

**Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Curso Superior de tecnologia em Construção de Edifícios**

**GERALDO LUIZ DE FREITAS BARROS
LUANA IZUMI SANTOS**

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA CONVENCIONAL E PROJETADA NA
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE FACHADA EM EDIFÍCIOS
HABITACIONAIS. ESTUDO DE CASO: PALMAS-TO**

Palmas, TO
2014

GERALDO LUIZ DE FREITAS BARROS
LUANA IZUMI SANTOS

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA CONVENCIONAL E PROJETADA NA
EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE FACHADA EM EDIFÍCIOS
HABITACIONAIS. ESTUDO DE CASO: PALMAS-TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Construção de Edifícios, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins.

Orientador: Prof. Ms. Virley Lemos de Souza

Palmas, TO
2014

GERALDO LUIZ DE FREITAS BARROS

LUANA IZUMI SANTOS

**UTILIZAÇÃO DE ARGAMASSA CONVENCIONAL E JATEADA.
ESTUDO DE CASO: PALMAS-TO**

Este trabalho de conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios pela Coordenação da área de Construção Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas.

Palmas, 25 Julho de 2014.

Prof. Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

Supervisor(a) do trabalho de conclusão de Curso

Banca Examinadora:

Prof. Me. Virley Lemos Sousa

Orientador

Prof. Me. Danilo Gomes Martins

Membro da Banca examinadora

Prof. Esp. Flavio da Silva Ornelas

Membro da Banca examinadora

RESUMO

O uso do revestimento de argamassa de fachada, no Brasil, é uma prática comum. Essa necessidade é levantada não apenas pelo impacto visual que o mesmo proporciona, como também pelo papel que exerce na preservação e proteção dos edifícios. O objetivo da pesquisa é analisar a utilização de projetores de argamassa na execução de revestimento argamassado externo em condomínios residenciais em Palmas – TO, apresentando os processos de execução da argamassa projetada, descrevendo os controles tecnológicos a serem utilizadas em revestimento de argamassas e relacionando as possíveis causas que restringem o uso dos projetores de argamassa. Foram selecionadas duas obras com características semelhantes, onde uma delas usa o sistema convencional de revestimento de fachada enquanto a outra usa o revestimento projetado. O método do trabalho consistiu em uma pesquisa aplicada, sendo a abordagem do tipo qualitativa onde abordou-se os aspectos relacionados a execução e controle tecnológico de revestimento argamassado em fachadas de edifícios residenciais. Ao final da pesquisa, o resultado foi a elaboração de um quadro comparativo dos aspectos observados com o serviço executado nas duas obras, a discussão dos resultados obtidos e a apresentação das conclusões e sugestão dos autores.

Palavras-chaves: Argamassa industrializada, racionalização, projetores mecânicos.

ABSTRACT

The use of mortar lining facade, in Brazil, is a common practice. This need is raised not only by the visual impact that it provides, but also for the role it plays in the preservation and protection of buildings. The objective of the research is to analyze the use of projectors in mortar lining facade implementation in external residential condominiums in Palmas - TO, showing the execution processes designed mortar, describing the technological use in coating mortars and relating the possible causes that restrict the use of projectors mortar controls. Two ventures with similar characteristics, where one uses the conventional system of exterior cladding while the other uses a coating designed were selected. The method of work consisted of an applied research, with an approach to qualitative type which addressed the aspects related to the implementation and control technology of mortar lining on the facades of residential buildings. At the end of the research, the result was the preparation of a comparative table of features observed by service performed at two ventures, the discussion of the results and the presentation of the conclusions and suggestions of the authors.

Keywords: Mortar industrialized, rationalized, mechanical projectors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Balancim elétrico.....	33
Figura 2 – Desempenadeira elétrica.....	35
Figura 3 – Desempenadeira elétrica.....	35
Figura 4 – Andaime fachadeiro.....	37
Figura 5 – Projetor de argamassa.....	40
Figura 6 – Bomba de projeção.....	42
Figura 7 – Equipe de projeção.....	42
Figura 8 – Revestimento pelo método tradicional.....	43
Figura 9 – Argamassa industrializada.....	44
Figura 10 - Acabamento superficial irregular.....	46
Figura 11 - Sombra mostrando a irregularidade da planeza.....	46
Figura 12 - Verificação da planeza.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.....	28
Tabela 2 – Tabela comparativo Obra 1 x Obra 2.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	JUSTIFICATIVA.....	11
3	OBJETIVOS.....	12
3.1	OBJETIVO GERAL.....	12
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1	REVESTIMENTO ARGAMASSADO	13
4.2	MATERIAL – ARGAMASSA.....	14
4.2.1	TRAÇOS.....	16
4.2.2	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA EMBOÇO	18
4.3	TIPOS DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA.....	19
4.3.1	CHAPISCO.....	19
4.3.2	EMBOÇO.....	19
4.3.3	REBOCO	20
4.3.4	EMBOÇO PAULISTA – MASSA ÚNICA (CAMURÇADO)	21
4.4	PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS SEGUINTE SERVIÇOS.....	21
4.4.1	CHAPISCO.....	21
4.4.2	EMBOÇO.....	21
4.4.3	REBOCO	23
4.4.4	EMBOÇO PAULISTA – CAMADA ÚNICA.....	23
4.5	CONTROLES TECNOLÓGICOS A SEREM EXECUTADOS	24
4.5.1	ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS	24
4.5.2	PREPARAÇÃO DA BASE	25
4.5.3	DETALHES CONSTRUTIVOS	26
4.5.4	ACEITAÇÃO DOS SERVIÇOS	27

5	MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS UTILIZADAS NA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM FACHADAS	30
5.1	PROJEÇÃO DE ARGAMASSA	30
5.2	BALANCIM ELÉTRICO	32
5.3	DESEMPENADEIRA ELÉTRICA	34
5.4	ANDAIME FACHADEIRO.....	36
6	METODOLOGIA	38
6.1	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	38
6.2	LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	38
6.3	OBJETO DO ESTUDO	38
6.4	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	38
6.5	SISTEMATIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	38
7	O ESTUDO DE CASO	39
7.1	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 1	39
7.2	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 2	39
7.3	ASPECTOS TÉCNICAS OBSERVADOS.....	40
7.3.1	OBRA 1	40
7.3.2	OBRA 2	42
8	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	45
9	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	49
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

Hoje em dia existem inúmeras inovações tecnológicas em várias áreas de negócios. Na construção civil existem produtos, metodologias, e máquinas inovadores, e entre tantas tem-se o uso de projetores mecânicos para aplicação de argamassa em revestimentos externos.

Apesar de muito utilizadas, as argamassas são ainda caracterizadas por uma execução artesanal, desperdícios de materiais, tempo e mão de obra elevada e altos custos de produção.

Para melhorar o desempenho da produção, empresas estão adotando o uso de projetores mecânicos, notadamente nas regiões sul e sudeste do Brasil, tendência que não tem sido acompanhada pelas construtoras em Palmas.

É necessário avaliar o desempenho do sistema de produção como um todo, considerando o custo do equipamento e sua manutenção, a disponibilidade de mão de obra qualificada e o custo das argamassas específicas disponíveis no mercado local.

Tentando solucionar o problema, o setor da construção civil investe constantemente no aprimoramento de seus processos com a adoção de novas tecnologias e novos materiais, como por exemplo projetores mecânicos e argamassas industrializadas.

A busca de soluções para o aumento da competitividade das empresas tem sido a tônica de muitos profissionais e empresas, para enfrentar os desafios colocados, em relação à qualidade e preço de venda dos empreendimentos. Neste contexto, as inovações tecnológicas apresentam-se como alternativas a serem avaliadas para melhorar o desempenho das edificações.

2 JUSTIFICATIVA

Novas tecnologias e sistemas construtivos estão cada vez mais presentes na construção civil, apesar de se verificar um descompasso entre as pesquisas realizadas no âmbito acadêmico e a disponibilidade desta tecnologia nos canteiros de obra.

Na construção civil, em que pese a realização de feiras e eventos para a apresentação de novos produtos e o custo baixo da mão da obra, as empresas não aderem facilmente a novos processos executivos.

Assim, produtos clássicos dentro da obra, como a argamassa, têm necessidade de se aperfeiçoarem com relação aos seus aspectos físicos, químicos e novas tecnologias de aplicação. Atualmente os fabricantes de argamassas produzem materiais cada vez mais específicos, porém muitas vezes possuem custos mais elevados.

Estas inovações fazem com que seja cada vez mais necessária uma correta avaliação da relação custo x benefício de cada nova tecnologia antes da sua adoção. O maior custo inicial pode ser compensado com a redução de outros custos, como o da mão de obra, com a redução no prazo de execução ou ainda com o incremento da qualidade do produto final.

Segundo Souza (2012), atualmente a indústria da construção civil vem acompanhada de um crescimento substancial na demanda por empreendimentos habitacionais, mas junto com essa demanda, também aumentou a exigência do consumidor e a concorrência do mercado.

