

## Monografia

**PRODUTIVIDADE EM OBRAS:** um estudo do processo executivo de argamassa projetada em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Autor(a): Pedro Henrique Paes Leme  
Orientador(a): Prof. Antonio Neves de Carvalho Junior

Belo Horizonte  
Dezembro/2014

Pedro Henrique Paes Leme

**PRODUTIVIDADE EM OBRAS:** um estudo do processo executivo de argamassa projetada em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.  
Enfase: Tecnologia e produtividade das construções

Orientador(a): Prof. Antonio Neves de Carvalho Junior

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG

2014

Dedico esse trabalho em especial aos meus pais Moacir Paes Leme Filho e Ana Márcia de Almeida Paes Leme, também as minha irmãs (Nina e Marcelo) e Flávia, e a minha namorada e amiga de todas as horas Taís. A todos meus amigos que tive o prazer de conhecer ao longo dessa jornada, e ao meu orientador Professor Antonio Neves de Carvalho Junior pela sua amizade e profissionalismo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, em especial ao meu pai Moacir e minha mãe Ana Márcia.

A todos aqueles que ao cruzarem meu caminho, e de alguma maneira despertaram ânimo e coragem para prosseguir em uma luta que tem sido longínqua, mas prazerosa.

Aqueles que jamais deixaram de acreditar, que me estimularam que me incentivaram e não me deixaram desistir.

Aos amigos que fiz ao longo dessa jornada.

A todos os profissionais do Departamento de Engenharia da UFMG, sempre tão dispostos a ajudar.

Ao meu orientador Antonio Neves de Carvalho Junior, pelo exemplo que se tornou para mim.

Agradeço.

## **RESUMO**

O presente estudo abordou a tecnologia da argamassa projetada para execução dos revestimentos. Buscou-se responder: Quais as vantagens técnicas e operacionais decorrentes do emprego da argamassa projetada? O objetivo do estudo foi demonstrar as etapas da projeção de argamassa com base em uma obra de construção de unidades habitacionais tida como estudo de caso. A metodologia utilizada se deu em duas fases: a primeira foi a realização da revisão teórica e a segunda fase consistiu na realização de um estudo de caso em uma obra localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais onde foram pesquisadas soluções relacionadas à argamassa projetada. Pode-se verificar no estudo de caso que o uso da tecnologia da argamassa projetada de fato agregou uma melhor logística na utilização do material (reduzindo o desperdício), na produtividade (relação  $m^2/Hh$  - metro quadrado/ homem x hora) e uniformidade e qualidade do serviço. Concluiu-se que, a melhoria no desempenho do revestimento nas paredes com uso da argamassa projetada só é possível quando se trabalha a racionalização dos outros subsistemas da obra.

**Palavras-chave:** Argamassa. Projetada. Revestimento.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
<b>1INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1Contextualização.....	
1	
1.2 Problematização .....	2
<b>2Objetivos .....</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo geral .....	3
2.1.1 Objetivos específicos .....	3
<b>3Justificativa.....</b>	<b>4</b>
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>5</b>
4.1 Conceitos Básicos sobre Revestimentos e Argamassas.....	5
4.2 Argamassa Projetada.....	8
4.3 Argamassa projetada e produtividade da obra.....	9
<b>5 METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
<b>6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
6.1 Estudo de caso: a obra observada .....	12
6.2 Características do Serviço .....	13
6.3. Etapas de execução.....	19
6.3.1 Limpeza da base .....	20
6.3.2 Projeção do chapisco.....	21
6.3.3 Fixação das taliscas.....	22
6.3.4 Aplicação da argamassa de emboço.....	22
6.3.5 Sarrafeamento.....	24
6.3.6 Acabamento .....	25
6.3.7 Custos e resultados do serviço com a argamassa projetada .....	26
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fachada da obra – simulação .....	12
Figura 2 – Caminhão betoneira despejando a argamassa na bomba.....	15
Figura 3: Fluxo da argamassa tradicional X fluxo da argamassa projetada .....	16
Figura 4: Bomba.....	17
Figura 5: Treinamento de argamassa projetada realizado no canteiro de obras .....	19
Figura 6: Fase da limpeza grossa da base .....	20
Figura 7: Chapisco projetado .....	21
Figura 8: Posição de parte das taliscas .....	22
Figura 9: Execução as mestras (talista a talisca).....	23
Figura 10: Projeção horizontal da argamassa.....	23
Figura 11: Sarrafeamento executado com régua de alumínio .....	24
Figura 12: Execução do acabamento.....	25

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Tipos de argamassa X Função .....	6; 7
Tabela 2 - Aplicação convencional x aplicação por projeção .....	13
Tabela 3 – Custo dos Sistemas para revestimento .....	26

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização

O presente estudo descreve a temática da tecnologia empregada no processo construtivo, especificamente, a argamassa projetada para execução dos revestimentos. A escolha do tema partiu do pressuposto do uso de equipamentos de projeção de argamassa tem sido visto por especialistas da Construção, como uma das soluções para acelerar o ritmo das obras e acelerar o processo de revestimento, diminuindo a interferência humana e mantendo sua qualidade. A argamassa projetada se mostra como uma inovação tecnológica na construção civil que exige qualificação da mão de obra traz uma significativa redução de custos e no alcance da qualidade no processo construtivo.

Considerando a problemática da falta de mão de obra qualificada, de um lado, e a expansão do mercado imobiliário, de outro, tem-se as diversas tecnologias que vão se desdobrando no mercado da Construção. Dentre elas está o uso da argamassa projetada, que tem sido utilizado para melhoria da produtividade e melhorar a qualidade dos serviços que façam uso de argamassa. Especificamente, no centro da discussão proposta neste projeto, está o acabamento, em que a tradicional colher de pedreiro, usada para aplicar chapisco e reboco nas paredes, está sendo substituída em grandes canteiros de obras por equipamentos para projetar a argamassa.

