapas executivas. Este treinamento é dado para estagiários, mestre da obra e encarregado(s) da fachada, nele são apresentadas as teorias envolvidas e o comportamento das argamassas (chapisco e de revestimento) no tempo e à

exposição das intempéries. São apresentadas também as condições ideais de aplicação, mostrando-se a importância das condições de limpeza da base para adequada fixação das argamassas, importância do teor de finos ou granulometria adequada da areia para que esta não gere uma argamassa muito áspera (quando tem-se grão mais grossos) ou não gere uma argamassa que cause retração no revestimento quando esta apresenta uma maior quantidade de grãos muito finos em sua composição (ex. argila), umidade do substrato (medido ao toque, não é necessário higrômetro), e espessura desejável para o revestimento (em torno de 3,00cm). Feita a introdução teórica são apresentadas as etapas práticas para verificação dos serviços executados já descritas no item 3. CONTROLE TECNOLÓGICO.

5 ESTUDO DE CASO

É apresentado um estudo de caso referente a uma obra de um edifício residencial de alto padrão, formado por 1 (uma) torre, com 2 subsolos, térreo, mezanino, 22 (vinte dois) pavimentos tipos e cobertura (duplex). Cada pavimento com 2 (duas) unidades, totalizando 44 apartamentos de 216m² e 2 coberturas de 358m². Ao todo são 16.818,04 m² construídos sobre um terreno de 3.682,5 m².

Os 32.000 m² de revestimento de fachada em argamassa, no estilo neoclássico, com acabamento em textura mineral, foram executados por empresa terceirizada que ficou responsável por todas as etapas do processo, desde o treinamento até o controle de inspeção das etapas executivas, sempre sob a supervisão da equipe técnica da obra.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em questão é uma sociedade anônima com mais de quarenta anos de experiência no setor imobiliário, atualmente executa edifícios residenciais com foco em médio e alto padrão, a maioria dos edifícios possui cerca de vinte a trinta pavimentos.

Possui um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) certificado pela ISO 9001 e PBQP-H nível A. A primeira certificação tem como princípio a padronização e a melhoria contínua dos processos de uma organização, satisfazendo as suas próprias exigências e as de seus clientes e reguladores. Já a segunda, PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), trata-se também de um SGQ com os mesmos princípios da ISO 9001, porém focado no mercado da construção civil.

A empresa também possui uma política da qualidade e esta é o compromisso da organização para melhoria dos processos e à manutenção do nível adequado de serviço, para assegurar a qualidade de seus produtos e serviços.

5.2 TREINAMENTO

No estudo de caso em questão, produção de um revestimento de argamassa projetada em fachada, o treinamento foi dado por consultoria especializada, contratada pela construtora, e pela empresa contratada para execução da fachada. A mão-de-obra treinada foi instruída com as práticas recomendadas para o correto manuseio de equipamentos projetores, misturadores de argamassa (argamassadeiras), ferramentas básicas de pedreiro como colher e réguas e, sobretudo autocontrole, pois devido aos locais de aplicação do produto serem de difícil acesso para inspeção e fiscalização (acesso aos balancins) parte da qualidade final do mesmo estar corretamente aplicado é vínculo direto da qualidade da mão-de-obra aplicadora, portanto, uma equipe corretamente treinada e capacitada poderá controlar adversidades na fase de construção com pouca probabilidade de erro.

O treinamento foi dado no próprio canteiro de obras, através de apresentações de conceitos utilizando recurso áudio visual e treinamento prático, como utilização do projetor de argamassa, juntamente com o encarregado dos serviços, que ensinava e fiscalizava a mão-de-obra, após ser treinado pela equipe técnica da obra nas diferentes etapas construtivas como, por exemplo, limpeza, taliscamento, dosagem do chapisco, aplicações e tempo de sarrafeamento no próprio canteiro. A apresentação visual e a etapa prática foram executadas no período da manhã com duração de quatro horas.

5.3 RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

O recebimento de materiais é importantíssimo quando se zela pela qualidade elevada final do produto e do processo.

Analisa-se fatores dos materiais como aspecto, aparência, prazo de validade e características de estoque. Todos os lotes de materiais foram identificados, separados na descarga e registrados e planilhas elaboradas pela equipe técnica, no caso a empreiteira, para que o futuro mapeamento de sua aplicação fosse perfeitamente controlado e assim abrangesse de forma mais pontual a correção de possíveis patologias.

Estas planilhas em linhas gerais apresentavam o fornecedor do material, número da nota fiscal, número do lote, quantidade e datas de entrega fabricação e vencimento.

A etapa de recebimento envolve responsabilidade e comprometimento do almoxarife e do recebedor do material desde que para isso tenham sido treinados.

A seguir é descrito a forma de recebimento de cada material componente do revestimento da fachada.

5.3.1 Recebimento do cimento

Definido pelo projetista e confirmado no painel protótipo (será exposto adiante), os cimentos utilizados na fachada foram o cimento Portland modificado com filer calcário e resistência aos vinte e oito dias de 32MPa (CPII-F32) para o chapisco e o cimento Portland modificado com escória de alto forno e resistência aos vinte e oito dias de 32MPa (CPII-E32) para o emboço.

No recebimento do cimento, assim como em todo recebimento de material ensacado, foram verificadas e anotadas, em tabelas, as informações básicas: empresa fornecedora, tipo do material, número do fornecimento e da nota fiscal, quantidade recebida de acordo com a nota fiscal e o pedido de compra e, datas de fabricação, entrega e vencimento.

Se os itens descritos acima estivessem corretos, eram analisados de cada entrega ou caminhão cheio, 10 sacos escolhidos de forma aleatória antes da descarga e

aceite do material pela obra. Deste lote eram verificados: novamente o prazo de validade do material, existência ou não de sacos rasgados molhados ou manchados e endurecimento do material através do toque manual da superfície do saco constatando presença de grumos petrificados. Caso uma destas ocorrências fosse notada, o material era devolvido solicitando a troca do mesmo o mais rápido possível, já que o espaço para estoque é limitado.

Cada viagem aceita pela obra foi identificada no canteiro e estocada em local seco próximo ao local de dosagem (pesagem) para posterior elaboração da argamassa tomando-se o cuidado para que diferentes lotes não se misturassem.

5.3.2 Recebimento da areia

Também por definição do projetista e por apresentar melhores características de desempenho à areia utilizada no revestimento bruto da fachada foi areia grossa.

Por ser um material proveniente de jazidas naturais, requer um controle e atenção rigorosos no recebimento. Tal controle, além das verificações do número da nota fiscal, equalização com o pedido de compra e quantidade corretas, deve passar pelo teste de granulometria, quantidade finos e matéria orgânica, que se não verificados de forma correta podem ocasionar patologias como fissuras devido à retração, em excesso, da argamassa e manchas amareladas no revestimento final devido a excesso de matéria orgânica.

Neste momento cabe descrever que são considerados finos de um solo todos os grãos ou partículas do mesmo cujo diâmetro seja menor que 0,074mm, como exemplos clássicos temos os siltes e as argilas.

A análise do teor de finos na areia da fachada foi feita através do ensaio de proveta graduada descrito a seguir.

