

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
***DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL***

**PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE  
EXECUÇÃO DE FACHADAS ARGAMASSADAS**

**Gustavo Henrique de Oliveira Dourado**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Engenharia Civil da Universidade  
Federal de São Carlos como parte dos  
requisitos para a conclusão da  
graduação em Engenharia Civil

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara  
Baptista Serra

São Carlos  
2021

GUSTAVO HENRIQUE DE OLIVEIRA DOURADO

**PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE  
EXECUÇÃO DE FACHADAS ARGAMASSADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 17/12/2020.  
Banca examinadora constituída pelos membros:

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Baptista Serra - orientadora**  
Departamento de Engenharia Civil/UFSCar

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Itamar Aparecido Lorenzon**  
Departamento de Engenharia Civil/UFSCar

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Rodrigo Eduardo Córdoba**  
Departamento de Engenharia Civil/UFSCar

## *DEDICATÓRIA*

---

Dedico esta monografia a meus pais que fizeram o possível para que eu pudesse ser livre e aos meus professores que me ensinaram o caminho.

## *AGRADECIMENTOS*

---

Aos meus pais, Lindemberg e Maria pelo amor e por me incentivarem a perseguir meus sonhos.

Aos meus amigos que sempre me deram apoio nos momentos difíceis, em especial ao Roger pela companhia de tantos anos.

A equipe Sanka Slackline que foi um refúgio e me ensinou muito sobre equilíbrio.

Aos meus professores que me ensinaram sobre o mundo e contribuíram com minha formação, em especial a professora Sheyla que me orientou nesse trabalho no tempo que foi possível.

Muito obrigado!

DOURADO, G.H.O. Proposta de avaliação dos procedimentos de execução de fachadas argamassadas. 2021, 114f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP.

## RESUMO

As fachadas são um sistema complexo do edifício e exige um estudo multidisciplinar, podendo ser fonte de desperdícios, manifestações patológicas e de acidentes do trabalho. Esses problemas podem ser mitigados com conhecimento detalhado do desenvolvimento do serviço e com um projeto de produção voltado para execução dessa fase. Nesse trabalho serão comparados sete procedimentos que fazem parte do serviço de execução do revestimento externo em edifícios em alvenaria estrutural de concreto, identificados a partir de bibliografia sobre o assunto. Serão discutidas as particularidades da execução do serviço em três obras diferentes. Como suporte para a coleta de dados em campo, foi elaborado um protocolo de avaliação para se identificar e discutir sobre as práticas de execução das fachadas argamassadas. Os resultados alcançados demonstraram uma diversidade nas boas práticas e um cumprimento relativo dos procedimentos indicados para a realização desse serviço. A conformidade do serviço foi avaliada a partir da proposta de um modelo esquemático que permitiu comparar e pontuar o serviço em relação à maior similaridade com relação à literatura do assunto. O protocolo proposto se mostrou simples e fácil de ser aplicado, podendo se tornar uma ferramenta de gestão da qualidade desse serviço. É importante que as empresas padronizem os processos e busquem alternativas e equipamentos que garantam eficiência, produtividade e segurança aos trabalhadores em seus respectivos serviços.

*Palavras-chave:* Execução de fachadas; fachadas argamassadas; planejamento e controle; construção civil.

DOURADO, G.H.O. *Proposal for evaluating mortar façade execution procedures*. 2021, 114p. Capstone Project (Civil Engineering), Federal University of São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP.

## **ABSTRACT**

*The facades are a complex building system and require a multidisciplinary study and can be a source of waste, pathological manifestations, and accidents at work. These problems may be mitigated with detailed knowledge of the service's development and a production project to carry out this phase. In this work, seven procedures will be compared to the external cladding execution service in concrete structural masonry buildings, identified from the bibliography on the subject. The particularities of the execution of the service in three different buildings will be discussed. As support for data collection in the field, an evaluation protocol was developed to identify and discuss mortar facades' execution practices. The results demonstrated a diversity of best practices and relative compliance with the procedures for carrying out this service. The service's conformity was evaluated based on the proposal of a schematic model that allowed comparing and scoring the service concerning the more significant similarity concerning the subject literature. The proposed protocol proved to be simple and easy to be applied, becoming a tool of quality management of this service. Companies must standardize processes and look for alternatives and equipment that guarantee efficiency, productivity, and safety for workers in their respective services.*

*Keywords: Façade execution; mortar façade; planning and control; civil construction.*

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Esboço da análise do estudo de caso.....	12
Figura 2 - Fluxo do projeto de revestimento.....	16
Figura 3 - Andaime fachadeiro.....	18
Figura 4 - Balancim manual.....	18
Figura 5 - Balancim motorizado.....	19
Figura 6 - Plataforma cremalheira.....	19
Figura 7 - Esquema de etapas do sistema de produção de revestimento externo....	20
Figura 8 - Espaçadores de parede utilizados na montagem dos balancins.....	21
Figura 9 - Esquema do plano de revestimento.....	22
Figura 10 - Detalhe de execução de taliscas.....	23
Figura 11 - Fluxograma para escolha do revestimento.....	25
Figura 12 - Projeção de argamassa a ar comprimido.....	29
Figura 13 - Projeção de argamassa com uso de mangote.....	29
Figura 14 - Sarrafeamento com uso de régua metálica.....	31
Figura 15 - Desempeno de superfície.....	31
Figura 16 - Camurçamento ou alisamento de superfície.....	32
Figura 17 - Esquema de junta de trabalho.....	33
Figura 18 - Detalhe do peitoril.....	34
Figura 19 - Tipos de reforço de tela metálica.....	35
Figura 20 - Gráfico de complexidade x recorrência de situações de trabalho.....	38
Figura 21 - Diferentes abrangências do estudo de produtividade.....	39
Figura 22 - Fachada do empreendimento A para divulgação.....	42
Figura 23 - Vista de satélite da construção A.....	43
Figura 24 - Fachada do empreendimento B para divulgação.....	45
Figura 25 - Vista de satélite da construção B.....	46
Figura 26 - Programação da execução do revestimento externo.....	47
Figura 27 - Fachada do empreendimento C para divulgação.....	48
Figura 28 - Vista de satélite da construção C.....	49
Figura 29 - Espaçadores de cabos utilizados.....	54
Figura 30 - Balancim onde é possível observar duas linhas de vida.....	54
Figura 31 - Utilização de andaimes para revestimento do ático.....	55
Figura 32 - Balancim utilizado no empreendimento com catraca manual.....	55
Figura 33 - Espaçadores de paredes usados na platibanda.....	56
Figura 34 - Ilustração de suporte para roldana.....	57
Figura 35 - Exemplo de talha elétrica.....	57
Figura 36 - Catraca manual para movimentação do balancim.....	58
Figura 37 - Estrutura de suporte e espaçador dos balancins.....	59
Figura 38 - O apoio do balancim se dá sobre a platibanda, que está grauteada.....	59
Figura 39 - Sinalização de área para execução do revestimento externo.....	61
Figura 40 - Exemplo de material que projeta da fachada e necessita ser removido.....	61
Figura 41 - Bandeja de segurança (EPC) para evitar a queda de materiais durante o levantamento de alvenaria.....	62
Figura 42 - Sinalização de área para execução de revestimento externo.....	63
Figura 43 - Primeira subida, com limpeza da superfície e na descida são aplicadas as taliscas.....	63
Figura 44 - Excesso de argamassa nas juntas da alvenaria e laje.....	64

Figura 45 – Segunda subida com realização do preparo de base, com aplicação do chapisco .....	67
Figura 46 - Aplicação de chapisco rolado na união de revestimento .....	68
Figura 47 - Parede sem preparo de base e a outra com o preparo executado e com taliscas feitas.....	70
Figura 48 - Silo para armazenamento de argamassa a granel .....	73
Figura 49 - Teste de arrancamento para determinar a tensão suportada do revestimento.....	74
Figura 50 - Croqui do empreendimento A com disposição dos elementos observados durante a visita.....	75
Figura 51 - Carriola sendo enchida com argamassa.....	76
Figura 52 - Caixote intermediário para estoque temporário de argamassa.....	76
Figura 53 - Descida com aplicação de argamassa.....	77
Figura 54 - Recipientes de argamassa estabilizada recebidos e preparados para transporte com grua e manipulador telescópico.....	79
Figura 55 - Esquema de realização do teste slump, para determinar consistência do material .....	79
Figura 56 - Teste de arrancamento realizado em um edifício finalizado .....	80
Figura 57 - Croqui do empreendimento B com disposição dos elementos observados durante a visita.....	81
Figura 58 – Gruas utilizadas para transporte horizontal e vertical de materiais .....	82
Figura 59 - Manipulador telescópico para movimentação horizontal de materiais ....	82
Figura 60 - Ajudante elevando argamassa com uso da talha para o oficial encher a masseira que utiliza para aplicação .....	83
Figura 61 - Descida com aplicação de argamassa.....	84
Figura 62 - Procedimento de inspeção para recebimento de materiais seguido no empreendimento C.....	85
Figura 63 – Batedor de argamassa utilizado.....	86
Figura 64 - Os dentes ajudam a rasgar o saco, agilizando o processo de colocar o material no equipamento.....	86
Figura 65 - Mapa de riscos ambientais .....	87
Figura 66 - Carrinho plataforma com quatro rodas pneumáticas. ....	88
Figura 67 - Croqui do empreendimento C com disposição dos elementos observados durante a visita.....	89
Figura 68 - Local de armazenamento e preparo de material.....	89
Figura 69 - Execução da fachada do edifício .....	90
Figura 70 - Tratamento das juntas de trabalho com adesivo de Poliuretano (PU) ....	93
Figura 71 - Junta de trabalho, com acabamento jateado na parte inferior e sem acabamento na superior.....	94
Figura 72 - Esquema do uso de limitador de profundidade para tratamento de junta de dilatação.....	94
Figura 73 - Reforço com fibra de vidro utilizado no revestimento do primeiro e último pavimento.....	95



<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
1.1 Justificativa .....	9
1.2 Objetivo.....	10
1.3 Estrutura do trabalho.....	10
<b>2. MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>11</b>
2.1 Fundamentação teórica.....	11
2.2 Estudo de caso.....	11
2.3 Relatório de diagnóstico .....	12
<b>3. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FACHADA COM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA.....</b>	<b>14</b>
3.1 A tecnologia das fachadas .....	14
3.2 Projeto de revestimento de argamassa .....	15
3.3 Operações físicas .....	16
3.3.1 Montagem de equipamentos de suporte provisório.....	17
3.3.2 Início de preparação de base .....	21
3.3.3 Definição do plano de revestimento .....	21
3.3.4 Final de preparação de base .....	22
3.3.5 Taliscamento da fachada .....	23
3.3.6 Execução da camada de revestimento da argamassa .....	24
3.3.7 Execução de detalhes construtivos .....	32
3.4 O planejamento do serviço de fachada.....	35
3.5 Planejamento e logística do serviço de fachadas: a produtividade .....	38
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS .....</b>	<b>42</b>
4.1 Empreendimento A .....	42
4.2 Empreendimento B .....	45
4.3 Empreendimento C .....	48
4.3.1 Patologia apresentada no empreendimento C .....	50
<b>5. ESTUDO COMPARATIVO DAS OPERAÇÕES FÍSICAS ENTRE EMPREENDIMENTOS.....</b>	<b>53</b>
5.1 Montagem de equipamentos de suporte .....	53
5.1.1 Empreendimento A.....	53
5.1.2 Empreendimento B.....	55
5.1.3 Empreendimento C.....	58
5.1.4 Discussão a luz das referências .....	60
5.2 Início de preparação de base.....	60
5.2.1 Empreendimento A.....	60
5.2.2 Empreendimento B.....	62
5.2.3 Empreendimento C.....	63
5.2.4 Discussão a luz das referências .....	64

<b>5.3</b>	<b>Definição do plano de revestimento.....</b>	<b>65</b>
5.3.1	Empreendimento A.....	65
5.3.2	Empreendimento B.....	65
5.3.3	Empreendimento C.....	65
5.3.4	Discussão a luz das referências.....	66
<b>5.4</b>	<b>Final de preparação de base.....</b>	<b>66</b>
5.4.1	Empreendimento A.....	66
5.4.2	Empreendimento B.....	67
5.4.3	Empreendimento C.....	67
5.4.4	Discussão a luz das referências.....	69
<b>5.5</b>	<b>Taliscamento da fachada.....</b>	<b>69</b>
5.5.1	Empreendimento A.....	69
5.5.2	Empreendimento B.....	70
5.5.3	Empreendimento C.....	71
5.5.4	Discussão a luz das referências.....	71
<b>5.6</b>	<b>Execução da camada de revestimento da argamassa.....</b>	<b>71</b>
5.6.1	Empreendimento A.....	71
5.6.2	Empreendimento B.....	78
5.6.3	Empreendimento C.....	84
5.6.4	Discussão a luz das referências.....	91
<b>5.7</b>	<b>Execução de detalhes construtivos.....</b>	<b>92</b>
5.7.1	Empreendimento A.....	92
5.7.2	Empreendimento B.....	92
5.7.3	Empreendimento C.....	93
5.7.4	Discussão a luz das referências.....	95
<b>5.8</b>	<b>Análise geral.....</b>	<b>96</b>
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>101</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE A - Roteiro para coleta de dados.....</b>	<b>106</b>
	<b>APÊNDICE B - Avaliação dos protocolos de execução.....</b>	<b>108</b>
	<b>ANEXO A – Planta do pavimento tipo do caso A.....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXO B – Planta dos apartamentos e esquema do pavimento tipo do caso B.....</b>	<b>110</b>
	<b>ANEXO C – Planta dos apartamentos e esquema do pavimento tipo do caso C.....</b>	<b>111</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O sistema de fachadas de edifícios exige um projeto específico, interdisciplinar e complexo. A fachada valoriza esteticamente os edifícios, demanda grande quantidade de material e de mão de obra, necessita de um projeto detalhado e planejamento da execução a fim de evitar manifestações patológicas e garantir o conforto e segurança dos usuários. Por essas e outras razões é importante haver definição das etapas e um planejamento da fase de revestimentos externos para otimizar o uso dos recursos, garantir a segurança de quem executa e se alcançar a conformidade com os padrões de qualidade. Porém, para executar tal fase é importante que os procedimentos de execução estejam bem definidos para evitar problemas como retrabalho, perda de material e até patologias que comprometem o bem-estar.