Apresenta-se assim, o tema desse estudo acadêmico, o emprego da argamassa projetada como componente construtivo que tem apresentado resultados positivos significativos. Azeredo (2007) afirma, enquanto um profissional aplica o revestimento manualmente em uma superfície de 14m<sup>2</sup> por dia, o sistema racionalizado permite que ele revista uma área de 29m<sup>2</sup> no mesmo período.

Diante do crescimento do mercado imobiliário, as construtoras aumentaram suas escalas e a quantidade de empreendimentos em execução e ampliaram as áreas

de abrangência. O sistema de argamassa projetada industrializada vem contribuir com a produtividade e melhorar a qualidade e, conseqüentemente, a competitividade. Outra vantagem que não pode ser esquecida é a redução de custos de mão de obra.

Tozzi *et al.* (2009) esclarecem que, para uma perfeita execução, a argamassa no método de projeção em construções deve se primar pela dosagem em conformidade com o tipo de equipamento a ser utilizado, bem como as condições de uso e de exposição. Nota-se certa dificuldade em se garantir a qualidade da aplicação, sendo um desafio proceder com a realização de manutenções contínuas nos equipamentos de projeção, como a bomba e mangueira, com o intuito de evitar entupimentos e assegurar a facilidade da execução.

## **1.2 Problematização**

A utilização de equipamentos adequados para projeção da argamassa industrializada e as orientações para seguir corretamente as etapas do lançamento da mesma é imprescindível para fazer da argamassa projetada, uma solução construtiva racionalizada na Construção para acelerar o processo de revestimento da obra.

Ante as observações do parágrafo anterior, considera-se a seguinte questão a ser respondida pelo estudo: Quais as vantagens técnicas e operacionais decorrentes do emprego da argamassa projetada construção?

## **2. OBJETIVO**

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estudo foi demonstrar as etapas da projeção de argamassa com base em um estudo de caso de uma obra de construção de unidade habitacional.

#### 2.1.1 Objetivos específicos

Especificamente, os objetivos foram subdivididos em:

- expor os principais conceitos da argamassa para revestimentos;
- estudar os aspectos relacionados ao lançamento do material e a interface entre a argamassa e a superfície;
- elucidar os benefícios do emprego da projeção de argamassa seja em revestimentos internos e de fachadas; e
- com base no estudo de caso descrever o conjunto de práticas adotadas dentro e fora do canteiro, contando, inclusive com um projeto de revestimento.

### **3 Justificativa**

O estudo aqui proposto se justifica diante da possibilidade de que o projeto de revestimento, ao descrever os pontos críticos da projeção de argamassa, possa prever mudanças e adequações que facilitassem essa etapa construtiva e proporcione ganhos ainda maiores de produção, qualidade e desempenho o revestimento argamassado.

Busca-se demonstrar a produtividade e a viabilidade técnica e econômica da projeção tem consequências diretas ao andamento e qualidade da obra. A pesquisa considera os revestimentos externos, como exemplo no estudo de caso, em que os custos devem ser avaliados levando em conta o desenho da fachada. A relevância está em compreender a referida tecnologia, estimulando projetos simples, detalhados e precisos no que se refere à argamassa projetada o que interfere no ganho de produtividade para a execução de todo o conjunto, o que pode ser minimizado com a projeção da argamassa.

O estudo pode constituir-se em um material de consulta para engenheiros, estudantes e demais interessados no tema, que demonstre o funcionamento dos equipamentos em obra como ponto crucial para o bom desempenho do sistema de projeção de argamassa. Mostra-se a importância da utilização de argamassas corretamente formuladas para esse fim, fazendo com que os operários mantenham e respeitem os detalhes previstos em projeto para revestimentos com argamassa projetada.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 Conceitos Básicos sobre Revestimentos e Argamassas

Carasek(2009) explica que os revestimentos são todos os procedimentos utilizados na aplicação de materiais de proteção e de acabamento sobre superfícies horizontais e verticais de uma edificação ou obra de engenharia, tais como: alvenarias e estruturas. Nas edificações, consideraram-se três tipos de revestimentos: revestimento de paredes, revestimento de pisos e revestimento de tetos ou forro. Segundo a NBR 13529, Sistema de Revestimento, em termos gerais, é o conjunto “formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.”.

A definição de Sistema de Revestimento, SR, está relacionada à composição de camadas que se completam em um piso ou uma parede. Nesse estudo, consideraram-se os revestimentos em paredes. Enquanto na parede, o SR é composto por: alvenaria, o emboço<sup>1</sup>, a argamassa colante, cerâmica e argamassa de rejuntamento. Já o piso é composto por: laje, contra piso, argamassa colante, cerâmica e argamassa de rejuntamento (AZEREDO, 2007).

Com relação à tecnologia de Sistemas de Revestimentos, promove uma contribuição significativa no desempenho e durabilidade, uma vez que os métodos tradicionais de execução, têm resultado em tantos desgastes, custos e problemas pós-conclusão da obra. Além disso, vale esclarecer que o SR possui como funções oferecer benefícios estéticos e proteger a edificação das intempéries; evitar a degradação dos materiais de construção e promover a segurança e conforto dos usuários (GUIMARÃES, 2002).

---

<sup>1</sup> Emboço se refere ao revestimento de superfícies utilizado na construção civil, é considerado o corpo do revestimento e suas principais funções são a vedação e regularização da superfície e a proteção da edificação, evitando a penetração de agentes agressivos.

Já a argamassa de revestimento é definida como materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo (areia) e água, podendo conter ainda aditivos e adições minerais (CARASEK, 2009).

Embora esse trabalho acadêmico aborde o Revestimento de Parede e a argamassa para tal, é válido conhecer como essa classificação se dá. A especialista acima citada esclarece a classificação das argamassas segundo as suas funções conforme TAB. 01:

**Tabela 1 – Tipos de argamassa X Função**

<b>TIPOS</b>	<b>FUNÇÕES</b>
Para construção de Alvenarias	Argamassa de assentamento (elevação da alvenaria)
	Argamassa de fixação – alv. de vedação
Para revestimento de paredes e tetos	Argamassa de chapisco
	Argamassa de emboço
	Argamassa de reboco
	Argamassa de camada única
	Argamassa para revestimento decorativo monocamada
Para revestimento de pisos	Argamassa de contrapiso
	Argamassa de alta resistência para piso
Para revestimentos cerâmicos (paredes/pisos)	Argamassa de assentamento de peças cerâmicas – colante

	Argamassa de rejuntamento
Para recuperação de Estruturas	Argamassa de reparo

Fonte: adaptado por Carasek, 2009.