Em uma proveta graduada de 1 litro, preferencialmente de vidro, foram colocados 500 mL de areia retirada do caminhão a ser recebido (areia foi compactada medianamente batendo-se a proveta na palma da mão com a finalidade de retirar os vazios maiores quando se está enchendo a proveta com a mesma), notar que o caminhão não foi descarregado, pois a areia ainda não foi aceita. Completou-se o volume até 900 mL com água e, tampou-se a entrada da proveta com a palma da

mão para agitá-la freneticamente durante aproximadamente 1 minuto obtendo-se uma homogeneização entre água, areia e finos presentes, feito isso a proveta era colocada em sua base na vertical e aguardava-se a sedimentação e decantação dos materiais durante quinze minutos.

Após a colocação da proveta na base pode-se analisar de imediato a presença de matéria orgânica em suspensão na água (ex. lascas de galhos de árvores, pequenas folhas e insetos mortos), se isto ocorresse o lote era rejeitado.

Com relação ao teor de finos, o mesmo não podia ultrapassar 15% do volume colocado na proveta em quinze minutos, isto era verificado quando os grãos mais grossos sedimentavam e na água presente na parte superior da proveta, observava-se uma coloração marrom, não muito escura, caso isto ocorresse o lote era rejeitado.

Estes finos apresentados nesta água de coloração marrom, geralmente são partículas de argila presente na areia, se em excesso os finos podem ser prejudiciais ao desempenho da argamassa. Por possuir os grãos bem menores que a areia, esta camada demora a sedimentar, daí estipula-se o tempo, quinze minutos, e a proporção entre a espessura da camada de finos e a espessura total de sólidos, a serem medidas em uma escala, deve ser menor que 15%, para o lote ser aceito dando prosseguimento em ritmo adequado aos serviços da obra.

Se a areia apresentar torrões de argila tanto no caminhão como na proveta a mesma deve ser rejeitada de imediato, pois demonstra quantidade excessiva de finos, o que é prejudicial para o desempenho da argamassa.

Na Figura 8 abaixo segue esquema da proveta e a relação de aceitação.

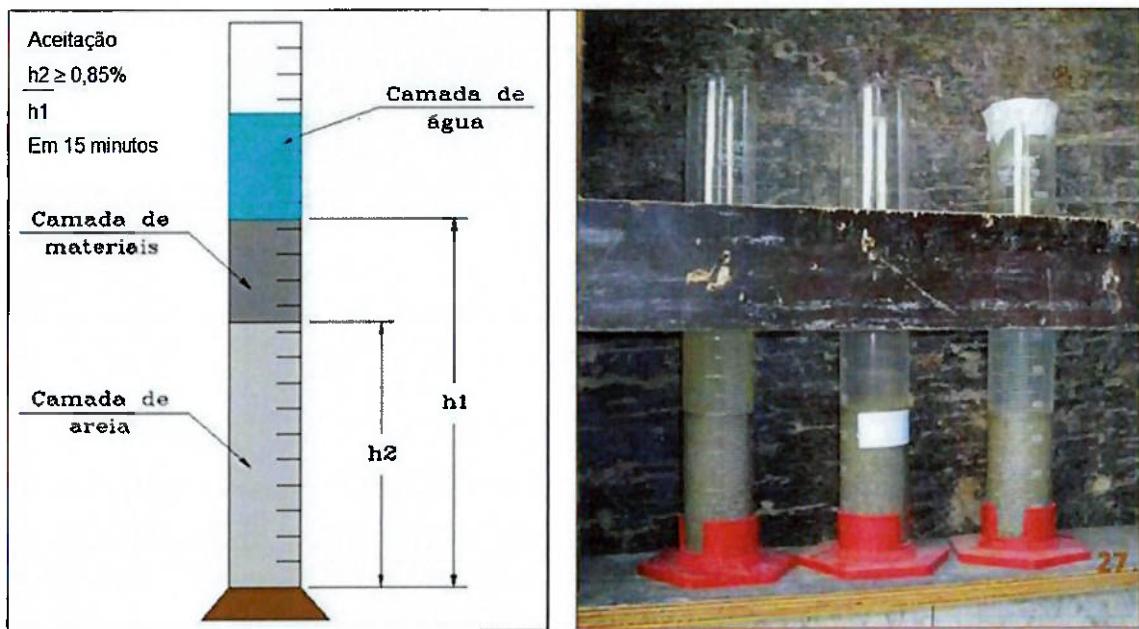


Figura 8 - Proveta para ensaio de finos na areia e relação de aceitação

A areia foi armazenada em baías, de forma a evitar contaminações externas, próxima à entrada da obra, e rapidamente ensacada na quantidade correta para o traço da mistura da argamassa. Cada lote foi colocado em sacos plásticos de diferentes cores (vermelho, azul e amarelo); isto facilitava a identificação do local de aplicação do revestimento, novamente facilitando o mapeamento das patologias que poderiam surgir.

5.3.3 Recebimento das telas de reforço

Utilizadas no encontro de alvenaria e estrutura, ou em locais onde o revestimento ultrapassasse os 5 cm as telas utilizadas foram de aço galvanizado com malha 2,50 x 2,50 cm e fornecidas em rolos com largura de 50 cm. Antes de sua aplicação estas eram cortadas em tamanhos adequados, variando de 50 cm a 80 cm ao uso e aplinadas previamente para que não gerassem tensões não previstas no revestimento, evitando assim o desprendimento do mesmo quando ainda no estado fresco.

O aplinamento foi executado esticando-se a tela já cortada e deixando-a sob chapas de compensado com um peso suficiente para mantê-las não curvadas, retirando a chapa após vinte e quatro horas.

Em seu recebimento também eram conferidos os documentos citados anteriormente e o armazenamento seguia as orientações do fabricante (local seco e coberto).

5.3.4 Recebimento dos equipamentos

Os equipamentos foram alugados, portanto, antes do início de sua utilização foi verificado o estado físico, o funcionamento, se os equipamentos entregues estavam de acordo com o especificado em projeto e se eram operáveis na realidade do canteiro.

5.4 RASTREABILIDADE

De suma importância para um produto final sem patologias a rastreabilidade é a etapa do processo que deve ser considerada como determinante da qualidade final do produto, pois além de revestir o edifício, a fachada é a imagem da construtora para os clientes finais, portanto, a seriedade e o comprometimento da mão-de-obra que a executará deverão ser enfatizados pela gerência da obra e fiscalizados de forma constante para evitarem-se, principalmente, futuros acidentes com os usuários da edificação devido, por exemplo, a um desplacamento do emboço.

Os lotes de revestimentos aplicados devem retratar rigorosamente todos os fatores intervenientes de sua execução, principalmente condições ambientais, nome do aplicador, identificação dos lotes de fornecimento dos materiais e balançada, daí a rastreabilidade ser fundamental para identificar o fator gerador de uma eventual patologia futura e com isso ilustrar melhor as formas de correção.

Para que a rastreabilidade se torne prática, as fachadas devem ser divididas em panos de até 100 m², onde a altura máxima deverá ser a altura da balançada (máximo de 2 m) e a largura correspondente ao número inteiro de balancim, de maneira que um balancim pertença somente a um lote.