Esses fatos pressionaram as construtoras a se reestruturarem e buscarem saídas para aumentar a produtividade, melhorar o processo e reduzir os custos do empreendimento sem perder qualidade, ou estão fadadas ao fracasso (SOUZA, 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a utilização de projetores de argamassa na execução de revestimento argamassado externo em condomínios residenciais em Palmas – TO.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar processos de execução da argamassa projetada.
- Descrever os controles tecnológicos a serem utilizadas em revestimento de argamassas.
- Relacionar possíveis causas que restringem o uso dos projetores de argamassa.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 REVESTIMENTO ARGAMASSADO

Revestimento argamassado em fachada de edifício é a técnica bastante empregada, em todo o país. Os autores pesquisados concordam de maneira geral quanto aos procedimentos de execução de cada etapa bem como aos cuidados necessários com a preparação das argamassas.

Segundo Borges (2009) o revestimento mais usado entre nós é o de argamassa de cimento, cal e areia, por ser o mais econômico e de simples execução, aplicado em três camadas: chapisco, emboço e reboco. A função do chapisco, segundo o autor, é criar uma superfície áspera entre a alvenaria e o emboço (massa grossa), a fim de melhorar sua aderência.

Os revestimentos protegem as alvenarias contra chuva e umidade, tendo também efeito arquitetônico, embelezando as fachadas e ambientes que compõem uma construção (BORGES,2009).

Salgado (2009) define bem a importância do revestimento em obras de construção civil quando afirma que todas as construções, sejam estruturais (estruturas de modo geral, como pilares vigas, lajes, etc.) ou vedação (alvenaria, por exemplo) necessitam de algum elemento que as proteja das intempéries, como vento, chuva, sol, variações de umidade, entre outras, que ao longo do tempo causam danos à obra.

Os revestimentos são os mais diversos, inclusive alguns destinados a condições e ambientes específicos, pelas particularidades de uso. Há revestimentos industriais, navais, químicos, comerciais, hospitalares etc. com características e finalidades específicas (SALGADO, 2009).

Segundo Silva (2013), o revestimento de argamassa é uma das partes integrantes das vedações do edifício e tem as seguintes funções:

- Proteger os elementos de vedação dos edifícios da ação de agentes agressivos;
- Auxiliar as vedações em termos de isolamento termo acústico, estanqueidade à água e aos gases.

- Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base para recebimento de outros revestimentos ou acabamento final;
- Contribuir para a estética da fachada.

A estética é frequentemente citada como elemento essencial do revestimento, principalmente se obra é residencial. É onde o proprietário mais observa (SALGADO, 2009).

Não obstante, nos lembra Silva (2013) que o revestimento não deve ser usado para eliminar imperfeições grosseiras da base.

Essas imperfeições aparecem com muita frequência pela falta de cuidado no momento da execução da estrutura e da alvenaria, que ficam desaprumadas e desalinhadas. Por isso é comum “esconder na massa as imperfeições, o que compromete o revestimento”. (SILVA, 2013)

Pelo baixo custo em comparação com outros acabamentos e pela experiência de anos de utilização, revestir fachadas com argamassa ainda é uma prática adotada em muitos projetos. A boa notícia é que, por conta do aumento da gama de soluções industrializadas disponíveis no mercado, o processo tem se tornado cada vez mais especializado (GIRIBOLA, 2013).

4.2 MATERIAL – ARGAMASSA

As argamassas tradicionais têm sido parcialmente substituídas por argamassas industrializadas, fornecidas em sacos ou, mais recentemente em silos (THOMAZ, 2001).

Segundo Cichinelli (2011) as argamassas de revestimento industrializadas, assim como as "viradas em obra", possuem a função de proteger as paredes contra intempéries e ação dos meios externos, além de proporcionar regularização e acabamento às superfícies.

Podem ser usadas como acabamento final ou como base para receber outros revestimentos (pintura, cerâmica, etc.) e são compostas, basicamente, de cimento, cal, areia, água e aditivos. Mas, diferentemente das argamassas viradas em obra, as industrializadas agregam maior tecnologia e controle dos processos de dosagem dos componentes, requerendo apenas a adição de água no canteiro.

A argamassa industrializada contém na sua composição areias produzidas a partir de um processo mais controlado pelo produtor, com menos contaminação. Também possui melhor distribuição granulométrica, facilitando seu manuseio em estado fresco e permitindo melhor acabamento e desempenho no estado endurecido. (CAMPORA, 2011, apud Cichinelli, 2011).

As cales vêm sendo substituídas por aditivos plastificantes ou incorporadores de ar. Aditivos também tem sido introduzidos para aumentar a aderência das argamassas de revestimento (THOMAZ, 2001).

Por apresentar maior trabalhabilidade, a argamassa industrializada também requer menos esforço físico na hora de aplicá-la. "Seu espalhamento também é mais fácil e o desempenho, muito melhor, pois apresenta melhores índices de aderência às superfícies". (CAMPORA, 2011).

Segundo Silva (2013) e Cichinelli (2011), a argamassa industrializada é fornecida em sacos e silos. Muitas empresas oferecem as duas soluções, cabendo à construtora, em conjunto com o fornecedor, estudar a melhor alternativa para cada tipo de obra:

- Silos - Indicado para obras com consumo elevado, os silos contêm de 10 t a 20 t do produto. São fornecidos por empresas fabricantes ou aplicadores com a opção de compra ou aluguel do silo.
- Sacos - O fornecimento em sacos é indicado para obras com velocidade de execução e consumo mais baixos. Os sacos podem possuir 20 kg ou 50 kg do produto. No rótulo, devem estar contidas as seguintes informações:
 - nome do fabricante, designação do produto;
 - massa líquida em quilogramas;
 - tipo de argamassa;
 - composições quantitativa e qualitativa;
 - quantidade de água a ser incorporada, em litros;
 - data de fabricação e validade do produto;
 - tempo de mistura e maturação;

- instruções e cuidados necessários para o manuseio e aplicação do produto;
- informações sobre as condições de armazenamento do produto.

4.2.1 TRAÇOS

A NBR 7200/1998 determina que a composição das argamassas (traço) deve ser estabelecida pelo projetista ou construtor, obedecendo às especificações de projeto e às condições para execução dos serviços de revestimento. O traço deve ser expresso em massa.

Com relação à medição dos materiais a NBR 7200/1998 determina que:

- A medição dos materiais constituintes da argamassa pode ser feita em volume, cabendo ao construtor a responsabilidade da conversão do traço especificado em massa.
- A medição dos materiais em volume deve ser feita utilizando-se recipientes de volume conhecido e identificados através da utilização de cores diferenciadas ou símbolos, claramente distintos.
- Na medição dos materiais em volume, quando o recipiente utilizado na medição dos materiais estiver cheio, deve-se utilizar régua para retirar o excesso do recipiente, a fim de assegurar a constância do volume medido.
- Não se deve admitir a medição dos materiais com instrumentos ou recipientes que não assegurem um volume constante, tais como, por exemplo, dosar com pá ou em latas.
- No dimensionamento dos recipientes de medição dos materiais, devem ser considerados como referência volumes compatíveis com o consumo de sacos inteiros do aglomerante.
- Deve-se fazer a correção da quantidade de agregado e adições em função da variação da umidade, visando obter argamassas de mesma trabalhabilidade e proporcionalidade.

As argamassas devem ser misturadas por processo mecanizado ou, em casos excepcionais, por processo manual, até obtenção de massa perfeitamente homogeneizada, de acordo com a NBR 7200/1998. O canteiro de produção deve possuir silos ou recipientes de armazenamento estanques, protegidos de chuva e de insolação.

4.2.1.1 CHAPISCO

Segundo Yazigi (2002) todas as superfícies destinadas a receber revestimento de argamassa de areia serão chapiscadas com argamassa de cimento e areia com aditivo adesivo, no traço 1:4 de cimento e areia, em volume. O aditivo recomendado é o de resina sintética compatível com o cimento e a cal, adicionado à água de amassamento na proporção recomendada pelo fabricante. A espessura máxima do chapisco é de 5,0 mm.

Entretanto Salgado (2009) recomenda o traço 1:3 em volume, de cimento e areia média.

Borges (2009) indica argamassa constituída de cimento e areia, no traço 1:3, de consistência bem plástica, recomendando o uso de adesivo apenas para o revestimento de peças de concreto. Afirma, também, que por apresentar uma consistência plástica, a espessura será desprezível, não se preocupando nesta fase em cobrir eventuais irregularidades na alvenaria.

4.2.1.2 EMBOÇO

O emboço somente poderá ser aplicado após a pega completa do chapisco. Yazigi (2002) os traços 1:1:4 de cimento, cal hidratada e areia grossa, em volume, para revestimento externo e 1:1:6 para revestimento interno. A areia deverá ser de rio, lavada, não sendo recomendada a areia de cava. A espessura não deverá exceder a 2 cm, resultando em uma superfície áspera, a fim de possibilitar a aderência do reboco.

Para Salgado (2009) a segunda camada pode ser aplicada 24 horas após o chapisco. O traço para revestimento externo recomendado é 1:2:6 de cimento, cal hidratada e areia média.