Em síntese, Carazek (2009) aponta que a argamassa de revestimento se divide nas seguintes camadas:

- Chapisco: Camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento;
- Emboço: Camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo (por exemplo, cerâmica);
- Reboco: Camada de revestimento utilizada para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo (por exemplo, pintura) ou que se constitua no acabamento final;
- Camada única: Revestimento de um único tipo de argamassa aplicado à base, sobre o qual é aplicada uma camada decorativa, como, por exemplo, a pintura; também chamado popularmente de “massa única” ou “reboco paulista” é atualmente a alternativa mais empregada no Brasil; e
- Revestimento decorativo monocamada: (ou monocapa) – RDM trata-se de um revestimento aplicado em uma única camada, que faz, simultaneamente, a função de regularização e decorativa, muito utilizado na Europa. A argamassa de RDM é um produto industrializado, ainda não normalizado no Brasil, com composição variável de acordo com o fabricante, contendo geralmente: cimento branco, cal hidratada, agregados de várias naturezas, pigmentos inorgânicos, fungicidas, além de vários aditivos (plastificante, retentor de água, incorporador de ar, etc.)

Figuerola (2004) explica que, as principais funções de um revestimento de argamassa de paredes são de proteger a alvenaria e a estrutura contra a ação do

intemperismo, no caso dos revestimentos externos além de integrar o sistema de vedação dos edifícios, contribuindo com diversas funções, tais como: isolamento térmico, isolamento acústico, estanqueidade à água, oferecer segurança contra o fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais.

## **4.2 Argamassa Projetada**

PEREIRA JUNIOR (2010) A escolha entre a utilização da argamassa dosada na obra e a argamassa industrializada deve ser baseada em função da composição do custo direto e indireto de ambas as opções, levando-se em consideração o custo dos insumos, equipe de apoio, a disponibilidade de espaço no canteiro de obras para a produção e armazenagem de materiais a serem utilizados no revestimento e a interferência no transporte vertical. As argamassas industrializadas podem ser fornecidas em sacos de 50Kg ou em silos, sendo que a opção pela sua utilização se dá, quando seu custo não justifica a dosagem da argamassa em obra e/ou, quando o espaço destinado ao canteiro de obras não suporta uma central de produção e armazenagem dos insumos utilizados na produção da argamassa.

Silva (2013) considera que a recomendação e uso devem ser em edificações destinadas a escritórios, residências, escolas, hotéis, centros comerciais, cinemas, hospitais, e qualquer edificação de grande, médio ou pequeno porte, sempre que as estruturas estiverem ocultas por forros falsos ou acabamentos arquitetônicos (gesso acartonado, ACM, placas decorativas, etc).

Pereira (2013) também cita que são muito utilizados em estruturas aparentes, desde que localizadas em áreas livres de intemperismos e abusos mecânicos, e em, situações em que seu aspecto visual rústico seja compatível arquitetonicamente, como em vigas de estacionamentos ou unidades fabris.

### 4.3 Argamassa projetada e produtividade da obra

A busca pela produtividade das obras civis tem sido motivada, dentre outros, pela ausência de mão de obra qualificada em um contexto de crescimento do setor da Construção Civil. São fatores que incentivam as empresas a investir em tecnologias para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade. Nesse sentido, os procedimentos do chapisco e reboco nas paredes vêm sendo substituída em grandes canteiros de obras por equipamentos para projetar a argamassa. (Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 2012).

Segundo Faria (2013, s.p), a adoção da argamassa projetada industrializada tem apresentado resultados significativos.

Enquanto um profissional aplica o revestimento manualmente numa superfície de 14 m<sup>2</sup> por dia, o sistema racionalizado permite que ele revista uma área de 29 m<sup>2</sup> no mesmo período. Uma construtora(...), reduziu em nove semanas a etapa de revestimento de 24 mil m<sup>2</sup> num prédio de 21 pavimentos, na Bahia. A empresa encurtou em 50% o tempo de execução com a utilização do sistema de projeção.

Com o crescimento do mercado, as construtoras elevaram suas escalas e a quantidade de empreendimentos em execução e ampliaram as áreas de abrangência. Pereira Júnior (2010) relata que o sistema de argamassa projetada industrializada permite que as empresas aumentem a produtividade e melhorem a qualidade e, conseqüentemente, a competitividade. Outra vantagem é a redução de custos de mão de obra.

Silva (2013) defende que a aplicação mecanizada, de forma continuada, propicia maior uniformidade e qualidade do revestimento, por não depender da capacidade produtiva do profissional. Sendo um processo mecânico, a energia de lançamento da massa não sofre alterações, como no caso do popular chapar a massa, que é feito manualmente.

Não obstante, a projeção da argamassa permite que a aderência do material na superfície seja contínua, impedindo que se criem vazios decorrentes

do lançamento manual. Com isso, a cobertura da argamassa se torna mais homogênea em toda a área de aplicação.

Pereira Júnior (2010) descreve que para uma perfeita execução, a argamassa precisa ser dosada em conformidade com o tipo de equipamento a ser utilizado, bem como as condições de uso e de exposição. De modo a garantir a qualidade da aplicação é preciso realizar manutenções contínuas nos equipamentos de projeção, como a bomba e mangueira, com o intuito de evitar entupimentos e assegurar a facilidade da execução. O autor afirma ainda que é necessário que as empresas possuam algumas peças de reposição para facilitar o manejo em caso de necessidade de reparo. Esse procedimento evita interrupções da obra e garante a produtividade.