No estudo em questão a rastreabilidade foi elaborada através do preenchimento das cópias dos projetos de fachada em papel A4 com cores diferentes para cada lote dos materiais (cimento, areia e argamassa industrializada) além de uma ficha de inspeção do emboço acabado, onde nela foram identificados o pavimento, local da inspeção, tipo de trincas, dureza e observações.

Este estudo de caso apresentou uma patologia que facilmente foi corrigida devido à rastreabilidade bem executada na obra. Abaixo segue a metodologia utilizada nesta fase.

A Figura 9 mostra o mapeamento dos lotes de materiais nos panos de fachada que foram aplicados, este procedimento foi feito in loco, portanto, a atenção foi constante durante toda a etapa de produção.



Figura 9 – Mapeamento dos lotes de materiais nos panos de fachada em folhas A4

Após vinte e oito dias do emboço concluído, foi iniciada a inspeção do produto acabado, pela equipe técnica da obra (construtora e empreiteira) que registraram as informações obtidas em planilhas para eventuais correções, vide Figura 10. Através dos ensaios já descritos, analisou-se o aspecto visual e as características do revestimento quanto à resistência superficial e incidências de desplacamento entre camadas. Nessa etapa, foi percebida a presença de fissuras ocorridas por sarrafeamento antecipado e areia com granulometria diferenciada, porém, as mesmas eram mapeadas e corrigidas no ato da inspeção.

Pav.	Balançim	Aspectos Visuais			Aderência Som Cavo (S / N)	Resistência			QBS
		Fissuras (S / N)	Geometria	Maßeada Outras		Risco	Difícil	Fá cil	
25	1	N	N	S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	2	N	N	S	N	X	X	X	trinca requadração ao friso e peitoril
25	3	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	4	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	5	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	6	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	7	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	8	N	N	S S	S	X	X	X	trinca cárto janela + som cavo canto sp, janelas ondas
25	GJNHO	N	N	S S	N	X	X	X	janelas ondas
25	9	Z Z	Z Z	S S	S	X	X	X	trinca cárto janela, som cavo canto sup. janela no peitoril
25	10	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	11	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	12	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	13	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	14	N	N	S S	N	X	X	X	trincas em forma de ondas
25	15	N	N	S S	S	X	X	X	trinca cárto janela + som cavo canto sp, janelas ondas
24	1	N	N	S S	S	X	X	X	trincas em forma de ondas
24	2	N	N	S S	S	X	X	X	trincas em forma de ondas, e no peitoril
24	3	N	N	S S	S	X	X	X	trincas em forma de ondas
24	4	N	N	S S	S	X	X	X	trincas em forma de ondas
24	5	N	N	S S	S	X	X	X	trincas em forma de ondas
24	6	N	N	S S	S	X	X	X	som cavo canto sup. requeido
24	7	N	N	S S	S	X	X	X	trinca horiz. alé terço + trincas em onda
24	8	N	N	S S	S	X	X	X	

Local de inspeção: Ed. Jucarantis

Inspecionado por: Juliana F. Ogando

Engº Responsável: Engº Gustavo

Após o término da rastreabilidade notou-se que, devido ao controle feito na chegada da areia, por exemplo, e à atenção dispensada na execução do emboço, foram percebidas diferenças na granulometria e aumento significativo das impurezas no agregado miúdo de alguns lotes. A equipe técnica, neste caso, se posicionou devolvendo os lotes problemáticos e optou-se por mudar de fornecedor garantindo a qualidade do emboço.

5.5 PREPARO E APLICAÇÃO DAS ARGAMASSAS

Nesta fase a maioria das definições técnicas já foi informada no projeto e no treinamento, restando somente dois itens a serem definidos, pois dependem de fatores climáticos de difícil previsão durante as fases de projeto e planejamento, são eles:

- i. Acerto de dosagem dos materiais;
- ii. Tempo de mistura, descanso e tempo-límite de uso.

O cimento depois de recebido e estocado era pesado e ensacado em quantidade correta para ser carregado no andar e cada saco de cimento correspondia a quantidade exata para uma batelada na argamassadeira juntamente com um saco de areia.

Já a areia era depositada em baias, ao lado da baia havia um dosador metálico que era utilizado para ensacar a areia em sacos coloridos (uma cor para cada lote) e, da mesma forma que o cimento, subia ao andar já dosada na quantidade correta para a mesma batelada.

Os sacos de argamassa industrializada subiam fechados ao andar e lá eram colocados na argamassadeira com água para compor a argamassa de emboço.

Antes de qualquer aplicação definitiva foram ensaiados traços em painéis protótipos para definir qual traço melhor se adaptava à realidade da obra, segue abaixo sua execução.

5.5.1 Execução do painel protótipo

Para a obtenção do traço mais apropriado tanto para o chapisco como para o emboço foram realizados testes e ensaios em painéis protótipos antes da aplicação da argamassa de fachada em seus locais definitivos.

Tais painéis foram elaborados de acordo com as premissas abaixo para que os traços pré-estabelecidos na etapa de projeto fossem afinados para traços mais adequados às intempéries locais e desempenhassem suas características de forma mais eficiente.

A equipe técnica da obra sempre supervisionou todas as etapas de execução para que nenhuma falha ocorresse e os resultados fossem o mais próximo do esperado.

Foram executados oito painéis, sendo quatro sobre alvenaria e quatro sobre concreto e os traços de chapisco e emboço eram variáveis.

Para a execução dos painéis protótipos foram estabelecidas e seguidas as seguintes condições para retratar de forma real as características da obra:

- a) A base de execução do painel deve ser, parte em alvenaria e parte em concreto;
- b) Os painéis protótipos devem ser executados sob as mesmas condições e expostos às intempéries, e também, sobre bases semelhantes aos revestimentos das fachadas da obra;
- c) A espessura final do emboço = mín. 3,00 cm para todos os painéis;
- d) As dimensões dos painéis devem ser de aproximadamente 1,00 m x 2,00 m, para cada base;
- e) Tratamento das bases idêntico ao que será utilizado (será descrito em seguida);
- f) O intervalo de tempo entre as etapas são:

1º dia – inspeção e preparo das bases e aplicação do chapisco;

3º dia – inspeção do chapisco e aplicação do emboço;

28º dia – inspeção do emboço e ensaio de resistência da aderência à tração.

Após respeitar as condições acima o painel foi elaborado conforme a Figura 11 abaixo.