4.2.1.3 REBOCO

Borges (2009) recomenda uma mistura de cal hidratada e areia fina no traço de 1:2. A espessura deverá ser de 0,5 cm, de modo a permitir um acabamento liso e uniforme. A areia deverá ser obtida por meio de peneiramento e os grãos serão provenientes da areia grossa, conseqüentemente mais duros, fazendo o revestimento ter um maior grau de dureza.

Para Salgado (2009) um traço usual poderia ser 1:3 de cal hidratada e areia fina acrescentando um saco de 50 kg de cimento por m³ de argamassa, com espessura não superior a 5 mm. Recomenda o prazo mínimo de 21 dias depois da aplicação do emboço.

4.2.1.4 ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA – DURAX

Para o preparo da argamassa o fabricante recomenda que a cada saco (20 kg) de Durax – Projeção adicionar 4,2 litros de água limpa, isenta de qualquer tipo de resíduo, graxa, óleo ou material particulado, a uma temperatura entre 18 °C e 25°C. Não adicionar água na mistura ao longo da aplicação. O tempo de mistura varia em função do tipo de equipamento e quantidade de sacos, devendo ser controlado pelo operador. Após a mistura a argamassa deve estar homogênea e sem grumos.

Segundo o fabricante, o tempo de uso é imediato. O aproveitamento poderá ser feito em até 2 horas do início da mistura, não podendo ser adicionado água ou qualquer outro produto, somente reamassar para nova aplicação. Decorrido este intervalo (2 horas) ou não sendo possível projetar em função da baixa umidade, descartar todo o material. Em regiões de clima quente e de baixa umidade relativa, recomenda-se proceder a cura com aspersão da água, por um período mínimo de 24 horas.

4.2.2 ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA EMBOÇO

Yazigi (2002) faz menção ao uso de argamassa industrializada no “emboço paulista”, revestimento constituído por uma só camada de argamassa, cuja espessura deve ficar entre 1,5 cm e 2,5 cm.

Sem citar nenhum produto específico, o autor destaca que as principais propriedades exigíveis do produto são “trabalhabilidade, capacidade de

aderência, capacidade de absorção de deformações, restrição ao aparecimento de fissuras, resistência mecânica e durabilidade.”

Yazigi (2002) apresenta o produto como sendo uma argamassa pronta para uso, fabricada com cimento Portland, cal hidratada e aditivo, utilizado para revestimento interno e externo, utilizada em todos os tipos de alvenaria, com espessura mínima de 1,5 cm. Rendimento de 1 saco de 40 kg para aproximadamente 1 m², com espessura de 2,5 cm. Não utiliza areia, apenas 8 L de água para cada saco de 40 kg.

Em obra mais recente, Borges (2009) observa que “com o passar dos anos, alguns produtos foram sendo desenvolvidos com o objetivo de baratear a construção ou reduzir o seu prazo”.

4.3 TIPOS DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

4.3.1 CHAPISCO

A NBR 13529/19995 define o chapisco como uma camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Segundo Cruz (2009), o chapisco não deve ser considerado como uma camada de revestimento. Ele corresponde a um procedimento de preparação da base, de espessura irregular, sendo necessário ou não, conforme a natureza da base. A finalidade de usar o chapisco é porque este melhora as condições de aderência da primeira camada do revestimento à base.

A função do chapisco é proporcionar uma superfície aderente para suportar a camada seguinte, o emboço. O traço da argamassa, bem como o uso de aditivos, pode variar ligeiramente para se adequar às condições do projeto.

4.3.2 EMBOÇO

De acordo com Borges (2009) e Salgado (2009), a função principal do emboço é regularizar superfície da parede. A espessura recomendada é de 2 a 2,5 cm. Os traços variam ligeiramente conforme o autor, o que não surpreende se levarmos em consideração que as obras de construção sempre estarão sujeitas às condições do meio ambiente onde está inserida o do uso a que se destina. Os

autores são unânimes quando recomendam cuidado rigoroso com o controle da qualidade dos insumos, especialmente a cal.

O uso de cal virgem é recomendado por Borges (2009) nas regiões onde ela pode ser obtida, usando o método antigo de hidratá-la formando uma pasta de cal, “que, em mistura com areia média, dará uma excelente argamassa, não havendo necessidade de acréscimo de cimento salvo nos emboços destinados a suportar recobrimentos pesados, como azulejos, ladrilhos, pastilhas, pedra, etc.”.

Qualquer que seja o caso, a recomendação é que o emboço seja aplicado apenas após a cura completa do chapisco. A NBR 7200/1998 o prazo mínimo de três dias para a cura, podendo ser reduzido para dois dias em regiões de clima muito seco. A aplicação é sobre a parede previamente umedecida, para que haja aderência entre a argamassa e o tijolo. Se a umidade for excessiva, como em paredes saturadas por chuvas sucessivas, o pedreiro não conseguirá a fixação, pois a massa escorre pela parede.

4.3.3 REBOCO

Sendo o emboço de acabamento rústico, o reboco é um revestimento fino destinado a dar o acabamento final às paredes. O reboco só poderá ser aplicado após os 21 dias necessários para a pega completa do emboço.

Yazigi (2002) recomenda o reboco hidrófugo, impermeabilizado, que protege as fachadas contra a penetração de água da chuva: “a argamassa é composta de areia classificada, cal hidratada, cimento portland e aditivo impermeabilizante que dá qualidades hidrófugas ao material. Somente 30 dias após a sua aplicação, a argamassa fina poderá ser pintada com tinta PVA ou acrílica”.

Assim como na aplicação do emboço, a recomendação é sempre molhar o substrato antes da aplicação da nova camada para que não absorva água de amassamento da argamassa. A qualidade e a finura da areia e a espessura de no máximo 5 mm também são recomendações unânimes. O acabamento é feito com a desempenadeira, que pode ser de madeira, específica para este uso e alisamento final com uma desempenadeira provida de espuma.

4.3.4 EMBOÇO PAULISTA – MASSA ÚNICA (CAMURÇADO)

A norma NBR 13529/1995 define revestimento de argamassa como o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apta a receber revestimento decorativo ou constituir-se em um acabamento final.

Os revestimentos podem ser constituídos por chapisco e emboço, formando o revestimento de camada única, conhecido também como emboço paulista. Segundo Costa (2005) este tipo é o mais usual nas construções brasileiras.

4.4 PROCESSO DE EXECUÇÃO DOS SEGUINTE SERVIÇOS

4.4.1 CHAPISCO

A norma NBR 7200/1998 explica que o chapisco deve ser aplicado com uma consistência fluida, assegurando maior facilidade de penetração da pasta de cimento na base a ser revestida e melhorando a aderência na interface revestimento - base.

Podem ser adicionados ao chapisco aditivos que melhorem a aderência, desde que compatíveis com os aglomerantes empregados na confecção da argamassa de revestimento e com os materiais da base.

Em regiões muito quentes e secas como o caso de Palmas, o chapisco deve ser protegido da ação direta de do sol e do vento através de processo que mantenham umidade da superfície no mínimo 12 horas, após a aplicação.

De acordo com Yazigi (2002) a argamassa deverá ser projetada energicamente, de baixo para cima, contra a parede a ser revestida, utilizando a colher de pedreiro. A aplicação deverá ser feita sobre a superfície previamente umedecida, o suficiente para que não ocorra a absorção de água necessária à cura da argamassa.

4.4.2 EMBOÇO

Segundo a NBR 7200/1998, os serviços de revestimento com argamassa devem ser iniciados com a conclusão de verificações preliminares como cronograma de execução, acompanhamento dos serviços de revestimento e preparação da base de revestimento como verificação de condições da base, correção de irregularidades, limpeza da base e por fim a aplicação do chapisco.

Para cada nova aplicação de argamassa exige, de acordo com a finalidade e as condições do clima, a umidificação da camada anterior.

A aplicação da argamassa não deve ser feita em ambientes com temperatura inferior a 5°C. Em temperatura superior a 30°C, devem ser tomados cuidados especiais para a cura do revestimento, mantendo-o úmido pelo menos nas 24 h iniciais através da aspersão constante de água.

Este mesmo procedimento deve ser adotado em situações de baixa umidade relativa do ar, ventos fortes ou insolação forte e direta sobre os planos revestidos.

