

ENIO SEBASTIÃO DE AGUIAR

**Caracterização da Produção de Argamassa
Tradicional Racionalizada para Revestimentos
de Fachadas**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de Especialista em
Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios

ESP/TGP
Ag93c



Escola Politécnica - EPBC



31200061732

[1111+2]
ESP/TGP
Ag 93C

ENIO SEBASTIÃO DE AGUIAR

**Caracterização da Produção de Argamassa
Tradicional Racionalizada para Revestimentos
de Fachadas**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de Especialista em
Tecnologia e Gestão da Produção de Edifícios

Área de concentração:

Engenharia de Construção Civil

Orientador:

Luis Otávio Cocito de Araújo

São Paulo

2004

A minha querida mãe, por tudo que passamos

A minha amada Miriam, minha mulher, minha companheira

AGRADECIMENTOS

À Construtora Tarjab e seus Diretores, José Tarifa, Carlos Borges, Francisco e Joaquim, pela oportunidade e incentivos proporcionados.

Ao Professor Luís Otávio, pela amizade, dedicação e respeito aos seus orientandos.

Ao Professor Sabbatini, pelos ensinamentos e pelas contribuições a este trabalho.

À Professora Mércia, pelos ensinamentos e pelo estímulo.

Ao Nelson Martinez, da Testin, pela sua colaboração.

À Construtora Tecnisa, em nome do Eng^o Roberto Pastor pelas colaborações.

Aos mestres, pedreiros e serventes, pela colaboração.

Ao pessoal da biblioteca da engenharia civil da USP, pela ajuda.

À minha família, meus filhos, meus irmãos.

A todos que me incentivaram.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	7
Lista de Tabelas.....	8
Resumo.....	10
Abstract.....	11
1 INTRODUÇÃO À MONOGRAFIA	12
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVO	15
1.3 METODOLOGIA	15
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	16
2 A TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO PARA FACHADA	17
2.1 DEFINIÇÃO DE ARGAMASSA	17
2.2 DEFINIÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	17
2.3 FUNÇÕES E PROPRIEDADES DOS REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS	17
2.4 CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DA ARGAMASSA DE REVESTIMENTO	19
2.5 SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA ARGAMASSA	19
2.5.1 <i>Argamassas Industrializadas</i>	19
2.5.1.1 Histórico das Argamassas Industrializadas.....	20
2.5.1.2 Classificação das Argamassas Industrializadas	20
2.5.1.3 Tipos de Fornecimento	21
2.5.1.5.1 Argamassas Industrializadas Ensacadas	21
2.5.1.5.2 Argamassas Industrializadas Ensiladas.....	23
2.5.1.3.1 Argamassas Dosadas em Central.....	24
2.5.2 <i>Argamassas Tradicionais</i>	26
2.5.3 <i>Argamassas Tradicionais Racionalizadas</i>	27
2.6 LOGÍSTICA	27
2.6.1 <i>Projeto do canteiro</i>	29
3 CARACTERIZAÇÃO DAS ARGAMASSAS TRADICIONAIS RACIONALIZADAS	30
3.1 MATERIAIS CONSTITUINTES DA ARGAMASSA - CARACTERÍSTICAS	31
3.1.1 <i>Cimento Portland</i>	32
3.1.2 <i>Cal hidratada</i>	36
3.1.3 <i>Areias</i>	41
3.1.4 <i>Água</i>	42
3.2 PROJETO DAS ARGAMASSAS – DOSAGEM	43
4 GESTÃO DA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DOSADA EM OBRA PARA REVESTIMENTOS DE FACHADA	49
4.1 RECEBIMENTO, CONTROLE E ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA ARGAMASSA.....	49
4.1.1 <i>Cimento</i>	50
4.1.2 <i>Cal</i>	52
4.1.3 <i>Areias</i>	53
4.2 DESCARREGAMENTO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSAS	54

4.3	DOSAGEM DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA ARGAMASSA	55
4.4	MISTURA DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA ARGAMASSA	56
4.5	TRANSPORTE DOS MATERIAIS	57
4.5.1	<i>Sistema de distribuição</i>	59
4.6	APLICAÇÃO DA ARGAMASSA.....	60
4.6.1	<i>Aplicação manual da argamassa</i>	60
4.6.2	<i>Aplicação mecânica da argamassa</i>	60
5	ESTUDOS DE CASO	62
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS OBRAS.....	62
5.1.1	<i>Obra "A"</i>	62
5.1.1.1	Equipamentos utilizados.....	63
5.1.1.2	Trelnamento da mão de obra e procedimentos da qualidade	63
5.1.1.3	Qualificação e seleção de materiais - ensaios.....	63
5.1.1.4	Materiais utilizados, recebimento e descarregamento.....	64
5.1.1.5	Características do preparo das argamassas: definição de traços, dosador padrão, transporte e mistura.....	65
5.1.1.5.1	Chapisco tradicional.....	65
5.1.1.5.2	Emboço.....	66
5.1.1.6	Mão de obra utilizada para dosagem, mistura e responsabilidades. 68	
5.1.2	<i>Obra "B"</i>	69
5.2	CUSTOS DA ARGAMASSA PRODUZIDA NA OBRA.....	71
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

ANEXO 01

ANEXO 02

ANEXO 03

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Silos para estocagem da argamassa recebida à granel.....	24
Figura 2.2– Caminhão para entrega de argamassa fornecida à obra à granel.....	24
Figura 2.3 – Subdivisões da logística na construção civil, conforme CARDOSO (1996)	28
Figura 3.1 - Fatores condicionantes do desempenho dos revestimentos de argamassa. Fonte: SELMO (1989)	46
Figura 4.1 – Exemplo de estoque de sacos de cimento em paletes metálicos.	51
Figura 4.2 – Exemplo de estoque de sacos de cal em paletes metálicos.	53
Figura 4.3 - Descarregamento do cimento com uso de escorregador – andar superior	54
Figura 4.4 - Descarregamento do cimento com uso de escorregador – andar inferior	54
Figura 4.5 - Dosador padrão de areia	56
Figura 4.6 - Dosador padrão de cimento	56
Figura 4.7 – Sacos para acondicionamento da areia	56
Figura 4.8 – Sacos para acondicionamento do cimento	56
Figura 4.9 – Exemplo de betoneira utilizada na confecção da argamassa	57
Figura 4.10 – Exemplo de misturador utilizada na confecção da argamassa.....	57
Figura 4.11 – Modelo de carrinho plataforma para transporte de ensacados.	58
Figura 4.12 – Funil metálico	59
Figura 4.13 – Duto para distribuição da argamassa ao caixote.....	59
Figura 4.14 – Exemplo de aplicação manual da argamassa.....	60
Figura 4.15 - Projetores de argamassa com caçamba em aço inoxidável e corpo em alumínio.....	61
Figura 4.16 – Exemplo de aplicação mecânica de argamassa.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Propriedades das argamassas industrializadas de múltiplo uso, conforme a NBR 13281 (ABNT, 1995), sem indicações do uso recomendado..	21
Tabela 2.2 – Área de estoque e cargas acidentais. Fonte: Norma NBR 6120 (ABNT, 1980).	22
Tabela 2.3 – Exigências dos fornecedores. Fonte: Fornecedores de argamassa a granel	23
Tabela 2.4 – Especificações de argamassas "Plastical" dosadas em central	25
Tabela 3.1 - Argamassa tradicional x argamassa tradicional racionalizada: ações de controle e racionalização. Fonte: SABBATINI (2002)	31
Tabela 3.2 – Nomenclaturas do Cimento Portland. Fonte: ABCP	34
Tabela 3.3 - Composição dos diversos tipos de cimento. Fonte: ABCP	35
Tabela 3.4 – Exigências químicas dos diversos tipos de cimento. Fonte: ABCP	35
Tabela 3.5 – Exigências físicas e mecânicas dos diversos tipos de cimento. Fonte: ABCP	36
Tabela 3.6 – Requisitos da cal. Fonte: NBR 7175/2003	38
Tabela 3.7 – Marcas de empresas em conformidade com as normas técnicas. Fonte: ABPC - relatório setorial nº 81 (junho 2003)	40
Tabela 3.8 – Classificação das areias, conforme a composição granulométrica. Fonte: BAUER	41
Tabela 3.9 - Influência nas propriedades da argamassa decorrentes das características da areia utilizada	42
Tabela 4.1 – Área de estoque e cargas acidentais. Fonte: Norma NBR 6120 (ABNT, 1980).	51
Tabela 4.12– Especificações de misturadores. Fonte: Catálogo de fornecedores ...	57
Tabela 5.1 – Caracterização da Obra "A"	62
Tabela 5.2 – Materiais utilizados na execução do revestimento de argamassa de fachada de acordo com o tipo de argamassa	64
Tabela 5.3 – Forma de recebimento, descarregamento e veículo de entrega dos materiais	65
Tabela 5.4 – Traço utilizado para argamassa de chapisco (em volume)	66
Tabela 5.5 – Traço utilizado para argamassa de emboço (em volume)	67
Tabela 5.6 – Caracterização da Obra "B"	69
Tabela 5.7 – Comparação da tecnologia de produção utilizada nas obras "A" e "B"	70

Tabela 5.8 - Composição dos custos de produção da argamassa tradicional racionalizada para a OBRA "A"	72
Tabela 5.9 - Composição dos custos de produção da argamassa tradicional racionalizada para a OBRA "B"	73
Tabela 5.10 - Composição dos custos da argamassa industrializada.....	74

RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho foi o de fazer uma caracterização do processo de produção da "Argamassa Tradicional Racionalizada" adotado por empresas construtoras da cidade de São Paulo ao executarem revestimentos de fachada em obras de edifícios. Para tanto, buscou-se identificar as atuais medidas de racionalização e controle, em prática nos canteiros de obras que fabricam e aplicam a Argamassa Tradicional Racionalizada. Fez-se isso por se acreditar nos benefícios desta prática.

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, adotou-se uma metodologia que compreendeu a realização de uma revisão bibliográfica, no âmbito do processo de produção das argamassas, de entrevistas com especialistas que, somadas à vivência profissional deste autor e aos dados obtidos através da condução de duas pesquisas de campo, permitiram que o processo de produção de argamassas, no canteiro fosse, então, caracterizado.

Entende-se, por fim, que esse trabalho possa servir como orientação aos profissionais de empresas construtoras que decidam fabricar a argamassa em seus canteiros de obras.

ABSTRACT

This work aims to characterize the production process of the 'rationalized traditional mortar' during the execution of mortar services in the facades of multi-storey buildings in Sao Paulo, Brazil. Firstly, a literature review on the production process of mortars was conducted. Secondly, current measures of rationalization and control in building sites that produce and utilize the 'rationalized traditional mortar' were investigated. Afterwards, two case studies were carried out so that the mortar's production process in building sites could be further understood and characterized. Ultimately, this work describes some potential benefits resulting of this practice and provides guidance for construction companies that intend to produce mortars in the building site.

1 Introdução à Monografia

1.1 Justificativa

Há mais de uma década, mudanças no panorama econômico brasileiro, têm levado as empresas construtoras a tornarem-se mais competitivas.

A exigência de qualidade pelos clientes e o código de defesa do consumidor são alguns, dentre uma série de novos condicionantes, que têm obrigado o setor a buscar a evolução do processo construtivo tradicional de produção de edifícios. A qualidade final do produto é encarada como uma obrigação e a redução dos custos de produção dos empreendimentos um fator decisivo para a sobrevivência das empresas.

CARDOSO (1996) salienta que as empresas de construção civil, desejosas de obter vantagens sobre seus concorrentes, podem adotar ações, tais como: a redução do desperdício; o aumento da produtividade; o investimento na articulação entre projetistas, produção e manutenção; o domínio dos custos; o domínio e implantação de novas técnicas e métodos construtivos; a melhoria da organização e gestão da mão de obra; o emprego de ferramentas e métodos de melhoria da qualidade; a melhoria da organização e gestão dos subempreiteiros.

O trabalho de CARDOSO (1996) identifica a existência de um mercado crescente voltado à busca da competência empresarial, sendo motivado tanto pelas exigências dos clientes quanto pela competitividade das próprias empresas. O autor salienta, ainda, que as estratégias de ação das empresas na busca da competitividade devem estar voltadas ao que denomina "*novas formas de racionalização da produção*".

Na busca de vantagens competitivas o destaque fica por conta da adoção de tecnologias construtivas racionalizadas, industrializadas e por sistemas de gestão (qualidade, produtividade), com a necessidade de repensar formas ultrapassadas de produção (geradoras de desperdícios materiais, humanos e conseqüentemente financeiros).

BARROS (1996) propõe que um dos objetivos da implantação de tecnologias construtivas racionalizadas seja incrementar o grau de organização do processo construtivo tradicional, objetivando atingir um patamar tecnológico mais elevado, a fim de que possa ser considerado como um processo construtivo racionalizado.

Merecedor de relativa atenção nos últimos anos, comprovada pelos trabalhos publicados recentemente, os revestimentos de argamassa ainda são motivos de muitas controvérsias e discussões, tanto no meio técnico como no acadêmico.

Em se tratando de um serviço que pode representar até 2,5% do valor de uma obra (MASCARÓ, 1985), fica evidente a representatividade do ônus causado por problemas que venham a afetar os revestimentos.

Considerando a importância das argamassas, já afirmavam SABBATINI, BARROS, SELMO (1989) que, pelas betoneiras de argamassa, passa, aproximadamente, a quarta parte do peso próprio dos edifícios em concreto armado, o que coloca as argamassas em segundo lugar, entre os materiais envolvidos na construção. Os mesmos autores destacam a importância em se executar um bom planejamento e controlar a produção deste material, em termos de equipe, arranjo físico da central, transporte e distribuição. A organização da produção trata-se de uma etapa indispensável para se promover economia significativa dos materiais.

MARTINS, DJANIKIAN (1999) apontam que 95% das argamassas utilizadas em obras brasileiras são dosadas no próprio canteiro de obras; os outros 5 % corresponderiam às argamassas industrializadas.

SABBATINI, MACIEL (2000) salientam que os revestimentos de argamassa, apesar de serem muito utilizados, são ainda caracterizados por considerável incidência de falhas e problemas patológicos, desperdício de materiais, mão de obra e tempo, bem como elevados custos de produção.

SOUZA et al. (1999) apresentam valores de consumo de cimento no revestimento de argamassa de fachada, que variam de 3,4 a 13,9 kg/m², o que representa uma diferença de 309% entre o maior e o menor número.

Segundo NAKAKURA (2003), até o presente momento não existem informações precisas quanto ao volume de argamassas produzidas no Brasil, mas é possível estimar o volume de argamassa produzido em obra e na indústria a partir da produção de cimento. No ano de 2001 foram produzidas 38.264.000 t. (Fonte: Sindicato Nacional da Indústria do Cimento – 2001) sendo que, deste total, 68% distribuídos através de revendas. Supondo que metade do cimento distribuído pelas revendas seja revertido em argamassa e, considerando-se um consumo médio de 15% em massa de cimento, estima-se um volume de 87.343.000 t de argamassa produzida em obra. A produção de cimento destinada à argamassa industrializada foi de 193.000 t, e pelo mesmo raciocínio, tem-se uma produção de argamassa industrializada de 1.286.000 t.

Os números supracitados ressaltam a importância da argamassa produzida em obra e a necessidade da divulgação de medidas de racionalização e controle desta atividade.

A década de 80 foi marcada pela introdução no mercado das argamassas industrializadas, cujo principal apelo era a racionalização conferida no seu preparo, o que contribuiria para minimizar as mazelas encontradas, há décadas, nos canteiros de obras brasileiros.

A argamassa industrializada surgiu, portanto, como solução a uma prática empírica de dosagem e também na esperança de diminuição das patologias nos revestimentos onde era aplicada. Atrativos como este impulsionaram algumas empresas construtoras a adotarem a argamassa industrializada em seus canteiros de obras.

Em publicação recente (LEAL, 2003), Luiz Henrique Ceotto afirma que "tanto na produção de argamassa industrializada quanto na sua aplicação, o setor está bem aquém do necessário". Tal comentário é endossado por artigos recentes publicados no meio técnico que retratam os problemas decorrentes da produção e aplicação das argamassas. "Apesar da maior oferta de argamassas e do compromisso dos fabricantes com a qualidade dos produtos, mais trincas e fissuras são visíveis nas edificações".

A busca de soluções vem mobilizando diversos agentes do setor, tais como projetistas, consultores, pesquisadores, construtores, fabricantes de argamassa e aplicadores, na tentativa de se estabelecerem padrões mínimos para os procedimentos, do projeto à execução dos revestimentos argamassados.

Frente ao quadro apresentado as empresas construtoras têm adotado duas posturas distintas quando a aquisição das argamassas utilizadas nas suas obras, visando minimizar problemas como aqueles anteriormente comentados:

- utilização de argamassa industrializada, porém com redobradas exigências, junto aos fabricantes, quanto à melhoria da assistência técnica na obra, uniformidade de produto, atendimento aos requisitos de desempenho, entre outros;
- utilização de argamassa fabricada no canteiro de obras a partir de sistemas próprios para produção (racionalização da produção), por motivações técnicas e possibilidades reais de redução de custos.

O foco deste trabalho está nas argamassas fabricadas nos canteiro de obras, de forma racionalizada, a partir da observação das experiências realizadas por empresas que têm investido nesta prática.

Adota-se, para a argamassa fabricada no canteiro, e objeto de estudo deste trabalho, a terminologia proposta por MARTUCCI (1990), qual seja "Argamassa Tradicional Racionalizada". Vale adiantar que a "Argamassa Tradicional Racionalizada" requer, por exemplo, controles e procedimento executivos rigorosos (tais como a especificação e qualificação dos agregados e aglomerantes, a racionalização dos traços, a execução de ensaios de desempenho e comportamento, realizados a partir da contratação de laboratórios e consultores especialistas etc) que a tornam muito diferente das argamassas produzidas em canteiro de obras, segundo critérios totalmente empíricos e sem nenhuma preocupação com a racionalização.

1.2 Objetivo

O objetivo principal do presente trabalho é fazer uma caracterização do processo de produção da "Argamassa Tradicional Racionalizada" adotado por empresas construtoras da cidade de São Paulo ao executarem revestimentos de fachada em obras de edifícios. Entende-se que esse trabalho possa servir como orientação aos profissionais de empresas construtoras que decidam fabricar a argamassa em seus canteiros de obras (que poderão tomar como referencial as práticas das empresas apresentadas neste trabalho).

1.3 Metodologia

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho, adotou-se uma metodologia que compreendeu, inicialmente, a realização de uma revisão bibliográfica, no âmbito do processo de produção das argamassas, estando focada, principalmente, nos seus materiais constituintes (e suas propriedades), bem como, nos aspectos ligados à gestão desse processo de produção. Num segundo momento, foram realizadas entrevistas com especialistas que, somadas à vivência profissional deste autor e aos dados obtidos através da condução de duas pesquisas de campo (realizadas em canteiros de obras de duas empresas construtoras, atuantes na cidade de São Paulo, que adotaram a Argamassa Tradicional Racionalizada na execução de revestimento de fachadas) permitiram que o processo de produção de argamassas, no canteiro fosse, então, caracterizado.

1.4 Estruturação do trabalho

A monografia será estruturada da seguinte forma:

No **Capítulo 2** discute-se, mediante revisão bibliográfica, as diferentes tecnologias de produção de argamassa para revestimentos de fachada.

O **Capítulo 3** traz uma caracterização das argamassas tradicionais racionalizadas, através de um entendimento dos principais materiais que as constituem.

O **Capítulo 4** apresenta e comenta alguns aspectos ligados à gestão da produção da argamassa de revestimento, tratando, entre outros, das operações relativas a produção da argamassa no canteiro, dos equipamentos de produção e transporte e das técnicas de aplicação.

O **Capítulo 5** apresenta um diagnóstico quanto ao processo de produção de argamassa realizado em dois canteiros de obras da cidade de São Paulo. Apresenta, ainda, os custos de duas construtoras quanto à produção da argamassa na obra, comparando-os, ao final, aos custos da aquisição da argamassa industrializada.

O **Capítulo 6**, por fim, apresenta as considerações finais do autor.

2 A Tecnologia da Produção de Argamassas de Revestimento para Fachada

Neste capítulo são apresentadas as tecnologias disponíveis quanto à produção de argamassas de revestimento de fachada. Faz-se, também, uma breve conceituação das funções e propriedades dos materiais constituintes dos revestimentos de argamassa.

2.1 Definição de argamassa

A NBR 7200/98 define argamassa inorgânica como sendo a mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos e adições, com propriedades de aderência e endurecimento.

Segundo SELMO (1989), argamassas são conceituadas pela engenharia civil como materiais obtidos através da mistura, em proporções adequadas, de aglomerante(s), agregado(s) miúdo(s) e água, com ou sem aditivos.

2.2 Definição de revestimento de argamassa

A norma NBR 13529 (ABNT, 1995) define o revestimento de argamassa de paredes e tetos como o "cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento final".

O revestimento de argamassa de fachada pode ser considerado como parte integrante do sistema de vedação de um edifício, contribuindo para os isolamentos térmico e acústico, sendo, também, o responsável pela estanqueidade de uma vedação de alvenaria comum.

2.3 Funções e propriedades dos revestimentos argamassados

SABBATINI; SELMO; SILVA (1988), salientam as seguintes funções dos revestimentos argamassados:

- Proteger as vedações e a estrutura contra a ação de agentes agressivos, e conseqüentemente, evitar a degradação precoce das mesmas, sustentar a durabilidade e reduzir os custos de manutenção dos edifícios;
- Auxiliar as vedações a cumprir com as suas funções, tais como: isolamento termo-acústico, estanqueidade à água e aos gases e segurança ao fogo;
- Proporcionar o cumprimento de funções estéticas, de acabamento e aquelas relacionadas com a valorização da construção ou determinação do edifício.

Para cumprir adequadamente suas funções, os revestimentos de argamassa deverão atender as propriedades, listadas a seguir:

- **Resistência mecânica**

- de aderência: à tração e ao cisalhamento;
- de corpo: à tração e coesão de corpo;
- superficial: à abrasão de riscamento e coesão superficial.

- **Deformabilidade**

- resiliência: capacidade de absorver deformações intrínsecas e extrínsecas, induzidas pelo substrato, sem fissurar;
- estabilidade dimensional: comportamento na expansão e retração higrotérmica do próprio revestimento.

- **Geometria**

- espessura e dimensões do pano.

- **Acabamento/estética**

- tipo e uniformidade da textura, planicidade e porosidade;
- conforto visual do conjunto;
- facilidade de limpeza, higienização e resistência ao manchamento;
- conforto tátil e olfativo;
- resistência ao deslizamento.