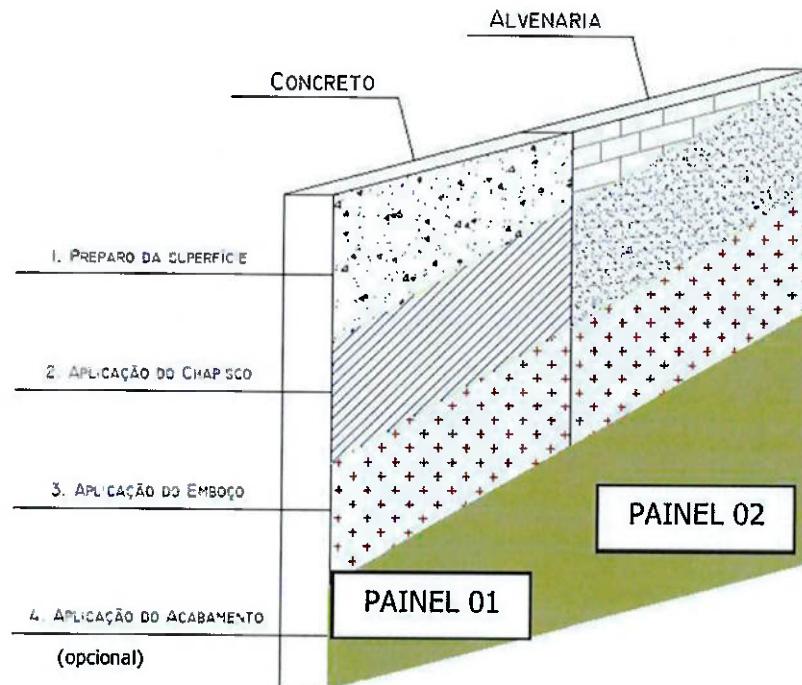


Figura 11 - Desenho esquemático do Painel Protótipo

Antes da execução, porém, foram observados e registrados os seguintes itens, para total controle e conhecimento das variáveis do sistema:

- Tipo do equipamento de mistura;
- Nome do representante do fabricante ou fornecedor dos materiais;
- Nome do pedreiro que está aplicando a argamassa;
- Tipo da argamassa (chapisco e emboço, industrializado ou V.O.);
- Quantidade de sacos utilizados em cada mistura;
- Tempo da mistura;
- Volume de água adicionado em cada mistura;
- Espessura média da argamassa aplicada (cm);

- i) Número de camadas (chapadas);
- j) ($t-1$) intervalo de tempo (minutos) entre o término da 1^a chapada e o início da 2^a camada de argamassa (chapada);
- k) ($t-2$) intervalo de tempo (minutos) entre o término da 2^a chapada e início do sarrafeamento;
- l) Tipo de acabamento final dado ao emboço (sarrafeado, desempenado e filtrado), que deve ser adequado ao acabamento final.

Por retratar a realidade do sistema o painel protótipo também deve passar por todas as etapas de inspeção que a fachada passará, portanto, todos os itens outrora descritos foram executados no painel protótipo com a mesma ou até maior atenção que o proposto para a fachada.

Após o tempo de cura necessário para o emboço, vinte oito dias, foram executados os ensaios de determinação da resistência de aderência à tração para comprovar e garantir que o revestimento, depois de concluído, apresentaria aderência e resistência adequada e não causaria deslocamentos futuros.

Tal ensaio foi realizado por laboratório especializado seguindo recomendações da norma NBR 13528 (ABNT, 2010) e NBR 13749 (ABNT, 1996), que prescreve que o resultado do ensaio no revestimento externo é considerado válido se de cada grupo de 12 (doze) rupturas realizadas com idade igual ou superior a 28 dias, pelo menos 08 (oito) valores forem iguais ou superiores a 0,30 MPa.

Foram analisados doze corpos de prova por painel, atingindo-se resistências de 0,36 a 0,81 MPa em função dos traços elaborados.

Após a análise dos resultados dos ensaios e características físicas observadas em cada painel optou-se pelos traços descritos abaixo:

CHAPISCO - 1:3 (CIMENTO: AREIA)

ADITIVO PVA PARA CHAPISCO – 1:6 (PVA: ÁGUA)

ARGAMASSA - 1:6 (SACO DE ARGAMASSA: ÁGUA)

5.5.2 Elaboração e aplicação do chapisco

Por ser a superfície de interação entre a base de alvenaria ou concreto com o emboço da fachada, a elaboração e execução do chapisco deu-se da maneira descrita a seguir.

Todos os lotes dos materiais aplicados foram registrados conforme a mistura e aplicação. A mistura foi elaborada nos pavimentos dos edifícios sendo que o material a ser utilizado já estava ensacado com a dosagem correta para elaboração dos traços.

5.5.2.1 Chapisco sobre base de alvenaria

O traço utilizado foi 1:3 de cimento e areia em volume e água em consistência tal que permitisse a aplicação com o projetor a ar comprimido (canequinha) e mantivesse a característica de resistência superficial e ao risco desejáveis para o chapisco e não ocorressem deslizamentos ou deslizamentos durante a aplicação.

Após a mistura em argamassadeiras, a argamassa do chapisco foi acondicionada em recipientes, denominados masseiras, produzidas com materiais que não absorvessem a água de amassamento e que fossem estanques, as masseiras foram alocadas sobre os balancins pesados e possuíam tamanhos que permitissem a coleta da argamassa com comodidade.

Durante o preparo, a fiscalização da obra executou inspeção ao acaso, duas vezes ao dia para assegurar que a aplicação e a consistência da mistura estivessem corretas, se após a mistura, o prazo de aplicação de duas horas estava sendo respeitado e se não estava ocorrendo a remistura do material não aderido com adição de mais água, gesso ou outro material qualquer.

Na aplicação, os aplicadores e a fiscalização da obra se atentavam para que toda a superfície da base recebesse o chapisco e a espessura da camada fosse no máximo 5 mm.

5.5.2.2 Chapisco sobre base de concreto

Nas regiões de vigas e pilares, o chapisco aplicado foi o chapisco adesivo por apresentar melhor desempenho com relação à aderência.

Sua aplicação foi manual como uso de desempenadeira denteada (4 ou 6 mm) e seu preparo consistiu nas etapas abaixo:

- 1º- Misturar a argamassa pronta e ensacada com água limpa nas quantidades recomendadas pelo fabricante.
- 2º- Aguardar o tempo necessário para a pega da mistura, em torno de dez minutos na maioria dos casos.
- 3º- Aplicar sobre a superfície já limpa.
- 4º- Remisturar a argamassa quando esta ficar certo tempo em repouso na masseira.
- 5º- Não aplicar a argamassa após duas horas da adição de água na argamassa ensacada.

Após a aplicação ambos os chapiscos eram curados com aplicação de água pulverizada por compressor, o que garantia a integridade física do mesmo, o ideal era curar durante três dias, porém dependendo das condições do tempo a perda de água da argamassa não foi muito intensa.

Aplicado o chapisco iniciou-se a inspeção qualitativa que verificava se a superfície estava totalmente preenchida e com rugosidade e espessura homogêneas além da verificação das resistências à aderência e superficial estavam satisfatórias.

Após a aplicação o mapeamento era executado por um apontador que coloria os panos nas elevações do edifício de acordo com o lote aplicado.

5.5.3 Elaboração e aplicação do emboço

Para garantir a uniformidade da mistura e a qualidade da aplicação o preparo da argamassa de emboço foi executado obedecendo ao traço em volume aprovado na fase e execução dos painéis protótipos, sendo que todos os materiais possuíam a mesma marca e características dos materiais dos painéis protótipos.

A argamassa de emboço foi misturada com água (6 litros) em argamassadeiras de eixo horizontal, garantindo a uniformidade e a qualidade da mistura.