Quanto ao procedimento para a correta aplicação do emboço, Borges (2009) também afirma que esta deve ser de cima para baixo e usando, como referência, faixas verticais previamente aprumadas com uso de taliscas de madeira e o prumo do pedreiro, equidistantes a não mais que 2,50 m. A espessura média recomendada é de 2 cm, pois a espessura exagerada, além de constituir gasto inútil de argamassa, corre o risco de vir a se desprender depois de seca. O autor destaca a necessidade de uma execução cuidadosa do emboço:

A uniformidade, a obediência ao prumo e ao alinhamento tem uma importância capital nesse tipo de revestimento grosso, pois o fino, de acabamento, que será aplicado a seguir, tem uma espessura muito reduzida, não sendo capaz de corrigir os defeitos. Assim, um painel de parede cujo revestimento grosso não obedece ao prumo, ficará sempre neste estado, já que o revestimento fino não o corrigirá. Nos cantos em que se encontram dois painéis, essa junção deverá constituir uma linha vertical ou horizontal perfeita. (BORGES, 2009)

Para o autor a sequência dos serviços de *destorcimento* das paredes é a seguinte:

- Aplicação de argamassa, em pequena porção, nos locais convenientes à execução das faixas-mestras;
- Fixação nestes locais de taliscas de madeira (tacos com cerca de 1 cm de espessura), para dar o plano vertical das faixas-mestras, alinhando-as pela face dos batentes ou por pontos mais salientes da parede, por meios de linhas ou réguas de alumínio;
- Execução das faixas-mestras verticais, espaçadas de 2 m, com 15 cm a 20 cm de largura;
- Aplicação da argamassa de cima para baixo;
- Desempeno da argamassa por meio de régua de alumínio, tendo ela de ser, nas paredes, apoiada nas faixas mestras;
- A argamassa precisa ser preparada mecanicamente (exceto quando a quantidade necessária for insuficiente para o preparo mecânico). A mistura deve ser contínua a partir do momento em que todos os componentes, inclusive a água, tiverem sido lançados na betoneira.

- A argamassa contendo cimento deverá ser aplicada dentro de 02h30min h a contar do primeiro contato do cimento com a água. (YAZIGI,2002, p.518-519)

4.4.3 REBOCO

Para definição do plano de revestimento, devem ser atendidas as espessuras constantes no projeto do revestimento e estar de acordo com as exigências estabelecidas também na NBR 13749/1996.

De acordo com Borges (2009) uma vez preparada a argamassa, sua aplicação é simples e deverá ser feita com desempenadeira bem cheia de argamassa, que será espremida e arrastada contra a parede, fazendo ficar bem fixada à superfície. O acabamento é feito com desempenadeira em movimentos circulares, borrifando-se água sobre a massa por meio de brocha, conseguindo-se, assim, uma superfície uniforme.

Para o acabamento da superfície a NBR 7200/1998 orienta que, estando a área totalmente preenchida e tendo a argamassa adquirido consistência adequada, faz-se a retirada do excesso de argamassa e a regularização da superfície pela passagem da régua. Em seguida, preenchem-se as depressões mediante novos lançamentos de argamassa nos pontos necessários, repetindo-se a operação de sarrafeamento até conseguir uma superfície plana e homogênea.

Conforme a NBR 13749/1996 os rebocos podem ser executados com os seguintes tipos de acabamento da superfície: desempenado, camurçado, raspado, chapiscado, lavado ou tratado com produtos químicos e imitação travertina.

4.4.4 EMBOÇO PAULISTA – CAMADA ÚNICA

A definição do plano de revestimento deve ser atendida as espessuras constantes no projeto do revestimento e estar de acordo com as exigências estabelecidas na NBR 13749/1996.

A determinação do plano de revestimento, de acordo com a NBR 7200/1998, será feito através de pontos de referência dispostos de forma tal que a distância entre eles seja compatível com o tamanho da régua a ser utilizada no sarrafeamento. Nestes pontos, devem ser fixadas taliscas de peças planas de material cerâmico, com argamassa idêntica à que será empregada no revestimento.

Uma vez definido o plano de revestimento, faz-se o preenchimento de faixas, entre as taliscas, empregando-se argamassa, que será regularizada pela passagem da régua, constituindo as guias ou mestras.

Após o enrijecimento das guias ou mestras que permita o apoio da régua para a operação de sarrafeamento, aplica-se a argamassa, lançando-a sobre a superfície a ser revestida, com auxílio da colher de pedreiro ou através de processo mecânico, até preencher a área desejada. Nesta mesma operação devem ser retiradas as taliscas e preenchidos os vazios.

Para o acabamento deve executar o alisamento da superfície desempenada com a passagem de esponja ou desempenadeira apropriada retirando o excesso da argamassa e ou regularizando a superfície.

4.5 CONTROLES TECNOLÓGICOS A SEREM EXECUTADOS

4.5.1 ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS

4.5.1.1 AGREGADOS

A norma NBR 7200/1998 determina que os agregados devam ser estocados em compartimentos identificados pela natureza e classificação granulométrica. Os espaços de armazenamento devem estar protegidos da contaminação por resíduos da obra tais como serragem, arame, pregos, etc.

Os agregados que apresentarem grumos ou outros materiais estranhos por contaminação eventual no armazenamento devem se peneirados antes do preparo das argamassas.

4.5.1.2 ADIÇÕES

A NBR 13.529/1995 considera como adições materiais inorgânicos naturais ou industriais finamente divididos, adicionados às argamassas para modificar as suas propriedades e cuja quantidade é levada em consideração no proporcionamento. Segundo a norma podem ser usados como adição o entulho reciclado, filito cerâmico, material pozolânico, pó calcário, solo fino e solo fino beneficiado.

Os materiais que contêm finos de natureza argilosa devem ser protegidos contra chuva, de acordo com a NBR 7200/1998.

4.5.1.3 CIMENTO PORTLAND

A NBR 5732/1991 determina que os sacos de cimento devem ser armazenados em locais bem secos e bem protegidos para a preservação da qualidade, e de forma que permita fácil acesso à inspeção e à identificação de cada lote. As pilhas devem ser colocadas sobre estrados secos e não devem conter mais de dez sacos de altura.

4.5.1.4 ARGAMASSA DOSADA EM CENTRAL

As argamassas dosadas em central devem ser armazenadas em recipientes impermeáveis e protegidos de aeração e incidência de raios solares, conforme orienta a norma NBR 7200/1998. O tempo máximo de validade deve ser definido pelo fornecedor.

4.5.2 PREPARAÇÃO DA BASE

4.5.2.1 CONDIÇÕES DA BASE

A NBR 7200/1998 orienta que as bases de revestimento devem atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas de alvenaria e estruturas de concreto. Devem ser ainda observados os seguintes aspectos:

- A base do revestimento com elevada absorção deve ser pré-molhada. Deve-se fazer aplicação prévia de argamassa de chapisco quando a superfície a revestir for parcial ou totalmente não absorvente (de pouca aderência) ou quando a base não apresentar rugosidade superficial.
- Deve ser observada a presença de infiltração de umidade nos planos a serem revestidos, definindo-se soluções para a eliminação da infiltração antes de prosseguir com os demais procedimentos de preparação da base.

4.5.2.2 CORREÇÃO DE IRREGULARIDADES

Segundo a NBR 7200/1998, a base de revestimento deve ser regular para que a argamassa possa ser aplicada em espessura uniforme. As irregularidades superficiais devem ser eliminadas de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) Retirada de pontas de ferro das peças e rebarbas entre juntas de alvenaria;
- b) Correção das depressões, furos e rasgos de acordo com os seguintes critérios:
 - Enchimento das falhas da base com argamassa, desde que menores que 50 mm de profundidade;
 - Correção dos rasgos efetuados para instalação das tubulações com diâmetros superiores a 50 mm, através da colocação de tela metálica galvanizada e enchimento com cacos de tijolos e blocos;
 - Empregar processo mecânicos (escovamento a seco com escova de cerdas de aço, lixamento mecânico ou jateamento de areia) e em seguida remover a poeira através de ar comprimido ou lavagem com água;
- c) Para remover eflorescências pode-se escovar a seco a superfície com escova de cerdas de aço e proceder à limpeza com solução de ácido muriático. Caso a manifestação atinja grandes áreas, pode-se empregar jateamento de areia.
- d) Para remover bolor e fungos pode-se escovar a superfície com escova de cerdas duras com solução de fosfato trissódico ou com solução de hipoclorito de sódio e enxaguar com água limpa em abundância.

Após quaisquer dos procedimentos de lavagem, deve-se esperar a completa secagem da base para se prosseguir com a aplicação do revestimento.

No caso da utilização de solução de lavagem alcalina ou ácida, devem ser adotados procedimentos adequados para proteger de respingos e escorrimento da solução todas as superfícies e materiais da edificação.

4.5.3 DETALHES CONSTRUTIVOS

A norma NBR 7200/1998 também estabelece os procedimentos a serem observados, na etapa de revestimento argamassado, dos seguintes detalhes construtivos:

a) Arestas: para manter a linearidade convexa, fixar uma régua na extremidade da parede adjacente, procedendo-se ao lançamento da argamassa e acabamento da superfície.

b) Pingadeira: para executar a pingadeira reentrante, usa-se um instrumento que produz o sulco na argamassa da superfície recém-acabada.

Para executar a pingadeira saliente, na argamassa recém sarrafeada, no nível previsto para a pingadeira, fixar uma régua com a dimensão especificada, procedendo-se então à aplicação da argamassa e acabamento da superfície.

c) Juntas: as juntas devem ser executadas nos locais indicados no projeto. Para a execução de juntas no revestimento, colocar um elemento com dimensão igual à espessura da junta especificada no projeto, antes do lançamento da argamassa de cada camada.