## **5. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada se deu em duas fases: a primeira foi a realização da revisão teórica, segundo Gil (2009) comum em todos os trabalhos acadêmicos, consistindo em uma pesquisa bibliográfica que fundamentou o estudo relacionado ao sistema de projeção de argamassa em revestimentos. Já a segunda fase consistiu na realização de um estudo de caso em uma obra localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais onde foram pesquisadas soluções relacionadas à argamassa projetada.

A pesquisa bibliográfica foi feita através de livros, monografias, revistas científicas e técnicas, e catálogos de produtos. Posteriormente, com a fundamentação teórica necessária, será realizado um estudo de caso acerca do revestimento com argamassa projetada em uma obra de unidades habitacionais. Serão considerados os aspectos críticos relacionados ao equipamento utilizado e

a dosagem da argamassa para ser aplicada no revestimento de fachadas exteriores, com a normalização de seus serviços e com a capacitação profissional de seus colaboradores diretos e indiretos.

Foi realizada uma análise dos dados obtidos no estudo de caso, isto significa dizer que serão tratados dados textuais provenientes, desde materiais impressos, observação da comunicação não verbal até transcrições do passo a passo do preparo dos materiais, da dosagem da argamassa, dos equipamentos para projeção e as etapas da mesma para fachadas exteriores na obra observada permitindo inferir conhecimentos relativos ao estudo em questão (VERGARA, 2007).

## 6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

### 6.1 Estudo de caso: a obra observada

No estudo de caso aqui proposto, tem-se uma descrição da obra residencial Edifício Serra do Caraça, situado na cidade de Belo Horizonte, em que a simulação da etapa final do empreendimento é mostrado na FIG.1. Detalha-se neste capítulo com textos explicativos e imagens, a etapa do emprego da argamassa projetada nos revestimento das paredes descrevendo suas etapas executivas, os pontos críticos, os materiais, mão de obra, ferramentas e equipamentos utilizados na obra.



Figura 1: Fachada da obra – simulação

Fonte: o autor, 2014.

O Edifício Serra do Caraça é um empreendimento localizado em Belo Horizonte, região nordeste da capital mineira com 22 unidades sendo 1 bloco, 6 pavimentos e 4 apartamentos por pavimento sendo que no ultimo pavimento são apenas 2 apartamentos em um terreno com 736m<sup>2</sup>, administrado pelo Engenheiro da própria construtora.

## 6.2 Características do Serviço

O revestimento de paredes com argamassa foi um dos sistemas construtivos que mais empregou mão de obra na EGB Construtora LTDA, situação comum desde a mistura dos materiais até o transporte e o lançamento da argamassa. O processo era quase artesanal, dependendo dos parâmetros estabelecidos pela empresa e do preparo individual de cada operário.

Um estudo prévio, resumido na Tabela 2, comparando a aplicação convencional de argamassa com a aplicação por projeção contribuiu com a escolha por essa tecnologia nos revestimentos externos e internos do empreendimento

**Tabela 2 - Aplicação convencional x aplicação por projeção**

### MDO no Processo anterior

Profissional	Quantidade	Duração	Função
Op. Guincho	1	1 mês	Transporte vertical
Serventes	2	1 mês	Transporte horizontal / vertical
Pedreiros*	5	1 mês	Aplicação + Sarrafeamento + Acabamento

\*Empreitada

### MDO no processo de Argamassa Projetada

Profissional	Quantidade	Duração	Função
Lafarge	1 equipe	4 dias	Transporte / Projeção
Pedreiros*	5	4 dias	Sarrafeamento + Acabamento

\*Empreitada

Fonte: Lafarge, 2014.

O conjunto, bomba, mangote e bico de projeção foi utilizado como método de projeção, com relação à alguns dados da obra estudada, tem-se que a área revestida: revestimento interno: 167,36m<sup>2</sup> por andar e revestimento externo: 888,25m<sup>2</sup>.

Com relação à produtividade, pode-se dizer que no empreendimento estudado o consumo de materiais foi de argamassa de cimento projetada: 18,00 kg /m<sup>2</sup> /cm de espessura e argamassa de cimento feita na hora: 18,95 kg / m<sup>2</sup> / cm de espessura. Já no que se refere às características dos materiais tem-se que: resistência da argamassa projetada foi de 7 MPa, a externa esteve entre 9 a 10 MPa. Na composição da argamassa projetada foi utilizado cimento, areia industrializada, aditivo para aumentar a aderência, resistência e impermeabilidade.

A execução do sistema mecanizado de revestimento, para as áreas internas ou externas da obra em questão, dividiu-se, de igual maneira, destacando que, em todas, a mecanização foi da máxima importância para a otimização dos processos. As quais se descreve: mistura da argamassa, transporte até o local de aplicação e lançamento na base.

A mistura teve o objetivo de homogeneizar os diversos componentes da argamassa, assegurando o desempenho desta, no estado fresco como endurecido. A argamassa é dosada e misturada na empresa Lafarge em centrais dosadoras e durante o transporte da argamassa foram utilizados caminhões betoneiras os quais despejam a argamassa estabilizada nos tanques das bombas lançadoras, tal como mostrado na FIG. 2, para obtenção de uma mistura mais homogênea e que apresentasse comportamento eficiente dos componentes da argamassa.



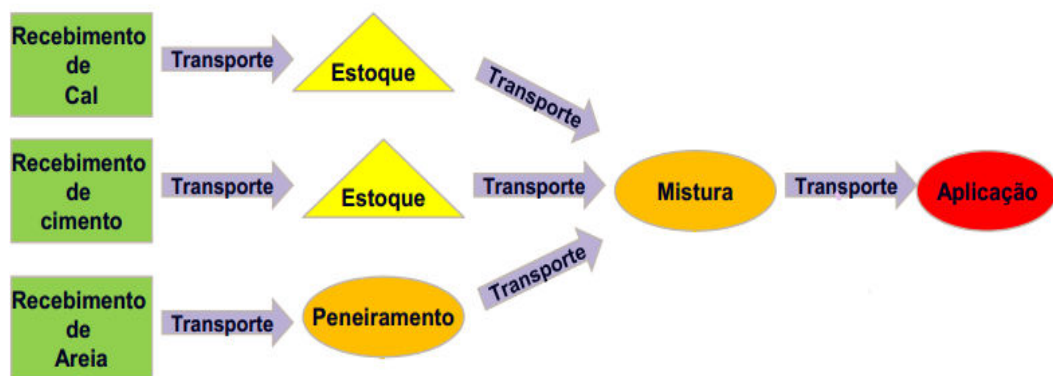
Figura 2 – Caminhão betoneira despejando a argamassa na bomba.