Após a argamassa estar preparada, esta era despejada nas masseiras já colocadas no balancim, lá o aplicador apanhava com a canequinha do projetor e iniciava a aplicação.

A aplicação da argamassa era executada a uma distância de aproximadamente cinqüenta centímetros da base para não haver problemas de aderência devido a força dos jatos de ar do compressor, além disso os aplicadores procuravam sempre aplicar de baixo para cima e em velocidade constante para uniformização da espessura.

Nos locais onde a espessura era maior que quatro centímetros, nos encontros com a estrutura, bem como cantos de vão de janelas, era feito o reforço com tela galvanizada de malha 2,50 cm x 2,50 cm a fim de se evitarem desplacamentos e concentrações excessivas de tensões.

Ao final da projeção de um pano, o emboço era desempenado para garantir resistência superficial adequada para o revestimento final da fachada, tal resistência é adquirida quando a nata de cimento presente na argamassa migra para a superfície devido à pressão exercida sobre o emboço através da desempenadeira.

5.6 SEQUÊNCIA DE APLICAÇÃO

A aplicação das argamassas e dos insumos ligados à fachada está diretamente ligada à seqüência do movimento do balancim, ou seja, subidas e descidas. Na obra em questão a seqüência se deu conforme abaixo exposto.

5.6.1 Primeira subida

Na primeira subida foram feitos os serviços de fixação da alvenaria, preparo da base e mapeamento.

i. Preparo da base do revestimento (limpeza e reparo)

A aderência do revestimento está relacionada diretamente com o grau de absorção da base, que propicia à micro ancoragem, e com a rugosidade superficial, que contribui para a macro ancoragem (ou ancoragem mecânica). A limpeza da base é fundamental para permitir a correta absorção e consequente aderência dos revestimentos.

Podemos resumir que as bases da obra em questão são de alvenaria de blocos cerâmicos e concreto armado.

- Base em concreto armado

As principais patologias de revestimento que ocorrem sobre as bases de concreto são causadas por limpeza incorreta de resíduos de desmoldantes e acúmulos de nata proveniente da fase da execução de estrutura. Assim, a superfície foi escovada energeticamente com lixadeira com disco de desbaste para concreto, e apicoadas com ferramentas apropriadas para a retirada de grumos de concreto e aços aparentes (armações de eixo, por exemplo). Toda superfície contaminada por desmoldante e outras impurezas foi rigorosamente limpa.

Durante a execução desta operação todas as anomalias na estrutura, tais como rebarbas, pontas de ferros, nichos, orifícios oriundos dos tirantes, foram removidas ou recuperadas utilizando-se técnicas e materiais específicos para esse fim como aplicação de grautes.

- Base em alvenaria

As alvenarias do edifício que apresentavam sujeira, rebarbas, falhas, como blocos quebrados, ou até mesmo fissuras, foram limpas e reparadas, ressaltando que para a eliminação de buracos era utilizada a mesma argamassa de assentamento dos

blocos e para o tratamento de fissuras eram utilizadas telas especiais para evitar que a fissura migrasse para o revestimento final.

5.6.2 Primeira descida

Na primeira descida foram feitos os serviços de lavagem e inspeção das bases (alvenaria e estrutura) e aplicação do chapisco.

i. Lavagem da base

Para garantir que os andares inferiores permanecessem limpos a lavagem foi executada na primeira descida, pois a sujeira escorre de cima para baixo, daí a importância de se fazer nesta etapa, esta lavagem foi feita com lavadora de alta pressão.

ii. Fixação da Alvenaria

A fixação externa da alvenaria às vigas e lajes foi completada com argamassa industrializada especificada para esse fim. Foi atentado para que o preenchimento das aberturas fosse completo, sem vazios ou rebarbas e acompanhado pela equipe técnica da obra.

iii. Aplicação do chapisco

Após a lavagem aguardou-se certo período de tempo para que a superfície, tanto da alvenaria como da estrutura apresentasse a condição de superfície saturada seca, garantindo que a aderência, tanto micro como macro, do chapisco fosse otimizada.

Foi aplicado sobre a alvenaria o chapisco convencional no traço em volume 1:3 (cimento CPII-F-32 : areia média grossa) e sobre a estrutura de concreto foi aplicado o chapisco adesivo industrializado com desempenadeira metálica dentada.

5.6.3 Segunda subida

Foram executados os serviços de inspeção dos chapiscos e mapeamento na segunda subida do balancim leve.

i. Mapeamento

O objetivo do mapeamento é obter a espessura ideal para o revestimento bruto da fachada através da medida e anotações das espessuras em determinados pontos da fachada através de arames esticados ao longo da mesma.

O posicionamento dos arames seguiu a seguinte seqüência:

- 1º- Identificação dos eixos da estrutura na platibanda (localizada na cobertura);
- 2º- O afastamento inicial dos arames em relação às platibandas foi de 20 cm;
- 3º- Locaram-se arames nas quinas das platibandas e em cada lado de cada janela;
- 4º- O afastamento máximo entre os arames sempre foi menor que o comprimento das réguas a serem utilizadas no sarrafeamento;
- 5º- O registro das espessuras entre o arame e as bases foi fornecido ao projetista, que estabeleceu as espessuras dos revestimentos, os ajustes e os locais que deveriam ser reforçados.

ii. Inspeção

Realizado a inspeção dos chapiscos com auxílio de espátula de pintor, com objetivo de avaliar a resistência superficial e aderência às bases.

5.6.4 Segunda e última descida

Na segunda e ultima descida após o mapeamento e a inspeção dos chapicos, foi realizada os serviços de taliscamento. E primeira cheia nos pontos necessários, foi aplicada a argamassa de emboço, executados os reforços, juntas e frisos. Esta etapa finaliza a parte executiva do processo dando início à parte de inspeção final e reparos de eventuais falhas decorrentes dos materiais e/ou mão-de-obra empregados.

i. Taliscamento

As taliscas foram executadas com material cerâmico em pedaços de aproximadamente 5 cm x 5 cm, fixadas com a mesma argamassa utilizada no emboço, em toda a extensão da fachada e no alinhamento dos arames, já que estes são as referências. Por terem como referência os arames do mapeamento o

espaçamento das taliscas foi, no máximo, o comprimento da régua de sarrafeamento. A espessura de cada talisca foi definida após o mapeamento, quando se pode observar as variações de espessura em cada pano e estabelecer qual a espessura mais adequada para o edifício.

ii. Execução da Primeira Cheia

Feito o taliscamento observaram-se alguns pontos onde a espessura do emboço ultrapassaria a espessura recomendada em projeto, portanto, houve a necessidade de uma primeira cheia com reforço em tela galvanizada para que um futuro desplacamento não ocorresse.