Após a argamassa ter adquirido uma consistência apropriada, retirar o elemento, se ele não for deformável, corrigindo-se possíveis falhas.

4.5.4 ACEITAÇÃO DOS SERVIÇOS

O revestimento deve ser aceito se atender às seguintes condições previstas na NBR 13 749/1996:

- Ser compatível com o acabamento decorativo (pintura, papel de parede, revestimento cerâmico e outros);
- Ter resistência mecânica ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, sem comprometer a sua durabilidade ou acabamento final;
- Ser constituído por uma ou mais camadas superpostas de argamassas contínuas e uniformes;
- Ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente, sem pintura e base porosa. No caso de não empregar argamassa hidrofugante, deve ser executada pintura específica para este fim;

- Ter propriedade impermeabilizante, no caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo;
- Resistir às variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos.

Além destas condições, a NBR 13749/1996, determina que devem ser verificados os seguintes aspectos para a aceitação ou rejeição do revestimento:

- a) Aspecto: o revestimento deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições tais como cavidades, fissuras, manchas e eflorescências;
- b) A espessura dos revestimentos externos e internos deverá estar como indicado na tabela 1:

Revestimento	Espessura (mm)
Parede interna	$5,0 \leq e \leq 20,0$
Parede externa	$20,0 \leq e \leq 30,0$
Teto interno e externo	$e \leq 20,0$

Tabela 1: espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos

- c) Prumo: o desvio do prumo do revestimento de argamassa sobre paredes internas, ao final de sua execução, não deve exceder a $H/900$, sendo H a altura da parede em metros;
- d) Nivelamento: o desvio de nível de revestimentos de tetos de argamassa não deve exceder a $L/900$, sendo L o comprimento do maior vão em metros;
- e) Aderência: avaliar a aderência dos revestimentos acabados por ensaios de percussão, realizados através de impactos leves, não contundentes, com martelo de madeira ou outro instrumento rijo. A avaliação deverá ser feita em 1 m^2 a cada 100 m^2 para paredes. Os revestimentos que apresentarem som cavo nesta inspeção, por amostragem, devem ser integralmente percutidos para se estimar a área total com falha de aderência, a ser reparada.

As áreas de revestimento que apresentarem aspecto insatisfatório deverão ser reexecutadas ou reparadas. A reexecução ou reparo devem ser feitos após a identificação das causas prováveis da(s) patologia(s) observada(s). Todo revestimento reexecutado ou reparado deve ser novamente submetido à inspeção.

5 MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS UTILIZADAS NA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EM FACHADAS

5.1 PROJEÇÃO DE ARGAMASSA

Segundo Giribola (2013) o serviço de revestimento de fachadas com argamassa cimentícia tem se tornado uma tarefa cada vez mais especializada. Nos últimos anos, aumentou a gama de argamassas industrializadas disponíveis no mercado, cada uma atendendo a necessidades diferentes, e a tendência são de que a especialização siga crescendo. A projeção de argamassa também vem ganhando força e, junto com ela, argamassa especiais para projeção com bomba vêm se desenvolvendo.

Para Cichinelli (2010) as argamassas projetadas têm como principais características maior produtividade, uniformidade e garantia de bom desempenho. Seja por canequinhas ou por bombas, o uso correto desses métodos de projeção traz vantagens técnicas e operacionais para construtoras que pretendem melhorar o desempenho das suas edificações, minimizar interferências humanas e agilizar a etapa de execução de revestimentos.

Pileggi (2010, apud Cichinelli, 2010): A projeção permite melhor compactação da argamassa sobre a superfície por lançar o material em grânulos pequenos, os quais se acomodam melhor diminuindo tanto a quantidade de defeitos na interface entre a argamassa e a superfície quanto o volume do material aplicado, minimizando também o ar aprisionado na mistura.

Outro ponto alto da projeção é a garantia de constância da energia de lançamento obtido pelo uso de equipamentos, dificilmente alcançada manualmente. “Essas características combinadas resultam em uma resistência de aderência maior e mais uniforme à argamassa de projeção, cuja espessura é similar às das aplicadas pelo método convencional.” (CICHINELLI, 2010).

O bom desempenho do sistema depende de um conjunto de práticas adotadas dentro e fora do canteiro, a começar pela previsão do uso dos projetores ainda na fase de projeto.

Campora (2010, apud Cichinelli, 2010): A situação ideal seria que o construtor contasse com um projeto de revestimento que nascesse juntamente com o de estrutura, de arquitetura, de alvenaria etc. Desse

modo seria possível prever mudanças e adequações que facilitassem essa etapa construtiva e proporcionasse ganhos ainda maiores de produção, qualidade e desempenho.

Segundo Medeiros (2012) a depender da obra e da situação, o sistema de aplicação de argamassa de revestimento com bomba de projeção pode melhorar a produtividade do serviço em até 70%. Outros benefícios que podem ser obtidos com a tecnologia são a uniformidade e o desempenho do revestimento além de redução do desperdício. Em revestimentos externos, por exemplo, os custos devem ser avaliados levando em conta o desenho da fachada. Quanto mais complicado e detalhado for o projeto arquitetônico do revestimento, maior será o tempo gasto para realizar as etapas seguintes à da projeção interferindo no ganho de produtividade para a execução de todo o conjunto.

Para maximizar o potencial da solução Cichinelli (2010) destaca que é importante que a construtora repense seus processos construtivos. O que pode implicar, em alguns casos, custos adicionais como, por exemplo, na adoção de balancins elétricos. Esses custos adicionais são compensados no custo global pelo uso do sistema, que proporciona redução nos valores do metro quadrado acabado.

Em artigo na Revista Técnica de maio de 2010, Ivo Carlos Ferreira, diretor da FMM Construtora, afirma que vem utilizando a projeção por bomba desde 2001 e o resultado final tem sido muito bom, tanto nos revestimentos externos como nos internos. “Além de atingir o objetivo inicial, o uso da argamassa industrializada vem permitindo uma economia na ordem de 30% na etapa de execução do emboço nas obras da construtora. A produtividade alcançada durante essa fase pôde ser comprovada em números.”

Por dificuldade de fornecimento da argamassa industrializada, em alguns estados como Tocantins, por exemplo, uma construtora local ainda lança mão do sistema de aplicação manual. Com esse método, a execução do revestimento de um prédio com área de emboço em sua fachada equivalente 1,2 mil m², realizada por uma equipe local formado por quatro pedreiros e quatro serventes, dispensa aproximadamente 1.140 horas de trabalho, uma média de 0,95 Hh/ m².

“Em Santa Catarina, Paraná e São Paulo, localizações onde operamos com a projeção por bomba, conseguimos uma produtividade de 0,23 Hh/ m² trabalhando apenas com cinco pedreiros.” (Ferreira, I. C. In: *Téchne* 2010).

Garantir o perfeito funcionamento dos equipamentos em obra também é crucial para o bom desempenho do sistema. O projetor por bombeamento exige manutenção adequada, mas os problemas com entupimento podem ser facilmente evitados utilizando-se argamassas corretamente formuladas para esse fim e desde que os proprietários mantenham e respeitem os detalhes de uso da máquina. O comprimento da mangueira de projeção não deve ultrapassar, na horizontal, 25 m e, na vertical, 60 m, não podendo, de forma alguma, ser dobrada. (Cichinelli, 2010).

O gerente de projetos da BLW Construtora e Incorporadora, de Belo Horizonte, afirma, em reportagem da Revista *Téchne* de maio de 2014, que já incorporou o sistema de projeção de argamassa em suas obras. O perfil dos empreendimentos que constrói ajudou na adoção deste sistema, já que os prédios não costumam ter mais que oito andares, o que permite a locação de andaimes fixos, que facilitam a locomoção dos operários durante a execução do emboço.

Para ganhar mais tempo, optamos pela montagem dos andaimes ao redor de todo o prédio. Assim, enquanto uma equipe fazia as mestras em uma face do edifício, outra já estava projetando e adiantando o processo. (Cioletti, R. IN: *Téchne*, 2014).

5.2 BALANCIM ELÉTRICO

Para Thomaz (2001) novas versões de plataformas hidráulicas e novas versões de plataformas motorizadas (balancins elétricos) têm surgido no mercado, ampliando a segurança de operação e agilizando o transporte de trabalhadores.

Giribola (2013), no entanto, constata que a procura por balancins elétricos no Brasil ainda é fraca devido ao custo e às quebras causadas por mau uso.

Poucos fornecedores trabalham com este tipo de equipamento, o que faz com que os preços sejam altos e a demanda baixa. Outro problema é o índice de falhas durante o uso em obra. Fornecedores e construtoras relatam que o equipamento é delicado e quebra com frequência quando

submetidos a operações bruscas ou a erros de operação. (GIRIBOLA, 2013)

No mercado de Palmas encontramos apenas um fornecedor de balancins elétricos e mecânicos para locação. O balancim elétrico é alugado por R\$ 2.500,00 reais por mês. Na figura 1 é possível verificar a sua utilização.