Fonte: o autor,2014.

Ressalta-se que a mecanização do revestimento contemplou todas as etapas do processo produtivo, desde o preparo da argamassa na indústria até as atividades de aplicação e acabamento da argamassa na base.

A utilização de argamassa projetada revelou-se como fator imprescindível ao sistema, em função das vantagens apresentadas , uma vez que elimina desperdício de tempo envolvido nas etapas de recebimento das matérias-primas, estocagem, dosagem, mistura e controle. A FIG. 3 mostra o fluxo da adoção da argamassa feita nos canteiros versus o fluxo da argamassa projetada na obra observada:

### ARGAMASSA TRADICIONAL



### ARGAMASSA PROJETADA



Figura 3: Fluxo da argamassa tradicional X fluxo da argamassa projetada

Fonte: o autor,2014.

Durante o acompanhamento da obra, observou-se cuidadosamente a técnica de aplicação nas paredes por essa inferir no desempenho da argamassa de revestimento. Foi equilibrada a energia de lançamento para garantir melhor aderência e a homogeneidade do produto aplicado na base. Dessa maneira, a utilização de sistema de argamassa projetada se mostra mais vantajoso do que a aplicação manual da argamassa.

Com relação ao sistema mecanizado para a execução do revestimento, este foi escolhido de modo a atender às necessidades específicas de que a obra fosse de fato entregue no prazo estabelecido e da mão de obra utilizada. Foi organizado um sistema de transporte da argamassa vencendo as distâncias verticais e horizontais no canteiro antes do seu lançamento. É importante destacar que o referido transporte da argamassa é feito por meio de mangotes.

A bomba lança a argamassa por meio de mangotes até o bico projetor conforme FIG. 4, foram observados os aspectos da dimensão e layout do canteiro, os equipamentos utilizados e as características das argamassas.



Figura 4: Bomba

Fonte: o autor, 2014.

Tal como ocorre em qualquer etapa da obra, o desempenho adequado esteve condicionado à orientação da equipe envolvida no processo, assim, ela consolidou-se como parte integrante e interessada no sucesso da obra.

No caso do sistema mecanizado da projeção da argamassa, buscou-se orientar e estimular o conhecimento por meio de treinamento dos procedimentos técnicos relacionados a esta etapa, uma vez que os equipamentos costumam ser vistos pelos trabalhadores, erroneamente, como concorrentes na execução dos serviços. Além disso, a argamassa projetada se mostrou como técnica desconhecida para muitos deles.

No trabalho de conscientização, o foco foi dado no ganho potencial de produtividade associado ao uso dos equipamentos que a empresa contrata para fornecimento da argamassa projetada, especialmente com a argamassa

projetada, estimulando maior familiaridade nas operações de aplicação da argamassa na base, reduzindo dores e cansaço.

Não obstante, a aplicação mecanizada do revestimento foi demonstrada como prática irreversível e saber utilizá-la foi encarado como um diferencial para o trabalhador, de maneira que aqueles que não estiverem habituados correriam o risco de ficar fora das exigências do mercado de trabalho.

Os benefícios proporcionados nos quesitos qualidade de vida aos operários, aumento da quantidade e qualidade de serviço executada e, por consequência, maior ganho financeiro durante a obra foram destacados. Além disso permite a finalização da jornada com menos esforço, reduzindo o absenteísmo como mostrado no levantamento disposto no Gráfico 1 do período em que se deu a obra analisada:

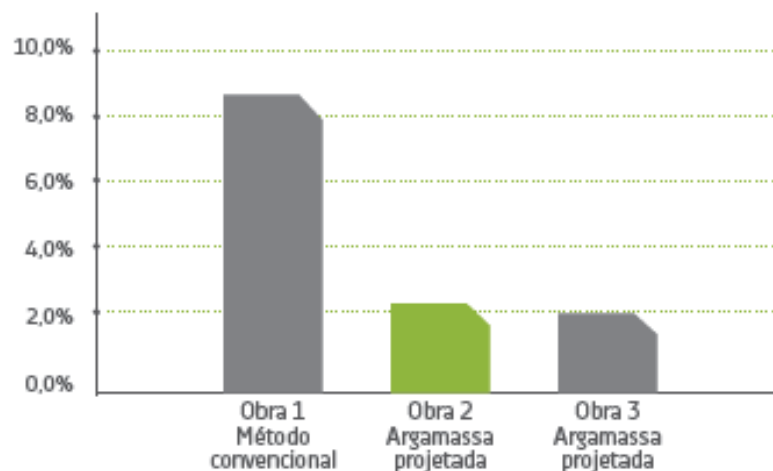


Gráfico 1: Nível de absenteísmo: argamassa convencional X argamassa projetada

Fonte: o autor, 2014.

O treinamento (FIG.5) focou na transição entre os sistemas tradicional e o mecanizado para execução dos revestimentos, foi efetuado em campo antes do início das atividades, nas mesmas condições às quais os trabalhadores foram submetidos ao longo da execução dos serviços com argamassa projetada,

adotando todas as técnicas previstas pelo processo produtivo da empresa, os materiais e, especialmente, os equipamentos que foram utilizados na obra.



Figura 5: Treinamento de argamassa projetada realizado no canteiro de obras

Fonte: o autor,2014.

Na referida etapa foram simuladas todas as condições envolvidas, desde o lançamento do caminhão betoneira diretamente na bomba até a sua projeção na base e sarrafeamento. Durante a atividade também pode ser avaliado o dimensionamento das equipes de serviço e definidas as frentes de trabalho, facilitando a realização de ajustes ao longo do processo com vistas a uma maior racionalização dos serviços, incremento da produtividade e redução dos custos.