- **Durabilidade**

- resistência à degradação (frente à ação de agentes agressivos (químico e biológicos));
- resistência à ação do fogo;

- manutenção do desempenho (com o tempo).
- **Estanqueidade**
 - impermeabilidade;
 - higroscopicidade;
 - resistência à ação da água e do gelo.
- **Economia**
 - custos iniciais e de manutenção;
 - facilidade de execução;
 - facilidade de reparação e substituição.

2.4 Critérios para a escolha da argamassa de revestimento

O tipo de revestimento a ser empregado e a gestão da sua produção devem ser escolhidos em função do desempenho esperado, ao longo de sua vida útil, no ambiente ao qual estará exposto de maneira a não apresentar problemas patológicos (fissuras, descolamentos, manchas, fungos, etc) por um período determinado de tempo. SABBATINI (2002)

Segundo SABBATINI et al. (1997), a escolha do tipo apropriado de revestimento de argamassa deve fundamentar-se no conhecimento dos seguintes fatores:

- materiais disponíveis para o preparo da argamassa;
- condições e natureza da base sobre a qual será aplicado;
- condições de exposição;
- condições de aplicação;
- destinação (base para pintura, revestimento cerâmico, laminado etc);
- espessura necessária ao revestimento;
- entendimento das funções de cada camada do revestimento.

2.5 Sistemas de produção da argamassa

2.5.1 Argamassas Industrializadas

As argamassas industrializadas são compostas por aglomerantes (cimento e cal), agregados (areia artificial ou natural) com granulometria controlada e aditivos

especiais, como incorporadores de ar, plastificantes, retentores de água e polímeros para melhora de aderência.

2.5.1.1 Histórico das Argamassas Industrializadas

As argamassas industrializadas começaram a ser produzidas no início da década de 1950 (no exterior), a partir do conceito de fixação dos componentes, com a realização de misturas parciais ou totais em Instalações Industriais. Saíram os pedreiros do processo de produção e entraram as centrais dosadoras, nas quais se trabalhava, por exemplo, com isenção de umidade; as argamassas produzidas eram fornecidas às obras ensiladas ou ensacadas, restringindo-se, dessa maneira, seu manuseio à obra de destino. MARTINS, DJANIKIAN (1999)

No Brasil a argamassa industrializada foi introduzida na década de 1980 com o objetivo de minimizar as variações decorrentes da dosagem em obra; nos anos 90 disseminou-se sua utilização com o uso das chamadas "argamassas de múltiplo uso", lançadas no mercado como adequadas para revestimento, assentamento e contrapiso.

As empresas construtoras, desejosas de obter vantagens sobre seus concorrentes, com a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas (que visavam, a priori, a redução do desperdício e o aumento da produtividade), adotaram as argamassas de múltiplo uso em seus canteiros. Porém, estas argamassas logo demonstraram não serem adequadas para situações tão diferentes. Segundo LEAL (2003), Mércia M. S. B. de Barros afirma que "as propriedades das argamassas únicas são referentes a sua média, não atendendo em casos de maior exigência".

A indústria cimenteira tem dispensado grandes investimentos, procurando atender as exigências do mercado quanto ao desempenho das argamassas. Atualmente já estão disponíveis quatro tipos de argamassas para uso em situações específicas, tais como em revestimento interno, revestimento externo, assentamento de vedação e assentamento estrutural.

2.5.1.2 Classificação das Argamassas Industrializadas

As argamassas industrializadas, de múltiplo uso, estão classificadas conforme a norma NBR13281/1995 (*Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Especificação*), que classifica (Tabela 2.1) as argamassas conforme suas propriedades, não indicando, porém, as suas aplicações.

Tabela 2.1 – Propriedades das argamassas industrializadas de múltiplo uso, conforme a NBR 13281 (ABNT, 1995), sem indicações do uso recomendado.

Propriedades		Limites	Classificação
Estado Fresco	Capacidade de retenção de água (%)	≥ 80 e ≤ 90	Normal
		> 90	Alta
	Teor de ar incorporado (%)	< 8	A
		≥ 8 e ≤ 18	B
		> 18	C
Estado Endurecido	Resistência à compressão aos 28 dias (Mpa)	$\geq 0,1$ e < 4	I
		≥ 4 e ≤ 8	II
		> 8	III

2.5.1.3 Tipos de Fornecimento

2.5.1.5.1 Argamassas Industrializadas Ensacadas

As argamassas industrializadas ensacadas são produzidas em grandes complexos industriais, onde os agregados miúdos (areia artificial ou natural), os aglomerantes e os aditivos em pó são misturados a seco e ensacados.

NAKAKURA (2003) descreve o processo de produção de argamassa industrializada tal como apresentado a seguir:

- Quanto ao tratamento e classificação dos agregados, tem-se que o agregado artificial passa por uma cominuição (processo mecânico de fragmentação de uma matéria prima mineral – rocha) prévia na própria mineradora ou planta (conjunto de instalações físicas e equipamentos para produção) de argamassa. Esta cominuição é feita através de britagem seguida de moagem, de modo que as partículas tenham dimensão máxima de 2,4 mm. O agregado natural ou artificial é submetido à secagem e então passa por um processo de classificação, por peneiramento, sendo em seguida armazenado em silos. Esses silos normalmente contêm grãos classificados como fração grossa, média e fina, cada uma delas com a distribuição granulométrica controlada.
- Na etapa de dosagem, os materiais componentes, tais como cimento, agregados, adições e aditivos, são pesados e descarregados no misturador para homogeneização. O processo de mistura é feito por batelada, cuja dosagem de

cada um dos materiais constituintes obedece à formulação pré-estabelecida. O misturador dispõe de ferramentas que criam um fluxo uniformemente distribuído no volume interno do tambor para garantia da homogeneidade do produto. O sistema de transporte do produto é projetado com a finalidade de evitar a segregação da mistura ou alteração de sua granulometria. O processo finaliza com a forma de entrega para o cliente: a granel ou ensacada.

As embalagens podem ser plásticas ou de papel Kraft em sacos de 20, 25, 40 e 50 kg e distribuídas em caminhões comuns de carroceria de grade. A quantidade mínima de compra e entrega, na maioria dos distribuidores é de 50 sacos.

O descarregamento pode ser manual ou em paletes, que neste caso necessitam de carro porta-paleta, empilhadeira ou grua.

O controle de recebimento da argamassa ensacada no canteiro de obras deve ser quantitativo, devendo-se proceder da seguinte forma: i) contagem (total do lote recebido); ii) pesagem de sacos (amostragem); iii) verificação visual, não aceitando sacos rasgados, furados, molhados, com prazo de validade vencido ou muito próximo do prazo de utilização.

Quanto ao armazenamento, além do estudo prévio da logística do canteiro, devem-se seguir as recomendações da NR-18 (FUNDACENTRO, 1996), que dizem respeito aos critérios de segurança dos operários e demais pessoas, quanto ao local de estoque e o empilhamento dos sacos (estabilidade da pilha quanto a sua forma e altura). Vale lembrar, que o armazenamento correto dos materiais ensacados, evita perdas na qualidade do material, perdas quantitativas e o fluxo excessivo de materiais no canteiro de obras.

A norma NBR 6120 (ABNT, 1980) estabelece as cargas acidentais mínimas (Tabela 2.2) quando o armazenamento é feito sobre lajes, prevenindo os empuxos ou sobrecargas nas estruturas, além dos previstos em seu dimensionamento. Recomenda-se consulta ao projetista de estruturas, verificando se a carga acidental é compatível com a considerada no projeto estrutural.

Tabela 2.2 – Área de estoque e cargas acidentais. Fonte: Norma NBR 6120 (ABNT, 1980).

Local	Carga Acidental
Sala, cozinha, banheiro, dormitório.	150 kgf/m ²
Área de serviço	200 kgf/m ²
Garagem	300 kgf/m ²

2.5.1.5.2 Argamassas Industrializadas Ensiladas

As argamassas industrializadas ensiladas têm o mesmo processo de produção que as argamassas ensacadas; a distinção está no sistema de entrega do material à obra, que é feito "a granel".

Atualmente, os fabricantes de argamassa oferecem dois sistemas de fornecimento a granel:

- Armazenada em silo no próprio canteiro: utiliza-se caminhão graneleiro para transporte da argamassa, que é descarregada através de mangueira, abastecendo o silo já depositado no canteiro. A quantidade mínima de compra e entrega é de 50 t/mês.
- Por troca de silos: utiliza-se caminhão próprio para transporte do silo, que é substituído no canteiro. A quantidade mínima de compra e entrega é do menor silo disponível atualmente no mercado (15 t).

A verificação quantitativa, nos dois casos, se dá pela pesagem do caminhão, antes e depois da descarga. A Figura 2.1 ilustra os silos para estocagem do material na obra. A Figura 2.2 mostra um caminhão sendo carregado, na usina, com argamassa, para posterior entrega à obra.

O canteiro deve ter área disponível e estar preparado para o recebimento da argamassa industrializada ensilada. Deve-se, também, estar atento às exigências dos fornecedores, conforme apresentadas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Exigências dos fornecedores. Fonte: Fornecedores de argamassa a granel

Exigências	Fornecedor A	Fornecedor B
Área ocupada pelo silo	(3 x 3)m = 9 m ²	(2,5 x 2,5)m = 7 m ²
Massa do silo vazio	3 t	3 t
Massa do silo carregado	27 t	20 t
Altura total do conjunto	7 m	7 m
Potência do misturador acoplado ao silo	10 kva	10 kva
Consumo de água	10 litros / min.	10 litros / min.

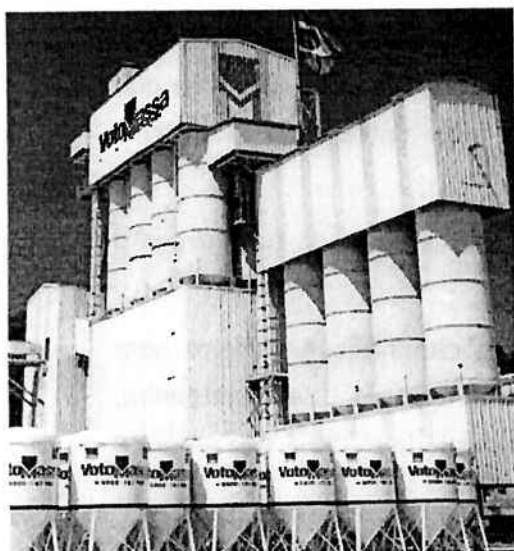


Figura 2.1 – Silos para estocagem da argamassa recebida à granel

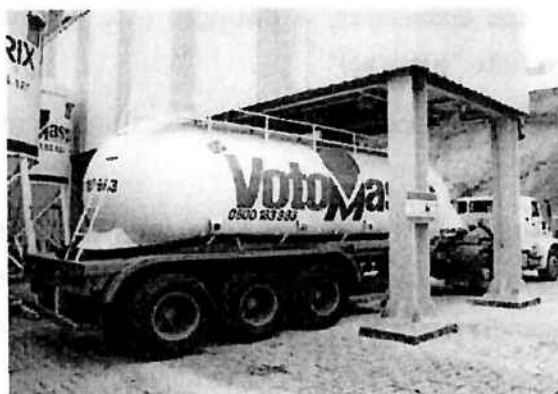


Figura 2.2 – Caminhão para entrega de argamassa fornecida à obra à granel.

2.5.1.3.1 Argamassas Dosadas em Central

São argamassas dosadas em centrais “concreteiras” ou “usinas” e fornecidas em caminhões betoneiras, prontas para aplicação.

Devido à queda do consumo de concreto, no final da década de 70, as empresas concreteiras procuraram soluções para a ociosidade de suas instalações, investindo na pesquisa das argamassas.

Como a argamassa apontava como uma potencial saída para a crise do setor concretoiro, as empresas de serviços de concretagem começaram a pesquisá-la de forma bastante empírica, mas, com bons resultados laboratoriais e com a velocidade que a época exigia. MARTINS, DJANIKIAN (1999)

No ano de 1984, uma grande empresa de serviços de concretagem de São Paulo, desenvolveu argamassas com a utilização de cimento Portland, areias, água e aditivos, destinadas ao uso em alvenarias (assentamento e revestimento), contra-pisos e pisos acabados.

Esta empresa ofereceu ao mercado, na época, uma significativa variedade de argamassas. A Tabela 2.4 traz as denominações adotadas, à época, por este fabricante.

Tabela 2.4 – Especificações de argamassas “Plastical” dosadas em central

Função	Denominações ^{(1), (2)}
Assentamento	PA 30 – Alvenaria de Vedação PA 50 – Alvenaria de Vedação PA 100 – Alvenaria Estrutural PA 140 – Alvenaria Estrutural
Revestimento	PR 1 – Interno Popular PR 2 – Externo Popular / Interno Nobre PR 3 – Externo Nobre / Interno Nobre PR 4 – Externo Nobre
Contrapiso	CP 250 – Contra-piso CP 300 – Contra-piso CP 350 – Contra-piso CP 400 – Piso acabado

Notas:

(1) As diferentes denominações para a mesma aplicação são devido ao traço desenvolvido, com maior consumo de cimento e aditivos estabilizadores.

(2) Os aditivos estabilizadores garantem a duração, tempo de vida útil para utilização da argamassa, essencial para este sistema de fornecimento.

Segundo o fabricante das argamassas apresentadas na Tabela 2.4, as argamassas destinadas ao uso em alvenarias (assentamento e revestimento) poderiam ser estabilizadas para 6, 12, 24 e até 36 horas e as argamassas para contra-piso e piso, estabilizadas até no máximo 12 horas, devido ao alto consumo de cimento.

A seguir, apresentam-se algumas sugestões quanto ao armazenamento da argamassa pré-misturada (em masseiras):

- As masseiras deverão comportar volumes iguais ou superiores a 4 m³.
- Altura ideal: 80 cm.
- O piso deverá ser de cimento ou de concreto.
- As laterais devem ser o mais estanques possíveis.
- Localizá-la em local de menor incidência possível de sol.
- Utilizar lona ou plástico no cobrimento da masseira.
- Não misturar as entregas de dias diferentes.
- Não permitir que o motorista lave a bica sobre a argamassa.

Em depoimentos obtidos junto a profissionais atuantes em concreteiras que forneciam argamassa pré-misturada, constatou-se que havia grande dificuldade do repasse (empreiteiros aos construtores), dos benefícios adquiridos com a utilização da argamassa entregue no canteiro pronta para aplicação. Devido a este fato e a retomada do consumo de concreto, as empresas concreteiras foram aos poucos abandonando o fornecimento, pois a comercialização do concreto era mais rentável e a argamassa não era a atividade fim do ramo.

Atualmente são poucas as empresas de serviços de concretagem que produzem a argamassa de revestimento como atividade de negócio. Estas poucas concentram-se no fornecimento de argamassas para aplicação em contra-pisos em grandes extensões, onde são consumidos grandes volumes em um curto período de tempo.

2.5.2 Argamassas Tradicionais

Para definição da "Argamassa Tradicional", utilizaremos as constatações dos autores do documento denominado Projeto EP/EN-1, inserido no Convênio de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico celebrado entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e a Construtora ENCOL, publicado em julho de 1989.

SABBATINI et al. (1989) afirmam que em visitas efetuadas pela EPUSP a obras de diversas construtoras, inclusive da ENCOL, observaram que a atividade de produção de argamassas era relegada "a um segundo plano", tanto por mestres quanto por engenheiros, não havendo maiores preocupações, por exemplo, na racionalização dos traços. Os autores atribuíram este descaso, entre outros motivos, ao desconhecimento de uma metodologia racional de dosagem.

Os mesmos autores constataram uma grande variabilidade do consumo de cimento registrada em argamassas similares produzidas em diversas obras da mesma construtora, de 120 kg/m^3 até 190 kg/m^3 , evidenciando a falta de racionalização na produção deste material.

SELMO, HELENE (1991) afirmam que mesmo nas obras com algum controle da produção, não há sistemática implantada para averiguar a adequação dos traços – ainda que haja problemas de trabalhabilidade, fissuração de revestimentos ou a utilização de materiais alternativos, tais como aditivos ou adições minerais substitutas da cal (sendo o consumo, em geral fixado pelo fornecedor do produto). Entre outros motivos, atribui-se tal situação ao desconhecimento, por parte dos construtores, de uma metodologia racional de dosagem e dos métodos de ensaio disponíveis para avaliação tecnológica de argamassas.

Diversos estudos sobre a produtividade da mão de obra e consumo de materiais vêm sendo desenvolvidos, dentre os quais podemos citar as publicações do grupo de pesquisa "produtividade e perdas na construção civil", do departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP (EPUSP), com obtenção de valores significativamente variáveis quanto ao consumo de argamassa nas obras brasileiras (SOUZA et al. 1999; SOUZA et al. 2001).

Diante dos resultados das pesquisas supracitadas, entende-se que os revestimentos de argamassa ainda são tratados sem a devida atenção, sendo vistos como serviços meramente corretivos, distorcendo-se o real objetivo das funções dos revestimentos. Tem-se percebido que, ainda hoje, poucas empresas têm dispensado a merecida atenção a este serviço de essencial importância nas edificações.

2.5.3 Argamassas Tradicionais Racionalizadas

BARROS (1996) propõe que um dos objetivos da implantação de tecnologias construtivas racionalizadas seja incrementar o grau de organização do processo construtivo tradicional, objetivando atingir um patamar tecnológico mais elevado, a fim de que possa ser considerado como um processo construtivo racionalizado.

O processo de produção de argamassas dosadas em obra também passa por um processo evolutivo, que se inicia na aquisição de insumos e no planejamento do canteiro de obras. Daí a importância da aplicação dos conceitos de logística e do projeto do canteiro de obras.

Faz-se, a seguir, uma breve revisão nos conceitos de logística e da importância de um canteiro de obras bem planejado, possibilitando-se, assim, a organização do processo de produção da argamassa dosada em obra, que será discutida no capítulo quatro.

2.5.3.1 Logística

O *Council of Logistics Management* – CLM (1999) definiu logística como sendo "a parte do processo de gestão da cadeia de suprimentos que trata do planejamento, implementação e controle eficiente e eficaz do fluxo e armazenagem de bens, serviços e informações relacionados, do seu ponto de origem até o seu ponto de consumo, de maneira a satisfazer plenamente as necessidades dos clientes".

Utilizando a interpretação de SILVA (2000) e adaptando esta definição às atividades da produção na construção civil, relacionadas com a preparação do canteiro de

obras e com a execução dos serviços, pode-se interpretá-la subdividindo-a nos seguintes itens:

- definição da gestão de informações;
- elaboração do planejamento e programação da produção;
- previsão dos suprimentos necessários;
- gestão dos fluxos físicos;
- controle do cronograma físico;
- gestão dos estoques e suprimentos.

CARDOSO (1996), propõe que a logística na construção civil seja subdividida, quanto a sua função, em logística de suprimentos, ou externa, relacionada à qualificação e aquisição de materiais, equipamentos e contratação da mão de obra de execução (no caso de terceirizada) e logística de canteiro, ou interna, relacionada ao planejamento, gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações ligados à execução de atividades no canteiro de obras (Figura 2.3).

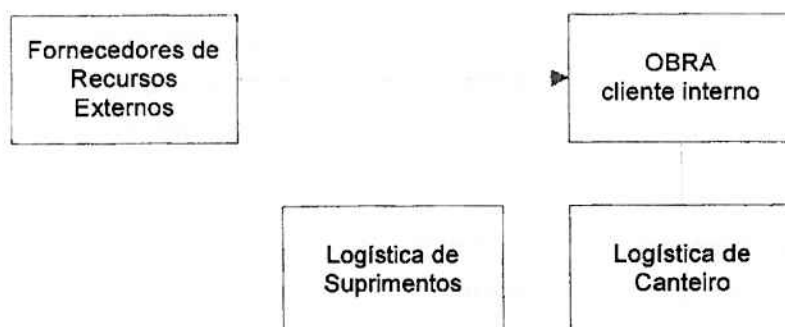


Figura 2.3 – Subdivisões da logística na construção civil, conforme CARDOSO (1996)

Na produção de argamassa em obra, no âmbito da logística de canteiro e de suprimentos, deve-se verificar: i) quais medidas serão mais adequadas no processo de compra e recebimento pela obra das matérias-primas (cimento, cal e areia); ii) os equipamentos a serem empregados para a produção e transporte interno, visando a redução dos transportes e deslocamentos de materiais dentro do canteiro, o aumento da produtividade e a diminuição dos desperdícios. Estar-se-á,

dessa forma, estimulando a adoção de procedimentos padronizados, e racionalizados, pela empresa.

2.5.3.2 Projeto do canteiro

Um projeto de canteiro bem feito é fundamental para agilizar as atividades e evitar desperdícios, tornando a obra mais produtiva e garantindo segurança aos funcionários.

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

Quanto à escolha das tecnologias a serem utilizadas, no caso da opção pela argamassa dosada em obra, a fase de revestimentos argamassados, pode representar o pico de necessidade de espaços para o canteiro e de demanda por transporte vertical.

Os locais destinados ao estoque de agregados, ensacados e à dosagem influem em vários aspectos relacionados ao fluxo de materiais e pessoas no canteiro de obras. O controle da produção e as perdas quantitativas dos materiais poderão ser afetados em função da localização dos espaços destinados a essas atividades.

A central de dosagem deve ser próximo ao local de armazenamento da areia e ensacados (cimento e cal), assim como ao equipamento de transporte vertical, preferencialmente posicionado em local coberto (como na região dos subsolos).

A central de mistura poderá ser fixa no último pavimento e a argamassa distribuída por "dutos de distribuição" até os locais de aplicação ou em locais variáveis, nos pavimentos de execução dos serviços.

3 Caracterização das Argamassas Tradicionais Racionalizadas

"Devido ao descontentamento do mercado com os resultados técnicos e a possibilidade de redução do custo com argamassas de revestimento, construtoras que antes utilizavam apenas argamassas industrializadas, estão desenvolvendo sistemas próprios para produção de argamassa dosada em obra".

LEAL (2003)

As iniciativas de racionalização dos métodos de produção das argamassas de revestimento não são recentes. De acordo com SABBATINI (2003), os marcos no processo evolutivo de produção de alvenarias e revestimentos (linha de pesquisa TPC – EPUSP), podem ser entendidos como:

- 1979 – 1988: consolidação do conhecimento tecnológico sobre os processos e materiais em uso no Brasil.
- 1989 – 1990: convênio EPUSP-ENCOL
 - Método de dosagem racional de argamassas.
 - Método para controle de qualidade de matérias-primas de argamassa.
 - Método para produção e controle de qualidade de argamassas.
- 1992 – 1993: desenvolvimento método BHM-ENCOL de revestimentos de fachada.
- 1993 – 1997: convênio EPUSP-SERRANA (desenvolvimento de argamassas industrializadas)
- 1997 – 1999: desenvolvimento do método TECNISA de revestimento de fachadas.
 - Evolução do método BHM-ENCOL de revestimentos de fachada.
 - Evolução do método ENCOL de produção racionalizada de argamassas em canteiro.
 - Admite argamassas industrializadas e argamassas produzidas racionalmente em canteiro (argamassas de cal e cimento).
 - Incorpora os métodos EPUSP-ENCOL de dosagem racional e de controle de matérias-primas para argamassas.