Figura 1: Balancim Elétrico.

A obra onde o balancim estava sendo utilizado é um edifício de 12 pavimentos. O responsável técnico informou que é um bom equipamento, porém apresenta muitas quebras, ficando parado aguardando manutenção, porque frequentemente depende de peças vindas de fora de Palmas.

Na visita à obra, o balancim elétrico estava parado e eles estavam preparando um balancim à cremalheira para continuar o revestimento. Outra limitação do equipamento refere-se a detalhes arquitetônicos da fachada. Na obra

em questão utilizaram aberturas da alvenaria para que fosse possível acessar áreas que não eram acessíveis com o balancim.

Devido à instabilidade própria do equipamento, o responsável técnico não aconselha seu uso para obras de porte menor, até cinco andares, nas quais prefere usar o andaime fachadeiro.

A mudança da Norma Regulamentadora nº 35 (NR 35), publicada em março de 2012, transfere para as construtoras a responsabilidade pelo treinamento dos operários nos trabalhos em altura.

De acordo com a nova norma, para que o colaborador seja considerado capaz de operar o equipamento, ele deve ter sido submetido e aprovado em treinamento teórico e prático para trabalho em altura, com carga horária mínima de oito horas. Esse treinamento deve ser renovado em período bienal e também quando houver mudança nos procedimentos ou retorno de afastamento do trabalho por período superior a 90 dias.

5.3 DESEMPENADEIRA ELÉTRICA

Desenvolvida com a finalidade de: desempenar, alisar, queimar, vitrificar, limpar, raspar, etc. a desempenadeira elétrica tem se destacado como uma ferramenta imprescindível no atual momento da construção civil.

Geralmente o equipamento vem com uma esponja de desempenho de 350 mm (grossa,) um disco Suporte e disco de desempenho perfurado. O uso dos diferentes acessórios permite a utilização da desempenadeira sobre os mais diferentes materiais: massa corrida, gesso, nata de cimento, reboco, argamassas industrializadas, massas decorativas, contra piso entre outros.

Existem dois tipos de desempenadeira elétrica. Uma é composta de duas unidades interligadas por um cabo flexível sendo: unidade motora com variador eletrônico de velocidade e reservatório de água onde o reservatório fica nas costas do operador como mostra a figura 2.



Figura 2: Desempenadeira Elétrica. Fonte: <http://www.betomaq.com.br/desempenadeira-manual-eletrica-rokamat/>

Leve e fácil de operar, esta máquina desenvolve o máximo de produtividade com o mínimo de esforço conseguindo produzir até 80m²/hora (dependendo do tipo de material).

A outra é composta com um quadro elétrico com reservatório de água colocada no chão como mostra figura 3.



Figura 3: Desempenadeira Elétrica. Fonte: <http://bunker-brasil.blogspot.com.br/2011/10/blog-post.html>

Em Palmas, ainda não há no mercado para alugar o equipamento. Se for utilizar o equipamento na obra vai precisar adquirir fora da cidade e custa em torno de R\$ 7.000,00 à R\$ 8.000,00.

Não foi possível verificar o desempenho deste equipamento durante a pesquisa em razão de não ter sido localizada nenhuma empresa em Palmas que o estivesse utilizando.

5.4 ANDAIME FACHADEIRO

O andaime é definido na NBR 6494/1990 como sendo uma plataforma necessária à execução de trabalhos em lugares elevados, onde não possam ser executados em condições de segurança a partir do piso. São utilizados em serviços de construção, reforma, demolição, pintura, limpeza e manutenção.

Para andaimes simplesmente apoiados, a NBR 6494/1990 determina que a estrutura deve ser convenientemente contraventada e ancorada ou estaiada, obtendo-se a ausência total de oscilações. A frequência dessas amarrações para os andaimes de fachada deve ser de no mínimo uma para cada 36,00 m², distando entre si no máximo 6,00 m em ambas as direções.

Todo o andaime deve prever acesso adequado para o pessoal em todos os níveis, sem comprometer a livre circulação das pessoas, os acessos verticais devem ser em escada, podendo ser do tipo marinheiro, incorporada ao sistema de andaime ou através de torre de acesso própria.

A norma NR-18 exige que o dimensionamento dos andaimes, sua estrutura de sustentação e fixação, deva ser realizado por profissional legalmente habilitado. Acidentes com andaimes geralmente ocorrem quando a estrutura de sustentação e o local de fixação não suportam as cargas para o qual o equipamento está dimensionado. Toda montagem deve ser precedida de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado que vai especificar a maneira mais segura de montar o equipamento.

Segundo a NR-18, os montadores de andaimes devem ser qualificados e receber treinamentos específicos para trabalho em altura, NR35. Obrigatório também o uso de cinto de segurança tipo paraquedista com duplo talabarte que possua ganchos de abertura mínima de 50 mm e dupla trava de

segurança, bem como as ferramentas utilizadas devem ser exclusivamente manuais e com amarração que impeça sua queda acidental. Os operadores devem portar crachá de identificação e qualificação, no qual conste a data de seu último exame médico ocupacional e treinamento.

Os andaimes fachadeiros precisam dispor de proteção com tela de arame galvanizado ou material de resistência e durabilidade equivalentes desde a primeira plataforma até pelo menos 2 m acima da última. Recomenda-se ainda que as telas sejam ancoradas nas estruturas do edifício para que a incidência de ventos não comprometa a estabilidade do andaime.

Em Palmas existem diversos fornecedores de andaimes e os preços variam de R\$ 10,00 a R\$ 12,00 reais/m².



Figura 4: Andaime fachadeiro.

6 METODOLOGIA

A pesquisa realizada é do tipo aplicada, sendo a abordagem do tipo qualitativa onde abordou-se os aspectos relacionados a execução e controle tecnológico de revestimento argamassado em fachadas de edifícios residenciais.

6.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Trata-se de uma pesquisa descritiva sendo realizado em estudo de caso.

6.2 LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

O estudo foi realizado em duas obras do Programa Minha Casa Minha Vida, no município de Palmas. Tratam-se de empreendimentos verticalizados e com mais de 250 apartamentos.

6.3 OBJETO DO ESTUDO

Verificar os aspectos do processo de execuções de revestimento argamassado em fachada executado com projetor de argamassa, sob os aspectos de processo executivo e controle tecnológico.

6.4 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada a partir de entrevista não estruturada com os engenheiros e encarregados das duas obras.

Foi realizada vistoria no serviço em conformidade com as normas técnicas que versam sobre o assunto NBR 7200/ 1998 e NBR 13749/ 1996.

O acompanhamento da execução de revestimento com utilização do projetor de argamassa, sendo verificado todo o seu ciclo operacional, bem como a utilização de outros equipamentos e ferramentas.

6.5 SISTEMATIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Foi utilizado um quadro comparativo evidenciando a realidade das duas obras no que tange o interesse deste estudo.

7 O ESTUDO DE CASO

7.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 1

A obra 1 é localizada na Vila União em Palmas/TO, executada pela Construtora A. A obra é constituída por 12 blocos de 04 andares com 04 apartamentos por andar, totalizando 192 apartamentos. O sistema construtivo utilizado é em alvenaria estrutural. O empreendimento conta com financiamento pela Caixa Econômica Federal dentro do Programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal. Os blocos não possuem elevador.

A obra 1 foi escolhida por utilizar o projetor de argamassa na execução do revestimento externo. Esta tecnologia não estava prevista no planejamento obra, que começou com o revestimento sendo executado no método tradicional. Após alguns testes a construtora resolveu experimentar o jateamento nesta obra especificamente. A princípio o processo foi terceirizado para a equipe formada pelo dono da máquina de projeção e os pedreiros treinados por ele. No decorrer da obra todos foram contratados.

Terminado o revestimento de todos os blocos a equipe foi transferida para outra obra da construtora, desta vez um conjunto habitacional de casas populares. O acabamento final será feito com pintura e executado por outra equipe.

7.2 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA 2

A obra 2 é localizada na Vila Aurenny em Palmas/TO, executada pela Construtora B. A obra é constituída por 14 blocos de 04 andares com 04 apartamentos por andar, totalizando 224 apartamentos. O sistema construtivo utilizado é em alvenaria estrutural. No estágio inicial a obra contava com 170 funcionários. No estágio final, após a conclusão do revestimento, contava com 90 funcionários.

Esta obra foi escolhida por ter características muito semelhantes à Obra 1. Utiliza o mesmo sistema construtivo, em alvenaria estrutural, é composta de blocos de quatro andares sem elevador, é voltada para o mesmo público alvo e o utiliza o mesmo tipo de financiamento, com verbas do Programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal. Como na obra 1, o acabamento final é feito com pintura.