### **6.3. Etapas de execução**

No que se refere às etapas envolvidas na execução, observou-se que estas não se referiram somente um processo otimizado, mas buscaram um desempenho técnico às necessidades da obra observada. Assim, descreve-se

### 6.3.1 Limpeza da base

Inicialmente, procedeu-se com a limpeza grossa, isto é, a remoção de pontas de ferro das peças, rebarbas entre juntas da alvenaria, poeira, fuligem, bolor, eflorescências, desmoldantes e todo material que pudesse prejudicar a aderência entre a base e o chapisco.

Também foi realizada a correção de falhas de concretagem, depressões e furos da alvenaria. Já a limpeza fina foi realizada nos pontos em que a base de concreto recebeu tratamento mecânico (escova de aço, disco e lixadeira), removendo as impurezas grosseiras como mostrado na FIG. 6.



Figura 6: Fase da limpeza grossa da base

Fonte: o autor,2014.

Posteriormente, realizou-se a segunda limpeza da superfície com escova de aço e água em abundância foi feita para remoção de qualquer resíduo de partícula solta que pudesse estar alojada à superfície de concreto.

### 6.3.3 Projeção do Chapisco

O Chapisco Projetado (FIG. 7) para Alvenaria foi indicado como ponte de aderência entre alvenaria e a argamassa de revestimento, tanto em áreas internas quanto externas, proporcionando alta produtividade e qualidade de serviço para obras de médio e grande porte. Não foi aplicada manualmente e não foi utilizada para outros serviços, além disso a não foi recomendada para vigas, pilares, estruturas metálicas, estruturas de madeira e EPS.



Figura 7: Chapisco projetado

Fonte: o autor,2014.

A base onde foi aplicada a argamassa para chapisco projetado foi preparada de modo a deixá-la seca, limpa, isenta de poeiras, substâncias oleosas, tintas, eflorescência, restos de argamassa ou outras condições que possam prejudicar a aderência da argamassa. Foi aguardada a secagem da superfície da base para posterior aplicação do chapisco.

#### 6.2.4 Fixação das taliscas

Na etapa denominada taliscamento (FIG. 8), foram fixadas as taliscas de acordo com o mapeamento.



Figura 8: Posição de parte das taliscas

Fonte: o autor, 2014.

As taliscas, peças cerâmicas, foram colocadas com a função de definir o prumo da base. Com auxílio das taliscas foram feitas as mestras, "guias" de argamassa para garantir o bom nivelamento do revestimento. O distanciamento horizontal das taliscas foi de 1,00 m.

#### 6.3.5 Aplicação da argamassa de emboço

Na aplicação do emboço, visto na FIG. 9 foi respeitado o de 3 dias após a colocação do chapisco. além disso, foi revisado o chapisco com o uso do meio da passagem de espátula de aço sobre a superfície, de maneira a identificar locais soltos que indicariam a necessidade de remoção e substituição, principalmente sobre a estrutura de concreto. Em seguida, deu-se início à projeção da argamassa com o objetivo de executar as mestras (talisca a talisca).



Figura 9: Execução das mestras (talisca a talisca)

Fonte: o autor,2014.

Ao final de cada turno de trabalho, os operários realizaram a cura do chapisco com uso da aspersão de água com mangueira em toda a área recém-executada durante os 2 primeiros dias de execução. Depois da execução das mestras, os panos foram definidos e preenchidos com projeção de argamassa na horizontal como visto na FIG. 10.



Figura 10: Projeção horizontal da argamassa

Fonte: o autor,2014.

### 6.3.6 Sarrafeamento

O sarrafeamento (FIG. 11) foi executado com régua de alumínio, prensando o emboço sobre a base com régua e desempenadeira, nos locais de mais difícil acesso. Posteriormente, as taliscas foram retiradas e os espaços vazios, preenchidos.



Figura 11: Sarrafeamento executado com régua de alumínio

Fonte: o autor,2014.

A atividade de sarrapear a argamassa no sentido vertical das paredes, de baixo para cima, foi feito de modo a apoiar a régua nas mestras e fazendo movimentos como se estivesse cortando argamassa. Esta última, que fica na régua, foi retirado com uma espátula e aplicado novamente nos espaços vazios. Essa operação foi realizada de maneira que toda a superfície se encontrasse preenchida e homogênea, sem furos e imperfeições, com um mínimo de ondulações

### 6.3.7 Acabamento

Quando a argamassa atingiu o tempo de desempenho, foi feito o acabamento com desempenadeira, por meio de movimentos circulares, com leve pressão como visto na FIG. 12. O acabamento executado foi o desempeno grosso, com superfície regular e compacta. De modo a se obter o melhor desempenho da argamassa foi realizada a cura úmida por meio de aspersão de água durante os 2 primeiros dias depois da aplicação da argamassa na parede.



Figura 12: Execução do acabamento

Fonte: o autor, 2014.

Em se tratando de uma argamassa projetada, as condições de acabamento são melhores, face a sua maior consistência. O acabamento por desempenado, com régua, colher de pedreiro ou desempenadeira, só foi ser feito sobre uma fina, de aproximadamente 6mm, e bastante úmida camada de argamassa projetada. Já os acabamentos de melhor qualidade foram alcançados com esponjas de borracha e escovas de pelo fino.

### 6.3.8 Custos e resultados do serviço com a argamassa projetada

Ao se pesquisar os documentos relacionados ao planejamento e o uso da argamassa projetada na obra analisada, foi verificado que, comparada a outras soluções, a Argamassa Projetada apresentou um custo mais competitivo, como visto na Tabela 3:

**Tabela 3 – Custo dos Sistemas para revestimento**

Custos dos sistemas para Revestimentos (R\$/m <sup>2</sup> )	Custo aplicação		Custo material	Total	Produtividade
	Lançamento	arraf. / Acabar			
Argamassa Rodada em Obra aplic manual	24		11	35	60m <sup>2</sup> /dia
Argamassa Ensacada Projetada	20		9,6	30	100m <sup>2</sup> /dia
Argamassa Estabilizada Projetada	10	8	7,75	26	320m <sup>2</sup> /dia
Gesso Projetado	14		6,33	20	100m <sup>2</sup> /dia

Fonte: o autor,2014.