A execução da fachada é composta de operações ou procedimentos que precisam ser bem analisadas e avaliadas para evitar não conformidades. A montagem dos balancins, execução das juntas de dilatação e armazenamento correto de materiais e insumos são exemplos de situações que podem ser descritas formalmente e geralmente não há um projeto para execução. Para um bom planejamento é importante dar atenção para as coletas de informações e difusão dessas, pois assim é possível analisar se os problemas estão sendo resolvidos antes de se iniciar atividades que podem ter sua continuidade prejudicada ou então demandar uma solução em obra que pode não levar em consideração a totalidade da obra, resultando em conflitos e até um custo maior.

Portanto, esse trabalho pretende identificar os procedimentos padrão para execução de fachadas argamassadas de forma a reduzir conflitos e executar o serviço de forma eficaz. A revisão bibliográfica sobre o tema em trabalhos acadêmicos e artigos deram base para elaboração de um protocolo de pesquisa a ser aplicado em obras. As informações analisadas à luz da bibliografia mostram como são realizadas as obras por três construtoras distintas e a partir disso será realizado um relatório de boas práticas que pode contribuir com a etapa.

Apesar da colaboração das empresas, esse trabalho foi restrito às observações decorrentes de visitas de campo e contatos com profissionais atuantes. As construtoras estavam operando com um quadro reduzido de funcionários, que causou um grande impacto na questão do planejamento das obras. Os protocolos de segurança de acesso aos canteiros limitaram o acesso do pesquisador, mas se destaca que, dentro do possível aos responsáveis das obras, foi permitido acesso aos locais envolvidos com a produção da fachada e o registro fotográfico, sem identificação das empresas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O mercado da construção civil está cada vez mais competitivo. A execução do revestimento externo envolve muitos riscos que poderiam ser reduzidos pela elaboração de um bom planejamento com o fim de mitigar incertezas, porém não é feito amplamente na construção civil. As quedas em altura são a maior causa de acidentes dentro da construção civil e os trabalhos nas fachadas podem ser fatais se houver alguma falha no sistema de segurança (STRADIOTO; AMARAL, 2016). Portanto, o planejamento prévio de isolamento de área, dimensionamento de balancins e o treinamento das equipes são fatores que influenciam na qualidade do produto. Tendo sido elaborado o projeto da execução é possível otimizar o uso de materiais, diminuir as atividades que não agregam valor, reduzindo os custos para quem constrói e repassar esse valor para quem compra. Isso pode fazer com que construtoras e incorporadoras tenham uma melhor posição no mercado, e esse detalhamento engloba o fluxo de materiais e de funcionários. É possível também reduzir o retrabalho e desperdício, pois as atividades serão pensadas de forma a evitar conflitos na obra, reduzindo decisões tomadas no canteiro e utilizando materiais de acordo com seu desempenho técnico.

A qualidade da fachada está ligada diretamente com o custo energético dos edifícios (BRUGNERA *et al.*, 2020). Boas práticas de execução contribuem para redução do consumo energético, custo esse que é comprometido por patologias como pontes de calor. Com uma boa execução se reduz também o custo de manutenção e reparos, visto que patologias são comuns nas fachadas e seus preços de reparo expressivos. Sua estética também valoriza o edifício, melhorando seu custo de mercado.

O custo do sistema de fachadas varia entre 10 a 30% do preço global do edifício e podem representar a maior fração dos custos de uma obra. O custo de manutenção anual de edifícios é estimado entre 1 e 2% do custo do custo para reposição de um edifício, valor que pode parecer insignificante mas que chega a ser equivalente ou superior ao custo de construção ao longo da vida útil do empreendimento (ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2013; RESENDE, 2004).

Outro projeto que pode influenciar na gestão do serviço é a existência de projetos de canteiro que estudem a logística de distribuição de materiais, circulação de equipamentos e localização das instalações provisórias de forma dinâmica conforme o desenvolvimento da obra. O serviço de execução de fachadas está ligado com um incremento de boas práticas nas obras, que tem um potencial de melhorar a eficácia e a eficiência da produção.

Portanto, nesse trabalho será investigada a execução das sequências tecnológicas aplicadas por uma construtora da cidade de São Carlos, SP e duas incorporadoras de Mogi Guaçu, SP para a execução dos sistemas de fachadas argamassadas e comparar seus procedimentos executivos. Sendo assim, esse trabalho visa contribuir com informações sobre boas práticas de execução para um importante subsistema dos edifícios.

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar diferenças entre práticas da produção de revestimentos externos argamassados para edifícios de alvenaria estrutural de concreto. Dentre as etapas para se garantir uma execução eficaz espera-se identificar e discutir sobre sete operações físicas ou procedimentos para execução que possam ser implantadas por construtoras de forma a melhorar produtividade, gestão e qualidade da execução. As etapas analisadas são a montagem de equipamentos de suporte provisório, início de preparo de base, definição do plano de revestimento, final do preparo de base, taliscamento da fachada, execução da camada de revestimento da argamassa (dividida em outros quatro tópicos) e execução de detalhes construtivos.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

**Capítulo 1:** Apresenta o contexto do trabalho, a justificativa e os objetivos do trabalho.

**Capítulo 2:** Método de pesquisa.

**Capítulo 3:** Apresenta a revisão bibliográfica com a definição da tecnologia e conceitos envolvidos com a produção das fachadas argamassadas.

**Capítulo 4:** Serão apresentados os empreendimentos onde a pesquisa foi realizada e os dados obtidos durante a pesquisa de campo.

**Capítulo 5:** Comparação dos casos apresentados com a revisão bibliográfica.

Em seguida, são apresentadas as Conclusões do trabalho.

Por fim, são apresentados as Referências Bibliográficas e o Apêndice com o roteiro para coleta de informações em obra.

## **2. MÉTODO DE PESQUISA**

A pesquisa possui três etapas, fundamentação teórica, estudo de caso e discussão de resultados.

### **2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Para realização do trabalho foi realizada uma leitura de artigos científicos e trabalhos acadêmicos sobre assuntos envolvendo sistema de fachadas, produtividade, logística e planejamento da execução de fachadas argamassadas. Tal estudo foi usado como base para elaboração de um roteiro com as informações de projetos necessárias para execução das fachadas.

Essa etapa foi importante para a compreensão da fase estudada e credibilidade para que se tenha acesso aos canteiros a serem utilizados para o estudo de caso. A fundamentação foi importante para que o pesquisador esteja preparado para analisar e discutir sobre as informações obtidas no trabalho realizado.

### **2.2 ESTUDO DE CASO**

O papel do método de pesquisa é guiar a investigação por meio de um conjunto de processos que torna possível estudar uma realidade. O tipo exploratório é uma estratégia que utiliza técnicas de pesquisa do tipo observações e entrevistas, sendo possível analisar situações de forma mais complexa, em sua essência, esclarecendo decisões, ou conjunto delas, o motivo pelo qual foram tomadas, suas implantações e resultados obtidos (TOLEDO; SHIAISHI, 2009).

A contribuição do estudo de caso costuma ser recorrente sobre benefícios, vantagens e restrições sobre o objeto a ser estudado. Dentre as principais vantagens do estudo qualitativo tem-se o estímulo às novas descobertas, à ênfase na totalidade e à simplicidade dos procedimentos. Tal método é recomendado quando se deseja esclarecer diversos processos em uma empresa ou um fenômeno, podendo também se configurar ao contexto do estudo, que não podem ser levantadas apenas com dados quantitativos (TOLEDO; SHIAISHI, 2009).

Portanto, se justifica a utilização de estudo de caso para a pesquisa por se tratar de uma fase multidisciplinar e que necessita ser consideradas suas particularidades. Neste trabalho, com o estudo de até três obras se pretende identificar as etapas do planejamento e execução das fachadas argamassadas com os engenheiros de obras dos locais, com

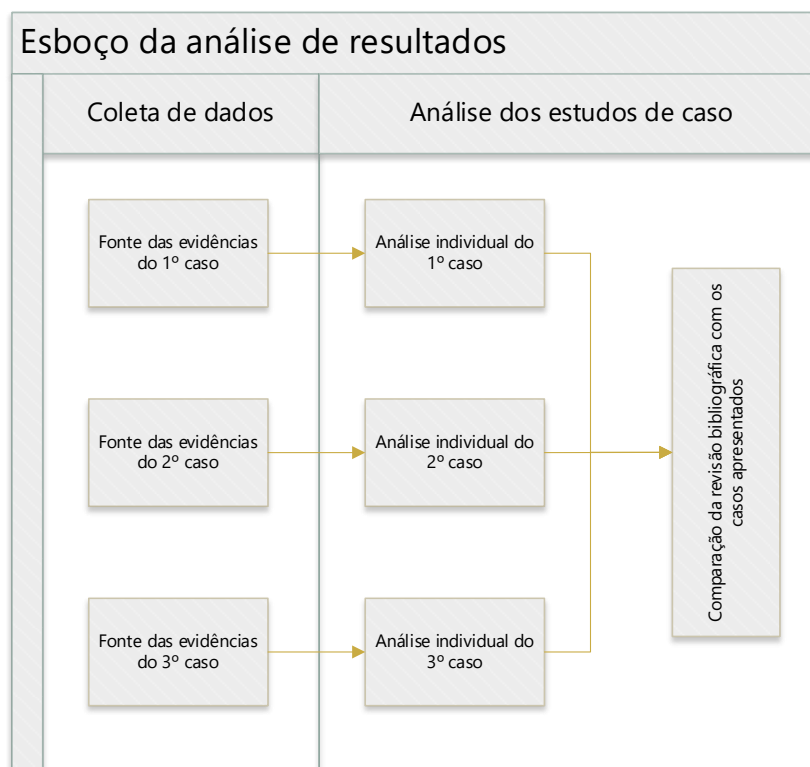
perguntas abertas sobre cada ponto levantado no roteiro. Os objetos de pesquisa serão edifícios de alvenaria estrutural com blocos de concreto e serão realizadas visitas para acompanhamento da execução, fotografias com autorização e respeitando a boa prática científica de ser apenas observador dos fatos.

Para se obter as informações necessárias para realização da pesquisa serão realizadas as atividades de coleta de dados (conforme checklist de informações a ser disponibilizado em apêndice), entrevista com os responsáveis da obra (de forma a entender o processo e elaborar um fluxograma de trabalho) e registros fotográficos (para a ilustrar os processos e auxiliar com a comunicação visual).

## 2.3 RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO

Os dados qualitativos devem ser selecionados para refletir os eventos mais importantes na fase em estudo. O processo transita pelas fases de codificação dos dados obtidos, apresentação estruturada e a análise propriamente dita. Na Figura 1 pode ser observado um esboço representativo da análise dos resultados, que guiará o estudo na etapa de discussão dos resultados e produção de relatórios (TOLEDO; SHIAISHI, 2009).

Figura 1 - Esboço da análise do estudo de caso



Fonte: Adaptado de Toledo; Shiaishi (2009)

Com este método proposto, espera-se identificar o modelo de planejamento do sistema, as etapas de produção de fachadas argamassadas e as diferenças nas técnicas de execução, de gestão e de medição da produtividade, considerando as particularidades dos casos. Espera-se apresentar as informações relevantes que possam contribuir com um sistema mais racionalizado, reduzir perdas ou custos e assim contribuir com o desenvolvimento da área de conhecimento na construção civil.



### **3. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FACHADA COM REVESTIMENTO DE ARGAMASSA**

#### **3.1 A TECNOLOGIA DAS FACHADAS**

As tecnologias de fachadas dos edifícios estão em constante transformação. Simulações apresentam que decisões de design podem gerar uma redução potencial de até 27,4% no consumo de energia do edifício, sendo 22% relativo a qualidade do envelope construtivo e 6% do fator geometria (VENÂNCIO; PEDRINI, 2009). O setor da construção civil consome um terço da energia primária do mundo, no Brasil esse número chega a 48,5%, onde edifícios comerciais representam 14,4% do consumo total (VENÂNCIO; PEDRINI, 2009) e decisões de materiais em uma fachada podem aumentar o consumo de ar condicionado em até 25% (BRUGNERA *et al.*, 2020).

Existem soluções alternativas no mercado, mas o sistema amplamente utilizado ainda é o de fachadas argamassadas, que possui potencial de melhoria em seus processos. Por ser um sistema de interface com outras disciplinas de projetos, como arquitetura, estrutura, instalações, climatização e vedações, é fundamental haver um detalhamento suficiente desde as primeiras etapas de forma a evitar problemas futuros já que modificações tardias apresentam custos maiores (ATKINSON; CRAWFORD; WARD, 2006; CARRARO; OLIVEIRA, 2015).