7.3 ASPECTOS TÉCNICAS OBSERVADOS

7.3.1 OBRA 1

A obra 1 utiliza o sistema de projeção mecanizada de argamassa. O equipamento utilizado é uma bomba da marca ANVI JET, modelo ANVI – 510. Misturador de argamassa intermitente de eixo horizontal com reservatório para 510 kg de argamassa e com capacidade de projeção a até 40 m de altura, como mostra a figura 5. A equipe de projeção é formada por 06 pedreiros e 4 ajudantes. A argamassa utilizada é fabricada por empresa local, e foi desenvolvida em conjunto com a equipe de projeção. É composta por cimento, pó de brita e aditivo incorporador de ar. Inicialmente foi utilizada a argamassa de outro fabricante, que segundo o operador da bomba é melhor para projetar, mas tem rendimento de 37kg/m² ao passo que com a Durax o rendimento é de 25kg/m².



Figura 5: Projetor de argamassa

O processo começa com a montagem dos andaimes fachadeiros. Quatro ajudantes fazem a montagem dos andaimes de uma fachada em meio expediente. O processo todo, desmontagem, remoção e montagem dos andaimes em outra fachada consome um dia de trabalho para os quatro ajudantes.

No andaime trabalham o líder da equipe que é responsável pela projeção da argamassa. Um pedreiro trabalha junto com ele fazendo o sarrafeamento logo após a projeção, enquanto outros quatro pedreiros em seguida fazem a regularização e o acabamento. O restante da equipe fica no solo preparando a argamassa, abastecendo o reservatório e manuseando a bomba.

No processo do revestimento, é necessário posicionar a máquina de projeção, o reservatório de água e os sacos de argamassa que serão utilizados naquela etapa. Os sacos são de 20 kg para facilitar o manuseio. Para a execução da tarefa dois ajudantes ficam encarregados de operar a bomba, mantendo o nível do reservatório de água, abastecendo o misturador da bomba de projeção com o cimento e controlando a dosagem da água.

O custo do revestimento (m²), informado pela construtora para fins de financiamento do programa Minha Casa Minha Vida:

- Chapisco com cimento e areia média traço 1:3: R\$ 5,61 reais
 - Reboco/emboço para parede interna/externa: R\$ 14,27 reais
- Total: R\$ 19,88 reais

O custo efetivo praticado no canteiro de obras foi de R\$ 11,00 reais/m² para a mão de obra mais o custo da argamassa, calculado em R\$ 7,50 reais/m² segundo informações do fornecedor, totalizando R\$ 18,50 reais/m².

A aplicação da argamassa é muito rápida, comparada com o sistema manual. Parte da argamassa que cai nos andaimes após o sarrafeamento é reaproveitada na regularização. Após a aplicação verificou-se pouco desperdício de argamassa.

Em alguns blocos foi feito o chapisco, mas na maior parte das vezes a argamassa era projetada diretamente nos blocos cerâmicos, em desacordo com as normas técnicas. Outra grave inobservância das normas é que a projeção era feita sem mestras e taliscamento, o que pode ocasionar patologias futuras, além de não proporcionar o acabamento desejado.

Os andaimes não tinham tela de proteção e as ferramentas utilizadas, apesar de leves, não tinham amarração anti-queda. Todos os empregados usavam cinto de segurança.

No decorrer da pesquisa, foi constatado que havia ociosidade da equipe de projeção principalmente em decorrência da necessidade de reposicionamento do projetor e dos andaimes. No período de maior atividade no processo de revestimento, houve problemas com o fornecimento de argamassa por parte do fabricante.



Figura 6: Bomba de projeção.



Figura 7: Equipe de projeção.

7.3.2 OBRA 2

A obra 2 adota o sistema de revestimento convencional, porém utilizando argamassa pronta entregue na obra, fornecida por uma concreteira. A argamassa é composta por cimento Portland CP II, areia fina, aditivo retardador de

pega e incorporador de ar. Esta argamassa possui a característica de poder ser utilizada até 24h após a entrega na obra.

O sistema de taliscamento é utilizado para proporcionar uma espessura uniforme de 2 cm. Entretanto observamos espessuras acima desta dimensão. A quantidade de argamassa desperdiçada era maior que na obra 1, conforme a figura 8.



Figura 8: Revestimento pelo método tradicional.

Apesar das recomendações da norma técnica quanto ao armazenamento da argamassa, os recipientes não eram cobertos, o que pode acarretar em perda da água de amassamento e causar futuras patologias como observam – se na figura 9.



Figura 9: Argamassa industrializada.

Outra não observância das normas foi a aplicação da argamassa diretamente sobre os blocos cerâmicos na maioria das fachadas, sem a aplicação prévia do chapisco.

Contrariando a NR 18, que prevê o uso de ferramentas exclusivamente manuais, utilizava-se um carrinho de mão para armazenar a argamassa. As ferramentas leves não tinham amarração anti-queda. Foram observados alguns empregados nos andaimes sem cinto de segurança. Os andaimes eram apenas parcialmente revestidos por tela.

O custo do revestimento (m^2), informado pela construtora para fins de financiamento do programa Minha Casa Minha Vida:

- Chapisco com cimento e areia média traço 1:3: R\$ 3,07 reais
 - Reboco/emboço para parede interna/externa: R\$ 13,31 reais
- Total: R\$ 16,38 reais

O custo efetivo praticado no canteiro de obras foi de R\$ 9,00 reais/ m^2 para a mão de obra mais o custo da argamassa, calculado em R\$ 4,50 reais/ m^2 segundo informações do fornecedor, totalizando R\$ 13,50 reais/ m^2 .

8 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Aspectos verificados por serviço executado	OBRA 1	OBRA 2	Observação
Chapisco*			
Recobrimento da base	2	2	1-Adequado sem visualização da base 2-Inadequado
Controle sobre o prazo de execução da vedação	2	2	1-Existe mapeamento da execução dos serviços 2-Não existe
Tipo de chapisco realizado	1	1	1-convencional 2-Rolado 3-Projetado
Planeza da base	1	1	1- Satisfatório 2-Insatisfatório
Desperdício de material	Não	Não	Quantidade de argamassa no perímetro da obra
Emboço de camada única			
Controle sobre o prazo de execução do chapisco	2	2	1-Existe mapeamento da execução dos serviços 2-Não existe
Forma de execução	1	2	1-Projetado 2-Convencional
Desperdício de material	Baixo	Alto	Quantidade de argamassa no perímetro da obra
Taliscamento	2	1	1-Existe 2-Não existe
Mestras	2	1	1-Existe 2-Não existe
Planeza do revestimento	2	2	1-Adequado 2-Inadequado
Espessura média da camada	2	2	1 ≤ 25mm 2 ≥ 25mm

*Nas fachadas onde foi executado

Tabela 2: Quadro comparativo Obra 1 x Obra 2

Ambas construtoras não executaram a preparação da base conforme estabelecido pela norma técnica. Na maioria das fachadas o chapisco não foi feito, e naquelas onde foi aplicado, o resultado não foi satisfatório.

O emboço de camada única na obra 1 era executado sem taliscas nem mestras. Desta maneira o revestimento na espessura correta torna-se totalmente dependente da sensibilidade do operador da máquina de projeção. O tempo necessário para fazer as mestras poderia ser compensado com o menor tempo para o lançamento da argamassa.

O sistema em si, mostrou-se eficiente no que se refere ao aproveitamento de argamassa, uma vez que, após a execução da fachada, restava pouco material.

O acabamento superficial ficou bastante irregular, como se observa na figura 10.