Destaca-se que o gesso é mais barato, porém, deve pesar que este não pode ser usado em áreas molhadas como fachadas, cozinhas e banheiros além de outras desvantagens. Além disso, a alta produtividade reduz outros custos como o aluguel de andaimes.

Os resultados do emprego da argamassa projetada na obra analisada foram:

- A bomba bombeou 4m<sup>3</sup>/h a uma altura de até 30m.
- Para sarrafear e acabar este volume de argamassa seriam necessários cerca de 5 pedreiros na obra.
- Aumenta em mais de cinco vezes a produtividade na etapa de revestimento.
- Este processo permitiu aplicar cerca de 220m<sup>2</sup>/dia de reboco.

- A mesma equipe trabalhando no método tradicional (manual) produz cerca de 60m<sup>2</sup>/dia.
- No método tradicional seriam necessários 3 operários na produção de argamassa e mais 3 para seu transporte até o local da aplicação. Para a Argamassa Projetada esta equipe é dispensável
- A argamassa projetada melhorou a logística da obra.
- Melhoria na qualidade final do revestimento, apresentando economia no consumo de massa-corrida.
- Melhora os resultados de aderência de argamassa (ensaio de arrancamento). Proveniente da força de aplicação ser constante em qualquer posição e independente da quantidade de serviço, diferente de quando feita por uma pessoa que ao longo do tempo se cansa e dependendo da posição não consegue aplicar a energia necessária para aplicação do reboco.

Vale ressaltar que a utilização dos sistemas mecanizados para execução dos revestimentos de argamassas nas paredes internas e externas, proporcionou ganhos tangíveis e intangíveis, dentre os quais se destacam:

- Prazos: foi possível alcançar ganhos expressivos de prazo, em função especialmente ao transporte e produção da argamassa dentro do canteiro de obras e na aplicação da argamassa de emboço.
- Qualidade: pode-se constatar uma menor dependência da habilidade do trabalhador no desempenho final do serviço proporcionando menor variabilidade dos processos. Merece destacar também o uso de produtos industrializados, agregando um controle mais eficiente dos materiais utilizados, comparado com os sistemas tradicionais de argamassas produzidas na obra. Sem contar a utilização de areia industrializada na argamassa a qual diminui a variação do material e a ocorrência de patologias proveniente de agregados. Maior controle tecnológico, reduzindo a possibilidade de patologias e melhorando a qualidade da obra.
- Racionalidade: como resultado da independência dos serviços, o canteiro da obra ficou mais limpo e sofreu menos interferências, facilitando as

operações de controle, seja na fase de recebimento dos materiais, seja na execução de fato.

- Produtividade: a mecanização de mistura, transporte e projeção teve a mesma quantidade de serviços executada com menor contingente, e consequente redução de recursos humanos.
- Sustentabilidade: a mecanização dos processos contribuiu sobremaneira para a redução do desperdício de materiais elimina entulhos e sacarias para descarte, contribuindo para a limpeza da obra e o meio ambiente.
- Custos: a execução dos serviços se deu em prazos mais curtos, com menor quantidade demanda de mão de obra, melhor qualidade, menos retrabalho, Economizou-se aluguel de andaime devido ao adiantamento de 1 mês da fachada entre outros fatores. A argamassa projetada ajudou a viabilizar financeiramente o empreendimento em questão no que se refere a maior exatidão do cálculo de consumo, eliminação do custo de contratação de equipamentos de mistura, água e energia. Economiza tempo e mão de obra, tendo mais produtividade com menos gente.
- Otimiza espaço no canteiro de obras.

Observou-se que o sucesso na implantação da argamassa projetada esteve atrelada a diversos cuidados que foram tomados, considerando desde a fase de planejamento das atividades à fase de recebimento da argamassa. Partiu-se da escolha pela argamassa projetada para ajustar o layout do canteiro, determinar a forma de recebimento do material, movimentação e dimensionamento das equipes de trabalho, entre outros aspectos.

Foram observadas condições importantes para o início dos serviços:

- Argamassa: observou-se a conformidade do revestimento com conformidade com o tipo de equipamento utilizado, as condições de uso e de exposição durante o uso.

- Componentes de reposição: foi checado pela empresa contratada para fornecimento da argamassa projetada, se obra dispunha de uma reserva de componentes dos equipamentos de transporte e de projeção, sendo imprescindível para a manutenção preventiva e corretiva.
- Caminhos críticos: sendo a argamassa conduzida desde os misturadores até o local da aplicação dentro de tubulações, foram definidos o posicionamento e o trajeto do sistema de transporte, evitando transtornos aos demais sistemas
- Abastecimento: chamou-se a atenção das equipes de suprimentos no que se refere à agilidade prevista para a execução dos serviços, de maneira a evitar a falta de material na obra. Solicitando a quantidade exata de argamassa que seria utilizada na frente de trabalho de determinado dia.
- Frentes de serviço: este foi um item previamente analisado, considerando a área de aplicação e as dificuldades envolvidas (presença de quinas, curvas, aberturas etc.), fazendo com que a equipe fosse corretamente dimensionada.
- Equipes: a equipe destinada a projeção da argamassa era composta por um aplicador (projetista), 2 pedreiros responsáveis pelas atividades de sarrafeamento e desempenho. Ressalta-se que, a proporção aplicador / pedreiros foi determinado em função da área disponível para a colocação da argamassa e suas dificuldades, sendo que na execução da obra, as frentes de serviço foram ajustadas para evitar tempos ociosos dos profissionais envolvidos.
- Taliscas: antes da aplicação da argamassa na base, as espessuras foram definidas na parede com taliscas, parecido com o sistema tradicional de execução, reduzindo-se ao máximo essas espessuras e a racionalização dos processos.
- Contratação da Empresa contratada para fornecimento e projeção da argamassa: após uma demonstração do produto durante a feira construir no expominas e EGB Construtora negociou um contrato de prestação de serviços com a LAFARGE para a execução da argamassa projetada neste empreendimento. O contrato nos oferece a argamassa pronta feita na usina, entregue em um caminhão betoneira e bombeada através de bomba