Segundo SABBATINI (2003), "produzir industrialmente argamassas em canteiro de obras", requer que o processo produtivo seja totalmente conduzido pela engenharia, empregando as "ferramentas" de projeto, planejamento, gestão e controle. Impõe que a engenharia tenha domínio completo da tecnologia de produção e de todas as suas atividades.

Para o melhor entendimento do processo evolutivo na produção de argamassas racionalizadas apresenta-se, na Tabela 3.1, as principais ações de controle e racionalização, tecendo-se um comparativo com a produção de argamassa tradicional.

Tabela 3.1 - Argamassa tradicional x argamassa tradicional racionalizada: ações de controle e racionalização. Fonte: SABBATINI (2002)

ATIVIDADE	ARGAMASSA TRADICIONAL	ARGAMASSA TRADICIONAL RACIONALIZADA
<i>Valorização do material</i>	Atividade relegada a segundo plano	Valorização do material argamassa
<i>Processo</i>	Artesanal, tradicionalmente conduzido pela mão de obra	Produção industrial no canteiro de obras, a engenharia assume os processos
<i>Qualificação de fornecedores</i>	Preço	Preço e qualidade
<i>Seleção de matérias primas</i>	Mestre da obra	Engenharia, ensaios em laboratórios
<i>Controle de aceitação de matérias-primas</i>	Mestre da obra	Engenharia, procedimentos de Inspeção e aceitação
<i>Projeto das argamassas (dosagem)</i>	Mestre da obra - empírico	Desenvolvimento de dosagens adequadas ao uso.
<i>Controle da produção de argamassas</i>	Grande variação do consumo, sem uniformidade	Produção de argamassas com características precisas e uniformes
<i>Controle da produção e aceitação dos serviços</i>	Experiência dos mestres, sem procedimentos de produção e aceitação dos serviços	Procedimentos de produção e aceitação dos serviços

3.1 Materiais constituintes da argamassa - características

A racionalização técnica e econômica da dosagem de argamassas mistas só é factível quando houver o adequado controle tecnológico dos materiais. Conhecer as matérias-primas é fundamental para a correta qualificação e especificação dos materiais constituintes da argamassa, com o objetivo de projetar argamassas adequadas às necessidades impostas pelo uso e que resultem em revestimentos com propriedades tecnológicas satisfatórias ao cumprimento de suas funções de desempenho, frente às condições de aplicação e exposição previstas.

3.1.1 Cimento Portland

Cimento Portland é o produto obtido pela pulverização do *clinker* constituído essencialmente de silicatos hidráulicos de cálcio, com uma certa proporção de sulfato de cálcio natural, contendo eventualmente, adições de certas substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam seu emprego. O *clinker* é um produto de natureza granulosa, resultante da calcinação de uma mistura daqueles materiais, conduzido até a temperatura de fusão incipiente. Cal, sílica, alumina e óxido de ferro são os componentes essenciais do cimento Portland e constituem, geralmente, 95 a 96 % do total na análise de óxidos. BAUER (1979)

No mercado brasileiro existem diversos tipos de cimento Portland, que diferem entre si em função da sua composição e de suas características químicas, físicas e mecânicas. Os produtos, que são identificados como CP I, CP II, CP III, CP IV e CP V, são caracterizados a seguir (A Tabela 3.2 complementa esta caracterização ao apresentar as nomenclaturas do cimento Portland disponíveis no mercado brasileiro).

▪ Cimento CP I

É o cimento Portland comum, e tem como referência a norma NBR 5732 – "Cimento Portland comum – Especificação".

▪ Cimento CP I-S

É regido pela mesma norma e trata-se do cimento Portland comum com adições. Tais adições, com teor total não superior a 5% em massa, podem ser de escória granulada de alto-forno, material pozolânico ou material carbonático.

A escória granulada de alto-forno possui propriedades hidráulicas, isto é, endurece em presença de água formando compostos praticamente estáveis, muito semelhante aos formados pelo cimento puro na presença de água.

Os materiais pozolânicos são aqueles que quando pulverizados em presença de água, reagem com o hidróxido de cálcio, formando compostos hidráulicos.

Os materiais carbonáticos são inertes, ou seja, não possuem propriedades hidráulicas, porém, por serem bastante finos, preenchem pequenos vazios da pasta de cimento endurecida.

▪ **Cimento CP II**

É regido pela norma NBR 11578 – “Cimento Portland composto – Especificação” e trata-se do cimento Portland composto. Este cimento se subdivide em três tipos:

- CP II – E, com adição de escória granulada de alto forno
- CP II – Z, com adição de material pozolânico.
- CP II – F, com adição de material carbonático.

▪ **Cimento CP III**

Cimento Portland de alto-forno, é regido pela norma NBR 5735 – “Cimento Portland de alto-forno – Especificação”. Sua composição inclui a adição de escória granulada de alto-forno em teores maiores que no caso dos cimentos CP I – S e CP II – E.

▪ **Cimento CP IV**

Cimento Portland pozolânico, é especificado pela norma NBR 5736. Sua composição permite a adição de material pozolânico, o que gera um produto com características semelhantes ao CP III.

▪ **Cimento CP V**

Cimento de alta resistência inicial, é regido pela norma NBR 5733 – “Cimento Portland de alta resistência inicial – Especificação”. Sua composição permite a adição de até 5% de material carbonático.

A escolha do tipo de cimento para cada uso depende das características desejadas em relação a tempo de desforma, cura do concreto ou argamassa e às necessidades de resistência mecânica e química.

No caso dos cimentos CP III (alto-forno) e CP IV (pozolânico), deve-se verificar se o seu tempo de início e fim de pega não prejudica o serviço em questão, principalmente para a execução de chapisco ou outros serviços que demandem tempo de cura acelerado. Seu uso é recomendado em ambientes mais agressivos, sujeitos a ataques químicos (atmosfera muito poluída, água ou solo contaminado). Não é recomendada a utilização do cimento CP V para argamassas.

Tabela 3.2 – Nomenclaturas do Cimento Portland. Fonte: ABCP

Nome técnico		Sigla	Tipo e Classe	Norma
Cimento Portland Comum	comum	CP I	25, 32 ou 40	NBR - 5732
	composto	CP I-S	25, 32 ou 40	NBR - 5732
Cimento Portland composto	com escória	CP II-E	25, 32 ou 40	NBR - 11578
	com pozolana	CP II-P	25, 32 ou 40	NBR - 11578
	com filler	CP II-F	25, 32 ou 40	NBR - 11578
	de alto forno	CP III	25, 32 ou 40	NBR - 11578
	Pozolânico	CP IV	25 ou 32	NBR - 5736
Cimento Portland Branco	Estrutural	CPB	25, 32 ou 40	
	Não Estrutural	CPB	-	
	Cimento para poços petrolíferos	CPB	G	

Os cimentos CP I, CP II e CP III, possuem três classes, segundo a resistência à compressão obtida aos 28 dias de idade: classe 25 (resistência à compressão de 25,0 Mpa), classe 32 (resistência à compressão de 32,0 Mpa) e classe 40 (resistência à compressão de 40,0 MPa).

As normas citadas fixam exigências relativas à composição, características químicas e características físicas e mecânicas. As Tabela 3.3, Tabela 3.4 e Tabela 3.5 apresentam um resumo de tais exigências que devem ser cumpridas pelos diversos tipos de cimento.

Tabela 3.3 - Composição dos diversos tipos de cimento. Fonte: ABCP

COMPOSIÇÃO - Componentes (% em massa)				
SIGLA	clinker + sulfato de cálcio	escória granulada de alto-forno	material pozolânico	material carbonático
CP I	100	0	0	0
CP I - S	99 - 95	1 - 5	1 - 5	1 - 5
CP II - E	94 - 56	6 - 34	0	0 - 10
CP II - Z	94 - 76	0	6 - 14	0 - 10
CP II - F	94 - 90	0	0	6 - 10
CP III	65 - 25	35 - 70	0	0 - 5
CP IV	85 - 45	0	15 - 50	0 - 5
CP V - ARI	100 - 95	0	0	0 - 5

Tabela 3.4 - Exigências químicas dos diversos tipos de cimento. Fonte: ABCP

EXIGÊNCIAS QUÍMICAS - Limites (% da massa)					
SIGLA	resíduo insolúvel (RI)	perda ao fogo (PF)	óxido de magnésio (MgO)	trióxido de enxofre (SO₃)	anidrido carbônico (CO₂)
CP I	≤1,0	≤2,0	≤6,5	≤4,0	≤1,0
CP I - S	≤5,0	≤4,5	≤6,5	≤4,0	≤3,0
CP II - E	≤2,5	≤6,5	≤6,5	≤4,0	≤5,0
CP II - Z	≤16,0	≤6,5	≤6,5	≤4,0	≤5,0
CP II - F	≤2,5	≤6,5	≤6,5	≤4,0	≤5,0
CP III	≤4,5	≤1,5	-	≤4,0	≤3,0
CP IV	-	≤4,5	≤6,5	≤4,0	≤3,0
CP V - ARI	≤1,0	≤4,5	≤6,5	≤3,5 p/ C3A≤8,0 ≤4,5 p/ C3A >8,0	≤3,0

Tabela 3.5 – Exigências físicas e mecânicas dos diversos tipos de cimento. Fonte: ABCP

EXIGÊNCIAS FÍSICAS E MECÂNICAS								
SIGLA	Classe	Finura resíduo na peneira nº 200 (0,075 mm) (%)	Finura área específica (m ² /kg)	Tempo de início de pega (h)	Expansibi- lidade a quente	Resistência à compressão aos 3 dias de idade (Mpa)	Resistência à compressão aos 7 dias de idade (Mpa)	Resistênci a à compress ão aos 28 dias de idade (Mpa)
CP I	25	≤12,0	≥240	≥1	≤5	≥8,0	≥15,0	≥25,0
	32	≤12,0	≥260	≥1	≤5	≥10,0	≥20,0	≥32,0
	40	≤10,0	≥280	≥1	≤5	≥15,0	≥25,0	≥40,0
CP II	25	≤12,0	≥240	≥1	≤5	≥8,0	≥15,0	≥25,0
	32	≤12,0	≥260	≥1	≤5	≥10,0	≥20,0	≥32,0
	40	≤10,0	≥280	≥1	≤5	≥15,0	≥25,0	≥40,0
CP III	25	≤8,0	-	≥1	≤5	≥8,0	≥15,0	≥25,0
	32	≤8,0	-	≥1	≤5	≥10,0	≥20,0	≥32,0
	40	≤8,0	-	≥1	≤5	≥12,0	≥23,0	≥40,0
CP IV	25	≤8,0	-	≥1	≤5	≥8,0	≥15,0	≥25,0
	32	≤8,0	-	≥1	≤5	≥10,0	≥20,0	≥32,0
CP V ARI	-	≤6,0	≥300	≥1	≤5	≥24,0	≥34,0	-

Nas argamassas mistas, o Cimento Portland é o "aglomerante principal", ou seja, é o aglomerante quimicamente mais ativo, que entra na composição do traço da argamassa, pois é a sua variação que pode afetar de modo mais significativo às propriedades endurecidas do material depois de aplicado, pelo menos, enquanto a sua participação for expressiva e não relevante o efeito de outro aglomerante secundário, menos reativo. (SABBATINI et al.1989).

O cimento é um aglomerante hidráulico, que endurece em função de sua reação com a água de preparo da argamassa. As argamassas de cimento são as mais resistentes. O cimento Portland contribui na propriedade das argamassas de suportar ações mecânicas como, por exemplo, a resistência ao desgaste superficial e cargas de impacto.

Os cimentos recomendados para aplicação em argamassas de revestimento são: CP I, CP I – S, CP II – E, CP II – Z, CP II – F, CP III e CP IV. (Fonte ABCP).

3.1.2 Cal hidratada

Cal é o nome genérico de um aglomerante simples, resultante da calcinação de rochas calcárias, que se apresentam sob diversas variedades, com características

resultantes da natureza da matéria-prima empregada e do processamento conduzido.

A cal hidratada é um aglomerante aéreo. Diferente do cimento que é um aglomerante hidráulico que endurece em função de sua reação com a água de preparo da argamassa, a cal endurece ao reagir com o gás carbônico presente no ar.

A cal hidratada é um produto manufaturado que sofreu em usina o processo de hidratação. É apresentada como um produto seco, em forma de flocos de cor branca. Ordinariamente, a hidratação é feita em usina, por processo mecânico realizado em três estágios:

1. a cal viva é moída ou pulverizada;
2. o material moído é completamente misturado com a quantidade exata de água necessária;
3. a cal hidratada é, assim, separada da não-hidratada e das impurezas por peneiramento, por ar ou por outro processo.

As operações supracitadas se realizam em diferentes instalações de operação intermitente ou contínua, conduzindo sempre à produção de material homogêneo e bem controlado. BAUER (1979)

Em 1992 foi criada a norma NBR-7175 (Cal hidratada para argamassas-especificação), denominando os produtos: CH-I, CH-II e CH-III, quanto às propriedades físicas e químicas do produto.

Em 1996 iniciou-se um trabalho desenvolvido pelo PSQ – Programa Setorial da Qualidade, referente a Cal Hidratada para Construção Civil, concentrando suas atividades para atualização tecnológica do setor, com a revisão de cada um dos métodos de ensaio aplicados aos requisitos da cal hidratada. O grande objetivo desse movimento foi exigir dos fabricantes, o ajuste de sua conduta e fabricação somente de produtos em conformidade com as normas.

A Comissão de Estudos da ABNT, ao longo de seis anos, direcionou seus trabalhos, para a busca da padronização e atualização dos procedimentos de ensaio, abrangendo as seguintes normas:

- NBR-6473 – “Análise Química Completa”, revisada em 2002.
- NBR-9206 – “Determinação de Plasticidade”, revisada em 2002.
- NBR-9205 – “Determinação de Estabilidade”, revisada em 2001.

- NBR-9207 - "Capacidade de Incorporação de Areia", revisada em 2000.
- NBR-9289 - "Determinação de Granulometria", revisada em 1998.
- NBR-9290 - "Capacidade de Retenção de Água", revisada em 1996.

Em maio de 2003, foi publicada a nova NBR 7175 - "Cal Hidratada para Argamassas - Requisitos", que manteve as denominações CH I, CH II e CH III, com importantes ajustes em algumas de suas especificações, buscando uma linha de produtos mais confiável e de melhor desempenho. A Tabela 3.6 traz alguns dos requisitos preconizados pela norma supracitada.

Tabela 3.6 - Requisitos da cal. Fonte: NBR 7175/2003

Exigências	Compostos	Limites		
		CH-I	CH-II	CH-III
Químicas	Anidrito Carbônico - CO ² (na fábrica)	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 13
	Anidrito Carbônico - CO ² (na obra)	≤ 7 %	≤ 7 %	≤ 15 %
	Óxidos de cálcio e magnésio não-hidratados calculado	≤ 10 %	≤ 15 %	≤ 15 %
	Óxidos totais na base de não voláteis	≥ 90 %	≥ 88 %	≥ 88 %
	Finura (% retida acumulada - peneira 0,600 mm)	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %	≤ 0,5 %
Físicas	Finura (% retida acumulada - peneira 0,075 mm)	≤ 10 %	≤ 15 %	≤ 15 %
	Retenção de água	≥ 75 %	≥ 75 %	≥ 75 %
	Incorporação de areia	≥ 3 %	≥ 2,5 %	≥ 2,2 %
	Estabilidade	Ausência de cavidades ou protuberâncias		
	Plasticidade	≥ 110	≥ 110	≥ 110

Apresentam-se, a seguir, os requisitos essenciais da cal segundo a NBR 7175/2003:

- **Anidrido carbônico (CO₂):** esse requisito permite a avaliação do processo de calcinação da matéria-prima empregada na produção da cal, a rocha calcária.
- **Óxidos não-hidratados:** avalia o processo de hidratação do produto calcinado (cal virgem). Quanto maior a fração de óxidos não-hidratados, menor será a fração de cal hidratada efetivamente disponível no produto final.
- **Óxidos totais:** avalia a pureza da matéria-prima empregada na calcinação. Quanto maior o teor de óxidos totais, maior também será a pureza da rocha matriz, e menor será o risco potencial de introdução de impureza deletérias no produto final.
- **Finura:** avalia o processo de moagem do produto final (cal hidratada), com influência direta também no rendimento do produto e na trabalhabilidade esperada para a argamassa no estado fresco (liga / plasticidade).

Apresentam-se, a seguir, os requisitos complementares da cal segundo a NBR 7175/2003:

- **Retenção de água:** representa a capacidade da cal reter água em sua estrutura física molecular, o que possibilita sua liberação durante a cura da argamassa, prevenindo a eventual formação de trincas por retração ou secagem excessiva.
- **Incorporação de areia:** capacidade molecular de a cal envolver os grãos de areia presentes na argamassa, o que influencia diretamente o trabalho da fração hidróxido do produto e seu poder aglomerante.
- **Estabilidade:** determina a tendência – verificada em laboratório – das argamassas de revestimento e de assentamento apresentarem eventuais problemas patológicos futuros (instabilidades) decorrentes de sua expansão volumétrica pela hidratação retardada da fração de óxidos não-hidratados. É decorrência direta da maior ou menor presença de óxidos não-hidratados e da própria natureza da matéria prima (calcítica ou dolomítica), sofrendo influência também do teor de finura do produto.
- **Plasticidade:** permite a verificação prática em laboratório da trabalhabilidade esperada para a argamassa no estado fresco (liga), o que tem influência direta na produtividade do trabalho do assentador/revestidor. Esse atributo é consequência dos teores de finura e da própria natureza da matéria-prima.

No primeiro relatório setorial do programa (PSQ), publicado por seus auditores independentes em maio de 1996, o setor apresentava uma conformidade média de 65% em seus produtos. Em 2003, os resultados do último relatório setorial mostram que esse índice, já alcança marca próxima a 88%. O índice de conformidade média do setor é uma composição entre a situação verificada no grupo de empresas que aderiram ao Programa Setorial de Qualidade e aquela observada nas empresas que ainda não aderiram à iniciativa. A Tabela 3.7 traz uma relação das empresas fabricantes de cal em conformidade com as normas.

Vale lembrar que problemas relacionados a qualidade da cal (como o não atendimento às prescrições das normas técnicas) ainda são graves e persistem entre as marcas das empresas não-participantes do PSQ. Nesse grupo, o índice de conformidade ainda é muito baixo. Praticamente a metade de tudo o que se revende fora do programa de qualidade apresenta algum tipo de não-conformidade lesiva ao consumidor. ABPC (2003).

Tabela 3.7 – Marcas de empresas em conformidade com as normas técnicas.
Fonte: ABPC - relatório setorial nº 81 (junho 2003)

Empresa	Estado	Marcas comercializadas
Cal Cem Indústria de Minérios Ltda	PR	CAL CEM
Carbotex Indústria e Comércio de Cal Ltda	SP	QUALICAL
Cia Cimento Portland Itaú	SP/MG	ITAÚ / VOTORAN
Cibracal – Indústria Brasileira de Cal Ltda	PR	CIBRACAL
Cobrascal Indústria de Cal Ltda	SP	SUPERCAL
Frical Indústria e Comércio de Cal Ltda	PR	FRICAL
Ical – Indústria de Calcinação Ltda	MG	SUPERCAL / MASSICAL
Indústria de Cal Gulin Ltda	PR	GULIN
Indústria e Comércio de Cal e Tintas S/A	SE	CALTREVO
Jungar Mineração Indústria e Comércio Ltda	SP	FINACAL
Mineração Horical Ltda	SP	BRANCOR
Minercal – Indústria Mineradora Pagliato Ltda	SP	MINERCAL
SJB – Indústria de Cal Ltda	PR	CALFORTE

3.1.3 Areias

A areia, em termos geológicos, é considerado como "um sedimento clástico inconsolidado, de grãos em geral quartzosos de diâmetros entre 0,06 e 2,0 mm". Já a areia utilizada como material de construção, precisa ter grãos formados de material consistente, não necessariamente quartzosos. A areia pode ter as seguintes origens:

- *rio*: são depósitos sedimentares que se formam nos leitos de alguns rios;
- *cava*: são depósitos aluvionares em fundos de vales cobertos por capa de solo;
- *britagem*: é a areia de brita, obtida no processo de classificação a seco nas pedreiras;
- *escória*: a escória de alto-forno, granulada, é a que é resfriada bruscamente por jato de água, fragmentando-se em grãos, que classificados obtém-se a areia de escória;
- *praias e dunas*: em geral não utilizadas por causa de sua grande finura e teor de cloreto de sódio. O mesmo ocorre com areias de dunas próximas do litoral.

As areias seguem, como referência, às especificações das seguintes normas:

- NBR 7217 – "Composição Granulométrica"
- NBR 7218 – "Teor de Argila e Torrões"
- NBR 7220 – "Avaliação das Impurezas Orgânicas"

As areias, podem ser classificadas, em quatro faixas, conforme mostrado na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Classificação das areias, conforme a composição granulométrica.
Fonte: BAUER

PENEIRAS (mm)	PORCENTAGENS RETIDAS			
	FAIXA 1 (muito fina)	FAIXA 2 (fina)	FAIXA 3 (média)	FAIXA 4 (grossa)
6,3	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8	0 a 5	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4	0 a 5	0 a 15	0 a 25	5 a 40
1,2	0 a 10	0 a 25	10 a 45	30 a 70
0,6	0 a 20	21 a 40	41 a 65	66 a 85
0,3	50 a 85	60 a 88	70 a 92	80 a 95
0,15	85 a 100	90 a 100	90 a 100	90 a 100

Nas areias para argamassas, a fração de grãos com diâmetro de até 0,2 mm deve representar entre 10 e 25 % em massa e a quantidade de materiais finos de granulometria inferior a 0,075 mm (peneira ABNT nº 200) não deve ultrapassar 5% em massa.

A granulometria da areia influencia na dosagem (quantidade de cimento, cal e água); quanto mais descontínua for a granulometria e o maior o excesso de finos, maior será o consumo de água de amassamento, podendo causar fissuras no revestimento, pela retração por secagem.

A Tabela 3.9 traz a influência nas propriedades da argamassa decorrentes das características da areia utilizada.