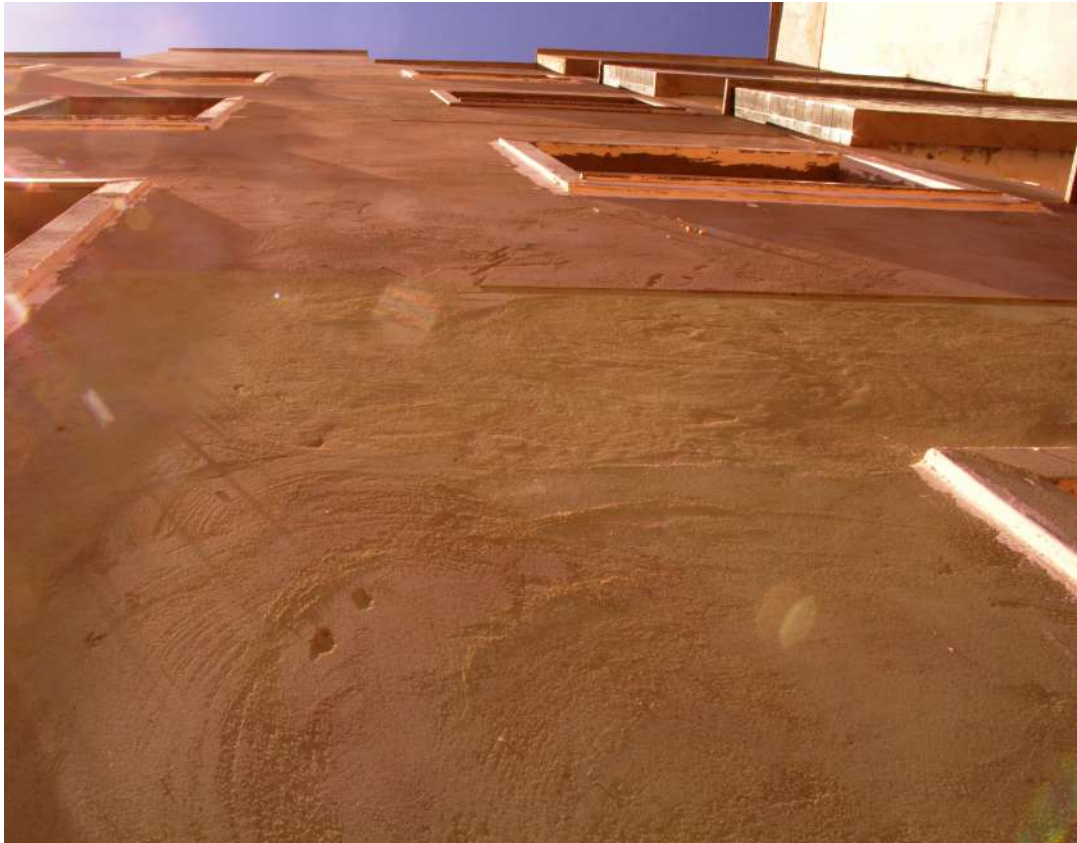


Figura 10: Acabamento superficial irregular

Na figura 11, a sombra projetada mostra a irregularidade da planeza do revestimento.



Figura 11: Sombra mostrando a irregularidade da planeza

Na obra 2, existia o cuidado com o taliscamento e com as mestras, mas ainda assim a espessura do revestimento ultrapassava os 25mm. Também foi verificado que o desperdício de argamassa foi bem maior que o observado na obra 1. A verificação da planeza foi feita por amostragem e se mostrou insatisfatória, como se observa na figura 12.



Figura 12: Verificação da planeza

A possibilidade de antecipação do cronograma foi o fator decisivo que levou a construtora 1 a adotar o sistema de projeção, o que possibilitaria uma antecipação de recebíveis uma vez que nos os critérios de medição levam em conta

a quantidade de serviço executado. Neste contexto, os detalhes da fachada que levam mais tempo para ser executados, são insignificantes para o revestimento.

A utilização de argamassa projetada não estava incluída no projeto original do empreendimento estudado, mas segundo o engenheiro responsável, o resultado foi tão satisfatório que eles pretendem utilizar este sistema também para o revestimento das paredes internas em outros empreendimentos.

A obra 2 chegou a utilizar o sistema de argamassa projetada no início da obra, segundo informou o responsável técnico, mas desistiu em função da qualidade final que não ficou satisfatória devido à má qualificação da equipe. Atualmente em Palmas não existe nenhuma espécie de curso ou treinamento para utilização desta tecnologia. A equipe da obra 1 estava sendo treinada pelo operador da máquina, que aprendeu a execução da projeção em obras na região sudeste, onde o uso de argamassa projetada é mais frequente.

A utilização da argamassa industrializada, sem o sistema de projeção, tem as vantagens de poder ser utilizada em qualquer tipo de fachada e não exigir mão de obra especialmente qualificada.

A utilização de balancins elétricos, para obras do porte das estudadas aqui, deve ser avaliada com bastante cuidado em função dos aspectos verificados ao longo da pesquisa. Quais sejam: baixa oferta do equipamento no mercado local, alto custo em relação ao andaime convencional, fragilidade do equipamento e dificuldades com a manutenção, necessidade de treinamento conforme a norma NR 35, instabilidade do equipamento.

Some-se a estes fatores, a peculiaridade do regime de ventos nesta capital, que na época da seca, justamente a melhor para o trabalho de revestimento externo, é caracterizada por ventos de rajada no período da manhã, o que pode afetar ainda mais a estabilidade do andaime.

9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As utilizações das inovações tecnológicas estudadas aqui podem proporcionar o aumento de produtividade. Porém para que estas vantagens competitivas tragam mais resultados é recomendável que façam parte do planejamento da obra desde seu início conforme recomendado por Campora e Cichinelli (2010).

Outro fator importante que deve ser incluído no planejamento é a qualificação da mão de obra, no caso específico da utilização do sistema de projeção de argamassa. No caso da Obra 2, por exemplo, este foi o motivo da desistência em utilizar este sistema.

Uma característica do sistema de projeção, que também precisa ser levada em conta no planejamento, é que ele é mais eficiente em projetos com menos detalhes arquitetônicos. Projetos com mais detalhes arquitetônicos podem não ter uma redução no tempo de execução tão significativa, o que também não quer dizer que seu uso não deva ser considerado.

No aspecto da segurança no trabalho em altura, as duas construtoras apresentaram falhas de procedimentos que aumentam a possibilidade de acidentes, além de ficarem vulneráveis a multas por fiscalização trabalhista.

A obra 1, ao introduzir a industrialização de um processo, antes executado de forma artesanal, busca aumento de produtividade, qualidade, desempenho e redução de custos. Porém ao executar o processo sem a devida observância das normas técnicas pertinentes, arrisca-se a não obter as vantagens almejadas. Sem as referências das guias mestras é pouco provável que painéis de grandes dimensões tenham a regularidade planeza corretas. Do mesmo modo, o descuido com a preparação da base pode ocasionar futuras patologias nas fachadas.

Para aumentar a produtividade do sistema de projeção de argamassa, pode ser considerada a possibilidade de utilizar a técnica adotada pela construtora BLW, montando os andaimes ao redor de todo o prédio, possibilitando que uma equipe faça as mestras em uma face, conforme preceitua a norma técnica, enquanto outra equipe faz a projeção e regularização em outra face.

Conclui-se que nesta pesquisa o uso da máquina de projeção tem prós e contras no mercado de Palmas. O sistema de projeção de argamassa pode apresentar um ganho de produtividade sobre o sistema convencional.

Como a racionalização de processo é uma tendência irreversível da indústria da construção civil, a utilização de máquinas e equipamentos na execução de serviços também o são. Assim sendo espera-se que a utilização destas tecnologias seja refletida na melhoria da qualidade dos serviços executados.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções, volume 1.** 9ª ed. rev. e ampl. por José Simão Neto, Walter Costa Filho. São Paulo: Editora Bluncher, 2009.

CICHINELLI, Gisele C. Acabamento projetado. **Téchne.** Ed. 158, maio 2010.

_____. Argamassa de revestimento. **Equipe de obra.** Ed. 45, dez. 2011.

COSTA, Fernanda Nepomuceno. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa – problemas e oportunidades de melhoria.** Dissertação (Mestrado em engenharia civil). Escola de engenharia. Programa de pós-graduação em engenharia civil. Porto Alegre, 2005. Disponível em <http://hdl.handle.net/10183/10183> Acesso em 20 jun. 2014.

CORRÊA, Anderson. **Comparação de execução de revestimentos argamassados utilizando máquina de projeção e o método convencional.** Chapecó: 2010.

Disponível em

<<http://www5.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/000062/00006237.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

CRISTINA D. P. Construção e negócios. **Argamassa industrializada.** Disponível em

<<http://www.revistaconstrucaoenegocios.com.br/materias.php?FhldMateria=1270>>.

Acesso em: 12 fev. 2014.

CRUZ, Luisa C. B. **Projeto e execução de revestimento externo de fachada em Argamassa.** Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GIRIBOLA, Maryana. Argamassa industrializada para fachada. **Tecnologia & Matérias.** Ed. 237, dez. 2013.

_____. Produtividade na fachada. **Construção e mercado.** Ed. 139, fev. 2013.

_____. Balancim elétrico. **Construção e Mercado.** Ed. 143, jun. 2013,

MEDEIROS, Heloisa. Argamassa projetada. **Equipe de obra.** Ed. 48, junho 2012.

NBR 5494/1990 – **Andaime fachadeiro**

NBR 5732/1991 - **Cimento portland comum;**

NBR 7200/1998 - **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**

NBR 13529/1995 - **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas;**

NBR 13749/1996 – **Revestimento de teto e paredes de argamassas inorgânicas – Especificação;**

NR 18/1978 – **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção;**

NR 35/2012 – **Trabalho em altura;**

OLIVEIRA, Flávio A. **Argamassa industrializada: vantagens e desvantagens**. São Paulo: 2006. Disponível em <<http://engenharia.anhembibr/tcc-06/civil-16.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2014.

SALGADO, Julio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 2ª ed. Rev. São Paulo: Érica, 2009.

SILVA, Rodrigo de Faria. **Mestre de obras**. São Paulo: SENAI-SP editora, 2013.

SOUZA, Virley Lemos. **Princípios de Gestão na Execução de Empreendimentos Residenciais: Estudo de caso Palmas - TO** 2012. 164 f. Tese (Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília.

TÉCHNE: a revista do engenheiro civil. São Paulo: Ed. PINI, nº 158, mai. 2010.

_____. São Paulo: Ed. PINI, nº 206, 22 mai. 2014.

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de edificar**. 4ª ed. São Paulo: Pini: SindusCon-SP, 2002.