convencional estacionaria chegando ao bico projetor através de mangotes, é oferecido também um profissional o qual manipula o mangote e regula o bico projetor e projeta a argamassa conforme a frente de serviço, no primeiro dia é fornecido uma equipe para treinamento dos pedreiros para executar o sarrafeamento já que a velocidade é maior que no processo convencional e os mesmos não estão acostumados. O valor é dado em m<sup>2</sup> de argamassa que o caminhão entrega além de uma taxa de bombeamento.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou a argamassa projetada para execução dos revestimentos enquanto um das soluções que oferecem a possibilidade de acelerar o ritmo das obras e o processo de revestimento, com menor interferência humana e primando pela qualidade.

De acordo com o que detalharam os autores selecionados nesse estudo, uma maior produtividade, uniformidade e garantia de bom desempenho foram algumas das características citadas acerca das argamassas projetadas. A utilização das bombas, o uso correto desse método de projeção são os pontos críticos que merecem mais atenção no emprego dessa tecnologia e que garantem uma série de vantagens técnicas e operacionais para as construtoras que desejam minimizar interferências humanas, melhorando a performance das suas edificações e agilizando a etapa de execução dos revestimentos.

No estudo de caso analisado, pôde-se constatar que a projeção permitiu uma melhor compactação da argamassa sobre a superfície, ao lançar o material em grânulos pequenos, este se aderem e se acomodam melhor nas paredes e reduz a quantidade de falhas na interface entre a argamassa e a superfície e também no volume do material aplicado, minimizando assim como 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.

Questionou-se quais as vantagens técnicas e operacionais decorrentes dessa etapa da construção da argamassa projetada. No estudo de caso proposto por essa pesquisa, foi possível compreender que a utilização da argamassa

projetada, enquanto um sistema mecanizado, seja nas paredes internas como nas externas, proporcionou diversos ganhos, dentre os quais se destacam: prazos, produtividade, qualidade, racionalização, sustentabilidade e custos. Em função de tais benefícios, sua utilização é altamente recomendada em revestimentos internos e de fachadas.

Dessa maneira, o objetivo de demonstrar as etapas da projeção de argamassa em fachadas com base em uma obra de construção de unidades habitacionais tida como estudo de caso foi alcançado.

Conclui-se que, a melhoria no desempenho do revestimento nas paredes com uso da argamassa projetada só é possível quando se trabalha a racionalização dos outros subsistemas da obra, transporte, sistema elétrico, layout do canteiro e etc. O uso da tecnologia da argamassa projetada de fato agregou uma melhor logística na utilização do material (reduzindo o desperdício), na produtividade (relação  $m^2/Hh$  - metro quadrado/ homem x hora) e uniformidade e qualidade do serviço.

Sugere-se novos estudos que demonstrem e descrevam os equipamentos utilizados na argamassa projetada. Além disso, pode-se também estudar a argamassa projetada no piso autonivelante, seu processo e sua correta execução. É necessário estimular as melhores práticas, oferecendo sempre uma melhoria no processo.

## **BIBLIOGRAFIA**

AZEREDO, Hélio Alves de. O Edifício e Seu Acabamento. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. 192p.

BAÍÁ, Luciana Leone Maciel; SABBATINI, Fernando Henrique. Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa. São Paulo: Nome da Rosa, 2000. 89p.

CARASEK, Helena. Reboco tradicional. Universidade Federal de Goiás. 2009.

Disponível em:

[http://aquarius.ime.eb.br/~moniz/matconst2/argamassa\\_ibracon\\_cap26\\_apresentacao.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~moniz/matconst2/argamassa_ibracon_cap26_apresentacao.pdf). Acesso em: 11 de set. 2014.

FARIA, Renato. Argamassa em foco. 2013. Revista Técnica. Disponível em:

<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/194/argamassa-em-foco-construtores-fabricantes-e-academicos-reunem-se-novamente-294030-1.aspx>. Acesso em: 14 de out. 2014.

FIGUEROLA, Valentina. Revestimento de argamassa: A execução de um bom revestimento de argamassa exige cuidados. Veja aqui todas as etapas necessárias. Disponível em: <http://www.equipededeobra.com.br/construcao-reforma/8/artigo36169-1.asp>. Acesso em: 18 de out. 2014.

FIORITO, Antônio J.S.I. Manual de Argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução. São Paulo, Pini, 2004.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos. A Cal: Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil. São Paulo: Pini, 2002. 341p.

SABBATINI, Fernando H. Tecnologia de Produção de Revestimentos. São Paulo, 2007.

PCF. Argamassa Projetada. 2012. Disponível em:

[http://www.pcf.com.br/PCF\\_Solucoes/Argamassas\\_CCivil.html](http://www.pcf.com.br/PCF_Solucoes/Argamassas_CCivil.html). Acesso em: 11 de out. 2014.

PEREIRA JUNIOR, Solano Alves. Procedimento executivo de revestimento externo em argamassa. 2010. Disponível em:

<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/57.pdf>. Acesso em: 14 de out. 2014.

SABBATINI, Fernando Henrique. Tecnologia de Execução de Revestimentos de Argamassa. 2010. Recomendações Técnicas Habitaré - Volume 1 | Revestimentos de Argamassas: Boas Práticas em Projeto, Execução e Avaliação.

SILVA, João Paulo. Argamassa projetada. Disponível em:

<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/187/argamassa-projetada-confira-os-cuidados-para-garantir-qualidade-e-285969-1.aspx>. Acesso em: 15 de out. 2014.

THOMAZ, Érico. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo.

Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, IPT - Instituto de Pesquisas

Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

TOZZI, Adriana Regina; CURI, Carlos Eduardo; GALLEGO, Rafael Fernando

Tozzi. Sistemas Construtivos Nos Empreendimentos Imobiliários. Curitiba: IESDE

BRASIL AS, 2009.