As pesquisas mostram que problemas recorrentes do setor da construção, como baixa qualidade e produtividade, estão relacionadas com deficiências no planejamento e controle das construções (ATKINSON; CRAWFORD; WARD, 2006; BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013) assim como perdas de tempo, esforço e energia ou retrabalho. O investimento em logística, que estuda as cadeias de abastecimento de materiais e informações e os processos internos da construção, também está relacionada e está sendo aplicada no setor como uma estratégia de competitividade, em especial por grandes empresas (BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013; VEIGA, 2019).

O projetista de fachadas é um especialista na sua área de atuação, podendo ser responsável pelo desenvolvimento de projetos técnicos ou atuando como consultor de acordo com a forma que são contratados. Existem exigências de desempenho nas fachadas, que devem ser tecnicamente justificadas. Após definição de aspectos estéticos e volumétricos há a participação desse profissional, avaliando tecnologias para atender às legislações de incêndio, estanqueidade, resistência a choques, desempenho térmico, isolamento acústica adequada, proteções solares e manter níveis de iluminação natural. Para

construções, na fase de preparação para execução de obra (PEO), o projetista de fachadas integra a equipe com fornecedores e montadores para auxiliar e apoiar nas atividades de análise do projeto. Pode ter um escopo diferente quando se lida com renovações e reabilitação de fachadas, estudando por exemplo por exemplo a condição existente das fachadas (OLIVEIRA, 2009).

### **3.2 PROJETO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA**

O projeto do revestimento de argamassa deve apresentar informações sobre o produto de forma a garantir que a tecnologia esteja adequada (MATHEUS, 2019). Por se tratar de uma área multidisciplinar o estudo começa com algumas características importantes que são indicadas ainda no projeto arquitetônico, como dimensão das paredes, localização dos vãos de janelas, portas e instalações, detalhes construtivos de fixação de esquadrias, peitoris e frisos, fachada cega (sem aberturas), material e cor aplicados e formato da fachada (cantos retos ou arredondados) (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Um projeto da fase deve contemplar informações adequadas para realização eficaz, conforme e evitar tomada de decisões na obra, sendo listadas algumas informações essenciais (MACIEL; MELHADO, 1999):

1. O tipo de revestimento (número de camadas);
2. Tipo de argamassa e parâmetro para dosagem;
3. Espessura das camadas;
4. Detalhes arquitetônicos e construtivos;
5. Técnicas mais adequadas para execução;
6. Padrão de qualidade dos serviços.

Além dos elementos citados a ABNT NBR 7200:1998 exige também definição da composição e dosagem do material quando essa é produzida *in situ*. Essas características são essenciais para o projeto executivo, então compõem o que é definido de projeto do produto de revestimento (MATHEUS, 2019).

Para a implantação das tecnologias é fundamental definições que compõe o chamado projeto para produção e deve contemplar, basicamente, sequência de execução e equipamentos utilizados. Auxilia a execução da fase de forma racionalizada. Esse projeto define características e recursos usados por cada construtora para execução das atividades, como definição dos detalhes de acabamento, disposição detalhada de sequência das

atividades de obra, frentes de serviço e uso dos equipamentos (MACIEL; MELHADO, 1999; MATHEUS, 2019).

A Figura 2 explica o fluxo do processo de projeto de revestimento, destacando quais informações são necessárias para sua elaboração. Podemos definir que o projeto executivo define o que será produzido enquanto o projeto para produção define como será produzido. Somente tendo acesso a essas informações que é possível desenvolver outras etapas, como quem irá produzir, quando será feito e até quanto irá custar, ou seja, outras etapas da tradicional ferramenta de qualidade 5W2H (*what, who, where, when, why, how e how much*).

**Figura 2 - Fluxo do projeto de revestimento**



Fonte: Adaptado de Maciel & Melhado (1999).

A interdisciplinaridade da fase deve ser considerada no projeto da fase os requisitos de desempenho do sistema, considerações econômicas do empreendimento e princípios de racionalização, construtivos e organizacionais. Destaca-se também que deve haver presença de quem irá executar a obra nas definições dos aspectos relacionados à organização da produção (MATHEUS, 2019).

### 3.3 OPERAÇÕES FÍSICAS

A ISO 9001 define o processo como um conjunto de operações que transformam *inputs* em *outputs*, sendo realizadas em sequência adequada para execução de um produto ou parte. Essas operações costumam ser mais facilmente visualizadas por meio de

fluxogramas, mas existem outras ferramentas que ajudam a organizar as operações físicas de um sistema (ABNT,2015).

Quando a técnica está associada com uma sequência de etapas e organização adequadas então se define um método executivo, que é associado com uma tecnologia construtiva (MATHEUS, 2019).

Os métodos e etapas podem também variar e serem industrializados em maior ou menor parte do processo, então é fundamental que as etapas obedeçam aos procedimentos adequados. As etapas a seguir identificam as operações físicas do sistema de revestimento argamassado em edifícios de concreto armado (MATHEUS, 2019):

1. Montagem dos equipamentos de suporte provisório
2. Início da preparação de base
3. Definição do plano de revestimento
4. Final da preparação de base
5. Taliscamento da fachada
6. Execução da camada de revestimento de argamassa
  - a. Produção da argamassa
  - b. Transporte e distribuição da argamassa
  - c. Aplicação da argamassa
  - d. Acabamento da camada de argamassa
7. Execução de detalhes construtivos.

### **3.3.1 MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS DE SUPORTE PROVISÓRIO**

Os equipamentos utilizados para acesso de operários e transporte vertical geralmente são:

- Andaime fachadeiro – um exemplo pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3 - Andaime fachadeiro**



Fonte: <https://www.alugandaimes.com.br/andaime-fachadeiro>, acesso em 03/12/2020.

- Balancim leve manual – um exemplo pode ser observado na Figura 4.

**Figura 4 - Balancim manual**



Fonte: <https://www.iw8.com.br/produto/balancim-manual.html>, acesso em 03/12/2020.

- Balancim leve motorizado – um exemplo pode ser observado na Figura 5.

**Figura 5 - Balancim motorizado**



Fonte: <https://balancimeletrico.ind.br/nr-18-andaime-suspenso-motorizado/>, acesso em 03/12/2020.

- Plataforma cremalheira – um exemplo pode ser observado na Figura 6.

**Figura 6 - Plataforma cremalheira**



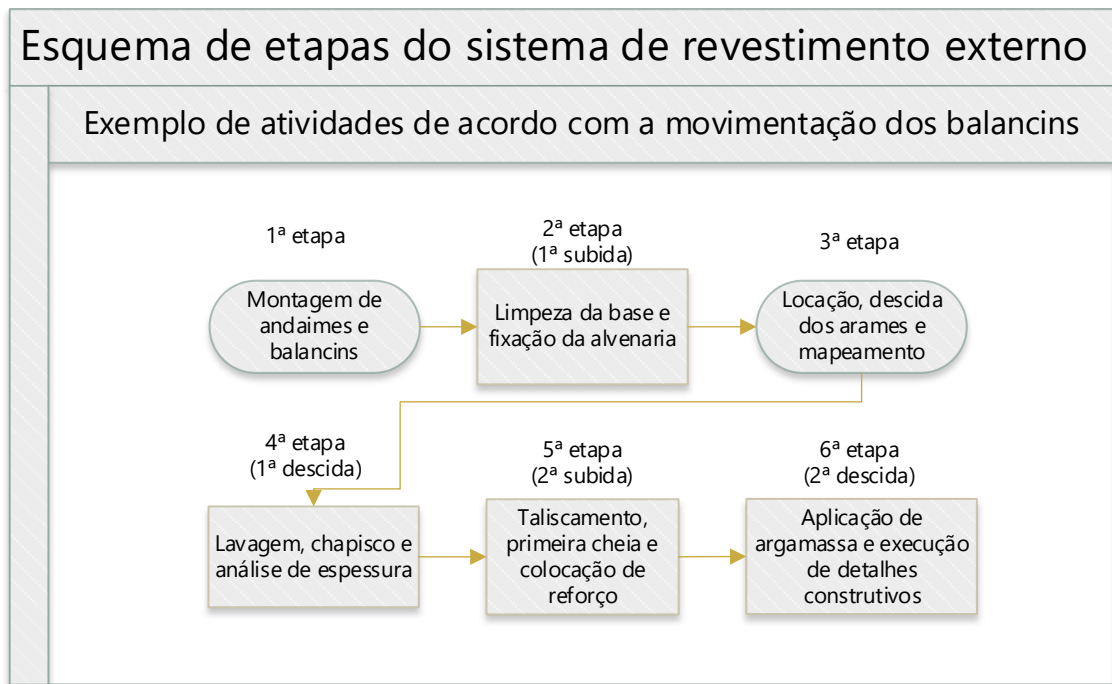
Fonte: <http://www.suspendedplatform.com.br/4-2-double-mast-work-platform.html>, acesso em, 03/12/2020.

O tipo de equipamento utilizado pode interferir no sequenciamento de atividades realizadas. É indicado também que a escolha do equipamento seja compatível com a técnica para otimizar a execução. Por exemplo, a utilização do balancim motorizado quando

se usa argamassa projetada gera uma produtividade potencialmente maior (MATHEUS, 2019).

O balancim leve manual é usual nas construções, sendo comum definir as atividades a ser realizadas de acordo com a movimentação do balancim. Essas movimentações são esquematizadas na Figura 7.

**Figura 7 - Esquema de etapas do sistema de produção de revestimento externo**

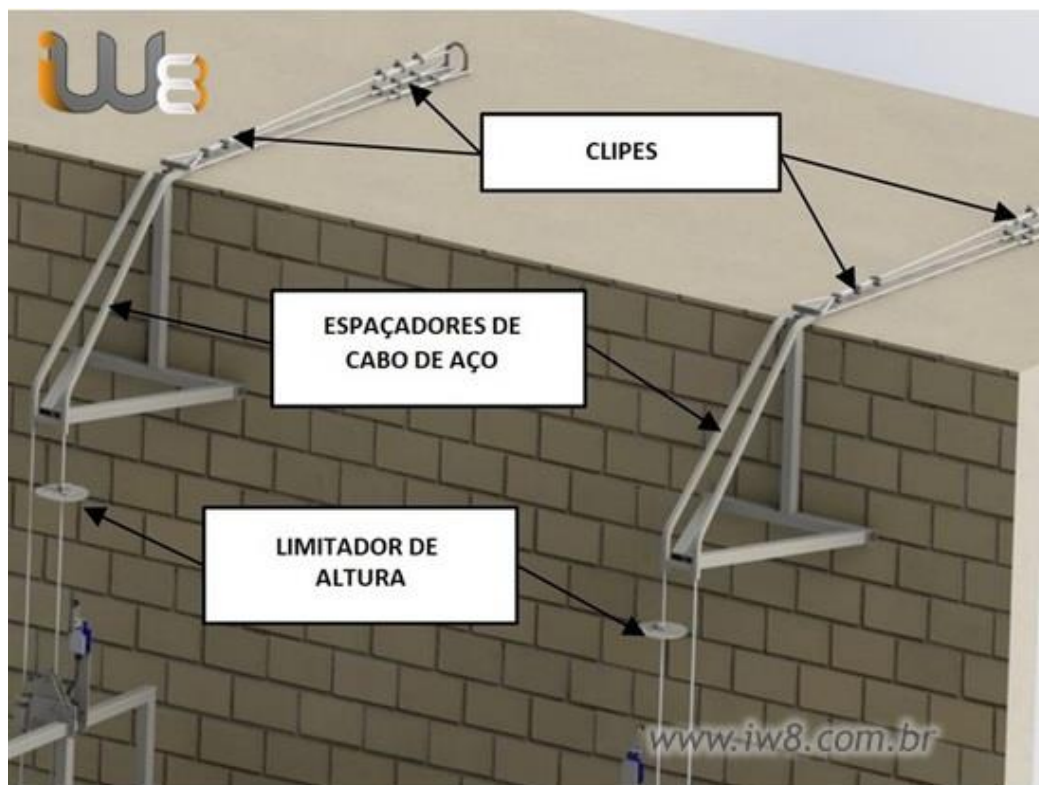


Fonte: Matheus (2019).

Para realização de atividades com balancins é importante a observação da NR-18 sobre condições e meio de trabalho na construção, pois a causa número um de acidentes é relacionada com quedas de andaimes e similares. Além de manter o canteiro organizado e limpo é importante garantir existência e correta utilização de equipamentos de proteção coletiva (EPC) como sistema de guarda-corpo-rodapé (GcR), linhas de vida e bandejas (BRASIL,2015; FONSECA, 2019; STRADIOTO; AMARAL, 2016).

Os andaimes suspensos possuem estrutura de cabos de aço geralmente apoiada na cobertura, ou no pavimento mais alto possível, e ancorada em estrutura interna ao perímetro da fachada (MATHEUS, 2019). Esse equipamento é utilizado com espaçadores de cabo de aço, para evitar dobra do cabo de aço (estrangulamento) e o atrito do andaime com a parede, podendo comprometer serviços executados (Figura 8).

**Figura 8 - Espaçadores de parede utilizados na montagem dos balancins**



Fonte: <https://www.iw8.com.br/produto/afastador-de-cabo-de-aco.html>, acesso em 15/11/2020.

### **3.3.2 INÍCIO DE PREPARAÇÃO DE BASE**

O preparo de base é feito com a intenção de melhorar a superfície e assim adequar o recebimento da argamassa. Como parte do preparo para edifícios de alvenaria estrutural podem ser citadas as atividades como limpeza superficial, remoção de irregularidades locais e preenchimento de furos (MATHEUS, 2019).