Tabela 3.9 - Influência nas propriedades da argamassa decorrentes das características da areia utilizada

Propriedades da argamassa	Quanto menor o módulo de finura	Quanto mais descontínua for a granulometria	Quanto maior o teor de grãos argilosos
Trabalhabilidade	Melhor	Pior	Pior
Retenção de água	Melhor	-	Melhor
Retração na secagem	Aumenta	Aumenta	-
Porosidade	-	Aumenta	-
Aderência	Pior	Pior	Melhor
Resistência mecânica	-	Pior	-
Impermeabilidade	Pior	Pior	-

O fornecedor de areia deverá ser qualificado, apresentando os ensaios de avaliação das impurezas orgânicas, composição granulométrica, massa específica, massa unitária, teor de argila em torrões e materiais friáveis e teor de materiais pulverulentos.

3.1.4 Água

A água destinada ao preparo das argamassas deve ser protegida de contaminação, atendendo as prescrições contidas na NBR 6118 - 1980 "Projeto e execução de obras de concreto armado - Procedimento".

A água utilizada na mistura da argamassa deve atender a critérios qualitativos ("potabilidade") e quantitativos, pois as impurezas contidas na água de

amassamento podem influenciar negativamente na sua capacidade de resistência mecânica e na durabilidade (SENNA et al. (2003)). Os mesmos autores afirmam que algumas águas minerais contêm teores indesejáveis de carbonatos alcalinos que podem contribuir para reações danosas na matriz da argamassa.

Segundo MEHTA (1994), embora seja satisfatório o uso de água potável para amassamento, existem algumas exceções como, por exemplo, a água proveniente de algumas regiões áridas, que é salobra podendo conter um teor excessivo de cloretos.

Diversos trabalhos relatam as propriedades da argamassa ligadas à capacidade de retenção de água. CINCOTTO et al (1995), por exemplo, descrevem que a retenção de água além de determinar as condições de consistência e trabalhabilidade desejada no estado fresco, influi também sobre as propriedades no estado endurecido, pois a retenção de água modifica as condições de contato da argamassa com o substrato agindo sobre a retração de secagem, resistência mecânica e aderência do revestimento.

3.2 Projeto das argamassas – dosagem

GOMES et al. (2003) afirmam que o revestimento deve ser tratado como um sistema, cujo comportamento depende diretamente do comportamento particular de seus materiais, componentes e técnicas nele empregados. Assim, o comportamento do sistema de revestimento encontra-se intimamente relacionado ao dos demais sistemas que interagem com ele. A compatibilidade entre os diversos sistemas que compõem a edificação deve, portanto, ser avaliada ainda na fase de planejamento e, conseqüentemente, equacionado na fase de projeto, ao invés de se adotarem soluções isoladas durante a execução.

Os mesmos autores definem o sistema de revestimento como o conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído de argamassa e acabamento final, cuja função é proteger a edificação da ação da chuva, umidade, agentes atmosféricos e desgaste mecânico, bem como lhe dar acabamento estético.

Segundo MACIEL, MELHADO (1997) o projeto dos revestimentos de argamassa de fachada, desenvolvido juntamente com o projeto das demais partes do edifício, visa a obtenção de um nível de racionalização construtiva mais elevado e de um melhor desempenho do revestimento e, conseqüentemente, do edifício como um todo, bem como a redução dos desperdícios e custos gerais de produção.

O projeto das argamassas é parte integrante do projeto dos revestimentos de argamassa de fachada. A elaboração deste projeto requer que sejam considerados os seguintes aspectos:

- a capacidade de deformação do sistema de revestimento deve ser compatível com a da base;
- a elasticidade da argamassa é essencial para absorver as deformações decorrentes de variação da temperatura ambiente e da estrutura de concreto;
- o coeficiente de dilatação térmica da argamassa pouco depende do teor do aglomerante e será mais elevado quanto maior for o coeficiente de dilatação dos agregados;
- a resistência mecânica do revestimento deve ser compatível com a da base;
- quanto maior o teor de cimento, maior será a resistência à compressão ou à tração;
- as resistências das argamassas de revestimento, decrescem das camadas internas para as externas, para diminuir a rigidez do revestimento e evitar fissuras.

SELMO, HELENE (1991) recomendam que na especificação empírica ou experimental de traços de argamassas, devem ser consideradas as condições de exposição às intempéries das fachadas, a natureza da base a ser revestida, as condições de execução (sejam decorrentes da técnica de aplicação do revestimento ou do controle dos serviços), bem como as características do acabamento previsto.

A NBR 7200/1998 – “Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento”, no item sete, que trata da produção de argamassas, orienta que a composição das argamassas (traços) deve ser estabelecida pelo projetista ou construtor, obedecendo às especificações de projeto e às condições para execução dos serviços de revestimento.

Empresas construtoras têm contratado consultores externos para promoverem o desenvolvimento tecnológico visando à racionalização na produção das argamassas. Vários agentes da cadeia como projetistas e engenheiros de obra vêm desenvolvendo trabalhos em conjunto, auxiliando, assim, no desenvolvimento dos materiais e traços, na definição do ciclo de produção e dos recipientes adequados para a dosagem, entre outros.

“O projeto da argamassa (em que dosagem assume uma preocupação especial) não deve ser definido na obra, considerando sua complexidade e importância no

desempenho da construção. A engenharia deve assumir a condução do processo, dominando a tecnologia de produção e de seus usos, fundamentadas nos conceitos de desempenho". SABBATINI (2003)

O fluxograma mostrado na Figura 3.1 apresenta os fatores condicionantes do desempenho dos revestimentos de argamassa, nas diversas etapas do processo construtivo do edifício, segundo SELMO (1989).

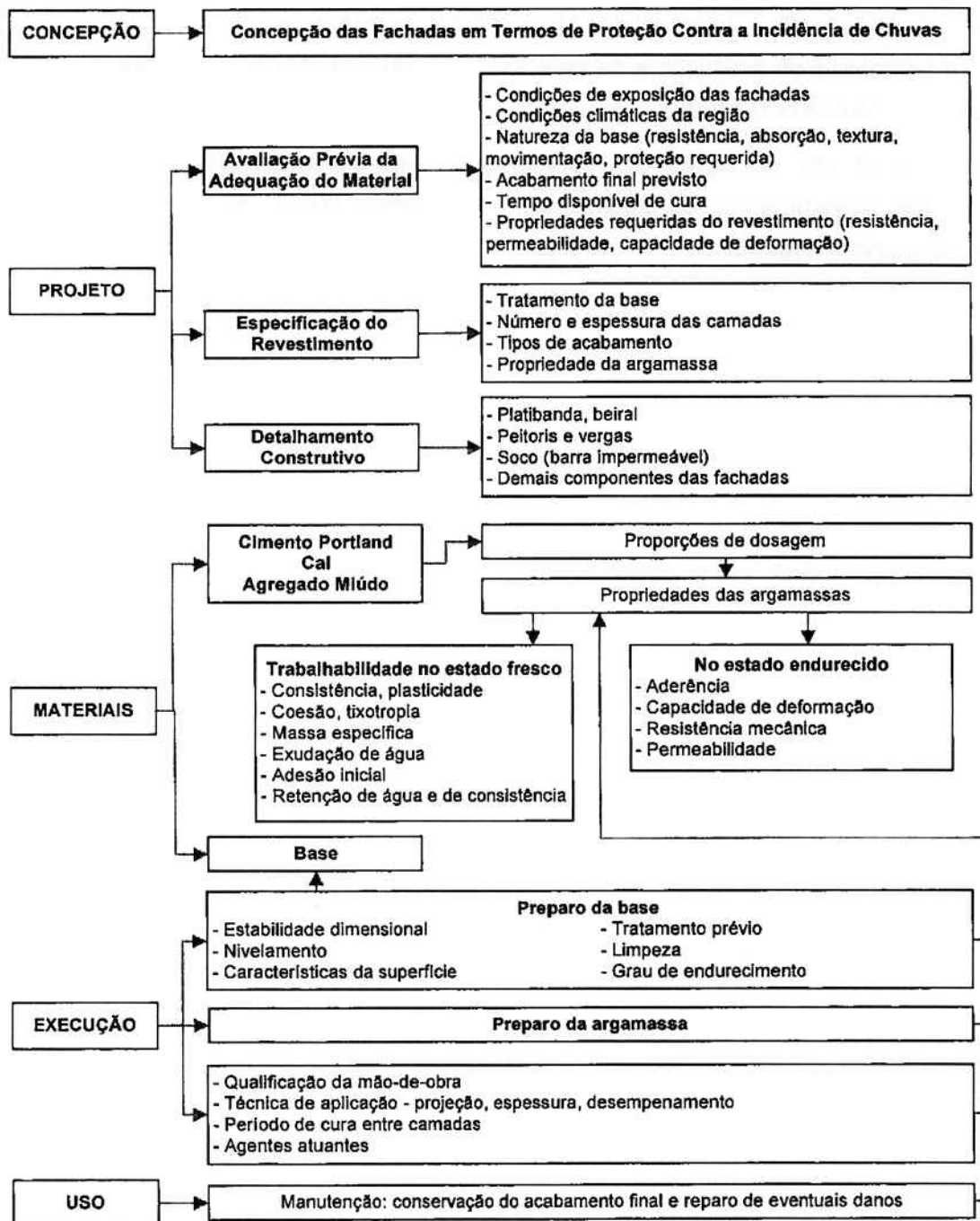


Figura 3.1 - Fatores condicionantes do desempenho dos revestimentos de argamassa. Fonte: SELMO (1989)

A definição de traços orientativos para o revestimento de argamassa de fachada deve considerar, também, as características do revestimento aplicado sobre ela, tais como as apresentadas, a seguir (casos onde o revestimento argamassado é base para pintura e para aplicação de cerâmica):

- **base para pintura**

Os revestimentos externos deverão ser dimensionados para que, além do cumprimento de suas funções primárias, resistam a ações de maior intensidade provocadas pelo efeito combinado dos fatores ambientais agressivos, tais como águas de chuva, variações de temperatura, incidência direta de raios solares, agentes atmosféricos corrosivos etc, que podem vir a comprometer a sua durabilidade.

Dado o grau de exposição dos revestimentos externos com acabamento em pintura, é nesta situação que se fazem as maiores restrições quanto à possibilidade de aparecimento de fissuras e a resistência à aderência. As fissuras podem representar um canal para penetração das águas de chuva, comprometendo não só a aderência e a durabilidade do revestimento, mas também a durabilidade do elemento de vedação e a estanqueidade do conjunto. Os cuidados com a preparação da base incluem a prescrição de chapisco em todas as alvenarias externas.

A argamassa utilizada deverá apresentar características no estado fresco que inibam o aparecimento de fissuras devidas à retração de secagem. As argamassas de aplicação externa, além da água que é retirada pela sucção da base, parte perde-se pela evaporação para o ambiente (cuidados especiais devem ser tomados em climas quentes e secos).

Mesmo o aparecimento de pequenas fissuras (que em situações de solicitação menos intensas podem não representar prejuízo) no revestimento externo pode representar um ponto crítico. Havendo um ciclo contínuo de expansão e retração termo-higroscópica da vedação, poderá ocorrer a abertura de tais fissuras, rompendo-se a película de pintura e comprometendo a durabilidade do sistema. Por isto, o revestimento, além de não poder apresentar fissuras, deverá ter boa capacidade de absorver deformações decorrentes de movimentações de origem térmica e higroscópica (perda de água através da diferença de tempo) e adequada resistência de aderência.

A resistência à penetração de água é uma característica a ser cumprida pelo conjunto elemento de vedação e revestimento. A espessura final da parede (alvenaria revestida) deve ter dimensões mínimas para se constituir em uma barreira estanque à água.

▪ **base para cerâmica**

Todas as considerações do item anterior devem ser reforçadas. Os revestimentos externos serão sempre mais solicitados em todas as suas características se consideradas as condições normais de trabalho.

As características a serem ponderadas diferentemente, face à sobrecarga proveniente dos revestimentos finais, são a capacidade de aderência à base, a resistência a esforços tangenciais e o acabamento superficial.

4 Gestão da Produção de Argamassa Dosada em Obra para Revestimentos de Fachada

O processo de produção da argamassa dosada em obra, para que possa ser melhor compreendido e analisado, pode ser desmembrado em um conjunto de operações, dentre as quais, destacam-se: i) o recebimento dos materiais; ii) o armazenamento dos materiais; iii) a dosagem (definição prévia do traço da argamassa); iv) a mistura; v) a aplicação da argamassa. Percebe-se que as primeiras quatro operações dizem respeito ao processo de fabricação. A aplicação da argamassa, embora conste como uma única operação pode, e deve, ser subdividida em micro-operações para um melhor entendimento.

Em cada uma das operações supracitadas há mão-de-obra e equipamentos envolvidos. O uso adequado destes recursos é indispensável para que se consiga alcançar os níveis desejados de racionalização na produção das argamassas.

Essa produção, de acordo com MACIEL et al. (1998), consiste na mistura ordenada dos seus materiais constituintes, nas proporções estabelecidas e por um determinado período de tempo, com o uso de equipamentos específicos. Tais equipamentos serão tratados no âmbito de cada uma das operações de produção, apresentadas a seguir.

4.1 Recebimento, Controle e Armazenamento dos Materiais Constituintes da Argamassa

A realização de controles de recebimento, além de servir para verificar se o material recebido está de acordo com o especificado e com as quantidades solicitadas, é pré-requisito para a qualidade da argamassa a ser produzida.

Para JOBIM *et al.* (1999), um dos problemas causadores de ineficiências da execução dos revestimentos é a falta de qualidade do material, que pode ocasionar patologias no revestimento, perdas de material retrabalho etc.

Conforme SOUZA, TAMAKI (2001), no controle de recebimento dos materiais podem ser realizados três tipos de verificações: quantitativas, visuais e de ensaios. As verificações quantitativas e visuais devem ser realizadas no momento do

recebimento do material no canteiro. Já os ensaios, por sua maior complexidade, são geralmente realizados por laboratórios especializados.

SILVA (2002) ressalta que a forma de recebimento dos materiais influencia, principalmente, o arranjo físico do canteiro de obras, de tal modo que pode determinar a necessidade de transporte dos materiais, causar diferenças na distância percorrida no transporte, influenciar nos níveis de perda de materiais etc.

4.1.1 Cimento

Os cimentos são normalmente entregues em sacos de papel Kraft, em sacos de 50 Kg. Para o recebimento na obra, os sacos devem ser contados um a um, com a verificação visual do estado de conservação das embalagens onde, estar-se-á considerando, por exemplo, a presença de sacos rasgados, furados, molhados, manchados pela impregnação de produtos estranhos ou desconhecidos e quaisquer outros problemas que possam prejudicar o uso e o desempenho do cimento (como o empedramento do cimento).

Deve-se conferir se todos os sacos contêm os registros de marca e nome do fabricante, tipo e classe do cimento, massa líquida do saco e o selo de conformidade da ABCP.

As empresas deverão criar procedimentos para recebimento (ver Anexos 1), com a determinação de amostras dos lotes, para verificação da massa líquida do material, utilizando, para isto, uma balança.

O cimento deve ser armazenado em local coberto (protegido de umidades) e em pilhas que devem ter forma e altura que garantam sua estabilidade. O piso deve ser revestido com estrado de madeira ou metálico (Figura 4.1).

Em regiões litorâneas deve-se prever uma proteção adicional contra umidade, cobrindo-se as pilhas com uma lona plástica (não hermeticamente), para garantir a durabilidade e o prazo de estocagem.

O estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais antigos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues, verificando-se sempre a data de validade do produto. Recomenda-se que a data de entrega e o local de estocagem sejam planejados com antecedência de forma a evitar a pré-estocagem em locais inadequados, a interferência com outros serviços da obra ou a necessidade de transporte horizontal interno.

Quanto ao armazenamento, além do estudo prévio da logística do canteiro, deve-se seguir as recomendações da NR-18 (FUNDACENTRO, 1996), que dizem respeito aos

critérios de segurança dos operários e demais pessoas, quanto ao local de estoque e o empilhamento dos sacos.

A norma NBR 6120 (ABNT, 1980) estabelece as cargas acidentais mínimas quando o armazenamento é feito sobre lajes, prevenindo os empuxos ou sobrecargas nas estruturas, além dos previstos em seu dimensionamento (Tabela 4.1). Recomenda-se uma consulta ao projetista de estruturas, que deverá verificar se a carga acidental é compatível com a considerada no projeto estrutural.

Tabela 4.1 – Área de estoque e cargas acidentais. Fonte: Norma NBR 6120 (ABNT, 1980).

Local	Carga Acidental
Sala, cozinha, banheiro, dormitório.	150 kgf/m ²
Área de serviço	200 kgf/m ²
Garagem	300 kgf/m ²

O armazenamento correto dos materiais ensacados, evita perdas na qualidade, perdas quantitativas e o fluxo de materiais no canteiro de obras.



Figura 4.1 – Exemplo de estoque de sacos de cimento em paletes metálicos.

4.1.2 Cal

Os sacos de material entregues na obra não podem estar furados, rasgados ou estragados e devem trazer registrado o nome do fabricante, o tipo da cal, a massa líquida do saco, a massa unitária da cal e o selo de conformidade da Associação Brasileira dos Produtores de Cal (ABPC). O fabricante da cal deverá enviar os certificados de análise, referentes ao lote entregue (Anexo 2).

Para a verificação do teor de resíduos insolúveis (Inertes), deve-se preparar uma solução de ácido clorídrico – também conhecido como ácido muriático (a 10%), misturando-se nove partes de água e uma parte de ácido. Guardar a solução em um frasco de vidro com rolha e identificação bem visível, preservando-a de forma segura para que possa ser utilizada a qualquer momento. Retirar cerca de 3 g de cal hidratada (uma colher de chá) de amostra, colocar em um copo de vidro e adicionar 50 ml de solução de ácido, agitando com um bastão ou com a própria colher de chá por um período de aproximadamente dez minutos. Se ocorrer uma diluição tranqüila, somente com um pequeno borbulhamento mas sem apresentar ao final, no fundo do copo, uma grande quantidade de resíduos – maior que 10% da quantidade ensaiada – é indicativo de que se trata de uma cal de boa qualidade. A avaliação da porcentagem de resíduos no fundo do copo pode ser realizada visualmente, comparando-se os volumes da amostra e do resíduo.

Para verificação da massa unitária, preparar uma caixa de madeira medindo (25 x 40 x 20)cm. Deve-se encher a caixa com cal no estado solto, sem compactar o material. Determinar a massa dessa quantidade de cal, descontando a massa da caixa vazia e dividir por 20. O valor assim calculado representa a massa unitária da cal, que para os tipo CH I e CH II não deve superar 0,60 kg/dm³, enquanto para o tipo CH III, não deve superar 0,80 kg/dm³.

Cada carga entregue, deve ser considerada como um lote para efeito de inspeção durante o recebimento na obra, com a contagem dos sacos um a um. A massa dos sacos deve ser verificada com o auxílio de uma balança. Quanto ao armazenamento (Figura 4.2) deve-se tomar os mesmos cuidados, já apresentados, para o cimento.

Os procedimentos de inspeção (Anexos 2) deverão, de forma clara, orientar todos os profissionais envolvidos no processo.



Figura 4.2 – Exemplo de estoque de sacos de cal em paletes metálicos.

4.1.3 Areias

As areias são normalmente entregues a granel, e transportadas por um veículo de carga chamado “caminhão basculante”. O tamanho do veículo, varia em função da quantidade de material entregue.

A obra deverá manter uma amostra da areia que atenda as especificações (Anexo 3), usada em comparações visuais com o material entregue em cada lote¹. Para atestar a qualidade da areia recebida na obra, sugere-se colocar uma porção de areia em um frasco de vidro transparente, adicionar água limpa, agitar vigorosamente e deixar a mistura em repouso por 20 minutos. Se a água que sobrenadar ao depósito for clara, provavelmente a areia ensaiada tem baixos teores de impurezas orgânicas ou de natureza argilosa sendo de boa qualidade; caso esteja muito turva pode ser um forte indício de má qualidade do material. O fornecedor da areia deverá enviar análise efetuada em laboratório, atestando a qualidade do agregado (Anexo 3).

¹ Cada caminhão de areia pode ser considerado “um lote”, que deverá ser verificado visualmente quanto ao seu aspecto genérico, granulometria, cor, cheiro e existência de impurezas tais como matérias orgânicas (folhas, raízes, caules...), torrões de argila ou qualquer outro tipo de contaminação.

As areias devem ser armazenadas em local coberto, em compartimentos identificados pela natureza e classificação granulométrica, em espaço confinado em três lados e preferencialmente com fundo inclinado e drenado. A área de estoque deve ser em local que o caminhão basculante possa ter acesso sem prejudicar o trânsito de pessoas e o fluxo de materiais. O correto armazenamento evita perdas quantitativas e de qualidade do material.

4.2 Descarregamento dos materiais utilizados na produção de argamassas

O descarregamento dos materiais utilizados na produção de argamassas está ligado à forma de recebimento e ao veículo de transporte utilizado para a entrega. Os materiais entregues ensacados são transportados por caminhões com carroceria de grade e podem ser descarregados manualmente ou, de modo mecanizado, no caso de serem entregues em paletes (neste caso, utiliza-se o carro porta-paleta ou a grua). Os materiais entregues à granel são descarregados, normalmente, pelo veículo de entrega.

Para diminuir o custo do transporte interno, uma das formas de descarregamento de ensacados, e que pode ser prevista no projeto do canteiro de obras, é a utilização do "escorregador de ensacados". Fabricado em chapas de madeira compensada e madeira de apoio, o escorregador transporta por gravidade os ensacados, do caminhão até a área de estoque no sub-solo, conforme ilustrado nas Figura 4.3 e Figura 4.4.



Figura 4.3 - Descarregamento do cimento com uso de escorregador – andar superior



Figura 4.4 - Descarregamento do cimento com uso de escorregador – andar inferior

4.3 Dosagem dos materiais constituintes da argamassa

O equipamento recomendado para a medição dos aglomerantes e agregados trata-se do "dosador padrão" (deve existir, no canteiro de obra, um dosador padrão de agregado (Figura 4.5) e um dosador padrão de aglomerante (Figura 4.6)). Estes equipamentos podem ser facilmente fabricados por uma empresa de serralharia, com baixo custo e com muitas reutilizações em outras obras.

Para a utilização do dosador, deve-se providenciar sacos plásticos reforçados que possibilitem o acondicionamento dos materiais tanto para o estoque prévio, como para o transporte aos locais de mistura, não permitindo perdas quantitativas (Figura 4.7 e Figura 4.8). Os sacos dosados devem ter peso apropriado para facilitar a carga e o manuseio (aproximadamente 35 Kg).