A aplicação da argamassa foi executada de acordo com o especificado em projeto e definições perante projetista e equipe técnica da obra e seguiu os procedimentos básicos abaixo:

- a) Obedecer ao tempo de cura do chapisco especificado no projeto (3 dias) porém, como a aplicação do emboço é feita na segunda descida o chapisco aplicado ao último pavimento estava com cura de no mínimo dezessete dias;
- b) Executar mestras verticais entre taliscas contíguas para que o sarrafeamento seja preciso sem ondulações;
- c) Aplicar a argamassa com projetor a ar comprimido do tipo canequinha para que a energia de impacto estabelecida em projeto fosse atingida;
- d) Sarrafear e desempenar após o tempo de puxamento, utilizando desempenadeira de madeira para que a rugosidade superficial fosse adequada para o revestimento final; compactar a argamassa com a desempenadeira, sem excesso de alisamento, isto garantiu a resistência superficial adequada ao revestimento final (textura mineral projetada);
- e) Retirar as taliscas e proceder aos preenchimentos necessários;
- f) Executar os frisos horizontais e verticais previstos no projeto, requadrar os vãos de janela com gabinetes de alumínio, anteriormente previstos no projeto;

- g) Assentar ou moldar *in loco* os peitoris com graute garantindo cimento adequado evitando o empoçamento ou queda de água para dentro dos apartamentos.

iii. Reforços

Quando a aplicação da argamassa de emboço se iniciou a equipe de execução reforçou os locais indicados em projeto com tela galvanizada de malha 2,50 cm x 2,50 cm conforme exposto anteriormente, estes reforços foram de importância significativa para que não ocorressem fissuras e deslocamentos principalmente nas regiões de cantos de vão de janelas e locais onde o emboço atingia espessuras acima da previstas em projeto.

5.7 CONTROLE E INSPEÇÃO DAS ETAPAS

Nos itens anteriores, foram mostradas como as inspeções qualitativas dos elementos aplicados eram feitas (base, chapisco e emboço) e, não menos importante, o recebimento, a inspeção e armazenamento dos insumos constituintes desses elementos.

Também foi ilustrado, no item anterior, quando as inspeções e controles eram executados, porém, para sintetizar as inspeções qualitativas tanto dos insumos como dos elementos constituintes da fachada, segue abaixo um resumo do que foi executado na obra.

5.7.1 Insumos

i Cimento

Pela nota fiscal controlar tipo e marca, devem ser idênticos ao do painel protótipo, verificar por amostragem as condições de entrega e validade e, se aprovado, armazenar em local seco e próximo a pesagem para ser distribuído nos pavimento, separando-se sempre os lotes um do outro.

ii Argamassa Industrializada

Assim como o cimento os controles fiscais e físicos são idênticos, tomando-se sempre o cuidado para que os lotes não se misturem.

iii Areia

Por ser um material natural, a areia foi e é o material mais suscetível a variações de composição, portanto, seu recebimento passou pelo teste do teor de finos e existência de matéria orgânica realizado com proveta e ilustrado no item 3.4.2.2 referente ao recebimento dos materiais.

5.7.2 Controle dos lotes da fachada

As várias etapas de execução das fachadas, preparo da base, aplicação do chapisco, aplicação do emboço, aplicação do acabamento final, foram fiscalizadas e testadas por meio de avaliações qualitativas e quantitativas.

Ensaios para determinação da resistência à aderência e à tração foram executados sobre emboço quando o desempenho avaliado nas inspeções qualitativas não atendeu aos parâmetros especificados e quando a fiscalização da obra e o projetista julgaram necessário.

Independentemente do determinado no parágrafo anterior, é importante que o projetista do revestimento, junto com a equipe técnica da obra, estabeleça um plano da execução desses ensaios.

5.7.2.1 Bases

As superfícies das bases de concreto e alvenaria foram inspecionadas visualmente para que apresentassem todos os aspectos exigidos pelo controle tecnológico estão exposto no item 3.1.1 deste trabalho.

Como algumas bases não apresentavam todas estas características, a liberação da base só foi possível após a correção das falhas encontradas.

5.7.2.2 Chapisco

Para o controle da qualidade do chapisco foram levados em considerações os aspectos visuais, a dureza da superfície e a aderência à base, quando alguma não conformidade era encontrada, tratava-se a causa geradora da mesma e não apenas sua consequência.

Foram inspecionados diariamente durante a execução dos chapiscos, a espessura, rugosidade, homogeneidade da aplicação e formação dos cordões no caso de chapisco adesivo aplicado com desempenadeira denteada.

Para cada lote da fachada, foi definida uma área mínima de 1,00 m² aproximadamente (o ideal seria estender esta inspeção para vários outros pontos do lote) e executaram-se os testes dos riscos cruzados e fricção dos dedos sobre a superfície revestida para a resistência superficial e raspagem da espátula para verificação da aderência à base, todos os procedimentos foram detalhados no item 3.2.2.

Caso o chapisco se fragmentasse ou esfarelasse, sua cura ou remoção eram executadas.

5.7.2.3 Emboço

A avaliação do emboço executado pode ser resumida no fluxograma seguinte ilustrado pela Figura 12.

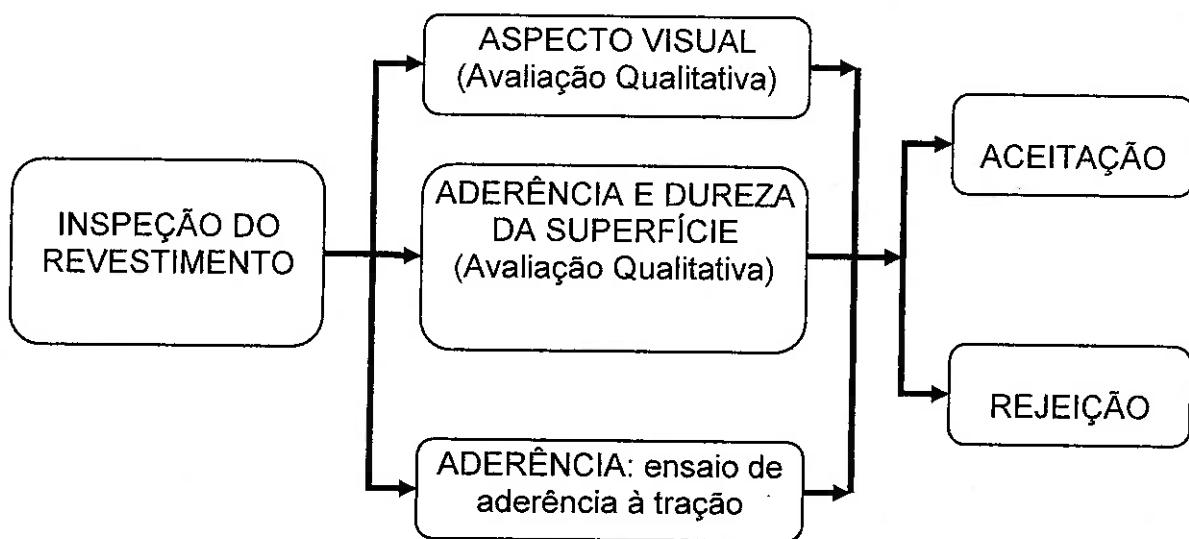


Figura 12 - Fluxograma de avaliação e liberação do emboço de fachada

i. Aspectos Visuais

Após 28 dias a fiscalização da obra inspecionou todo o lote da fachada, com a finalidade de se verificar a ocorrência de fissuras (tipos, mapeadas, geométricas), manchas, eflorescências e deposições, já especificadas e ilustradas em capítulos anteriores.