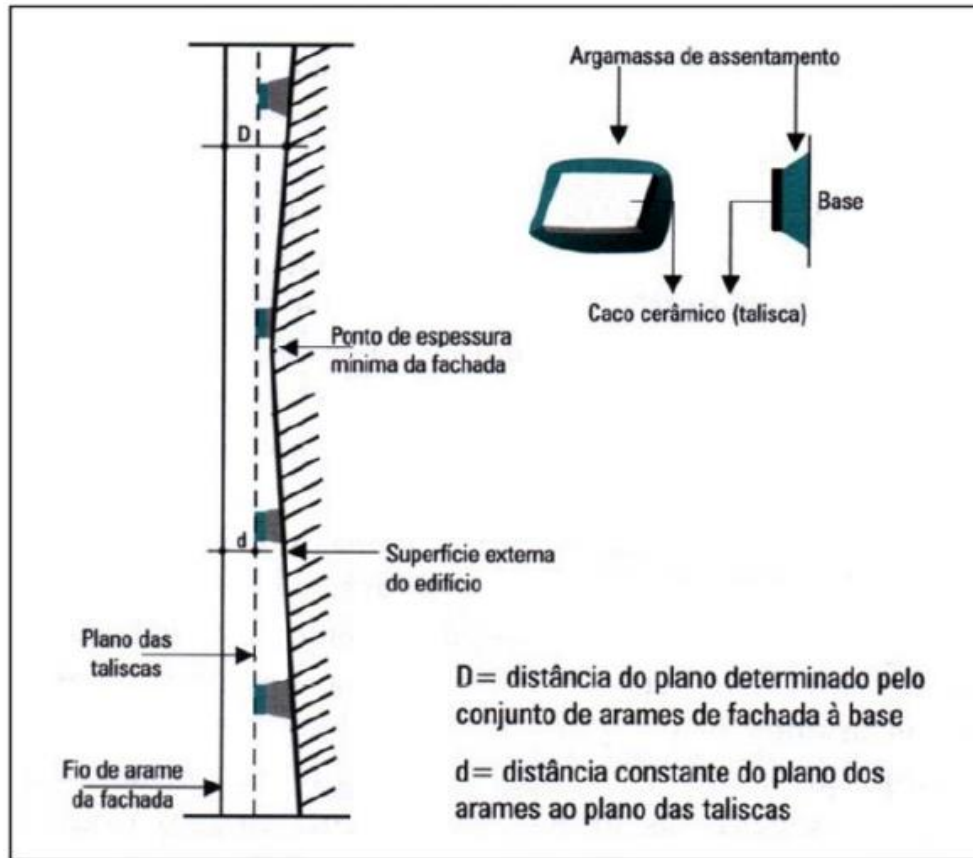
### **3.3.3 DEFINIÇÃO DO PLANO DE REVESTIMENTO**

Para seguir a espessura de argamassa definida no projeto, algumas etapas são importantes, como a correta locação dos arames, medição e definição do plano de acabamento do revestimento argamassado. Os arames são prumados seguindo os assentamentos das taliscas, que são indicadores do nível acabado. Idealmente os níveis são tirados a partir de trena metálica e é recomendado que se faça a leitura nas lajes de cada pavimento e a meia altura do pavimento para edifícios de alvenaria estrutural (MATHEUS, 2019).

A posição dos arames deve ser prevista em projeto, de forma a evitar escolhas arbitrárias. A Figura 9 orienta sobre como deve ser definido o plano de revestimento, mostrando os pontos de verificação da distância do fio para o plano das taliscas, a partir da espessura mínima da fachada e a partir dela as demais distâncias da superfície externa do edifício até o plano a ser acabado.



Figura 9 - Esquema do plano de revestimento



Fonte: Matheus (2019).

### 3.3.4 FINAL DE PREPARAÇÃO DE BASE

Nessa etapa é feito a lavagem da superfície por hidrojateamento e aplicação do chapisco, sendo realizado nas descidas do balancim de forma a não contaminar superfícies executadas. Esse preparo tem a finalidade de preparar a superfície para regularizar a absorção e melhorar a fixação da argamassa (MATHEUS, 2019).

Existem basicamente três tipos de preparo de chapisco, descritos a seguir, e para sua escolha deve ser levada em consideração a interação entre base e argamassa e a técnica de execução, podendo ser dosados em obra ou comprados industrializados necessitando apenas da adição de água. Quando é utilizada argamassa industrializada o fabricante deve indicar qual o preparo de base compatível para atender as propriedades do sistema (MATHEUS, 2019).

**Chapisco tradicional:** Projeção manual com colher de pedreiro ou equipamento similar de argamassa fluida de cimento e areia, com ou sem aditivo.

**Chapisco desempenado:** É produzido com argamassa industrializada específica para esse tipo de aplicação, se acrescenta água e o material é aplicado com uma desempenadeira.

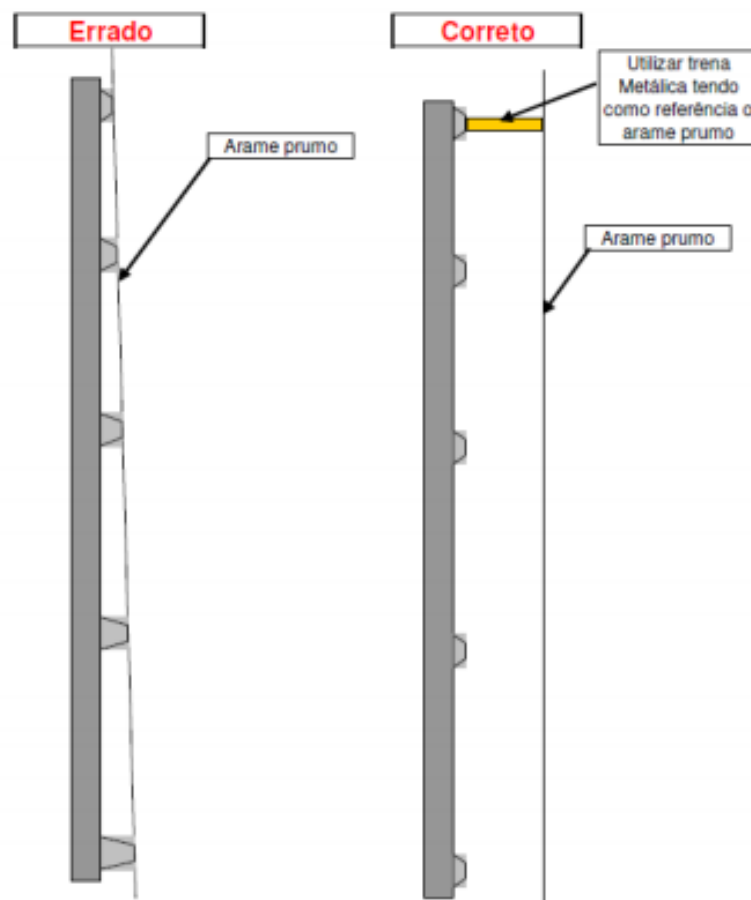
**Chapisco rolado:** Assim como o chapisco tradicional é aplicação de argamassa de cimento e areia, mas possui adição de polímeros e são aplicados utilizando um rolo de textura.

Após chapisco é realizado o taliscamento da fachada.

### 3.3.5 TALISCAMENTO DA FACHADA

O taliscamento é o assentamento de taliscas cerâmicas definindo o plano finalizado, sendo feito com a mesma argamassa que será utilizada no revestimento. Seu espaçamento não deve ser superior ao comprimento da régua de sarrafeamento para evitar irregularidades. Para correta execução dessa etapa é importante que o arame de prumo seja referência e não guia das taliscas, pois pode haver um erro acumulado e levar a um consumo maior de material ou até irregularidades visíveis conforme vemos na Figura 10 (MATHEUS, 2019).

**Figura 10 - Detalhe de execução de taliscas**



Fonte: Matheus (2019).

### 3.3.6 EXECUÇÃO DA CAMADA DE REVESTIMENTO DA ARGAMASSA

A principal etapa da execução do revestimento argamassado é a camada de revestimento. Essa etapa que demanda grandes quantidades de matéria prima e mão de obra possui tarefas que exigem atenção como produção da argamassa, transporte do material, distribuição no canteiro e aplicação na base. A etapa pode ser dividida nos segmentos apresentados a seguir.

#### 3.3.6.1 Produção da argamassa – Tipo de fornecimento

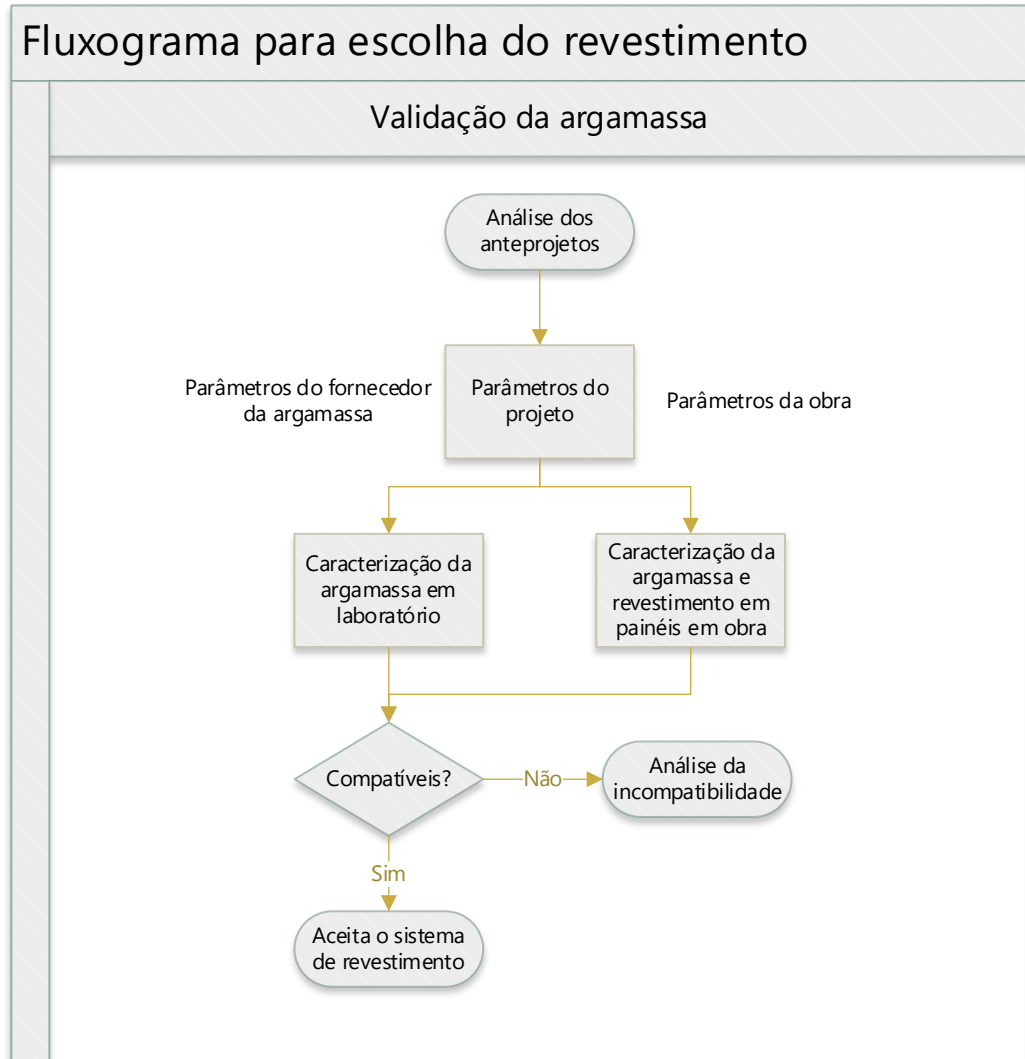
A produção da argamassa é definida pela mistura ordenada de seus materiais nas proporções necessárias e por tempo adequado de acordo com equipamentos usados nessa tarefa. Quanto ao tipo de fornecimento podem ser citados os tipos listados a seguir (MATHEUS, 2019):

- **Argamassa preparada em obra:** Os materiais são dosados na obra, geralmente cimento, cal e areia. A quantidade de cada material é definida pelo traço adequado para o uso.
- **Mistura semipronta para argamassa:** Mistura fornecida ensacada ou a granel, geralmente preparada de areia úmida e cal. Necessita de adição de cimento (aglomerante) e água em obra, tendo seu preparo completado em obra.
- **Argamassa industrializada:** mistura dosada em indústria com processo controlado, é um dos tipos mais utilizados e pode ser dividido em dois grupos:
  - **Argamassa ensacada:** Fornecida em sacos de 20kg ou 50kg necessita apenas de adição de água para ser usada no preparo. Costuma ser preparada em betoneiras ou batedores.
  - **Argamassa ensilada:** Geralmente comercializada a granel, a mistura chega em caminhão e abastece os silos, que possuem mecanismo controlado para adição de água e mistura do material.
- **Argamassa dosada em central:** Também industrializada, a argamassa é preparada em central dosadora e fornecida no estado fresco para uso.
  - **Argamassa estabilizada:** A argamassa recebe aditivos estabilizadores para permitir seu uso em períodos de chegam de 36 a 72 horas.