Recomenda-se a utilização de sacos plásticos de cores variadas, com as seguintes especificações:

- Medidas
 - Arela: (50x82) cm
 - Cimento: (33x50) cm
- Espessura: 0,20 micras
- Fechamento: solda à quente
- Cores disponíveis
 - Transparente.
 - Pigmentado preto.
 - Pigmentado amarelo.
 - Pigmentado azul.

O carregamento do dosador deverá ser feito com pá no caso da areia e com um recipiente pequeno no caso do cimento; o arrasamento deve ser feito com uma régua. O saco plástico deverá ser seguro embaixo do dosador e preenchido com a abertura da tampa inferior. Vale lembrar que a cal normalmente é dosada pela própria embalagem do fornecedor.



Figura 4.5 - Dosador padrão de areia

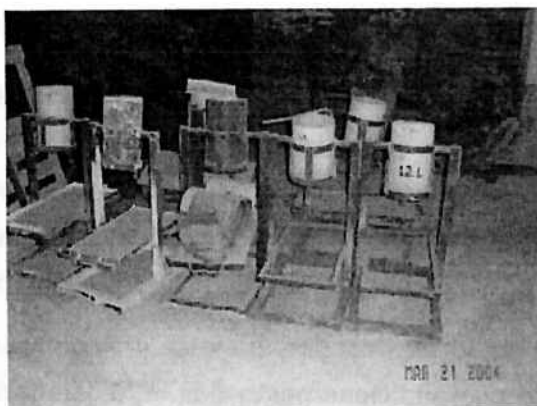


Figura 4.6 - Dosador padrão de cimento



Figura 4.7 - Sacos para acondicionamento da areia

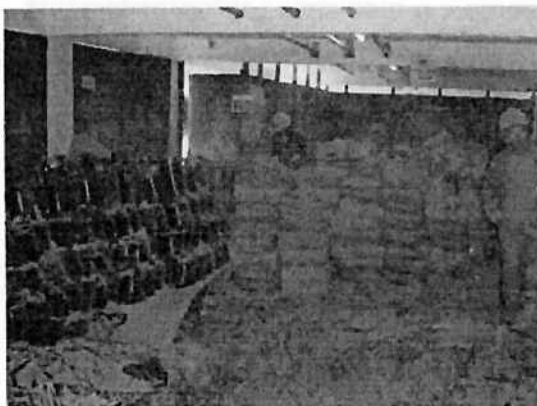


Figura 4.8 - Sacos para acondicionamento do cimento

4.4 Mistura dos materiais constituintes da argamassa

Apesar de ainda muito utilizados nos canteiros de obras brasileiros, os misturadores de queda livre, conhecidos como betoneiras (Figura 4.9), não são indicados para a produção da argamassa, pois não garantem a homogeneidade da mistura.

Os equipamentos indicados, por proporcionarem uma maior eficiência na mistura da argamassa, são as "argamassadeiras" (Figura 4.10), cuja nomenclatura técnica é "misturador forçado intermitente", disponibilizado no mercado brasileiro por diversos fabricantes. A Tabela 4.2 apresenta as especificações de misturadores disponibilizados no mercado por um determinado fabricante.



Figura 4.9 – Exemplo de betoneira utilizada na confecção da argamassa



Figura 4.10 – Exemplo de misturador utilizado na confecção da argamassa

Tabela 4.2– Especificações de misturadores. Fonte: Catálogo de fornecedores

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	EQUIPAMENTO			
	MH – 80	MH – 200	ANVI 120	ANVI 200
<i>Capacidade total</i>	80 litros	200 litros	120 Kg	200 Kg
<i>Capacidade útil</i>	70 litros	180 litros	100 Kg	180 Kg
<i>Produção média</i>	1,5 m³/h	3,5 m³/h	3.600 Kg/h	5.000 Kg/h
<i>Motorização (CV)</i>	3	5	2	5
<i>Dimensões (mm)</i>				
<i>C</i>	1100	1400	990	1200
<i>L</i>	600	700	420	530
<i>H</i>	1400	1400	1000	1150
<i>Peso (Kg)</i>	110	180	65	110

4.5 Transporte dos materiais

O uso de equipamentos específicos para o transporte interno contribui para a utilização racional da mão de obra e a minimização das “perdas” de materiais.

Para o transporte horizontal, recomenda-se a utilização de carro plataforma (Figura 4.11), tanto para a areia ensacada como para a cal e o cimento. Os sacos de areia devem ser estocados agrupados, prevendo-se a quantidade correta a ser transportada pelo carrinho.

Algumas recomendações importantes para o transporte interno:

- o percurso da área de estoque/central de dosagem até o equipamento de transporte vertical deve ser plano (de preferência ter a base cimentada), evitando problemas como o desmoronamento da carga e possível danificação dos pneus do equipamento de transporte, facilitando, por conseguinte, a locomoção;
- o encarregado do serviço deve ser o responsável pelo transporte correto e nas quantidades especificadas;
- a "equipe de dosagem" deve ser a responsável pela colocação do carrinho no elevador da obra e a "equipe de mistura", a responsável pela retirada do mesmo;
- para otimizar o uso do elevador de obra, o transporte deve ser feito com três carrinhos plataforma, com a seguinte lógica: um carrinho cheio, um carrinho no pavimento de dosagem e um carrinho no pavimento de mistura;
- a descarga deve ser feita, assim que o carrinho chegue ao andar de mistura, devendo ser devolvido assim que possível;
- o transporte dos equipamentos eventuais, de um pavimento para o outro, ao longo do serviço, deve ser feito pela equipe de produção.

Os equipamentos normalmente utilizados para o transporte vertical, são o elevador de obra convencional (guincho+cabos) ou o elevador cremalheira.



Figura 4.11 – Modelo de carrinho plataforma para transporte de ensacados.

4.5.1 Sistema de distribuição

A argamassa pronta para a aplicação poderá ser distribuída da central de mistura até os balancins, através de dutos de distribuição, que transportam a argamassa por gravidade.

O sistema de dutos de distribuição é composto por:

- Funil metálico: o funil é fixado no peitoril da janela, por onde a argamassa é inserida com a utilização de pás (Figura 4.12).
- Dutos: distribuem a argamassa do local de mistura até o balancin (Figura 4.13).
- Caixote metálico: local onde a argamassa distribuída fica depositada pronta para a aplicação.

Recomenda-se que seja inserido no projeto de balancins, o posicionamento dos funis e dutos, para que a distribuição da argamassa atenda todos os pontos de aplicação.



Figura 4.12 – Funil metálico

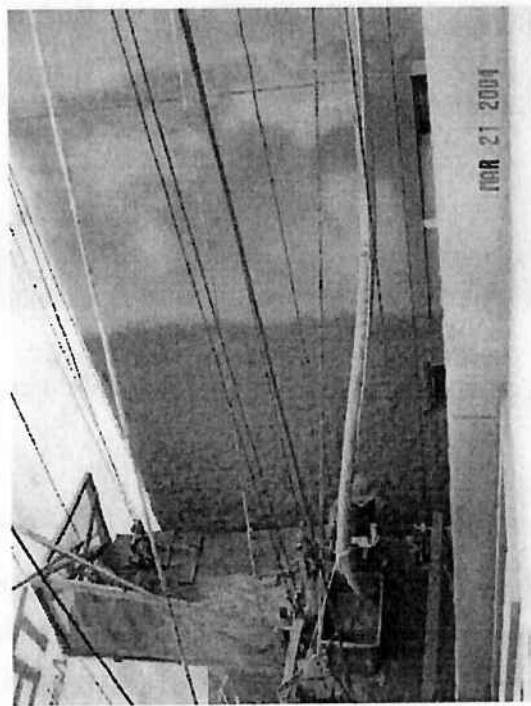


Figura 4.13 – Duto para distribuição da argamassa ao caixote

4.6 Aplicação da argamassa.

A aplicação consiste na projeção da argamassa sobre a base, criando a camada de revestimento, que pode ser preenchida com uma ou mais demãos; esse último procedimento é recomendado para revestimento com espessuras entre 30 e 50 mm (SABBATINI *et al.*, 1997).

Pode-se aplicar a argamassa por duas formas: i) manual; ii) mecânica. Na aplicação manual, mais utilizada, o operário projeta a argamassa com a colher de pedreiro. Na aplicação mecânica, a projeção da argamassa é feita com o auxílio de compressores de ar.

4.6.1 Aplicação manual da argamassa

Este é o sistema mais tradicional de aplicação. A aplicação da argamassa sobre a superfície deve ser feita por projeção enérgica do material sobre a base, utilizando-se uma colher de pedreiro (Figura 4.14)



Figura 4.14 – Exemplo de aplicação manual da argamassa

4.6.2 Aplicação mecânica da argamassa

O projetor de argamassas consiste em um pequeno recipiente onde a argamassa é depositada. O recipiente possui pequenos furos, por onde a argamassa é projetada, pela introdução de ar comprimido. O sistema é constituído por pelos seguintes componentes:

- compressor de ar portátil, com capacidade de 150 PCM, pressão de trabalho de 7 bar (102 lbs/pol²). Acionamento por motor diesel refrigerado à água, montado sobre chassi com conjunto rodante. O consumo de óleo diesel estimado é de 5 l/h.

- mangueiras de ar $\varnothing \frac{3}{4}$ " x 25 m, com engates rápidos.
- mangueiras de ar $\varnothing \frac{1}{2}$ " x 25 m, com engates rápidos.
- tanques estabilizadores de pressão com capacidade para 170 litros cada, equipados com manômetro, válvula de segurança, engate rápido de $\varnothing \frac{3}{4}$ " na entrada e engates rápidos $\varnothing \frac{1}{2}$ " na saída, equipados com duas rodas de borracha para movimentação no pavimento.
- projetores de argamassa com caçamba em aço inoxidável e corpo em alumínio, registro manual de ar, engate rápido e ferramenta de limpeza de bicos (Figura 4.15).

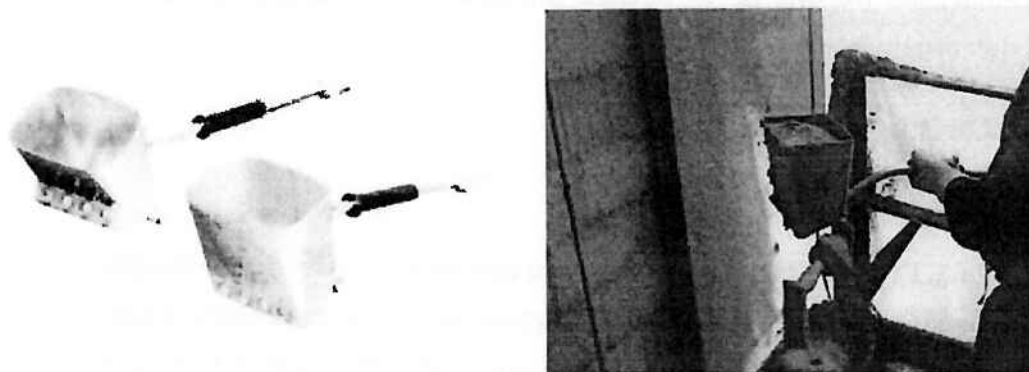


Figura 4.15 - Projetores de argamassa com caçamba em aço inoxidável e corpo em alumínio

A Figura 4.16 ilustra a aplicação mecânica de argamassa mediante o uso de projetores de argamassa.

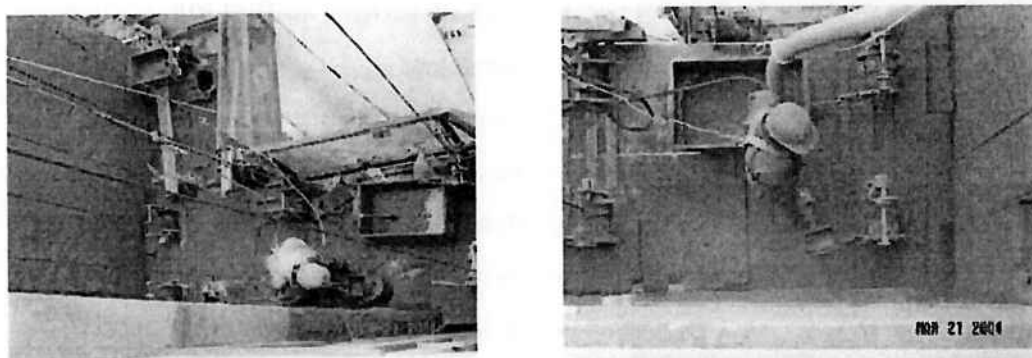


Figura 4.16 – Exemplo de aplicação mecânica de argamassa

5 Estudos de Caso

Busca-se, neste capítulo, caracterizar a processo de produção de argamassas para revestimento de fachadas a partir de dois casos reais. Tratam-se de duas obras de edifícios, pertencentes a construtoras atuantes no mercado de construção da cidade de São Paulo, que utilizaram a argamassa tradicional racionalizada nos revestimento de fachadas.

Estimaram-se, nos dois estudos de caso, os custos da produção da argamassa tradicional racionalizada (R\$/m³ de argamassa produzida) para, então, compará-los aos custos das argamassas industrializadas.

5.1 Caracterização das obras

5.1.1 Obra "A"

A obra "A" (Tabela 5.1) pertence a uma construtora que atua na área de construção de edifícios residenciais e comerciais. A obra localiza-se no bairro da Chácara Santo Antônio e destina-se ao uso residencial, sendo composta por duas torres com quatro apartamentos por andar (sendo duas configurações de apartamentos: quatro dormitórios, sendo duas suítes e três dormitórios sendo uma suíte).

Tabela 5.1 – Caracterização da Obra "A"

	▪ Número de edifícios: 2 ▪ Área do terreno: 8.000 m² ▪ Subsolos: 1 ▪ Pavimentos: 18 ▪ Nº de unidades/edifício: 64 tipos, 4 duplex ▪ Estrutura: concreto armado. ▪ Alvenaria: blocos cerâmicos. ▪ Área de fachada: 14.800 m².
---	---

5.1.1.1 Equipamentos utilizados

O serviço de produção de argamassa dosada em obra foi terceirizado. A empresa contratada forneceu a mão de obra, os equipamentos de transporte horizontais (carrinhos plataforma), os misturadores de argamassa, os balancins e as ferramentas utilizadas pelos pedreiros, os quais eram conhecidos por "fachadeiros".

Os equipamentos de dosagem (dosador padrão de areia e cimento), sacos plásticos para condicionamento de aglomerantes e agregados, equipamento de transporte vertical (elevador cremalheira), funis e dutos de distribuição da argamassa, equipamentos de aplicação da argamassa mecanizados (compressores e projetores de argamassa) e os materiais constituintes da argamassa foram fornecidos pela Construtora contratante.

A opção da Construtora em fornecer os equipamentos supracitados deve-se ao fato de que os equipamentos eram de propriedade de empresa, sendo transferidos para outras obras após sua utilização. No momento da contratação da subempreiteira, utilizou-se este argumento para pleitear um menor valor de contratação.

5.1.1.2 Treinamento da mão de obra e procedimentos da qualidade

Os funcionários da empresa terceirizada foram treinados pela equipe técnica da Construtora, garantindo-se, assim que todos os procedimentos de produção e execução de serviços fossem seguidos, conforme previsto no contrato entre as partes.

A Construtora possuía os seguintes procedimentos, no âmbito do processo de produção e execução de serviços de revestimentos de argamassa em fachadas:

- Especificação e inspeção de materiais: cimento portland (Anexo 1).
- Especificação e inspeção de materiais: cal hidratada para argamassas (Anexo 2).
- Especificação e inspeção de materiais: areias para argamassas (Anexo 3).
- Procedimento de produção: argamassa dosada em obra (Anexo 4).
- Procedimento de execução e inspeção: revestimento de argamassa em fachadas.

5.1.1.3 Qualificação e seleção de materiais - ensaios

A Construtora qualificava seus fornecedores e realizava ensaios de laboratório para seleção das matérias primas utilizadas na produção da argamassa dosada em obra.

No caso da areia selecionada, foram realizados os ensaios de caracterização em agregados miúdos (avaliação de impurezas orgânicas, composição granulométrica, massa específica, massa unitária, teor de argila em torrões e materiais friáveis e teor de materiais pulverulentos). Os relatórios dos ensaios foram verificados por um consultor, o qual possuía as seguintes atribuições: i) seleção dos materiais; ii) desenvolvimento e especificação dos traços utilizados pela obra; iii) acompanhamento dos testes de avaliação de desempenho das argamassas de revestimento aplicados, durante e após execução (ensaios de resistência de aderência à tração).

5.1.1.4 Materiais utilizados, recebimento e descarregamento

Para definição do traço da argamassa, considerou-se o tipo de acabamento final aplicado sobre o revestimento que, neste caso, foi parte em textura acrílica e parte em cerâmica.

Na Tabela 5.2, apresentam-se os materiais utilizados para a produção do chapisco e do emboço e, na Tabela 5.3, as formas de recebimento, descarregamento e veículo de entrega dos materiais.

Tabela 5.2 – Materiais utilizados na execução do revestimento de argamassa de fachada de acordo com o tipo de argamassa.

Tipo de argamassa	Materiais utilizados
Emboço	Cimento Portland CP II 32 – F Cal hidratada CH I (Supercal) Areia média lavada
Chapisco	Cimento Portland CP II 32 – F Areia média lavada Aditivo Rhodopás 712 AM

Tabela 5.3 – Forma de recebimento, descarregamento e veículo de entrega dos materiais.

Materiais	Forma de recebimento	Veículo de entrega	Forma de descarregamento
Cimento Portland CP II 32 – F	Sacos 50 kg	Caminhão comum com grade	Manual, com carro plataforma
Cal hidratada CH I	Sacos 15 kg	Caminhão comum com grade	Manual, com carro plataforma
Areia média lavada	Granel	Caminhão basculante	O caminhão descarrega no local de armazenamento
Aditivo Rhodopás 712 AM	Tambor 25 kg	Caminhão comum com baú	Manual, com carro plataforma

Os materiais ensacados, foram estocados no sub-solo, sobre paletes metálicos e cobertos com lona plástica.

A areia foi depositada em baias no subsolo, em local coberto, sobre piso cimentado com fechamento lateral em chapas de compensado, tomando-se os devidos cuidados para não contaminá-la. Foi possível o descarregamento direto do caminhão basculante, para as baias do subsolo, devido ao planejamento prévio do local de estoque, inserido no projeto do canteiro. Na fase de execução das lajes do pavimento térreo, foram deixados trechos de laje sem concretar, para acesso aos locais de estoque.

5.1.1.5 Características do preparo das argamassas: definição de traços, dosador padrão, transporte e mistura.

Os traços do chapisco e do emboço foram desenvolvidos para aplicação mecânica, com uso do sistema de projeção da argamassa.

O equipamento para dosagem da areia (dosador padrão) foi utilizado para o chapisco e para o emboço, tendo os recipientes as seguintes medidas: comprimento=35 cm; largura=34,8 cm; altura=22 cm (equivalente a 26 litros de material).

5.1.1.5.1 Chapisco tradicional

Foi produzido um traço de argamassa para chapisco, conforme Tabela 5.4, e adicionado o aditivo Rhodopás 712 AM, diluído em água na proporção de uma parte de aditivo para seis partes de água, até chegar a uma consistência ideal para

aplicação mecânica (projedor). A argamassa para chapisco, neste caso, apresentou uma consistência “firme”, diferente das argamassas utilizadas para chapisco “rolado” e chapisco aplicado com colher de pedreiro.

A mistura foi feita no último pavimento, utilizando-se um caixote de madeira confeccionado com uma chapa de madeira compensada, na base, e faces laterais com altura de 0,20m. Para a mistura utilizou-se uma enxada, transformando-se, assim, os materiais em uma pasta homogênea.

Tabela 5.4 – Traço utilizado para argamassa de chapisco (em volume)

Material	Traço 1:3
Cimento Portland CP II 32 – F	01 saco de cimento – 50 kg
Areia média lavada	05 sacos dosados com 26 litros

Depois de produzida, a argamassa para chapisco foi distribuída para as áreas de aplicação (balancins), utilizando-se o sistema de funis e dutos de distribuição.

A aplicação do chapisco foi através de projetores de argamassa. O material foi depositado dentro dos balancins em caixotes metálicos nos quais o aplicador, com o equipamento de projeção, também chamado “canequinha”, pegava o material do caixote e aplicava na fachada. As recomendações de aplicação foram as seguintes:

- manter o bico do projetor à cerca de 30 a 40 cm do local à ser aplicado;
- obedecer sempre um único sentido (vertical de cima para baixo);
- aplicação base concreto: aplicação rápida, a base tem que ficar totalmente recoberta pela argamassa projetada;
- aplicação base bloco cerâmico: aplicação muito rápida, a base tem que ficar com uma camada fina, deixando pequenos vazios.

5.1.1.5.2 Emboço

O traço da argamassa de revestimento externo foi desenvolvido considerando-se aplicação mecânica, sem a necessidade da produção de argamassa intermediária.

A Tabela 5.5 apresenta o traço utilizado para a produção da argamassa de emboço.

Tabela 5.5 – Traço utilizado para argamassa de emboço (em volume)

Material	Traço 1:1:7
Cimento Portland CP II 32 – F	33,3 kg (cada 02 sc = 03 medidas)
Cal hidratada CH I (Supercal)	15 kg (01 saco)
Areia média lavada	08 sacos dosados com 26 litros
Água	46 litros (parâmetro)

A composição da dosagem foi fixada em um quadro de madeira, na central de dosagem (sub-solo) e na central de mistura (último pavimento), ficando claramente especificado, de acordo com o volume e o serviço a ser executado.

A areia foi medida utilizando-se o dosador padrão, sendo as medidas do recipiente: comprimento=35 cm; largura=34,8 cm; altura=22 cm (equivalente a 26 litros de material). O carregamento do dosador era feito com o auxílio de uma pá e o arrasamento com uma régua de alumínio. O saco transportador (de cor preta) ficava seguro sobre a bandeja inferior do dosador, sendo preenchido com a abertura da tampa.

O cimento foi medido utilizando-se uma balança eletrônica calibrada. Dos sacos de cimento de 50 quilos eram subtraídos 16,6 quilos (com auxílio de balança), permanecendo 33,3 quilos de cimentos nos sacos de origem. As diferenças subtraídas de dois sacos eram somadas num saco adicional (saco azul), contendo, assim, os mesmos 33,3 quilos de cimento.

As embalagens dosadas (areia e cimento) eram estocadas sob paletes metálicos, próximos à central de dosagem, em sacos abertos, sem empilhamentos e agrupados na quantidade correta a ser transportada pelo carro plataforma.

Os funcionários responsáveis pela dosagem eram instruídos a prepararem a quantia de sacos dosados, necessários para a produção de argamassa a ser utilizada no dia seguinte de trabalho (aproximadamente 600 sacos diários).