Caso as ocorrências acima fossem detectadas, eram tomadas as providências de reparo ou remoção do revestimento no local afetado e suas imediações.

ii. Dureza da Superfície e Aderência

Mantendo - se a mesma área adotada para o chapisco a superfície do emboço passa pela inspeção da dureza da superfície e aderência da argamassa antes de ser liberado para receber o revestimento final. Os testes realizados foram detalhadamente explicados e ilustrados no item 3.1.4, sendo que aqui serão resumidos a título de ilustrar de forma prática quais ensaios foram realizados.

- a) Risco na Superfície: executaram-se riscos cruzados com um prego de aço e observou-se a profundidade do sulco produzido, geralmente este ensaio era feito após aproximadamente sete dias da aplicação do emboço. Quanto mais profundo era o sulco, menor era a dureza e resistência da superfície. Pode-se concluir também que, quanto mais difícil de se executar o risco, maior a dureza e resistência da superfície do revestimento.
- b) Lixamento da Superfície: esta avaliação foi executada sobre os riscos da avaliação anterior e teve como objetivo confirmar, ou não, os resultados obtidos por risco. A superfície, já riscada, foi lixada e, apresentando baixa resistência à abrasão, os riscos seriam “apagados” (desgaste maior). Caso esta condição fosse encontrada, a avaliação teve continuidade, repetindo os riscos e o lixamento em camada mais profunda.
- c) Inspeção da Aderência: por meio de percussão realizada por martelo com cabeça de plástico, era verificada a ocorrência de sons cavos indicando desplacamento do revestimento, desta forma, todo o lote era percutido e as áreas afetadas foram delimitadas e removidas. No caso da obra houve desplacamento entre emboço e chapisco em apenas um lote devido à má qualidade da areia.

- d) Resistência de aderência à tração: neste estudo de caso, foram realizados os ensaios com maior número de corpos de prova, principalmente nos lotes que apresentaram patologias como falta de aderência e fissuras, os ensaios foram realizados com mais de 28 dias seguindo a já mencionada NBR 13528 (ABNT 2010).

É importante salientar que caso alguma inspeção tanto no chapisco como no emboço apresentarem anomalias, o lote todo deve ser inspecionado e cabe a fiscalização da obra, juntamente com a equipe técnica tomarem as medidas corretivas ou até mesmo a rejeição do lote por inteiro.

5.7.3 Atribuição de responsabilidades na fase de execução

Durante o estudo de caso foi citado que o projetista e a equipe técnica da obra eram responsáveis por diferentes etapas e serviços e às vezes as decisões eram tomadas em conjunto.

Para ficar mais claro a atribuição de responsabilidades no projeto e na obra em questão, abaixo segue tais atribuições em formas de itens.

5.7.3.1 Responsabilidades do projetista

- a) Proceder aos treinamentos da equipe técnica da obra e da mão-de-obra para esclarecer todos os detalhes constantes no projeto;
- b) Acompanhar o início de todas as etapas de serviço, desde o preparo das bases até a aplicação do acabamento final;
- c) Se necessário, fazer correções e/ou adaptações ao projeto original;
- d) Analisar os resultados dos ensaios tecnológicos e das inspeções realizadas e elaborar relatório com os comentários sobre o desempenho observado;
- e) Participar se necessário, de reuniões técnicas com os fornecedores de insumos, equipe técnica da obra e responsáveis pela mão-de-obra;
- f) Elaborar se necessário, uma disposição para correção de não-conformidades (anomalias) que ocorram durante a fase de execução da obra;

g) Treinar todos os novos técnicos/aplicadores.

5.7.3.2 Responsabilidade da administração da obra

- a) Providenciar as condições necessárias (segurança, higiene, etc.) para que as equipes de mão-de-obra desenvolvam os seus serviços com a qualidade estabelecida no projeto e no prazo planejado;
- b) Avaliar constantemente a qualidade dos serviços, das equipes, dos fornecedores, visando a detectar e prevenir o mais rápido possível à ocorrência de falhas;
- c) Expor e discutir com o projetista eventuais dificuldades, formas alternativas ou melhorias que possam ser introduzidas nos materiais, nos processos ou nos detalhes construtivos;
- d) Realizar o acompanhamento físico-financeiro, analisar continuamente a relação entre o planejado e o executado, replanejar, quando necessário, e tomar as providências que assegurem a qualidade dos serviços, o atendimento ao orçamento e o cumprimento do cronograma;
- e) Executar e registrar todos os resultados tecnológicos e das inspeções planejadas;
- f) Convocar o projetista sempre que ocorrerem dúvidas na execução dos serviços projetados;
- g) Programar treinamentos a todos os novos técnicos/ aplicadores.

5.7.3.3 Responsabilidade dos fornecedores de insumos

- a) Fornecer os materiais indicados no projeto e aprovados nos testes prévios em painéis, em consonância com as normas brasileiras;
- b) Garantir a uniformidade do produto durante todo o período de fornecimento;
- c) Em eventual alteração do produto, este deverá ter o desempenho original ou superior. Tal alteração deverá ser informada à administração da obra;
- d) Participar de reuniões na obra, sempre que convocados;

- e) Fazer acompanhamento técnico do seu produto durante toda a fase de aplicação, mediante visitas técnicas periódicas previamente combinadas com a construtora.

5.7.3.4 Responsabilidade da mão de obra

- a) Desenvolver os seus serviços com a qualidade estabelecida no projeto e no prazo planejado;
- b) Disponibilizar treinamento a todos os novos técnicos/aplicadores;
- c) Assegurar garantias de segurança em todos os equipamentos fornecidos pela empresa;
- d) Oferecer condições para o controle/inspeção.

Qualquer processo produtivo deve contar sempre com pessoas e empresas responsáveis para se atingir e garantir segurança, agilidade, qualidade e satisfação ao usuário final do empreendimento, sem isto o desenvolvimento de novos processos e produtos não se torna possível.

6 CONCLUSÕES

A execução do revestimento de argamassa de fachada possui três etapas distintas. Etapa pré-executiva, onde foram analisadas as condições para a execução, controle de qualidade de materiais, mão-de-obra, atividades e imprevistos envolvidos no processo. Etapa executiva, cuja fiscalização da qualidade da execução de uma etapa do processo executivo é imprescindível para o prosseguimento das demais, além disso foram analisadas as condições de execução e o controle de imprevistos. A terceira e última etapa é a pós-executiva, ou seja, após o término do revestimento, foram executados testes e ensaios, como a retirada de corpos de prova do revestimento, além da inspeção visual, a maneira mais eficiente para identificação de não conformidades in-loco.