Cabe à administração da obra e à construtora a definição do tipo de argamassa fornecida, mas importante serem definidos em projeto os parâmetros técnicos como aderência, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica, resistência ao desgaste e durabilidade (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006). Para aceitação do

sistema é usual a realização de caracterização em laboratório e testes de arrancamento em protótipos para validar a argamassa a ser utilizada. Na Figura 11 pode ser observado o fluxograma da validação de argamassa (MATHEUS, 2019).

**Figura 11 - Fluxograma para escolha do revestimento**



Fonte: Adaptado de Matheus (2019).

### 3.3.6.2 Transporte e distribuição da argamassa

A produção da argamassa é cíclica, e como suporte de suas atividades está diretamente relacionada com a organização do canteiro. Algumas informações são importantes para a eficiência do sistema, como definição dos locais de armazenagem dos insumos, local de mistura e preparo e forma de transporte até o local de aplicação. Cada uma dessas escolhas podem afetar diretamente a produtividade da equipe responsável (MATHEUS, 2019), a sequência das atividades de produção, escolha de ferramentas e equipamentos e também a organização do canteiro (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006). De forma a reduzir desperdícios e perdas no processo é interessante maximizar o

processo de fluxo de valor, que otimizam atividades que agregam valor ao produto e minimizam outras atividades que (apesar de importantes) não contribuem com o produto final, como o transporte (VEIGA, 2019).

Dentre os locais importantes nessa etapa, podem ser indicadas as centrais de produção e as áreas de estocagem. As centrais de argamassa são locais onde há o preparo da argamassa de acordo com seu tipo de produção, geralmente requerem apenas um ponto de água e um misturador e é recomendado que esteja localizado próximo ao estoque do material a ser utilizado. As áreas de estocagem são os locais de armazenamento dos insumos conforme a exigência de cada tipo de argamassa fornecida.

O tipo de produção de argamassa define condições exclusivas para o canteiro conforme Quadro 1. Destaca-se que essas condições devem ser avaliadas para evitar conflito com outras atividades, possível de ser feito, por exemplo, a partir de um diagrama de interrelações.

**Quadro 1 - Aspectos relevantes para cada tipo de argamassa fornecida**

Aspectos relevantes	Condições a serem atendidas			
	Argamassa dosada em canteiro	Argamassa industrializada	Argamassa fornecida em silo	Argamassa dosada em central
<b>Central de produção</b>	Número de equipamentos de mistura adequado ao volume diário de produção e próximo ao estoque dos materiais e do equipamento de transporte vertical.	Dispensa organização de uma central de produção, caso se misture a argamassa nos pavimentos empregando a argamassadeira.	Dispensa organização de uma central de produção. Definição do local para instalação do silo.	Dispensa dosagem e controle de insumos já que a argamassa vem pronta de uma central.
<b>Área de estocagem</b>	Maior área de estocagem para os materiais.	Redução das áreas de estocagem.	Redução das áreas de estocagem.	Estocagem apenas da argamassa pronta a ser utilizada.
<b>Transporte vertical</b>	Transporte até o local de aplicação pelo elevador, guincho de coluna externo ou grua. Interferência com o transporte vertical de outros materiais.	Possibilidade de eliminação de interferência com o transporte vertical de outros materiais, através da mistura nos pavimentos (argamassadeira)	Possibilidade de eliminação de interferência com o transporte vertical de outros materiais, através do bombeamento do material em pó e mistura nos pavimentos.	Transporte através de grua ou elevador até o local de aplicação ou distribuição da argamassa pronta. Deve ser avaliada a possibilidade de bombeamento.

Fonte: Matheus (2019).

Dentre os principais problemas que pode influenciar na escolha do local de produção de argamassa pode se indicar ruído e limpeza, sendo indesejável a proximidade com áreas administrativas e de vivência, como alojamento, refeitório, escritório, guarita e almoxarifado,

de acordo com a disponibilidade de espaço no empreendimento. Pode ser classificado como necessária a proximidade com o estoque de agregados e ensacados, de acordo com o fornecimento de materiais, e com o equipamento de transporte vertical. É interessante uma proximidade com o ambulatório para caso haja algum acidente, mas deve ser avaliado pela construtora em sua análise de riscos.

A tecnologia de transporte deve ser compatível também com a forma de aplicação do material. A distribuição pode ser feita de forma direta, por meio de equipamentos de projeção, ou de forma indireta, levando o material até as frentes de trabalho para aplicação manual ou a ar comprimido. Essas opções foram resumidas no Quadro 2 (MATHEUS, 2019).

**Quadro 2 – Opções de distribuição de argamassa**

<b>Transporte de argamassa do fornecimento à aplicação</b>				
<b>Fornecimento</b>	<b>Transporte</b>	<b>Distribuição</b>	<b>Aplicação</b>	
Dosada em obra	Elevador ou grua	Central com misturador	Projeção mecânica contínua	
		Central com misturador + Funil por gravidade	Projeção a ar comprimido	
				Projeção manual
Mistura semipronta	Elevador ou grua	Central com misturador	Projeção mecânica contínua	
		Central com misturador + Funil por gravidade	Caneca	
				Projeção manual
Industrializada ensacada	Elevador ou grua	Central com misturador	Projeção mecânica contínua	
		Central com misturador + Funil por gravidade	Projeção a ar comprimido	
				Projeção manual
Industrializada ensilada	Elevador ou grua	Central com misturador	Projeção mecânica contínua	
		Central com misturador + Funil por gravidade	Projeção a ar comprimido	
	Bombeamento (via seca)	Central com misturador	Central com misturador	Projeção mecânica contínua
			Central com misturador + Funil por gravidade	Projeção a ar comprimido
Bombeamento (via úmida)	Direta	Direta	Projeção mecânica contínua	
		Funil por gravidade	Projeção a ar comprimido	
				Projeção manual
Dosada em central	Elevador ou grua	Direta	Projeção mecânica contínua	
		Funil por gravidade	Projeção a ar comprimido	
				Projeção manual

Fonte: Matheus (2019).

Para escolha eficiente do sistema de transporte deve ser considerados (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006; MATHEUS, 2019):

- Tipologia da obra;
- Área a ser revestida;
- Distâncias e alturas alcançadas;
- Facilidade de acesso no canteiro de obra;
- Áreas de armazenagem;
- Facilidade de acesso as áreas de armazenamento e produção;
- Disponibilidade de materiais e equipamentos;
- Período do ano em que o revestimento externo será realizado e na necessidade de proteção das fachadas com telas;
- Dimensionamento da mão de obra;
- Disposição de balancins, dimensão e quantidade;
- Número de funcionários por balancim;
- Determinação do ciclo de trabalho dos balancins.

### 3.3.6.3 Aplicação da argamassa

As tecnologias mais comuns para aplicação da argamassa da camada de revestimento são (MATHEUS, 2019):

- **Projeção manual:** é a técnica mais comum de aplicação, costuma ser feita com uma colher de pedreiro onde o operário aplica a argamassa com movimentos energéticos. Popularmente chamado de “chapar” a argamassa. É possível ver variações de denominação onde o operário usa uma desempenadeira.
- **Projeção a ar comprimido:** O operário enche uma caneca com argamassa que é projetada com auxílio de uma bomba de ar comprimido, conforme Figura 12. A aplicação é intermitente mas possui um índice de produtividade superior, desde associado com técnicas de gestão que aproveite a tecnologia (ASANO; BARROS, 2016). O modelo pode ser utilizado também para projeção de chapisco.

**Figura 12 - Projeção de argamassa a ar comprimido**



Fonte: <https://www.anvi.com.br/caneca-projecao-argamassa>. Acesso em 26/11/20.

- **Projeção mecânica contínua:** O transporte é feito a partir de um mangote pressurizado por bombas, que projeta a argamassa no local de aplicação. Costuma ser acoplado também com uma mangueira de ar comprimido para o lançamento do material.

**Figura 13 - Projeção de argamassa com uso de mangote**



Fonte: <http://www.brasilengenharia.com/porta/noticias/destaque/5396-lafarge-apresenta-argamassa-projetada-na-construir-minas>. Acesso em 26/11/20.



Dentre as vantagens dos projetores de ar comprimido se dá o baixo custo, pois a argamassa não é bombeada, apenas projetada. A desvantagem é o peso do equipamento carregado, o que pode gerar fadiga, mas é possível ter um aumento na velocidade de execução e também é apresentada uma maior uniformidade na aplicação em comparação com o modelo de projeção tradicional (ASANO; BARROS, 2016; MATHEUS, 2019).

A utilização da técnica com aplicação contínua se dá no transporte e velocidade de projeção. É possível a utilização de materiais com diferentes granulometrias e apresenta resultados de aderência superiores em comparação com aplicação manual (MATHEUS, 2019).

O primeiro contato da equipe técnica com o material deve ser realizado em painel teste na obra. É feito um teste em superfície em local desfavorável com uma área de aproximadamente 2m<sup>2</sup> e deverão ser simuladas todas as condições previstas para o processo. Importante ser avaliado a condição da argamassa, ressaltando que as condições de aplicação para o teste costumam ser significativamente melhores que a execução do restante da argamassa, mas é comum a realização de teste de arrancamento nesse painel para determinar a aderência das camadas executadas (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Os testes de arrancamento devem ser feitos de acordo com a norma NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019), sobre determinação de resistência de aderência a tração. Esse teste avalia se há falha no sistema base, argamassa e revestimento (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

#### **3.3.6.4 Acabamento da camada de argamassa**

Após aplicação da argamassa pode ser feito até três etapas de acabamento, sendo:

- **sarrafeamento** (Figura 14), que é o planeamento da superfície com o uso de régua metálica (usando as taliscas como referência);
- **desempeno** (Figura 15), com uma desempenadeira é possível melhorar a regularização da base;
- **camurçamento** (Figura 16), onde com o uso de um filtro ou espuma é feito acabamento na argamassa (MATHEUS, 2019).

**Figura 14 - Sarrafeamento com uso de régua metálica**



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/791155859526099771/>. Acesso em 26/11/20.

**Figura 15 - Desempeno de superfície**



Fonte: <http://www.corretanet.com.br/site/solucao-correta/1242-como-assentar-e-rejuntar-ceramicas-em-piscinas.html>. Acesso em 26/11/20.

**Figura 16 - Camurçamento ou alisamento de superfície**



Fonte: [http://engecia.blogspot.com/2011\\_08\\_28\\_archive.html](http://engecia.blogspot.com/2011_08_28_archive.html). Acesso em 26/11/20.

Cada etapa de acabamento exige um tempo de cura da argamassa até que se torne trabalhável para o que será feito. Para pinturas acrílicas é comum que se faça apenas acabamento desempenado (MATHEUS, 2019). A espera do material chegar no ponto necessário faz com que após a atividade de sarrafeamento e desempeno haja muito resíduo, que não pode ser reaproveitado.

### **3.3.7 EXECUÇÃO DE DETALHES CONSTRUTIVOS**

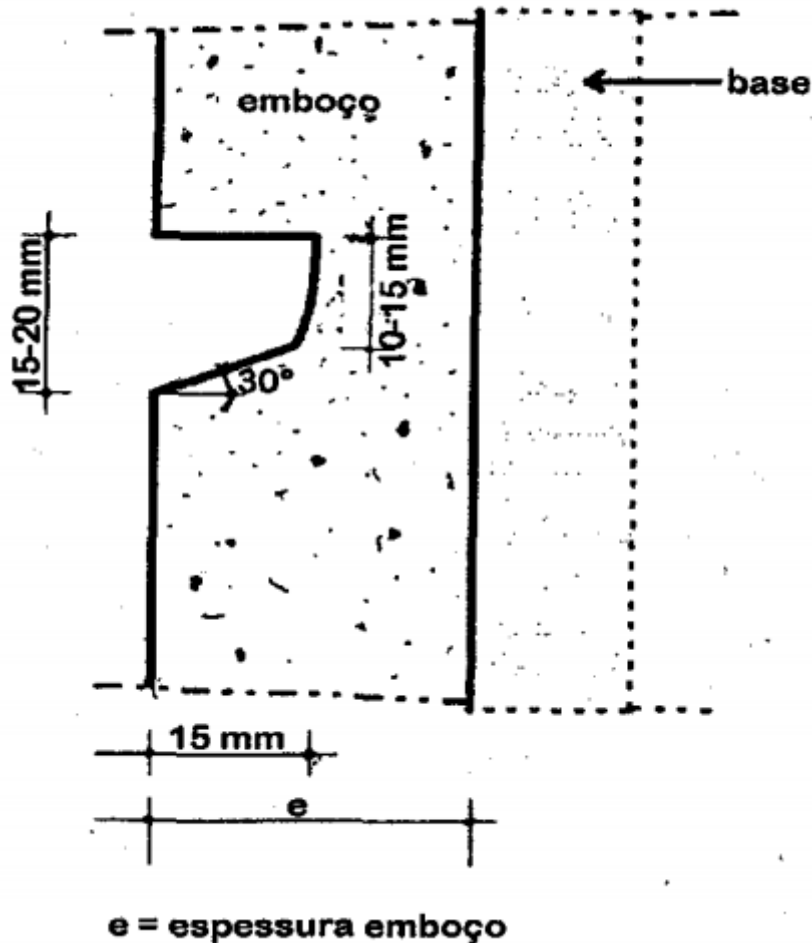
A execução dos detalhes pode ser feita junto as etapas de execução do revestimento ou após acabamento superficial. Os detalhes mais comuns nessa etapa são: juntas de trabalho, junta de dilatação, acabamento de quinas e cantos, execução de peitoris e pingadeiras, reforço de revestimento com tela e elementos decorativos como molduras, frisos e outras (MATHEUS, 2019). É importante a definição adequada dos detalhes arquitetônicos para não fragilizar a fachada e sim cumprir com a função de melhorar o desempenho do sistema. Dentre os detalhes mais comuns nas edificações é possível encontrar, as juntas de trabalho, peitoris, pingadeiras e reforço com tela metálica que serão apresentados a seguir (MACIEL; MELHADO, 1999).