Para o transporte da central de dosagem (subsolo) até a central de mistura (último pavimento) foi utilizado o carrinho plataforma, sendo que a equipe de dosagem era responsável pela colocação do carro no elevador e a equipe de mistura responsável pela retirada do mesmo.

O transporte vertical era feito pelo elevador de obra e o transporte horizontal, por carrinhos sobre quatro rodas. Eram utilizados três destes carrinhos (enquanto um

subia ao andar, um permanecia no subsolo, onde era carregado e, o terceiro, ficava no pavimento de mistura).

Para a mistura dos materiais foi utilizado um misturador forçado intermitente com capacidade para 180 litros acoplado com temporizador para controle do tempo de batida.

A mistura era feita na seguinte sequência:

1. adição da cal;
2. adição da metade do volume de areia;
3. adição de parte da água para possibilitar a mistura

Batia-se na argamassadeira durante 04 minutos, controlando o tempo através do temporizador;

4. Acrescentava-se o resto da areia;
5. Acrescentava-se o cimento
6. Adicionava-se o restante da água, com a argamassadeira em movimento, batendo a mistura por mais 04 minutos.

A argamassa era, então, depositada em “minis-jericas” e, posteriormente, distribuída nos funis para os pontos de aplicação.

5.1.1.6 Mão de obra utilizada para dosagem, mistura e responsabilidades.

A equipe de dosagem era composta por dois ajudantes, aos quais eram atribuídas as seguintes responsabilidades:

- dosagem;
- estoque dos sacos dosados sem empilhamento;
- separação dos sacos em quantidade correta para o transporte;
- transporte dos sacos até o elevador da obra;
- manutenção da organização dos locais de estoque (juntavam a areia para evitar desperdícios, mantinham os equipamentos de dosagem limpos e a reutilização dos sacos de dosagem).

A equipe de mistura era composta por dois ajudantes, aos quais eram atribuídas as seguintes responsabilidades:

- mistura dos materiais, conforme procedimento;
- transporte dos sacos dosados, do elevador de obra até a central de mistura;

- estoque dos sacos dosados, sem empilhamento;
- distribuição da argamassa produzida, pelos funis até os pontos de aplicação;
- limpeza, ao final do dia, dos equipamentos, principalmente, as argamassadeiras que não deveriam reter incrustações de massa;
- engraxamento das argamassadeiras, conforme especificação do fornecedor;
- durante o expediente, mantinham o local limpo e organizado.

5.1.2 Obra "B"

A obra "B" (Tabela 5.6) pertencia a uma construtora que atua na área de construção de edifícios residenciais e comerciais. Localizava-se no bairro de Moema e destinava-se ao uso residencial, sendo composta por uma torre com quatro apartamentos por andar (sendo dois deles com quatro dormitórios e dois, com três dormitórios).

Tabela 5.6 – Caracterização da Obra "B"

	▪ Número de edifícios: 1 ▪ Área do terreno: 1800 m² ▪ Subsolos: 2 ▪ Pavimentos: 20 ▪ Nº de unidades/edifício: 80 ▪ Estrutura: concreto armado. ▪ Alvenaria: blocos cerâmicos. ▪ Área de fachada: 9.700 m².
---	---

Em visitas realizadas ao canteiro da obra "B", verificou-se que o processo de produção da argamassa dosada em obra era muito semelhante ao descrito para a obra "A". Ficaria portanto, repetitivo, descrever as características de produção de argamassa, para o estudo de caso da obra "B". Optou-se, portanto, por confeccionar uma tabela que, ao mesmo tempo em que apresentasse, de forma objetiva, o processo de produção de argamassa na referida obra, comparasse o processo entre as duas obras, evidenciando, assim, suas eventuais semelhanças.

A Tabela 5.7 apresenta uma análise comparativa entre as tecnologias de produção de revestimentos argamassados de fachadas utilizadas nas obras "A" e "B".

Tabela 5.7 – Comparação da tecnologia de produção utilizada nas obras "A" e "B"

Aspectos	Obra - A	Obra - B
Certificação ISO	Sim	Não
Procedimentos de Execução	Sim	Sim
Qualificação de Fornecedores	Sim	Sim
Seleção de matérias-primas	Sim	Sim
Controle de aceitação de matérias primas	Sim	Sim
Projeto das argamassas (dosagem)	Sim	Sim
Traço utilizado (cimento : cal : areia)	1 : 1 : 7	1 : 1 : 7
Controle da produção das argamassas	Sim	Sim
Mão de obra	Terceirizada	própria
Equipamento de Dosagem	Dosador padrão	Dosador padrão
Transporte horizontal	Carrinho plataforma	Carrinho plataforma
Transporte vertical	Elevadora cremalheira	Elevador cremalheira
Equipamento de mistura	Argamassadeira	Argamassadeira
Tempo de mistura mínimo	4 minutos	4 minutos
Distribuição para os Balancins	Por gravidade, com dutos de distribuição	Por gravidade, com dutos de distribuição
Aplicação	Mecânica – projeção	Mecânica – projeção
Prazo para execução da fachada.	90 dias	60 dias

Sobre a tecnologia de produção dos revestimentos, adotadas nas obras "A" e "B" (citada na Tabela 5.7), pode-se, ainda, fazer as seguintes considerações:

- as obras utilizaram tecnologias de produção de argamassa dosada em obra muito semelhantes;
- na obra "A", que utilizou mão de obra terceirizada, o custo da mão de obra de dosagem não foi repassado pelo empreiteiro. O custo de aplicação da argamassa dosada em obra seria igual ao da aplicação da argamassa industrializada;
- as médias dos valores de resistência de aderência à tração do revestimento de fachada das obras "A" e "B", tanto sobre o substrato alvenaria como de estrutura de concreto, forneceram valores superiores ao valor recomendado pela Norma NBR 13528/95 (3 Kgf/cm² ou 0,3 Mpa), em todos os ensaios realizados;
- os coeficientes de variação dos ensaios realizados nas obra "A" e "B", tanto sobre o substrato estrutura de concreto, como de alvenaria, forneceram valores inferiores a 35%, o que indica uma baixa dispersão;

5.2 Custos da argamassa produzida na obra

A Tabela 5.8 apresenta a composição do custo para a produção de 1 m³ de argamassa dosada na obra "A"

Tabela 5.8 – Composição dos custos de produção da argamassa tradicional racionalizada para a OBRA "A"

Recursos		Custos	
Material	Dados	Areia	R\$ 32,00/m ³
		Cimento (50Kg)	R\$ 16,10/sc
		Cal (15 Kg)	R\$ 2,86/sc
	Perdas	Areia (perda+redução)	30%
		Cimento e cal (perda)	5%
	Custos	Insumos ⁽¹⁾	R\$ 116,10 / m³
Mão-de-obra	Dados	Mão-de-obra utilizada	02 serventes
		Produtividade diária de dosagem	1,15 Hh/ m ³
		Custo Hh ajudante	R\$ 4,1 ⁽²⁾
	Custos	Custo Hh ajudante/m ³	R\$ 3,5/m³
Serviços	Custos	Consultoria + controle tecnológico	R\$ 7,0/m³
Equipamento	Custos	Equipamentos para dosagem	R\$ 2,80/m³
Custo para produzir 1,0 m³ de argamassa dosada em obra⁽³⁾			R\$ 129,40 / m³

(1) Para 1 m³ de argamassa: 3,67 sacos de cimento; 5,39 sacos de cal; 1,3 m³ de areia (traço 1 : 1 : 7 (em volume))

(2) Inclui leis sociais, refeição, vale transporte, EPIs

(3) Não foram considerados os custos administrativos (como comprador, recebimento de material, limpeza e possíveis devoluções).

A Tabela 5.9 apresenta a composição do custo para a produção de 1 m³ de argamassa dosada na obra "B"

Tabela 5.9 – Composição dos custos de produção da argamassa tradicional racionalizada para a OBRA "B"

Recursos		Custos	
Material	Dados	Areia	R\$ 31,50/m ³
		Cimento (50Kg)	R\$ 15,90/sc
		Cal (15 Kg)	R\$ 2,86/sc
	Perdas	Areia (perda+redução)	30%
		Cimento e cal (perda)	5%
	Custos	Insumos ⁽¹⁾	R\$ 114,72 / m³
Mão-de-obra	Dados	Mão-de-obra utilizada	02 serventes
		Produtividade diária de dosagem	1,30 Hh/ m ³
		Custo Hh ajudante	R\$ 4,2 ⁽²⁾
	Custos	Custo Hh ajudante/m ³	R\$ 3,2/m³
Serviços	Custos	Consultoria + controle tecnológico	R\$ 5,0/m³
Equipamento	Custos	Equipamentos para dosagem	R\$ 2,50/m³
Custo para produzir 1,0 m³ de argamassa dosada em obra⁽³⁾			R\$ 125,42 / m³

(4) Para 1 m³ de argamassa: 3,67 sacos de cimento; 5,39 sacos de cal; 1,3 m³ de areia (traço 1 : 1 : 7 (em volume))

(5) inclui leis sociais, refeição, vale transporte, EPIs

(6) Não foram considerados os custos administrativos (como comprador, recebimento de material, limpeza e possíveis devoluções).

5.4 Avaliação dos custos apresentados.

Para avaliação dos custos apresentados fez-se um comparativo do custo obtido nas obras "A" e "B" com o custo da argamassa industrializada ensacada.

Os custos por metro cúbico apresentados pelas obras "A" e "B" são muito semelhantes, o que já se esperava, haja vista a semelhança dos processos de produção da argamassa entre as duas obras.

O custo da argamassa industrializada ensacada foi determinado (Tabela 5.10) a partir de informações fornecidas por um dos fabricantes que servem o mercado paulistano.

Tabela 5.10 – Composição dos custos da argamassa industrializada.

Recursos		Custos	
Material ⁽²⁾	Dados	Densidade	1,6 ton/m ³
		Custo referente a um saco de argamassa ⁽¹⁾ (50kg)	R\$ 6,75
	Custos	Insumos	R\$ 216,00 / m³

(1) Inclui IPI (10%)

(2) os valores apresentados são baseados em preços praticados nos meses de outubro à dezembro de 2003.

A partir dos custos determinados nas Tabela 5.8 e Tabela 5.9 percebeu-se que as argamassas tradicionais racionalizadas podem proporcionar uma redução de 67% no custo por m³ de argamassa.

6 Considerações Finais

O objetivo inicialmente proposto para este trabalho, qual foi, o de se fazer uma caracterização do processo de produção da "Argamassa Tradicional Racionalizada" adotado por empresas construtoras da cidade de São Paulo ao executarem revestimentos de fachada em obras de edifícios foi alcançado.

Para tanto se identificou, ainda que em apenas duas obras, as atuais medidas de racionalização e controle, em prática nos canteiros de obras que fabricam e aplicam a Argamassa Tradicional Racionalizada.

Entende-se que esse trabalho possa servir como uma primeira leitura aos profissionais de empresas construtoras que decidam fabricar a argamassa em seus canteiros de obras. Este autor tem percebido que, apesar da tecnologia de produção das argamassas dosadas em obra ser relativamente simples, o processo de produção, na maioria dos canteiros, ainda não é conduzido de forma racionalizada.

Este Autor avalia que praticamente não há investimentos em divulgação e apoio técnico aos consumidores de argamassa dosadas em obra. Entende-se que tais investimentos deveriam ser providos pela indústria de insumos (cimenteiras, produtores de cal e fornecedores de areia), que poderia subsidiar pesquisas sobre o tema (embora se tenha conhecimento de que a indústria cimenteira tem dispensado grandes investimentos na área das argamassas industrializadas (alto valor agregado)).

Os custos apresentados no estudo de caso deste trabalho não são conclusivos para definição do sistema a ser adotado. O profissional (ou profissionais) responsável por esta definição deve elaborar uma matriz de decisão para análise de parâmetros associados a cada um dos sistemas disponíveis, fazendo constar os seguintes aspectos:

- Área disponível para estoque;
- Gestão do estoque;
- Local de produção;
- Logística;
- Disponibilidade de fornecedores;
- Seleção e controle de matérias primas;

- Treinamento da mão de obra;
- Ajuste do traço e responsabilidade na dosagem, para produzir argamassas com características precisas e uniformes;
- Domínio da tecnologia;
- Mão de obra e produtividade;
- Planejamento das atividades.

As maiores dificuldades apresentadas pelos profissionais que utilizam a argamassa tradicional racionalizada, são a necessidade de grande área de estoque utilizada para os insumos e a seleção de fornecedores de areia que atendam as exigências, com pequena variabilidade do material.

Para a produção de argamassa dosada na própria obra, ressalta-se que o processo produtivo deve ser totalmente conduzido pela engenharia, empregando as ferramentas de projeto, planejamento, gestão e controle. SABBATINI, 2003

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001 –Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2000.

_____. **NBR 13528 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação de aderência à tração – Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 1995

_____. **NBR 7200 – Execução de Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 13749 - Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação**. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13580 - Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Classificação**. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13529 - Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia**. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 9779 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade**. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 13277 – Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água**. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 13281 – Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Especificação**. Rio de Janeiro, 1995.

_____. **NBR 7175 –Cal Hidratada para argamassas - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5732 – Cimento Portland Comum - Especificação**. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **NBR 6118 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1980.

_____. **NBR 1367 – Áreas de Vivência em Canteiros de Obras**. Rio de Janeiro, 1991.

BARROS, M. M. S. B. de; Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo, 1996. *Fís* 422p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

BAUER, L.A. F.; **Materiais de Construção 1**; São Paulo; Editora LTC; 1995; 5º Edição

CANDIA, M.C.; FRANCO, L. S. ; **Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa**; Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 1998, 13 p. - BT/PCC/223.

CARDOSO, F. F.; **O ambiente do setor e as estratégias empresariais. Estudos Econômicos da Construção**. São Paulo, Sinduscon/SP, 1996. (Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França)

CINCOTTO, M. A. ; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H.; **Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio**. São Paulo. IPT. 1995.

FIORITO, A. J. S. I.; **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos**

de execução. São Paulo, Editora PINI, 1994.

GOMES, A. O.; NEVES, C. M. M.; **Projeto de execução do sistema de revestimento: uma contribuição prática**. V Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, São Paulo, 2003. Anais. Coord. M. A. Cincotto, V. M. John, EPUSP-PCC/ANTAC.2003, 720 P.

JOBIM, M. S. S.; FORMOSO, C. T.; ABITANTE, A. L. R.; **Qualidade dos materiais e componentes da construção civil do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre; SEBRAE -RS; 1999.

LEAL, U. **Fachadas e paredes estão doentes**. Técnica. São Paulo, edição nº 76, p48-52. 2003

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B.; **A inserção do projeto dos revestimentos de argamassa de fachada no processo de produção do edifício**. Boletim técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.1997, 22 p. – BT/PCC/189.

Maciel, L.L.; Barros, M.M.S.B.; Sabbatini, F.H.; **Recomendações para a Execução de Revestimentos de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Exteriores e Tetos**. São Paulo, 1998. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MARTINS, A. A. A. ; DJANIKIAN, J. G.; **Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 1999, 25 p. - BT/PCC/235.

MARTUCCI, R.; **Projeto tecnológico para edificações habitacionais: utopia ou desafio ?**; São Paulo; 1990; Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo; Universidade de São Paulo.

MASCARÓ, J. L.; **O custo das decisões arquitetônicas**. São Paulo; Editora Nobel; 1985.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. M.; **Concreto – Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, PINI, 1994.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR 18 - Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, 1995.

NAKAKURA, E. H.; **Análise e classificação das argamassas industrializadas segundo a NBR 13281 e a MERUC**. São Paulo, 2003, 198 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RAGO, F.; CINCOTTO, M. A.; **Influência do tipo de cal hidratada na reologia de pastas**; Boletim técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.1998, 24 p. – BT/PCC/233.

SABBATINI, F. H. ; **Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistente**; Boletim Técnico 02/86; Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SABBATINI, F. H. *et al*; **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos**. São Paulo; PCC/EPUSP; 1997

SABBATINI, F. H.; **Argamassas**; notas de aulas da EPUSP, São Paulo, 2002.

SABBATINI, F.H.; BARROS, M.M.S.B.; SELMO, S.M.S.; **Diretrizes para a Produção e Controle de Dosagem das Argamassas de Assentamento e Revestimento**. Convênio EPUSP/ENCOL-Projeto EP/EN 01; 1989.

SABBATINI, F.H.; SELMO, S.M.S.; SILVA, M.M.A.; **Conceitos básicos sobre a execução de revestimentos argamassados**. Projeto EPUSP/ENCOL-01. 1988.

SECOVI – SP; vários autores; **Qualidade e Custo das Não-Conformidades em Obras de Construção Civil**; São Paulo; Editora PINI; 1998.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachadas de edifícios**; São Paulo, 1989, Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

SELMO, S. M. S., **Dosagem de argamassas de cimento portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. São Paulo, 1989. 206p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SELMO, S. M. S.; HELENE, P. R. L.; **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. Boletim técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.1991, 10 p. – BT/PCC/39.

SELMO, S. M. S.; NAKAKURA, E. H.; MIRANDA, L. F. R.; MEDEIROS, M. H. F.; SILVA, C. O. **Propriedades e especificações de argamassas industrializadas de múltiplo uso**. Boletim técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SENNA, D. O., SOUZA, L. R. M. V. de; SILVA, F. G. S.; COSTA, E. A. L. da; **Análise da influência das diferentes águas de amassamento utilizadas na produção das argamassas inorgânicas de revestimento de paredes e tetos produzidas na cidade de Feira de Santana-BA**. V Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, São Paulo, 2003. Anais. Coord. M. A. Cincotto, V. M. John, EPUSP-PCC/ANTAC.2003, 720 P.

SILVA, F. B. da; **Conceitos e diretrizes para a gestão da logística no processo de produção de edifícios**; São Paulo, 2000, 206 p., Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SILVA, L. L. R. da; **Método de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada**. São Paulo, 2002, 215 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

SOUZA, R.; TAMAKI, M. R.; **Especificação e recebimento de materiais de construção**. São Paulo, O nome da rosa, 2001, 101 p.

SOUZA, U.E. L.; AGOPYAN, V.; PALIARI, J. C., ANDRADE, A. C.; **Simpósio nacional desperdício de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito**. São Paulo; PCC/EPUSP, 1999, 48 p.

SOUZA, U.E.L.; FRANCO, L. S.; **Definição do layout do canteiro de obras**; Boletim técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.1997, 17 p. – BT/PCC/177.

SOUZA, U.E.L.; **Projeto e Implantação do Canteiro**. São Paulo, 2000. CTE.

ANEXO 1



SISTEMA DA QUALIDADE
EIM - Especificação e Inspeção de Materiais

Departamento
SUPRIMENTO

MATERIAL:
CIMENTO PORTLAND

Ident.
EIM.SUP.07

Versão:
06

pág.:
01/04

1. ESPECIFICAÇÃO PARA COMPRA

No mercado brasileiro existem diversos tipos de cimento Portland que diferem entre si em função da sua composição e de suas características químicas, físicas e mecânicas. São os produtos identificados como CP I, CP II, CP III, CP IV e CP V.

O cimento CP I é o cimento Portland comum tem como referência a norma NBR 5732 - "Cimento Portland comum - Especificação".

- O CP I-S é regido pela mesma norma e trata-se do cimento Portland comum com adições. Tais adições, com teor total não superior a 5% em massa, podem ser de escória granulada de alto forno, material pozolânico ou material carbonático.
- A escória granulada de alto-forno possui propriedades hidráulicas, isto é, endurece em presença de água formando compostos praticamente estáveis, muito semelhantes aos formados pelo cimento puro na presença de água.
- Os materiais pozolânicos são aqueles que quando pulverizados em presença de água, reagem com o hidróxido de cálcio, formando compostos hidráulicos.
- Os materiais carbonáticos são inertes, ou seja, não possuem propriedades hidráulicas. Porém, por serem bastante finos, preenchem pequenos vazios da pasta de cimento endurecida.

O cimento CP II é regido pela NBR 11578 - "Cimento Portland composto - Especificação" e trata-se do cimento Portland composto. Este cimento se subdivide em três tipos:

- CP II-E com adição de escória granulada de alto-forno;
- CP II-Z com adição de material pozolânico
- CP II-F com adição de material carbonático.

O cimento CP III, cimento Portland de alto-forno, é regido pela NBR 5735 - "Cimento Portland de alto-forno - Especificação". Sua composição inclui a adição de escória granulada de alto-forno em teores maiores que no caso dos cimentos CP I-S e CP II-E.

O cimento CP-IV, cimento Portland pozolânico, é especificado pela NBR 5736. Sua composição permite a adição de material pozolânico, o que gera um produto com características semelhantes ao CP-III.

Por sua vez, o cimento CP V é regido pela NBR 5733 - "Cimento Portland de alta resistência inicial - Especificação" e trata-se do Portland de alta resistência inicial. Sua composição permite a adição de até 5% de material carbonático.

Os cimentos CP I, CP II e CP III possuem três classes segundo a resistência à compressão obtida aos 28 dias de idade: classe 25 (resistência à compressão de 25,0 MPa), classe 32 (resistência de 32,0 MPa) e classe 40 (resistência de 40,0 MPa).

As normas citadas fixam exigências relativas à composição, características químicas e características físicas e mecânicas. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam um resumo de tais exigências que devem ser cumpridas pelos diversos tipos de cimento.