A adoção do controle tecnológico na execução do revestimento de argamassa de fachada possui uma série de vantagens:

- a) Identificação de materiais adequados para o uso e preservação da sua integridade ao longo do processo;
- b) Identificação da tecnologia mais adequada à obra, viabilizando custo, insumos e equipamentos disponíveis na região da obra;
- c) Planejamento do canteiro de obras evitando perda de tempo no transporte e solicitação excessiva da mão-de-obra;
- d) Economia de tempo de retrabalho e a quantificação precisa do material a ser aplicado com o mapeamento da base;
- e) Eliminação de patologia causada por falha de limpeza da base, por dosagem incorreta no preparo da argamassa, por aplicação incorreta das camadas do revestimento, por má execução ou não execução dos detalhes construtivos;
- f) Detecção de falhas ou anomalias que não se tem como prever em projeto e que podem ser alteradas ou revistas;
- g) A possibilidade de se executar alterações na etapa seguinte de forma que esta suprima a falha ocorrida na etapa anterior;

- h) Eliminação de falhas de conceito ou de projeto, em tempo hábil, por meio dos ensaios e simulações realizados com protótipos do serviço da etapa seguinte;
- i) Fiscalização intensa e pontual eliminando possíveis falhas com a otimização da movimentação dos balancins, desde o início da aplicação, até a entrega do serviço;
- j) Possibilidade de se fazer ajustes no cronograma sem comprometer a qualidade dos serviços executados, uma vez que já se sabe o tempo máximo e mínimo para executar cada atividade;
- k) Identificação de falha em qualquer parte do processo, desde uso de material impróprio, até a má utilização de um equipamento, graças ao mapeamento executado sobre todos os itens pertencentes ao processo.

Entretanto, a adoção do controle tecnológico na execução do revestimento de argamassa de fachada pode trazer também, para esta etapa da obra, alguns inconvenientes que requerem mais atenção por parte da equipe da obra e podem, em princípio, serem vistos como desvantagens:

- a) Logística adequada de recebimento, armazenamento, dosagem e transporte de materiais, um simples erro de logística, como por exemplo, a inadequada separação dos lotes de areia, pode inviabilizar todo o processo;
- b) Controle rigoroso de recebimento de insumos a granel, qualquer descuido compromete a qualidade da argamassa;
- c) Disponibilização de profissionais e equipamentos de rastreabilidade - deve-se despender um tempo considerável com inspeção de serviços e equipamentos utilizando de mão-de-obra qualificada, o que, numa análise direta dos custos é dispendiosa;
- b) Comprometimento na manutenção da qualidade exigida para o material pelos diversos fornecedores, a falha de um deles pode causar grande transtorno, uma vez que seus insumos já foram testados e aprovados;

- c) Responsabilidade da rastreabilidade de todo o processo e da dosagem do traço, é total da empresa executante do controle tecnológico;
- d) Número maior de etapas no processo de produção, como dosagem de areia e cimento, ensaio dos mesmos, controle do recebimento dos insumos e equipamentos, planilhamento destes dados, comparação de ensaios, investigação de anomalias, etc;
- e) Maior quantidade de itens a serem transportados, maior tempo de transporte;
- f) Aumento da equipe de preparo da argamassa, e inspeção;
- g) Diversidade de insumos - maior risco de paralisação da produção.

Estas aparentes desvantagens, onde o tempo gasto com inspeções, treinamentos de mão-de-obra, reuniões de projeto com o corpo técnico, consultoria e engenharia, análise e discussão de ensaios, e uma quantidade de mão de obra maior, devido a criação de alguns cargos de controle e inspeção, geram custos diretos superiores se comparados à execução de um revestimento externo sem qualquer comprometimento com a qualidade final, porém, quando analisa-se o processo de construção do edifício e satisfação do cliente final, nota-se que, a implantação do controle tecnológico e a gestão da qualidade aplicada na aplicação da argamassa de revestimento externo do edifício gera, com relação aos custos envolvidos, apesar de não terem sido coletados na época do estudo de caso, uma vantagem em todo o processo, uma vez que gastos com locação adicional de andaimes e/ou balancins e equipe de mão de obra para reparos após a conclusão dos serviços são eliminados, além disso, a fachada possui uma função não técnica de ser uma forma de propaganda, divulgação, da construtora e sua competência na execução de um edifício, portanto, uma forma de captação de futuros clientes e fidelização dos já existentes, em outras palavras, a fachada é o cartão de visitas do edifício e da construtora, já que, qualquer patologia após entrega do edifício, por mais simples que seja a solução, sempre envolverá um andaime ou balancim exposto para o público e isto criará uma imagem negativa para a construtora, que pode tomar proporções de valores imensuráveis como perda de clientes até processos civis açãoados por quem adquiriu as unidades.

No estudo de caso apresentado vale ressaltar que o treinamento e a consultoria utilizados na equipe do canteiro serviram para aprimorar os conhecimento da empresa e criar uma equipe capacitada para executar novas obras que, certamente, terão as etapas do processo sendo executadas de forma mais eficiente e veloz. Como existiu um rigoroso controle no recebimento e aplicação dos materiais em lotes distintos, foi necessário demasiado gasto de energia pela equipe técnica para fiscalizar e instruir a mão de obra operacional a executar os procedimentos dados em treinamento, se não houvesse esta fiscalização, todo gasto com consultoria, procedimentos e projetos seria em vão.

Por fim, o controle tecnológico e a gestão da qualidade de argamassas de revestimento externo, são ferramentas valiosas na construção de um edifício e devem ser utilizados para melhoria contínua de processos executivos já existentes além de aperfeiçoarem a gestão de insumos envolvidos nas etapas de serviço reduzindo perdas de materiais, retrabalhos e ociosidade de equipamentos e mão de obra.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (a) **Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas:** procedimento – NBR 7200. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (b) **Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas:** classificação – NBR 13530. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (d) **Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas:** determinação da resistência de aderência à tração: método de ensaio – NBR 13528. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas:** especificação – NBR 13749. Rio de Janeiro, 1996.

BANDUK, R.C., CEOTO, L.H., NAKAKURA, E.H. **Revestimentos de argamassas:** boas práticas em projeto, execução e avaliação. Porto Alegre, 2005.

CINCOTTO, M.A.; SILVA, M.A.C.; CASCUDO, H.C. **Argamassa de revestimento:** características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo, IPT, 1995. (Boletim 68).

MACIEL, L.L.; MELHADO, S.B. **O projeto para produção:** aplicações e análise de tendências. São Paulo, EPUSP, 1997.

MACIEL, L.L; **O projeto e a tecnologia construtiva da produção dos revestimentos de argamassa de fachada.** São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

LICHENSTEIN, N.B. **Patologia das construções:** procedimento para formulação do diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. São Paulo, 1985. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PETRUCCI, H.M.C.; DAL MOLIN, D.C.C.; SILVA, M.F.S.; SILVA, R.R. Procedimento para levantamento de manifestações patológicas em revestimentos externos em argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., Salvador, 1997. **Anais.** Salvador, CETA/ANTAC, 1997.

SABBATINI, F.H. et al. **Desenvolvimento tecnológico de métodos construtivos para alvenarias e revestimentos:** recomendações para execução para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos. São Paulo, EPUSP-PCC, 1988.

SABBATINI, F.H.; MACIEL, L.L; **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa.** São Paulo, 2008, 4^a ed.

RECENA, F.A.P; **Conhecendo Argamassa.** Porto Alegre, 2008.