**Juntas de trabalho:** Possui a função de direcionar fissuras, mas deve ser definido as posições, dimensões e o material de preenchimento em projeto. É recomendada a aplicação no encontro de alvenaria com estrutura, encontro de dois tipos de revestimento, peitoris ou topo de janelas e acompanhando juntas estruturais. Para evitar infiltração é importante o tratamento adequado com material impermeabilizante (MACIEL; MELHADO, 1999).

O esquema da Figura 17 apresenta um perfil genérico para junta de trabalho. Para melhor aproveitamento da técnica a profundidade deve ser metade da espessura da

camada do revestimento. A junta é executada logo após conclusão do revestimento, podendo ser feita com uma régua (MACIEL; MELHADO, 1999).

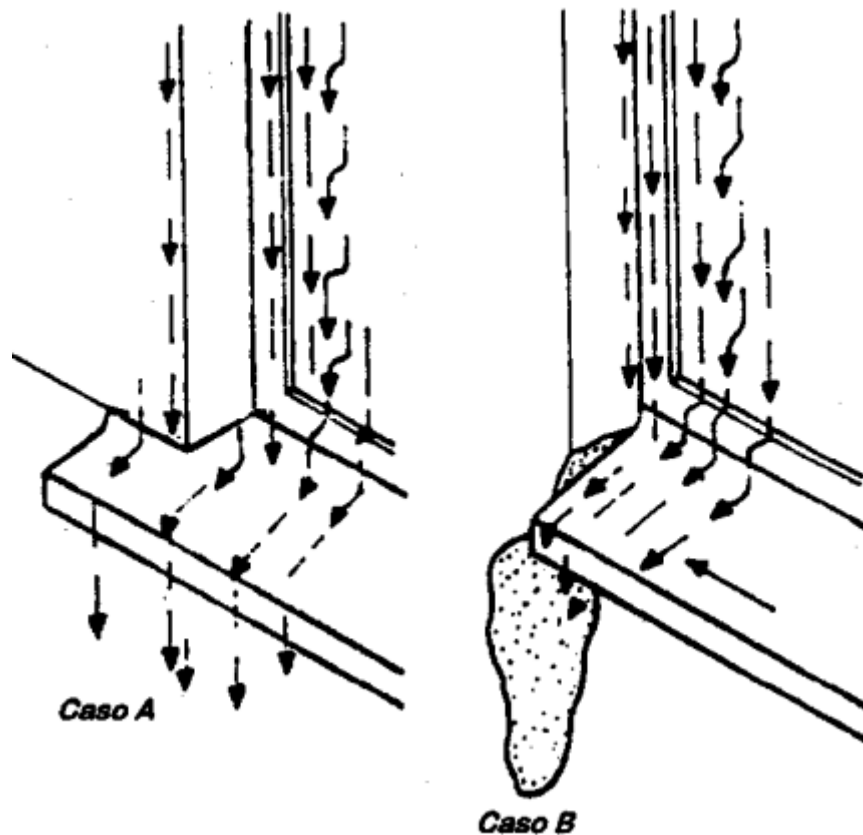
**Figura 17 - Esquema de junta de trabalho**



Fonte: Maciel & Melhado (1999).

**Peitoris:** O peitoril protege a fachada da ação de chuvas, com o avanço do plano da fachada de pelo menos 25mm. Recomenda-se a utilização de material com baixa permeabilidade como pedras, mas pode ser material pré-moldado. A existência de um canal na parte inferior é uma boa prática que evita que o fluxo de água acompanhe a parede, gerando manchas, assim como o avanço do peitoril para eventual parede latera, conforme indicado na Figura 18. É importante que haja uma leve inclinação do peitoril de forma a evitar acúmulo de água na região (MACIEL; MELHADO, 1999).

Figura 18 - Detalhe do peitoril

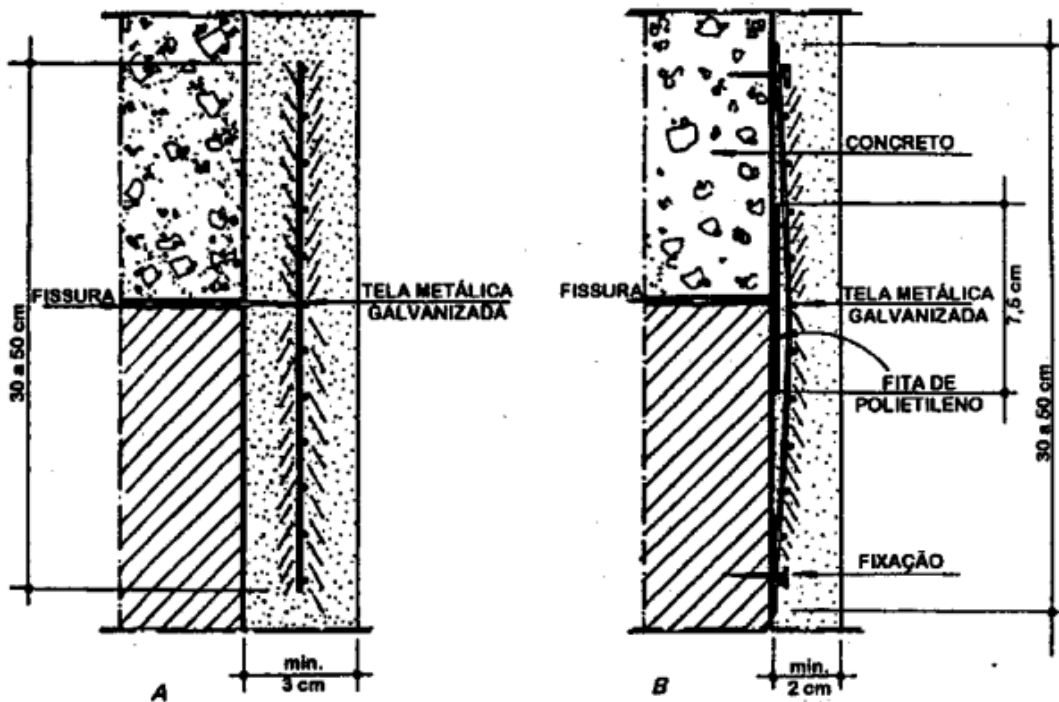


Fonte: Maciel & Melhado (1999).

**Pingadeiras:** Conforme indicado nos peitoris, as pingadeiras são projeções para deslocamento da água da fachada, podendo ser feitas com pedra, argamassa ou material pré-moldado de acordo com escolha do projetista (MACIEL; MELHADO, 1999).

**Reforço com tela metálica:** O reforço é realizado em locais de alta tensão, como integração entre alvenaria e estrutura e nos últimos pavimentos de um edifício. A solução é adotada também em locais onde a espessura do material é elevada. As telas de reforço podem ser aplicadas imersas na camada do revestimento ou então fixadas na alvenaria com o uso de fixadores como grampos, chumbadores e pinos. O primeiro tipo é indicado para espessuras superiores a 30mm e o segundo suporta aplicação a partir de 20mm (MACIEL; MELHADO, 1999).

Figura 19 - Tipos de reforço de tela metálica



Fonte: Maciel & Melhado (1999).

Destaca-se a importância de características necessárias ao selante para vedação das juntas, como propriedades mecânicas, resistência ao intemperismo e raios ultravioletas, não manchar, escorrer ou formar bolhas e capacidade de adesão ao substrato (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

### 3.4 O PLANEJAMENTO DO SERVIÇO DE FACHADA

A construção enxuta, como adaptação de sistema logístico da indústria manufatureira, tem como objetivo a redução consistente de desperdícios para reduzir custos, melhorar produtividade e qualidade e atender melhor os requisitos normativos e dos clientes. A forma de reduzir desperdícios e perdas em processos maximiza o chamado “fluxo de valor”, onde se procura otimizar as atividades que agregam valor ao produto e minimizar as outras, vindos do Sistema Toyota de Produção (STP). No início da década de 70 os gestores começaram a perceber que não bastava produzir e vender, mas que deveria ser feito com eficiência. Cerca de 50 anos depois os conceitos se refinaram e hoje a aplicação de ferramentas de logística dentro de um empreendimento considera também clientes internos (VEIGA, 2019). Estratégia que tem sido adotada por grandes empresas e que é uma necessidade para um mercado cada vez mais competitivo.

Como mudança do processo se pode, por exemplo, definir a execução de lotes menores e mais frequentes, conseguindo assim extrair um melhor resultado da curva de aprendizado. A cadeia de produção logística é tradicional em outras indústrias (a de manufatura, por exemplo, que foi uma das primeiras a adotar o processo), mas na construção civil ainda encontra defasada, setor que é conhecido pelo acentuado emprego de trabalho artesanal (VEIGA, 2019).

Na construção as vantagens estão além da competitividade, a logística estimula também a racionalização ao economizar tempo e recursos financeiros. Com um bom desenvolvimento é possível ter seu retorno também no desenvolvimento tecnológico e organizacional. Existem diversas ferramentas e sistemas *lean* que podem ser aplicadas na construção, como *kanban*, *heijunka box*, *milk run*, *cross dock* entre outros, cada um com sua particularidade mas com o objetivo de melhorar a eficiência das operações necessárias para realização de atividades (VEIGA, 2019). Essas técnicas que são comumente utilizadas na manufatura podem ser traduzidas em alguns aspectos interessantes para a construção civil como redução das áreas de estocagem, redução de perdas no transporte e no preparo dos materiais, e também otimização das operações, reduzindo tempo de espera nas frentes de trabalho e agilidade no preparo de argamassa, que possui um tempo relativamente curto de trabalhabilidade (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Apesar de importantes, essas informações não foram trabalhadas ao longo deste trabalho, devido a dificuldade de acesso dos dados. Mas seriam se grande valia, pois nas fotos que serão apresentadas a seguir, será possível observar situações de desperdícios, trincas e falta de organização que poderiam ser mais bem trabalhadas a partir de um estudo adequado com os métodos *lean*.

Apesar de haver a estimativa de que a falha na organização do espaço físico possa aumentar o custo global de 10 a 20%, ainda há perdas indiretas da desordem causada, como interrupção dos trabalhos, pico de movimentação na chegada de materiais, e relegando qualidade e segurança para compensar o orçamento e o prazo (ATKINSON; CRAWFORD; WARD, 2006). O ideal é elaborar um projeto do sistema de produção que estimule o fluxo contínuo de trabalho. Particularmente para fachadas, que são o apelo estético e valorizador financeiro do edifício, não é interessante reduzir a qualidade. Além disso, outro fator preponderante é que por ser uma das maiores causas de acidentes não se pode reduzir a segurança do trabalho durante a sua execução (STRADIOTO; AMARAL, 2016). O comprometimento no tempo de execução da fase pode aumentar os custos (com aluguel de equipamentos, contratação e gastos administrativos), que não é interessante para a competitividade.

O investimento apenas nos processos de produção não traz o potencial retorno se não estiver associado a um sistema de gestão eficiente, com um modelo baseado no potencial produtivo do empreendimento (ASANO; BARROS, 2016; PEREZ *et al.*, 2013; VEIGA, 2019).

Estudo realizado por Perez *et al.* (2013) mostrou que a utilização do método de aplicação de argamassa projetada mecanicamente apresentou uma produtividade maior do que a projetada manualmente (de 1,08HH/m<sup>2</sup> para 0,47HH/m<sup>2</sup>, redução de 44%), necessitando também uma quantidade menor de funcionários e gerando menos resíduo (redução do desperdício de argamassa de 25,3% para 11,4%, redução de 45% e redução no uso de água de 55,6% para 17,4%, redução de 31%).

Na comparação da eficiência produtiva é importante entender o método construtivo e o local de trabalho, se externo ou interno ao edifício. Souza (2000) levanta a dificuldade de se realizar medições consistentes de produtividade na construção, pois também deve se levar em consideração que há muita variação diária (clima favorável, motivação e afins). Outro artigo apresenta a otimização nas atividades ao utilizar o método mecanizado, o que gera um aumento de atividades de valor, que é a diretriz da construção enxuta, tendência na construção pois visa a redução de tarefas. Os autores levantaram a comparação de 12% das atividades de uma obra com projeção manual agregarem valor em comparação com 30% das atividades com uso de equipamentos mecânicos (PEREZ *et al.*, 2013), mas novamente, são comparadas atividades que exigem processos diferentes.

A partir de um Estudo Analítico de Projetos (EAP) é possível desdobrar as atividades que deverão ser realizadas e as organizar para um projeto mais eficiente. Foram desenvolvidas tecnologias para execução das fachadas, como mecanização de aplicação, utilização de painéis pré-moldados e até o conceito de fachada inteligente, mas necessitam estar associadas a um projeto da produção que preveja o desenvolvimento de uma gestão eficiente durante execução e manutenção (SANTOS; MORAIS; LORDSLEEM, 2017).