<u>Elaborado/revisado por:</u>	<u>Aprovado para uso:</u>	<u>Vigência</u>
<u>Silvio Piva Romero</u> / / Data	<u>Carlos Alberto de Moraes Borges</u> / / Data	<u> </u> / / Data

MATERIAL: CIMENTO PORTLAND	Ident. EIM.SUP.07	Versão: 06	pág.: 02/04
--------------------------------------	-----------------------------	----------------------	-----------------------

TABELA 1 Composição dos diversos tipos de cimento

SIGLA	COMPOSIÇÃO - Componentes (% em massa)			
	clínquer + sulfato de cálcio	escória granulada de alto-forno	material pozzolânico	material carbonático
CP I	100	0	0	0
CP I-S	99 - 95	1 - 5	1 - 5	1 - 5
CP II-E	94 - 56	6 - 34	0	0 - 10
CP II-Z	94 - 76	0	6 - 14	0 - 10
CP II-F	94 - 90	0	0	6 - 10
CP III	65 - 25	35 - 70	0	0 - 5
CP IV	85 - 45	0	15 - 50	0 - 5
CP V-ARI	100 - 95	0	0	0 - 5

TABELA 2 - Exigências químicas dos diversos tipos de cimento

SIGLA	EXIGÊNCIAS QUÍMICAS - Limites (% da massa)				
	resíduo insolúvel (RI)	perda ao fogo (PF)	óxido de magnésio (MgO)	tróxido de enxofre (SO ₃)	anidrido carbônico (CO ₂)
CP I	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 1,0
CP I-S	≤ 5,0	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP II-E	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-Z	≤ 16,0	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-F	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP III	≤ 4,5	≤ 1,5	-----	≤ 4,0	≤ 3,0
CP IV	-----	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP V-ARI	≤ 1,0	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 3,5 p/ C ₃ A ≤ 8,0 ≤ 4,5 p/ C ₃ A > 8,0	≤ 3,0

TABELA 3 Exigências físicas e mecânicas dos diversos tipos de cimento

SIGLA	Classe	EXIGÊNCIAS FÍSICAS E MECÂNICAS						
		Finura resíduo na peneira nº 200 (0,075 mm) (%)	Finura área específica (m ² /kg)	Tempo de início de pega (h)	Expansibilidade de a quente (mm)	Resistência à compressão aos 3 dias de idade (MPa)	Resistência à compressão aos 7 dias de idade (MPa)	Resistência à compressão aos 28 dias de idade (MPa)
CP I	25	≤ 12,0	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 12,0	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
	40	≤ 10,0	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0
CP II	25	≤ 12,0	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 12,0	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
	40	≤ 10,0	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0
CP III	25	≤ 8,0	-----	≥ 1	≤ 5	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 8,0	-----	≥ 1	≤ 5	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
	40	≤ 8,0	-----	≥ 1	≤ 5	≥ 12,0	≥ 23,0	≥ 40,0
CP IV	25	≤ 8,0	-----	≥ 1	≤ 5	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0
	32	≤ 8,0	-----	≥ 1	≤ 5	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0
CP V-ARI	-----	≤ 6,0	≥ 300	≥ 1	≤ 5	≥ 24,0	≥ 34,0	-----

Observação: o cimento CP V-ARI deve atingir uma resistência à compressão a 1 dia de idade ≥ 14,0 MPa.

A escolha do tipo de cimento para cada uso depende das características desejadas em relação a tempo de desforma, cura do concreto ou argamassa e às necessidades de resistência mecânica e química. Para usos comuns pode-se utilizar os cimentos CP I, CP II, CP III ou CP IV.

No caso dos cimentos CP III (alto-forno) e CP-IV (pozolânico), verificar se o seu tempo de início e fim de pega não prejudica o serviço em questão, principalmente para a execução de chapisco ou outros serviços que demandem tempo de cura acelerado. Vale ressaltar também que seu uso é recomendado em ambientes mais agressivos, sujeitos a ataque químico (atmosfera muito poluída, água ou solo poluído/contaminado).

O cimento CP V deve ser utilizado em concretos onde existe a necessidade de resistência mecânica elevada nas primeiras idades. Qualquer que seja sua aplicação, deve-se atentar para a cura, que deve ser rigorosa para evitar problemas de fissuração por retração térmica ou hidráulica. Seu uso não é recomendado para execução de argamassas, devendo-se evitar sua utilização também em ambientes sujeitos a ataque químico.

Todos os cimentos, quando entregues em embalagens de 50 kg, não podem estar com os sacos furados, rasgados, molhados ou estragados e devem trazer registrados o nome e marca do fabricante, o tipo de cimento, a sigla correspondente, a massa líquida do saco e o selo de conformidade da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

2. FORMAÇÃO DE LOTES NO RECEBIMENTO EM OBRA

Cada partida entregue na obra será considerada um lote para fins de inspeção, desde que não ultrapasse 30 toneladas. Para a verificação da massa líquida do material entregue em sacos, a amostra inicial será formada por 10 sacos escolhidos aleatoriamente. Havendo rejeição do lote na primeira amostragem, coletar mais 20 sacos, compondo uma segunda amostra formada por 30 sacos (10 sacos da primeira amostragem mais 20 sacos da segunda). A verificação das condições de cada saco deve ser realizada para o lote inteiro, no ato da descarga.

3. VERIFICAÇÕES E ENSAIOS

3.1. Massa dos sacos

Pesar os sacos amostrados do lote e anotar a indicação da balança.

3.2. Verificações visuais

A verificação do estado de conservação dos sacos deve ser realizada considerando a presença de sacos rasgados, furados, molhados, manchados pela impregnação por produtos estranhos ou desconhecidos e quaisquer outros problemas que possam prejudicar o uso e o desempenho do cimento.

Deve-se conferir se todos os sacos contêm os registros de marca e nome do fabricante, tipo e classe do cimento, massa líquida do saco e, principalmente, o selo de conformidade da ABCP. Também é preciso verificar se o cimento não está empedrado.

3.3. Verificação da quantidade

Os sacos devem ser contados um a um, dispostos no chão em pilhas não entrelaçadas (não amarradas).

4. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

4.1. Massa dos sacos

Se a massa do lote inicial de dez sacos for maior ou igual a 500 kg, o lote deverá ser aceito. Caso contrário, retirar mais 20 sacos do lote e reavaliar a amostra agora composta por 30 sacos. Se a massa acumulada de 30 sacos na segunda amostragem não for maior ou igual 1500 Kg o lote deve ser devolvido.

4.2. Condições visuais

Os sacos que apresentarem defeitos visuais no ato da descarga devem ser separados do restante do lote, em área à parte. Eles deverão ser devolvidos ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento. Caso os sacos não possuam o selo de conformidade da ABCP, o lote deve ser rejeitado.

4.3. Quantidade

A diferença entre o número de sacos comprados e efetivamente adquiridos deve ser negociada no pagamento a ser efetuado.

5. ORIENTAÇÕES PARA ARMAZENAMENTO

O cimento deve ser armazenado em pilhas de no máximo 10 sacos, em local apropriado. O depósito do cimento não deve distar mais do que 20 m da praça de descarga e sua cobertura deve ser reforçada para minimizar os riscos de perda do cimento por goteiras ou vazamentos despercebidos. O piso deve ser revestido com estrado de madeira ou metálica. Em regiões litorâneas, deve ser prevista uma proteção adicional contra umidade, cobrindo-se o lote com uma lona plástica (não hermeticamente), para garantir a durabilidade e o prazo de estocagem do cimento.

O estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues, atentando para que nunca se ultrapasse a data de validade do produto. Também é recomendável que a data de entrega e local de estocagem sejam planejados com antecedência de forma a evitar a pré-estocagem em locais inadequados, a interferência com outros serviços da obra ou a necessidade de transporte horizontal interno.

6. OBSERVAÇÕES

Do pedido de compra deve constar:

- tipo de cimento desejado pela obra (CP I, CP I-S, CP II-E, CP II-Z, CP II-F, CP III, CP-IV ou CP V);
- classe do cimento desejado pela obra (25, 32 ou 40);
- o número da norma pertinente (NBR 5732 para o CP-I, NBR 11578 para o CP-II, NBR 5735 para o CP-III, NBR 5736 para o CP-IV ou NBR 5733 para o CP-V);
- a marca que foi adquirida pelo departamento de suprimentos;
- aviso esclarecendo que o material será pesado por amostragem na obra e cada saco deverá conter 50 kg;
- aviso esclarecendo que o estado de conservação dos sacos será verificado na obra, no ato da descarga, e que os sacos rejeitados serão devolvidos ao fornecedor, descontando-se seu valor do total a ser pago;
- aviso esclarecendo que todos os sacos devem ter impresso o selo de conformidade da ABCP, sem o qual o lote não será aceito pela obra;
- outras informações consideradas necessárias.

SISTEMA DA QUALIDADE										Departamento OBR / SUP	
FVM - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MATERIAIS										FFVM.07v7	
OBRA:										N.º Pedido	
MATERIAL: CIMENTO PORTLAND										Respons. pelo recebimento	
TIPO: CLASSE:										Aplicação	
Fornecedor / Fabricante										NF nº	
FVM nº Ref										Entrega	
EIM.SUP.07										/ /	
VERIFICAÇÃO DO PESO										Quantidade	
amostra 01										Sim Não	
PESO LÍQUIDO										MAIOR OU IGUAL A 500kg ?	
amostra 02										SIM (Aprov.) NÃO (Reprov.)	
PESO LÍQUIDO										OBS: Ensaiar a amostra "2", somente se a amostra "1" for reprovada.	
amostra 02										SIM (Aprov.) NÃO (Reprov.)	
PESO LÍQUIDO										MAIOR OU IGUAL A 1500kg ?	
INSPEÇÃO VISUAL EM TODO O LOTE											
ITENS										Assinalar item rejeitado	
Ausência de nome e/ou marca											
Ausência de selo de conformidade ABCP											
Ausência de indicação do peso líquido											
Ausência ou não conform. do tipo e/ou classe											
Mau estado de conservação dos sacos											
Empedramento do cimento											
QUANTIDADE TOTAL REJEITADO:										A QUANTIDADE TOTAL REJEITADA DEVERÁ SER SEPARADA E DEVOLVIDA, HAVENDO SEMPRE ABATIMENTO DO SEU VALOR DA NOTA FISCAL CORRESPONDENTE.	
OBSERVAÇÕES:											
VISTO APÓS CONFERÊNCIA:										Gerente da Obra	
										Data	

ORIENTAÇÕES PARA ARMAZENAMENTO

O cimento deve ser armazenado em pilhas de no máximo 10 sacos em local apropriado. O depósito do cimento não deve listar mais do que 20 m da praça de descarga e sua cobertura deve ser reforçada para minimizar os riscos de perda do cimento por goteiras ou vazamentos despercebidos. O piso deve ser revestido com estrado de madeira ou metálico. Em regiões litorâneas, deve ser prevista uma proteção adicional contra umidade, cobrindo-se o lote com uma lona plástica (não hermeticamente), para garantir a durabilidade e o prazo de estocagem do cimento.

O estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues, atentando para que nunca se ultrapasse a data de validade do produto

1. tipos de cimento: CP I, CPI-S, CPII-E, CP II-Z, CP II-F, CP III, CP-IV, ou CP V

2. classes do cimento: 25, 32 ou 40

3. Números das normas pertinentes NBR 5732 para o CP-I, NBR 11578, para CP II, NBR 5735 para o CP-III, NBR 5736 para o CP-IV, ou NBR 5733 para o CP-V

4. verificar a marca que foi adquirida pelo departamento de suprimentos;

5. todos os sacos devem ter impresso o selo de conformidade da ABPC, sem o qual o lote não será aceito pela obra;

ANEXO 2

	SISTEMA DA QUALIDADE EIM - Especificação e Inspeção de Materiais		Departamento SUPRIMENTO	
	MATERIAL: CAL HIDRATADA PARA ARGAMASSAS		Ident. EIM.SUP.08	Versão: 05

1. ESPECIFICAÇÃO PARA COMPRA

As cales hidratadas para argamassas tem como referência as disposições da norma NBR-7175 - "Cal hidratada para argamassas - Especificação". Para a compra recomendam-se os tipos CH-I (cal hidratada especial) ou CH-II (cal hidratada comum), que têm um desempenho melhor quando comparados à CH-III. As exigências da norma são descritas nas Tabelas 1 e 2.

Os sacos de material entregues não podem estar furados, rasgados ou estragados e devem trazer registrado o nome do fabricante, o tipo da cal, a massa líquida do saco, a massa unitária da cal e o selo de conformidade da Associação Brasileira dos Produtores de Cal (ABPC).

TABELA 1 - Exigências químicas segundo a NBR 7175

EXIGÊNCIAS QUÍMICAS			
	CH-I	CH-II	CH-III
anidrido carbônico (CO ₂) - na fábrica	5%	5%	13%
anidrido carbônico (CO ₂) - no depósito ou na obra	7%	7%	15%
Óxido não-hidratado calculado	10%	15%	15%
Óxidos totais na base de não-voláteis (CaO+MgO)	90%	88%	88%

TABELA 2 Exigências físicas segundo a NBR 7175

EXIGÊNCIAS FÍSICAS			
	CH-I	CH-II	CH-III
Finura (% retida acumulada) Peneira 0,600mm (n° 30)	0,5%	0,5%	0,5%
Finura (% retida acumulada) Peneira 0,075mm (n° 200)	10%	15%	15%
Estabilidade	ausência de cavidades ou protuberâncias		
Retenção de água	75%	75%	70%
Plasticidade	110	110	110
Incorporação de areia	3,0	2,5	2,2

2. FORMAÇÃO DE LOTES NO RECEBIMENTO EM OBRA

Cada partida entregue na obra será considerada um lote para efeito de inspeção. Para a verificação do teor de resíduos insolúveis (inertes), deve-se tomar uma amostra de cerca de 100g (um copo de água) de cal de um saco escolhido aleatoriamente. Havendo rejeição do lote na primeira amostragem, tomar mais dois sacos e coletar a mesma quantidade de cada saco (100g), sem misturar o material coletado. Para verificação da massa unitária, a primeira amostra será formada por um saco e a segunda amostra por dois sacos de cal.

Para a conferência da massa líquida do material entregue, a amostra inicial será formada por dez sacos escolhidos ao acaso. Havendo rejeição do lote na primeira amostragem, coletar mais 20 sacos, compondo uma segunda amostra formada por 30 sacos (10 sacos da primeira amostragem mais 20 sacos da segunda).

A verificação das condições de cada saco deve ser realizada para o lote inteiro, no ato da descarga.

Elaborado/Revisado por: Kelly Guilherme / Data	Aprovado para uso: Kelly Guilherme / Data	Vigência: / / Data
--	---	----------------------------------

3. VERIFICAÇÕES E ENSAIOS

3.1. Teor de resíduos insolúveis (inertes)

Preparar uma solução de ácido clorídrico - também conhecido como ácido muriático - a 10%, misturando nove partes de água e uma parte de ácido. Guardar a solução em um frasco de vidro com rolha e identificação bem visível, preservando-a de forma segura para que possa ser utilizada a qualquer momento.

Retirar cerca de 3 g de cal hidratada (uma colher de chá) da amostra de 100 g separada inicialmente. Colocar essa pequena quantidade de cal num copo de vidro e adicionar 50 ml de solução de ácido, agitando com um bastão ou com a própria colher de chá por um período de aproximadamente dez minutos. Se ocorrer uma diluição tranqüila, somente com um pequeno borbulhamento mas sem apresentar ao final, no fundo do copo, uma grande quantidade de resíduos - maior que 10% da quantidade ensaiada - é sinal de que se trata de uma cal de boa qualidade. A avaliação da porcentagem de resíduos no fundo do copo pode ser realizada visualmente, comparando-se os volumes da amostra e do resíduo.

3.2 Massa unitária

Verificar a massa unitária de cal enchendo uma caixa de 25 x 40 x 20 cm com cal no estado solto, sem compactar o material. Determinar a massa dessa quantidade de cal, descontando a massa da caixa vazia e dividir por 20. O valor assim calculado representa a massa unitária da cal, que para os tipos CH I e CH II não deve superar 0,60 kg/dm³, enquanto para o tipo CH III, não deve superar 0,80 kg/dm³.

IMPORTANTE: Os itens 3.1 e 3.2 não necessitam serem verificados, caso a cal seja do tipo CH I e o fornecedor enviar com o material os relatórios dos ensaios de Óxidos Livres e de CO₂ referente ao material entregue. Estes ensaios substituem as verificações acima.

3.3 Massa dos sacos

Pesar os sacos amostrados do lote e anotar a indicação da balança.

3.3. Verificações visuais

A verificação do estado de conservação dos sacos deve ser realizada considerando a presença de sacos rasgados, furados, molhados, manchados pela impregnação por produtos estranhos ou desconhecidos e quaisquer outros problemas que possam prejudicar o uso e o desempenho da cal. Também deve ser checado se todos os sacos contêm os registros de marca e nome do fabricante, tipo de cal (CH-I, CH-II ou CH-III), massa unitária da cal e, principalmente, o selo de conformidade da ABPC. A cal não deve estar empedrada.

3.4. Verificação da quantidade

Os sacos devem ser contados um a um, dispostos no chão em pilhas não entrelaçadas (não amarradas).

4. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

4.1. Aceitação do lote em função do ensaio de teor de resíduos insolúveis e massa unitária

Caso a amostra coletada na primeira amostragem seja aprovada, o lote pode ser aceito. Caso contrário, coletar uma segunda amostra e repetir os ensaios duas vezes com o material coletado. O lote poderá ser aceito se as duas amostras forem aprovadas nos testes, mas deve ser rejeitado se uma ou ambas as amostras forem reprovadas nos testes. Na hipótese de rejeição, contatar o fabricante e negociar uma solução para o problema, que pode envolver inclusive a caracterização química da cal em laboratório apropriado.

4.2. Massa dos sacos

Para a massa dos sacos, não se deve aceitar diferença superior a 1,0% na média do lote, isto é, se a massa esperada dos dez sacos for 200 kg, deve-se aceitar o lote somente se a massa da amostra for superior a 198 kg. Caso contrário, retirar mais 20 sacos do lote e reavaliar a amostra agora composta por 30 sacos. Novamente a diferença encontrada não deve superar 1,0%. Se a massa acumulada de 30 sacos na segunda amostragem não

atender aos limites mínimos, a obra poderá rejeitar o lote ou aceitá-lo com ressalvas, negociando as condições da aceitação diretamente com o fornecedor.

4.3. Condições visuais

Os sacos que apresentarem defeitos visuais no ato da descarga devem ser separados do restante do lote, em área à parte. Os sacos nessa situação devem ser rejeitados e devolvidos ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento. Caso os sacos não possuam o selo de conformidade da ABPC, o lote deve ser rejeitado.

4.4. Quantidade

A diferença entre o número de sacos comprados e efetivamente adquiridos deve ser negociada no pagamento a ser efetuado.

5. ORIENTAÇÕES PARA ARMAZENAMENTO

A cal deve ser armazenada em pilhas de no máximo 15 sacos, no almoxarifado de ensacados do canteiro. O local deve ser fechado, coberto e ter o piso revestido com tábuas, estrado de madeira ou chapa de compensado. O prazo de estocagem não deve superar seis meses e o estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues.

Recomenda-se que a data de entrega e local de estocagem sejam planejados com antecedência de forma a evitar a pré-estocagem em locais inadequados, a interferência com outros serviços da obra ou a necessidade de transporte horizontal interno.

6. OBSERVAÇÕES

Do pedido de compra devem constar:

- tipo de cal desejado pela obra (CH-I, CH-II ou CH-III);
- o número da norma pertinente (NBR-7175);
- exigência de que conste da nota fiscal o número da norma pertinente;
- a marca que foi adquirida pelo departamento de suprimentos;
- aviso esclarecendo que o material será pesado por amostragem na obra;
- aviso esclarecendo que o estado de conservação dos sacos será verificado na obra, no ato da descarga e que os sacos rejeitados serão devolvidos ao fornecedor, descontando-se seu valor do total a ser pago;
- aviso esclarecendo que todos os sacos devem ter impresso o selo de conformidade da ABPC, sem o qual o lote não será aceito pela obra;
- Na entrega do material devem ser fornecidos os relatórios dos ensaios de Óxidos Livres e CO₂, referente ao material entregue;
- outras informações consideradas necessárias.

[illegible]

ORIENTAÇÕES PARA ARMAZENAMENTO

A cal deve ser armazenada em pilhas de no máximo 15 sacos, no almoxarifado de ensacados do canteiro. O local deve ser fechado, coberto e ter o piso revestido com tábuas, estrado de madeira ou chapa de compensado. O prazo de estocagem não deve superar seis meses e o estoque deve ser feito de maneira a garantir que os sacos mais velhos sejam utilizados antes dos sacos recém entregues.

Recomenda-se que a data de entrega e local de estocagem sejam planejados com antecedência de forma a evitar a pré-estocagem em locais inadequados, a interferência com outros serviços da obra ou a necessidade de transporte horizontal interno.

COBRASCAL
INDÚSTRIA DE CAL LTDA

CERTIFICADO DE ANÁLISE

N.º 02/2004

DATA: 01/06/2004

IDENTIFICAÇÃO:

CAL HIDRATADA SUPERCAL CH-I
A TARJAB

ENSAIOS REALIZADOS

CO2 3,47%

Óxidos totais (S.N.V.) 97,56%

OBSERVAÇÕES:

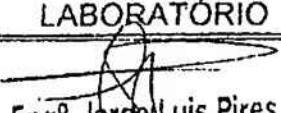
DATA DE FABRICAÇÃO: 01/06/04

NE 129264

ANALISTA

CARLOS HENRIQUE
CRQ 114435928

LABORATÓRIO


Engº Jorge Luis Pires
CRQ 04325226
Gerente de Qualidade

ANEXO 3



SISTEMA DA QUALIDADE

EIM - Especificação e Inspeção de Materiais

RESPONSÁVEL:

SUPRIMENTOSMATERIAL
AREIAS PARA ARGAMASSASIDENT.
EIM.SUP.13VERSÃO
04FOLHA Nº
1 / 2

1. ESPECIFICAÇÃO PARA COMPRA

As areias devem seguir como referência às especificações da norma NBR 7217 - "Composição Granulométrica", NBR 7218 - "Teor de argila e Torrões" e NBR 7220 - "Avaliação das impurezas orgânicas". A fração de grãos com diâmetro de até 0,2 mm deve representar entre 10 e 25% em massa e a quantidade de materiais finos de granulometria inferior a 0,075 mm (peneira ABNT nº 200) não deve ultrapassar 5% em massa. O fornecedor também deverá apresentar para sua qualificação, a amostra do material. No caso de mudança do local de extração, o processo de qualificação deverá ser repetido.

2. FORMAÇÃO DE LOTES NO RECEBIMENTO EM OBRA

Cada caminhão de areia será considerado um lote para as verificações de aspecto visual, granulométrico, cubicagem e impurezas.

3. VERIFICAÇÕES E ENSAIOS

3.1. Aspecto visual e granulométrico

No recebimento do material na obra deverá ser verificado visualmente seu aspecto genérico quanto à granulometria, cor, cheiro, existência de impurezas, matérias orgânicas, torrões de argila ou qualquer outro tipo de contaminação. É importante lembrar que cor escura e cheiro forte caracterizam presença de matéria orgânica em excesso. Além disso, o material deverá ser comparado na obra com a amostra previamente entregue pelo fornecedor e seu laudo técnico de qualificação, entregue ao depto de Suprimentos

3.2. Cubicagem do material

A aferição do volume entregue dar-se-á pela cubicagem com trena metálica, de acordo com a equação:

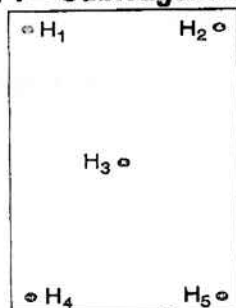
$$V = C \cdot L \cdot H$$

onde: C = comprimento interno da carroceria em metros;

L = largura interna da carroceria em metros;

H = média das alturas da carga em metros, conforme indicado na figura 1.

Figura 1 – Cubicagem da areia



$$H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

As alturas serão verificadas mediante inserção de ferro redondo na carga nos pontos indicados na Figura 1.