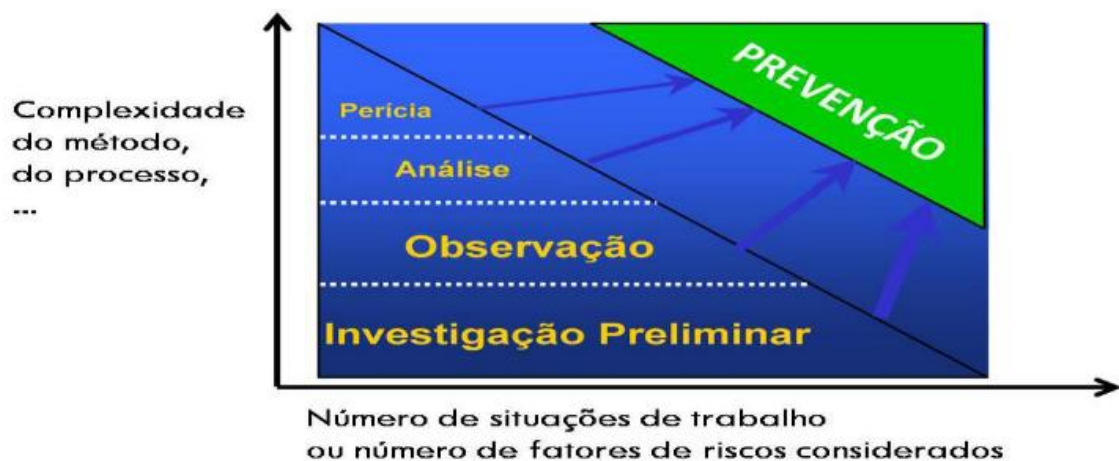
Nesse projeto é importante a descrição de itens como materiais, juntas, reforços e procedimentos de execução e controle. Empresas que possuem um projeto de execução de fachadas tendem a apresentar um índice melhor de boas práticas da construção. Considerando que a fachada impacta na estética do edifício e na sua usabilidade, é esperado que tenha um desempenho que não apresente desconforto ou risco para os usuários, como descolamento de materiais, infiltrações, pontes de calor entre outras patologias comuns. Assim, a partir das boas práticas se espera que também que haja uma melhor produtividade e as decisões sejam menos tomadas na obra (KOLLING; STOLZ; KIRCHHEIM, 2017).



### 3.5 PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA DO SERVIÇO DE FACHADAS: A PRODUTIVIDADE

De acordo com o gráfico de complexidade x situações de trabalho representado pela Figura 20 com a estratégia SOBANE (*Screening, Observation, Analysis, Expertise*) apresentado por Stradioto; Amaral (2016), se supõe que é possível encontrar soluções que resolveriam grande parte dos problemas comuns em obras (técnicos e logísticos) com uma análise de baixo nível de complexidade. Esse item pode ser relacionado com um Diagrama de Pareto (ferramenta da qualidade onde se faz um levantamento de situações de forma a visualizar os problemas com maior impacto no preço, prazo, retrabalho ou segurança, seja por recorrência ou complexidade) e assim auxiliar as decisões mais críticas de uma obra.

Figura 20 - Gráfico de complexidade x recorrência de situações de trabalho



Fonte: stradioto; Amaral, 2016

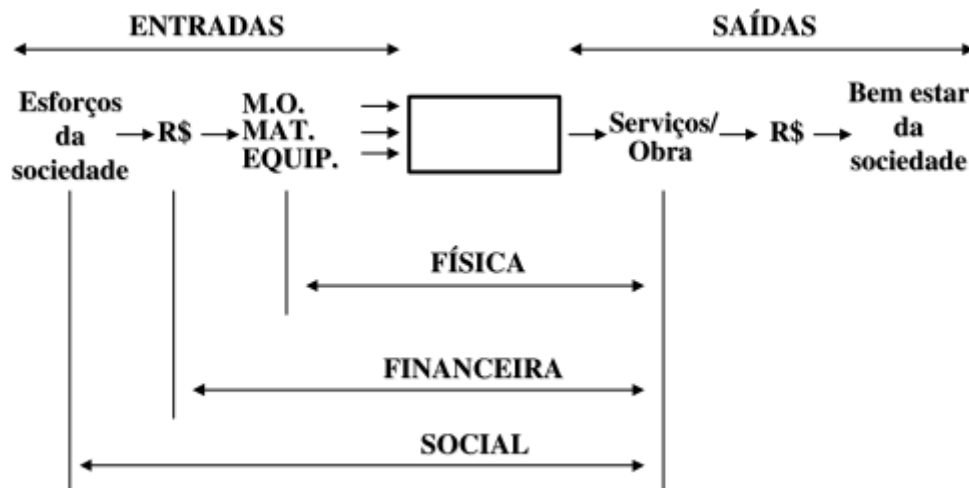
Segundo o administrador Peter Druker, é importante a coleta e o processamento de dados para auxiliar a tomada de decisões (*"if you can't measure it, you can't improve it"*). Para esses dados são utilizados indicadores quantificáveis para avaliar a eficácia e eficiência dos processos e produtos. A eficácia é dada por indicadores de qualidade, onde se avalia o atendimento dos requisitos normativos e do cliente, e a eficiência pelos indicadores de produtividade, onde se avalia o uso de recursos para o atendimento das atividades (BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013). Então, entender ou mapear o processo é um primeiro passo para sua melhoria.

A qualidade da execução do empreendimento depende diretamente do processo de projeto, visto que decisões tomadas em obras podem alterar o desenvolvimento e onerar a obra. Alterações de projetos apresentam impacto em prazo, custo, qualidade e segurança. Além disso, há a pressão de empreendedores, podendo comprometer o equilíbrio entre os fatores e influenciar retrabalhos (CARRARO; OLIVEIRA, 2015; STRADIOTO; AMARAL, 2016).

A produtividade da mão de obra está sujeita a diferentes fatores de incerteza como objetivos e prioridades de cada equipe, qualidade e confiança no trabalho, habilidade e disponibilidade e também alinhamento de expectativas entre a equipe e o responsável de projeto (ATKINSON; CRAWFORD; WARD, 2006).

A avaliação da produtividade da mão de obra é uma tarefa de extrema relevância e com indicadores corretos pode suprimir falhas, porém é necessária uma base sólida de elaboração de indicadores, do contrário é possível estimular as perdas invisíveis mascarando as incertezas do processo. (BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013; SOUZA, 2000). A produtividade, em geral, relaciona entradas e saídas de um processo e pode abranger também níveis físicos, financeiros e sociais, como apresentado na Figura 21. A conversão das entradas e saídas é dada por um sistema de produção, que envolve funcionários, equipamentos e gestão.

Figura 21 – Diferentes abrangências do estudo de produtividade



Fonte: Souza (2000)

Para avaliação é importante considerar que existem muitas equipes atuando direta e indiretamente em uma produção. O cálculo da Razão Unitária de Produção (RUP) é uma referência numérica de produtividade de equipe e relaciona o número de horas trabalhadas pelos funcionários por metragem ou volume de produção. Pode ser um bom fator para dimensionamentos de equipe, mas é apresentado como complexo, pois se for alterada a presença de equipes de apoio e gestão, e não apenas a diretamente envolvida (por exemplo encarregados e serventes). Sobre o tempo trabalhado, pode se alterar a produtividade ao longo dos dias, com alterações do fator motivação, quebra de equipamento, instabilidade climática, atraso de fornecedores e ociosidade. O tempo considerado como produtivo pode ser subjetivo por quem avalia (SOUZA, 2000).

Há também a questão de dificuldade técnica onde por exemplo o revestimento de cantos ou vãos de portas e esquadrias exigem um trabalho superior ao de áreas planas. Carraro; Oliveira (2015) apresentam que para superfícies grandes e planas o sistema pré-fabricado apresenta um melhor desempenho. Pode-se observar uma diferença entre produtividade por área bruta e área líquida, onde com área líquida se mede por exemplo a quantidade de parede levantada, e na área bruta se considera também o metro linear de pequenos vãos (SOUZA, 2000).

Assim, definidos alguns padrões, é possível levantar algumas razões unitárias de produção (RUP), como a RUP diária (que pode variar bastante pelos dias), RUP máxima e mínima (com menor e maior produção respectivamente, para analisar o que aconteceu nesses dias), RUP acumulada (verifica a tendência da produtividade na obra) e com esses valores é possível definir o valor da RUP potencial que é um indicativo de produtividade que se pode esperar com a tecnologia e gestão disponível. Também é possível encontrar diferenças nos indicadores em uma mesma obra com magnitudes diferentes se não forem avaliados corretamente os fatores, mascarando imprecisões (SOUZA, 2000), mas pode também ser tomadas decisões com base em cálculos imprecisos e se tornar incompreensível o resultado de decisões tomadas.

Com o levantamento de dados e com a utilização dos diagramas de Pareto e a curva complexidade x recorrência, é possível levantar os principais problemas com maior impacto em uma obra e assim elaborar os indicadores que servirão de base para acompanhar a mitigação dos seus efeitos de acordo com decisões, que não necessariamente precisam ser complexos ou onerosos.

Para melhor compreensão de cada projeto pode ser utilizado um framework de “6W” (ATKINSON; CRAWFORD; WARD, 2006), onde em tradução livre se tem:

1. Quem são as equipes realmente envolvidas?
2. O que cada equipe quer atingir?
3. Qual o interesse de cada equipe?
4. De qual forma o trabalho de cada equipe estará pronto?
5. Quais recursos são necessários?
6. Quando deverá ser feito?

Entender as incertezas relacionadas a cada uma dessas perguntas é fundamental para a melhoria projeto e da logística do empreendimento. A não definição de objetivos e expectativas no início de uma obra podem comprometer os estágios mais avançados (ATKINSON; CRAWFORD; WARD, 2006) e o aumento da produtividade por si pode não

levar a uma redução do tempo global, é necessária uma gestão eficiente dos processos e identificação dos gargalos de obras (ASANO; BARROS, 2016).

Então, identificando a importância e a necessidade de planejamento da fase de execução de fachadas argamassadas, se pretende conhecer a forma de organização dos canteiros selecionados. Considerando também todo o risco envolvido, de segurança, prazos, preço e qualidade, conhecer e estimular as boas práticas trará um resultado positivo para o setor da construção.

Ressalta-se, contudo que, algumas das informações apresentadas nesse tópico não foram desenvolvidas no trabalho por limitação de tempo, mas são atuais e bem desenvolvidas na indústria da manufatura e que podem apresentar uma vantagem estratégica no planejamento de futuros empreendimentos.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

### 4.1 EMPREENDIMENTO A

O empreendimento é localizado na cidade de São Carlos – SP, sendo um empreendimento de médio padrão, conforme apresentado na Figura 22. Conta com 12 pavimentos e é composto por 100 unidades habitacionais, com 8 apartamentos disponíveis em dois modelos no pavimento tipo e 4 apartamentos de modelo único na cobertura. Em todos há dormitório, suíte, banheiro, sala de estar/jantar, cozinha, lavanderia e varanda. Nas variações possíveis há possibilidade de escolha entre uma e duas suítes, e na cobertura há uma área de churrasco.

O edifício possui uma única torre e está sendo feito em alvenaria estrutural com blocos de concreto. O revestimento externo definido é de massa única cimentícia com acabamento em pintura texturizada. Para elaboração de croqui de obra será utilizada a imagem por satélite apresentada na Figura 23.

**Figura 22 - Fachada do empreendimento A para divulgação**



Fonte: Site da construtora responsável pelo empreendimento, acesso em 15/11/2020.

**Figura 23 - Vista de satélite da construção A**



Fonte: Google Maps, acesso em 15/11/2020.

A quantidade de serviço de fachada argamassada prevista para ser executada foi da ordem de 4400m<sup>2</sup>. Nesse levantamento foi considerado o perímetro aproximado da construção, número de pavimentos, pé direito de 2,80m e um coeficiente adicional de 1,15 para considerar o ático e apartamentos da cobertura. Ressaltando que esse valor (e aproximações nos demais empreendimentos) é uma aproximação de ordem de grandeza, não foram considerados recortes, faixas com menos de 1m, cantos e outros serviços que costumam ser levantados por metro linear ao invés de metragem quadrada.

Nesse edifício as equipes de produção são próprias. Os serviços de execução das fachadas, transporte e produção de material têm 4 oficiais e 1 ajudante responsáveis. A seleção foi baseada na experiência e aptidão dos funcionários contratados da incorporadora. Para a formação de equipe não houve um consultor especializado envolvido, mas informações técnicas foram adquiridas por meio dos fornecedores de materiais, para uma melhor execução da obra. Não houve um dimensionamento inicial de equipe seguindo tabelas de composição, pois a seleção dos funcionários foi baseada dentre os que estavam disponíveis. Não foi necessário alojamento, os funcionários residiam na cidade.

Os pré-requisitos para início dos serviços de revestimento externo argamassado são: término de execução da estrutura, colocação de esquadrias (que no planejamento acompanha a execução da estrutura) e peitoris pré-moldados de concreto, verificação de quantidade de insumo, disponibilidade de ferramentas e por fim isolamento da área para segurança e início da produção. Foi utilizado balancim elétrico com controle no próprio equipamento, o que garantia uma maior velocidade e conforto dos funcionários.

A sequência empregada para a execução do revestimento externo é dada nas descidas. Na primeira descida há limpeza da fachada com remoção de armaduras, saliências de concreto, e quaisquer objetos que possam comprometer as fases seguintes. Na segunda descida é realizado o preparo de base, o chapisco, que garante a fixação da argamassa a parede. Na terceira descida é feita o taliscamento. Na quarta e última descida a aplicação de argamassa. A sequência é realizada de cima para baixo de forma a evitar que o trabalho sendo realizado interfira negativamente no trabalho feito.