OBS: Não serão aceitas viagens que não tiverem sido niveladas antes da sua cubicagem.

Elaborado / revisado por:	Aprovado para uso:	Vigência
<u>Silvio Piva Romero</u> / / Data	<u>Carlos Alberto de Moraes Borges</u> / / Data	<u> </u> / / Data

MATERIAL AREIAS PARA ARGAMASSAS	IDENT. EIM.SUP.13	VERSÃO 04	FOLHA Nº 2 / 2
---	-----------------------------	---------------------	--------------------------

3.3. Impurezas

A presença de impurezas será detectada através da comparação com as amostras entregues pelo fornecedor. No caso de dúvidas, ficam à critério do engenheiro realizar o ensaio a seguir ou fazer devolução do lote.

Colocar em um frasco de vidro transparente uma porção de areia adicionando em seguida água limpa e agitando-o vigorosamente no sentido horizontal. Deixar em repouso por 20 minutos. Se a água que sobrenadar ao depósito for clara, provavelmente a areia ensaiada tem baixos teores de impurezas orgânicas ou de natureza argilosa. Caso a água fique muito turva, é provável que a areia seja de má qualidade, devendo-se repetir o ensaio com outra amostra. Tais procedimentos deverão ser comunicados ao departamento de suprimentos.

4. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO

4.1. Aspecto visual e granulometria

O lote será aceito ou rejeitado pela inspeção visual conforme critérios do engenheiro da obra, considerando-se a aplicação do material.

4.2. Cubicagem do material

O volume real apurado segundo o procedimento indicado no item 3.2 deverá ser anotado no verso da nota fiscal e no canhoto, bem como a discriminação do seu cálculo, descontando-se do pagamento as eventuais diferenças encontradas.

4.3. Impureza

Caso o lote de areia apresente excesso de impurezas, o mesmo deverá ser rejeitado a critério do engenheiro da obra.

5. OBSERVAÇÕES

Em caso de compra de grandes quantidades e/ou quando a obra se situar em região litorânea ou onde existam rios muito poluídos, recomenda-se que o departamento de suprimentos visite o local de extração do material (porto de areia), para evitar problemas sistemáticos causados por impurezas prejudiciais ao bom desempenho das argamassas.

Do pedido de compra devem constar:

- Os números das normas brasileiras pertinentes (NBR7217 – NBR7218 – NBR7220);
- Tipo de areia desejado pela obra (média, grossa ou fina);
- Aviso esclarecendo que o material será cubicado na obra e será pago o volume real encontrado;
- Aviso esclarecendo que o material recebido na obra será comparado visualmente com a amostra pré-qualificada e havendo divergência será ensaiado quanto à impurezas orgânicas e material argiloso.
- As viagens deverão ser entregues niveladas para procedimento de medição.

➔ as inspeções e os ensaios poderão ser suprimidos caso o fornecedor seja certificado dentro do programa ISO 9000.

SISTEMA DA QUALIDADE										Departamento			
FVM - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MATERIAIS										OBR / SUP			
TARJAB OBRA: CONSTRUTORA ISO 9002					N.º Pedido					FVM.13.v4			
MATERIAL: AREIA PARA ARGAMASSAS					TIPO		Local de Aplicação					Respons. pelo recebimento	
FVM nº		Ref		Fornecedor / Fabricante		Quantidade		NF nº		Entrega			
EIM.SUP.13										/ /			
VERIFICAÇÃO DO ASPECTO VISUAL				SIM		NÃO		OBSERVAÇÕES					
EXISTÊNCIA DE IMPUREZAS ?													
EXISTÊNCIA DE TORRÕES DE ARGILA ?													
EXISTÊNCIA DE COR E CHEIRO ?													
GRANULOMETRIA INCORRETA ?													
PRESENÇA DE MATÉRIAS ORGÂNICAS ?													
NA PRESENÇA DE ALGUM RESULTADO POSITIVO, REPROVAR O LOTE I													
VERIFICAÇÃO QUANTITATIVA													
- LEMBRE-SE , VOCÊ DEVE COMPARAR A AREIA QUE VOCÊ ESTÁ RECEBENDO COM A AMOSTRA QUE VOCE TEM NA OBRA													
COMPRIMENTO INTERNO DA CARROCERIA				C =		m		INDICAR AS MEDIDAS E O VOLUME EFETIVO RECEBIDO NO VERSO E NO CANHOTO DA NOTA FISCAL.					
LARGURA INTERNA DA CARROCERIA				L =		m							
ALTURA INTERNA MÉDIA DA CARROCERIA				Hm =		$\frac{(H1 + H2 + H3 + H4 + H5)}{5}$		=		m			
H1 =				m									
H2 =				m									
H3 =				m									
H4 =				m									
H5 =				m									
VOLUME = C x L x Hm = m³.													
NÃO DESCARREGAR NA CALÇADA													
OBSERVAÇÕES:										RESULTADO FINAL:			
										VISTO:			

Análise de Agregado Miúdo para Concreto

(NBR-7217/87 NBR-9777/87 NBR-7219/87 NBR-7218/87 NBR-7220/87 NBR-7251/82 NBR9778/87)

Interessado : Fornecedor de Areia e Pedra São Judas Ltda

Obra : Av. Professor Abraão de Moraes, 2077

Código : 2161

Amostra : Areia

Coletado : 16/06/99

Local : Av. Profº Abraão de Moraes, 2077

Determinação da Composição Granulométrica – NBR-7217/87											
		Aberturas das Peneiras em Milímetros									
		9,5	6,3	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15	fundo	total
% Material	Retido	0	0,4	0,3	1,7	7,2	27,8	40,3	18,2	4,1	100
	Acumulado	0	0	0	2	10	37	78	96	100	
Módulo de Finura :		2,23		Dimensão Máxima Característica:						2,4 mm	
Limites Recomendados (NBR-7211)											
Graduação	% Retida Acumulada em Peso, nas Peneiras de Abertura Nominal, em mm, de :										
	9,5	6,3	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15			
Zona 1 (muito fina)		0 a 3	0 a 5 ^(A)	0 a 5 ^(A)	0 a 10 ^(A)	0 a 20	50 a 85 ^(A)	(B) 85 a 100			
Zona 2 (fina)		0 a 7	0 a 10	0 a 15 ^(A)	0 a 25 ^(A)	21 a 40	60 a 88 ^(A)	(B) 90 a 100			
Zona 3 (média)		0 a 7	0 a 11	0 a 25 ^(A)	10 a 45 ^(A)	41 a 65	70 a 92 ^(A)	(B) 90 a 100			
Zona 4 (grossa)		0 a 7	0 a 12	5 a 40 ^(A)	30 a 70 ^(A)	66 a 85	80 a 95	(B) 90 a 100			
(A) Em cada uma das zonas pode haver uma tolerância de até no máximo 5 unidades percentuais em um só dos limites marcados com a letra A ou distribuídos em vários deles.											
(B) Para agregado miúdo resultante do britamento, este limite poderá ser de 80.											

Massa Específica (Kg/dm³) NBR-9937	-	Material Pulverulento (%) NBR-7219	-
Massa Unitária Solta (Kg/dm³) NBR-7251	-	Absorção (%) NBR-9937	-
Ind. Matéria Orgânica NBR-7220/87	Mais Clara	Argila em Torrões (%)	0,04

Observações
A amostra analisada atende às exigências da NBR-7211/83 quanto aos ensaios realizados.

São Paulo, 21 de Junho de 1999.

Esg. Edson Lourenço Marques
Engenheiro de Engenharia
CREA 107256/D-SP

BETONTEC TECNOLOGIA E ENGENHARIA

ANEXO 4

	SISTEMA DA QUALIDADE PP - Procedimento de Produção		RESPONSÁVEL: OBRAS	
	SERVIÇO PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DOSADA EM OBRA		IDENT. PP.OBR.01	VERSÃO 02

1. OBJETIVO

Padronizar e fornecer diretrizes para a gestão e execução de argamassa dosada em obra adequada aos fins específicos de uso, adequada ao emboço externo e interno e contrapiso.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- Projeto de Produção de Revestimentos

3. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Areia do porto (aprovada pelo consultor);
- Cimento CP II F-32;
- Cal CH-1 (Cobrascal ou Supercal);
- Dosador de cimento e areia padrão
- Pá
- Carrinho plataforma com grade com malha
- Masseira padrão para estoque intermediário
- Argamassadeira de eixo horizontal Consolid ou Anvi (emboço)
- Argamassadeira de eixo vertical ou horizontal (Contrapiso)
- Relógio padrão
- Balança
- Sacos Plásticos 50x82x0,20 – transparente (areia)
- Sacos Plásticos 33x50x0,20 – preto, azul e amarelo (cimento)
- Bandeja padrão

4. CANTEIRO

4.1 - Os sacos plásticos serão utilizados respeitando as seguintes cores:

Areia	Todos os serviços	Transparente
Cimento	Contrapiso	Preto
	Emboço externo	Azul
	Emboço interno	Amarelo

4.2 - Diretrizes para o canteiro:

- O projeto de canteiro deve ter um local para descarregar areia para que a estocagem fique de preferência em local coberto;
- Dimensionar baias para armazenamento da areia, com a área de aproximadamente 20 m²;
- A área para armazenamento de cimento e cal deve ser de aproximadamente 20 m²;
- O dosador de areia deve ficar próximo da baía de areia, sendo prevista uma área próxima de 10 m²;

Elaborado/revisado por: _____ Sérgio Domingues / Ênio Aguiar/ Kelly Guilherme	Aprovado para uso: _____ Kelly Guilherme	Vigência: _____ _____
____/____/____ Data	____/____/____ Data	____/____/____ Data

SERVIÇO	IDENT.	VERSÃO	FOLHA N°
PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DOSADA EM OBRA	PP.OBR.01	02	2 / 6

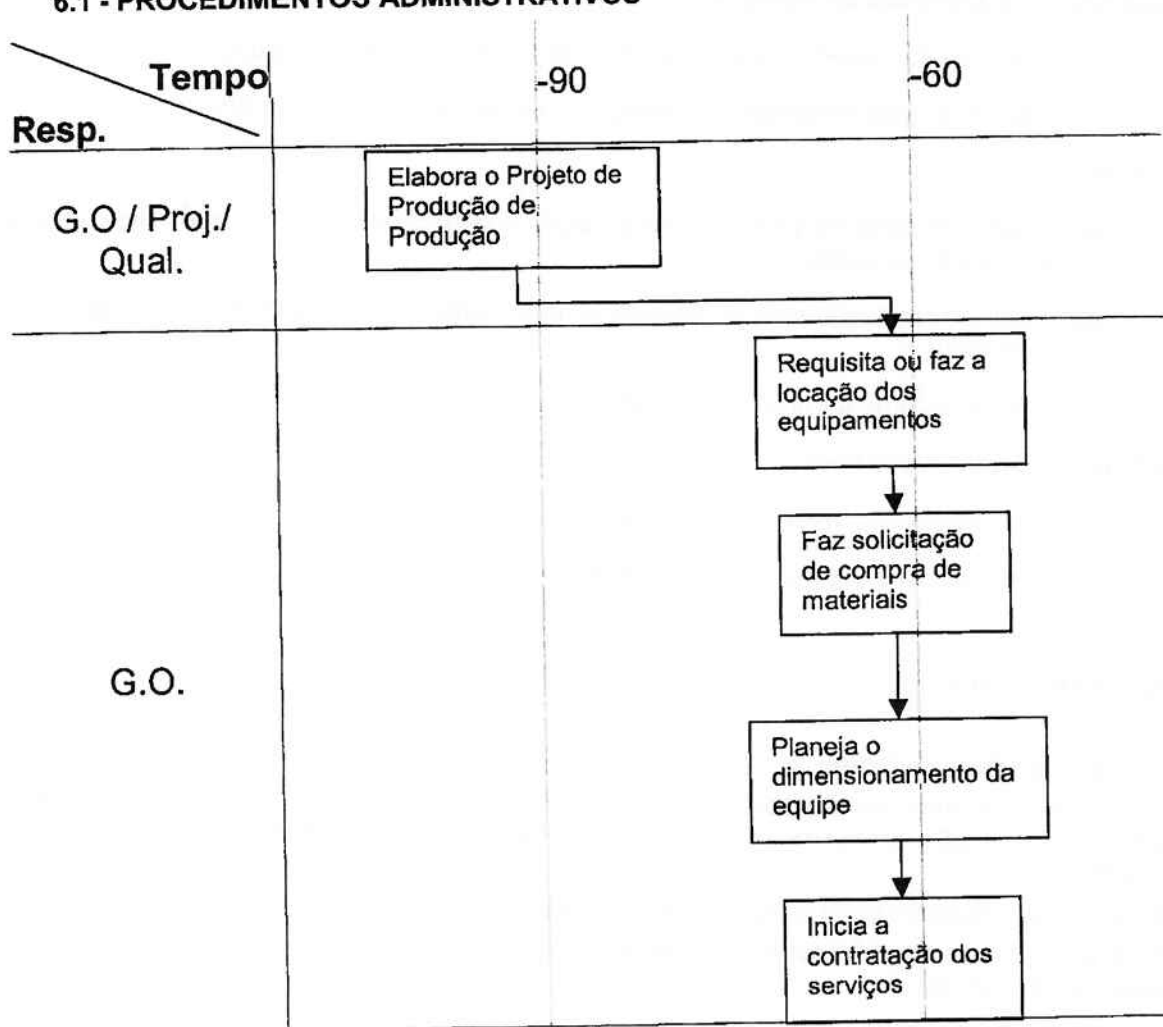
- Sendo que, os locais acima devem ser o mais próximo possível do elevador da obra.

5. DIRETRIZES PARA PROJETO DE PRODUÇÃO

- Definição dos traços;
- Definição dos volumes de argamassa de acordo com o projeto;
- Planejamento da produção de argamassa;
- Planejamento tático e operacional de produção diária de argamassa;
- Quadro padrão com os traços;
- Consumo de materiais;
- Equipe necessária;
- Produtividade;
- Escopo do serviço;
- Volume de argamassa / componentes;
- Logística (estoque mínimo da matéria prima e dos ensacados, plano de contingência para dias de chuva ou falta de material)

6. GESTÃO DO PROCESSO

6.1 - PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS



SERVIÇO	IDENT.	VERSÃO	FOLHA Nº
PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DOSADA EM OBRA	PP.OBR.01	02	3 / 6

6.2 – GERENCIAMENTO DAS ATIVIDADES

A) Compra de Materiais – Responsável de Suprimentos

- Emissão de requisição / equipamentos (encarregado administrativo);
- Processo de Aquisição – comprador;
- Verificação da qualificação de fornecedor – comprador;
- Emissão de requisição - comprador;

B) Contratação de Serviços

- Preenche a Solicitação de Carta-Convite – Gerente da Obra / Gerente de Produção;
- Emite carta-convite – Gestora de Contratos;
- Análise e equalização do quadro de concorrência – Gerente da Obra;
- Contratação do serviço – Gerente de Produção;
- Elaboração do Contrato – Gestora de Contratos.

C) Recebimento e Controle de Estoque

- Recebimento do material, conforme EIM – Encarregado Administrativo;
- Controle físico e administrativo de estoque – Encarregado Administrativo.

D) Produção

- Operação integrada da produção pela Tarjab (logística, controle do processo) – Mestre, na ausência encarregado;
- Operação da produção pela contratada (cumprimento dos procedimentos) – Encarregado dos terceiros
- Controle do volume da produção – Estagiário.

E) Administração do Ativo Fixo

- Manutenção Preventiva e Corretiva - Encarregado Administrativo
- Transferência dos equipamentos no término do serviço – Encarregado Administrativo

7. MÉTODO PRODUTIVO

7.1 - Estocagem de Matéria Prima

- A descarga da areia deverá ser feita diretamente na baia, e devem ser tomados os devidos cuidados para não contaminá-la, sendo que a baia, preferencialmente, deve ficar em local coberto.
- A central de dosagem deverá ficar próximo da baia.
- A cal e o cimento deverão ser estocados, conforme EIM, próximo a central de dosagem para a produção de um dia.

7.2 - Dosagem (areia / cimento)

- Os traços apresentados não são rígidos, mas sim parâmetros para início do estudo na obra; devido aos diversos fabricantes e/ou fornecedores de materiais, conforme segue:

Local de Utilização	Traço em volume
Revestimento Interno	1:1:7
Revestimento Externo	1:1:7
Contrapiso	1:3

- Composição do traço: **Cimento:Cal CH-1:Areia (revestimento interno/externo)**
 - Os traços devem ser verificados e aprovados por consultoria.

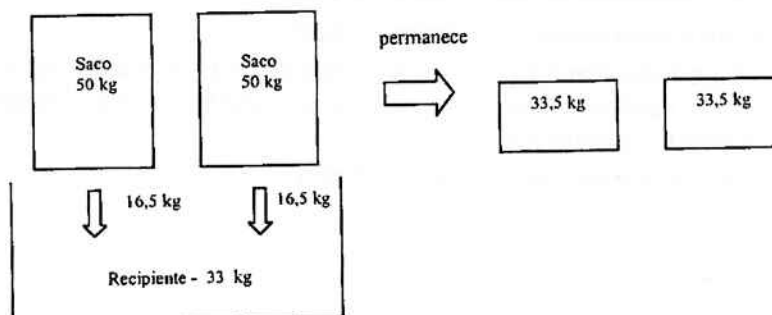
7.2.1 - Produção de Argamassa para os Traços Sugeridos

Emboço Interno

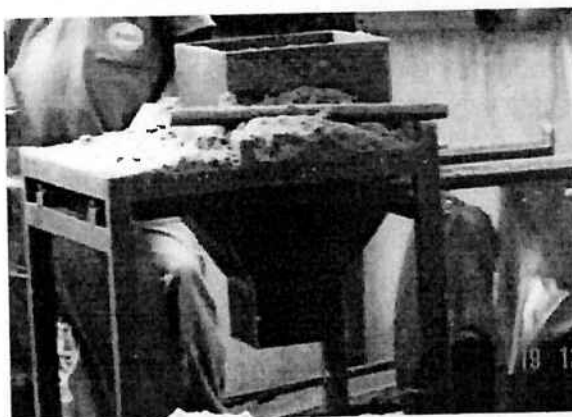
- Cimento = 10,5 l (dosador – tubo de 150 mm x 59 cm)
- Cal = 1 saco de 5,5 kg
- Areia = 03 sacos dosados (dosador 35 x 35 x 21,5 cm = 26 l)
- Água = 19 l de água (parâmetro)

Emboço Externo

- Cimento: 33,3 kg (ver desenho abaixo, utilizar a balança)
- Cal: 1 saco de 15 kg
- Areia: 08 sacos dosados (dosador 35 x 35 x 21,5 cm = 26 l)
- Água = 46 l (parâmetro)



- A composição da dosagem deverá ficar claramente especificada em quadro padrão, de acordo com o volume e o serviço a ser executado.
- A areia deverá ser dosada, utilizando dosador padrão, conforme a figura:



- O carregamento do dosador deverá ser feito com pá e o arrasamento com régua.

SERVIÇO PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DOSADA EM OBRA	IDENT. PP.OBR.01	VERSÃO 02	FOLHA N° 5 / 6
---	---------------------	--------------	-------------------

- O saco transportador deverá ser seguro em baixo do dosador, preenchido com a abertura da tampa do dosador
- No caso de areia fina para emboço interno em áreas secas, identificar o saco para diferenciar das demais areias (com pincel atômico).
- O cimento deverá ser ensacado utilizando o dosador padrão, de acordo com o volume e o serviço a ser executado.
- O cimento deverá ser ensacado na cor especificada. A operação deverá ser feita, de preferência sobre bandeja padrão, de tal maneira que não haja contaminação e possa ser reaproveitado o cimento que ficou sobre a bandeja.
- A cal é dosada pelo próprio saco do fabricante.

7.3 - Estocagem de materiais ensacados

- A areia e o cimento deverão ser estocados em sacos plásticos abertos em área destinada pelo projeto de canteiro sem empilhamentos agrupados pelo local de uso, inclusive para cal. Recomenda-se que o agrupamento seja feito pela quantidade correta a ser transportada pelo carrinho.
- O local deverá ser protegido de qualquer ação da água.

7.4 - Transporte

- O transporte deverá ser feito da Central de Dosagem para o local da mistura, utilizando, de preferência, o carro plataforma.
- O encarregado do serviço é responsável pelo transporte correto e nas quantidades especificadas.
- No carro plataforma com grades laterais os sacos poderão ser empilhados.
- A equipe de dosagem é responsável pela colocação do carrinho no elevador da obra e a equipe da mistura responsável pela retirada do mesmo.
- O guincheiro é responsável pelo transporte vertical.
- Para otimizar o uso do elevador da obra, o transporte será feito com 03 carrinhos com a seguinte lógica: 01 carrinho cheio, 01 carrinho no pavimento da dosagem e 01 carrinho no pavimento da mistura, quando necessário.
- A descarga deverá ser feita, assim que o carrinho chegue no andar e o mesmo ser devolvido, assim que possível

7.5 - Mistura

- Deve estar fixado no local da mistura padrão quadro com o traço.
- A mistura deverá ser feita no equipamento especificado, na seguinte sequência:
 - cal;
 - metade da areia;
 - Adicionar a parte da água para possibilitar a mistura
 - Bater na argamassadeira durante 04 minutos, controlando o tempo através do temporizador padrão.
 - Acrescentar o resto da areia, o cimento e a água com a argamassadeira em movimento e bater por mais 04 minutos.
- A descarga deverá ser feita na mini-girica ou deve ser utilizada a masseira para o estoque intermediário.

7.6 - Terminalidade e Limpeza

- Durante todo o expediente manter o local limpo e organizado.
- Ao final do dia os equipamentos deverão ser totalmente limpos, principalmente a argamassadeira que não deverá reter incrustações de massa.

SERVIÇO	IDENT.	VERSÃO	FOLHA N°
PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DOSADA EM OBRA	PP.OBR.01	02	6 / 6

- No local de estocagem, no final do dia, a areia deverá novamente amontoadada para evitar desperdícios e manter a organização do local.
- O engraxamento das argamassadeiras deverá ser feito conforme especificação do fornecedor, sendo de responsabilidade da equipe de produção.
- O transporte do equipamento e eventuais sobras de um pavimento para outro ao longo do serviço, deverá ser feito pela equipe de produção.
- Ao final de toda a produção de argamassa, os equipamentos deverão ser revisados e transferidos em perfeito estado para outra obra.
- Para a transferência, o dosador, a argamassadeira e a masseira metálica deverão ser repintados.

Observação: A verificação dos serviços será feita periodicamente pela equipe da obra em conjunto com o consultor de fachada, sendo registrado as pendências e as ações a serem tomadas.