A programação do serviço foi baseada no cronograma de obra, porém não foi possível acesso ao mesmo. A fase em questão estava avançada em dois meses com relação a previsão inicial. A decisão de adiantar o início foi tomada para aproveitar o período de estiagem e reduzir problemas relacionados ao clima que, por se tratar de um serviço externo, é altamente exposto a intempéries.

Os insumos desse serviço são fornecidos em sacaria, no caso do chapisco, e em silos, com argamassa a granel. Esse modelo de recebimento de materiais reduz a quantidade de material em estoque e garante que haverá um controle melhor em comparação com a construção tradicional onde havia estoque de areia, cimento e cal, e passa a ser feito com mistura pronta sob um controle de qualidade.

A sequência de execução das paredes, ou o plano de ataque, foi pelas fachadas liberadas primeiro por atividades anteriores, pela finalização das esquadrias. O controle da produção, as medições foram feitas por pavimento executado considerando a limitação do balancim, escolhido de acordo com o tamanho dos panos e número de funcionários.

Os dados de produtividade da execução utilizados pela empresa foram baseados na TCPO 13º edição de 2010 para estimar datas de início e final da fase. Como a empresa não possuía outras obras de porte similar estava sendo feita a primeira medição para verificação da potência da empresa. A informação apresentada pelo entrevistado foi de que a execução seria finalizada antes do prazo inicialmente definido para a fase.



## 4.2 EMPREENDIMENTO B

O empreendimento de padrão médio é localizado em Mogi Guaçu – SP e conta com dez torres com 12 andares, totalizando 480 unidades e apenas um modelo de apartamento com 2 dormitórios com suíte, sala, cozinha e área de serviço, como apresentado na Figura 24. O edifício está sendo feito em alvenaria estrutural com bloco de concreto.

**Figura 24 - Fachada do empreendimento B para divulgação**



Fonte: Site da construtora responsável pelo empreendimento, acesso em 15/11/2020.

Para elaboração do croqui do empreendimento no momento da visita foi utilizado como referência do terreno a imagem de satélite apresentado na Figura 25.



**Figura 25 - Vista de satélite da construção B**



Fonte: Google Maps, acesso em 15/11/2020.

A quantidade de serviço de fachada argamassada prevista para ser executada foi da ordem de  $4040\text{m}^2$  por torre, totalizando cerca de  $40400\text{m}^2$  no empreendimento. Nesse levantamento foi considerado o perímetro aproximado da construção, número de pavimentos, pé direito de  $2,80\text{m}$  e um coeficiente adicional de  $1,05$  para considerar o ático.

As 15 equipes de produção eram terceirizadas, e contava com 2 oficiais e 1 ajudante cada, fazendo o total de 30 pedreiros e 15 ajudantes como responsáveis pela execução das fachadas. As equipes foram dimensionadas a partir de um cronograma de execução, que foi passado para a empresa que contratou os funcionários. Para dimensionamento foi utilizado também RUP própria da empresa terceirizada de forma a cumprir o cronograma apresentado na Figura 26. Não houve consultor especializado envolvido nas formações de equipe, pois os profissionais contratados eram aptos para a execução das fachadas.

Figura 26 - Programação da execução do revestimento externo

REBOCO EXTERNO -10 Blocos						
Data	Previsto			Real		
	Qtidade Prevista Semana	Previsto Acumulado	Perc. %	Qtidade Real Semana	Real Acumulado	Perc. %
31/08/2020	0,5	0,5	5,00%	0,5	0,5	13/08/20
07/09/2020	0,5	1	10,00%	1,0	1,5	21/08/20
14/09/2020	0,5	1,5	15,00%	2,5	4,0	31/08/20
21/09/2020	0,5	2	20,00%	0,75	4,75	07/09/20
28/09/2020	0,5	2,5	25,00%	0,75	5,5	14/09/20
05/10/2020	0,5	3	30,00%	1,0	6,5	21/09/20
12/10/2020	0,5	3,5	35,00%	1,0	7,5	28/09/20
19/10/2020	0,5	4	40,00%	1,0	8,5	05/10/20
26/10/2020	0,5	4,5	45,00%	1,0	9,5	12/10/20
02/11/2020	0,5	5	50,00%	0,2	9,7	19/10/20
09/11/2020	0,5	5,5	55,00%	0,1	9,8	26/10/20
16/11/2020	0,5	6	60,00%	0	9,8	02/11/20
23/11/2020	0,5	6,5	65,00%			
30/11/2020	0,5	7	70,00%			
07/12/2020	0,5	7,5	75,00%			
14/12/2020	0,5	8	80,00%			
21/12/2020	0,5	8,5	85,00%			
28/12/2020	0,5	9	90,00%			
04/01/2021	0,5	9,5	95,00%			
11/01/2021	0,5	10	100,00%			

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Houve também um planejamento de segurança bem definido, onde havia o controle em tempo real de quais balancins estavam montados, quais parados, checklist de segurança e permissão de trabalho para cada funcionário. Exigência da empresa de forma a mitigar problemas. Para montar os balancins, durante a concretagem da laje da cobertura foram fixados ganchos, que foram usados para ancorar os cabos de aços que os sustentavam.

Como pré-requisito dos serviços é necessário que a alvenaria esteja pronta, janelas e peitoris de granito assentados, isolamento da área e remoção da bandeja de segurança, que ficava montada enquanto estava sendo levantada a alvenaria. Com isso era possível o início das atividades.

O procedimento de execução era dado por: limpeza de alvenaria, chapisco, taliscamento e depois reboco. Todos os materiais utilizados eram industrializados para garantir segurança e padronização dos trabalhos. Após aplicação da argamassa foram feitas as juntas de trabalho e depois de 28 dias a fachada era liberada para pintura.

A programação de execução das atividades foi baseada no cronograma da fase e experiência da equipe terceirizada. O revestimento utilizado foi do tipo massa única cimentícia com preparo de base. Após aplicação da argamassa estava programada a

execução da impermeabilização, tratamento com selante hidrofugante e tratamento das juntas de trabalho com adesivo tipo PU ou mastique, de acordo com o disponível. Após o tratamento seria realizado o serviço de pintura com textura rolada, que possui o papel de amaciamento e de acabamento.

### 4.3 EMPREENDIMENTO C

O empreendimento C, também de padrão médio e localizado na cidade Mogi Guaçu – SP, será composta de 3 torres, sendo uma com 14 pavimentos e outras duas com 13. Cada pavimento conta com 8 apartamentos de aproximadamente 54m<sup>2</sup>, totalizando 320 unidades habitacionais, conforme Figura 27. Todo apartamento possui sala de estar/jantar, cozinha americana, área de serviço, dois quartos, sendo um suíte, dois banheiros e varanda.

**Figura 27 - Fachada do empreendimento C para divulgação**



Fonte: Site da construtora responsável pelo empreendimento, acesso em 15/11/2020.

Para elaboração do croqui foi utilizada a imagem de satélite da Figura 28. Destaca-se que o terreno apresenta forma irregular, o que permitiu a construtora planejar três torres que não possuem janelas apontando para outro empreendimento, que conferiu uma privacidade maior para os apartamentos.

**Figura 28 - Vista de satélite da construção C**

Fonte: Google Maps, acesso em 15/11/2020.

A quantidade de serviço de fachada argamassada prevista para ser executada foi da ordem de 5500m<sup>2</sup> por torre, totalizando cerca de 150900m<sup>2</sup> no empreendimento. Nesse levantamento foi considerado o perímetro aproximado da construção, número de pavimentos, pé direito de 2,80m e um coeficiente adicional de 1,05 para considerar o ático.

A equipe de produção era terceirizada e contava com 7 funcionários, sendo 2 serventes e 5 oficiais. A quantidade de operários para a fase estava relacionada com a quantidade de serviço disponível. Os profissionais contratados realizavam apenas o serviço de revestimento externo e quando a obra possuía pouca frente de serviço eles eram alocados em outras obras da mesma empresa, sendo variável a quantidade presente de funcionários para a execução da fase em questão. Nessa empresa houve consultoria para a execução das fachadas, sendo realizada pela empresa fornecedora do material e a empresa parceira que fornecia mão de obra, dimensionando as equipes de acordo com a demanda.

O pré-requisito para início dos serviços se deu com a instalação do contramarco e o peitoril de granito e como pré-requisito também a finalização da estrutura do ático. A bandeja de segurança foi removida apenas quando a execução das fachadas estava próxima do pavimento em que ela estava instalada. Nessa obra houve a preferência pela finalização de toda a estrutura antes do início das atividades.

O procedimento de execução foi dado por: limpeza de alvenaria, preparo de base apenas nas regiões de laje e emendas do revestimento com intervalo de 24 horas para cura e colocação dos arames de prumo. Após aplicação da argamassa era feita a marca das juntas de trabalho dos panos e depois de 3 a 7 dias havia a liberação para aplicação de textura.

Não houve uma programação das atividades, eram realizadas de acordo com liberação das frentes e de acordo com a disponibilidade da equipe que executava, visto que rotacionava entre execução nesse empreendimento e em outras da mesma empresa. O revestimento utilizado foi a monocapa cimentícia com coloração com preparo de base em regiões específicas. Finalizada a aplicação da argamassa era feito o tratamento da junta de dilatação do edifício que será apresentado no tópico 5.7.3.

A empresa que fornece a argamassa possuía selos de qualidade e forneceu também um certificado de garantia do produto. Como forma de segurança a fornecedora exigia auditorias mensais para também verificar que o preparo e aplicação estavam sendo feitos corretamente. O empreendimento em questão só aceitava produtos com selos de garantia de qualidade e pela garantia da fornecedora de argamassa não houve necessidade de testes de arrancamento ou montagem de corpos de prova. Apesar de a argamassa ter sido dispensada de testes, outros materiais como concreto, aço, alvenaria e outros, exigiam testes a cada lote ou de acordo com recomendações normativas.

#### **4.3.1 PATOLOGIA APRESENTADA NO EMPREENDIMENTO C**

Foi montado na obra um apartamento mobiliado para apresentação aos clientes, pela pressão de prazo foi realizado o revestimento argamassado do modelo, porém não seguiu o padrão de qualidade adotado no restante do edifício. A Figura 29 apresenta a situação da área de fachada afetada pela execução inadequada. Além do desperdício de recursos foi indicado que o apartamento apresentou infiltrações e manchas nos detalhes arquitetônicos de gesso que decorava o interior, porém não foi permitido o acesso para registro.

Na Figura 30 é apresentado um detalhe do local onde foi realizada a execução. De acordo com funcionário que acompanhou a visita foram alguns erros sequenciais que causaram fissuras (Figura 31) que ocasionou infiltração e com a movimentação natural das fachadas a formação de bolsões, que descolaram em pouco tempo. A construtora do empreendimento C trabalha apenas com fornecedoras que possuem algum certificado de qualidade (como ISO 9001 – sistema de gestão de qualidade) de forma a evitar padrão de qualidade do serviço, porém nesse caso a questão foi operacional.



**Figura 29 – Parte da fachada que apresentou patologia, ocasionando em retrabalho**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 30 - Detalhe do local onde ocorreu descolamento de placas**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 31 - Fissuras causadas por falha nas operações de execução das fachadas**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Como houve necessidade de uma entrega rápida do revestimento nesse apartamento foi realizado a partir da responsabilidade do engenheiro de obra a aplicação de solução impermeabilizante. A solução, no entanto, afetou a técnica construtiva, descolando da parede por falta de aderência. Do incidente ao momento da visita não foram registradas outras patologias no sistema de fachadas, de acordo com o entrevistado.

## **5. ESTUDO COMPARATIVO DAS OPERAÇÕES FÍSICAS ENTRE EMPREENDIMENTOS**

Este item do trabalho apresentará o estudo descritivo e comparativo entre os sete procedimentos identificados na literatura e observados nas três obras, conforme relação a seguir:

1. Montagem dos equipamentos de suporte provisório
2. Início da preparação de base;
3. Definição do plano de revestimento;
4. Final da preparação de base;
5. Taliscamento da fachada;
6. Execução da camada de revestimento de argamassa;
7. Execução de detalhes construtivos.

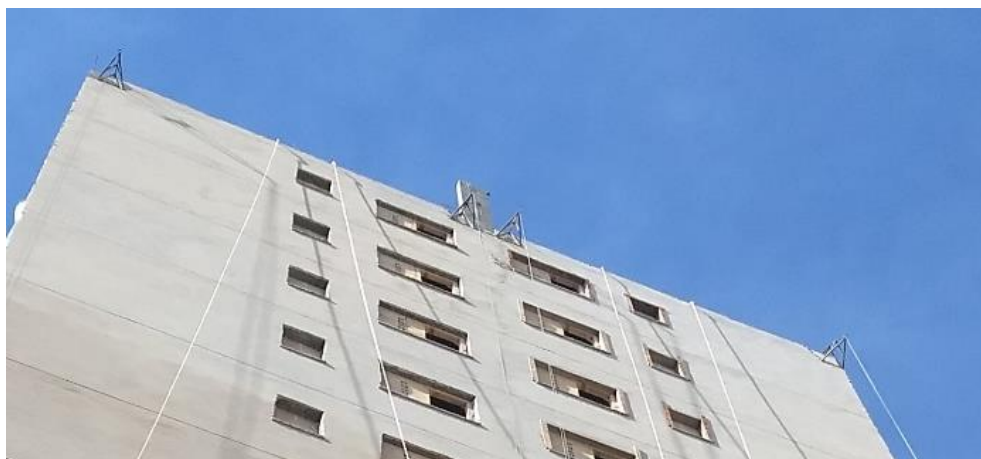
### **5.1 MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS DE SUPORTE**

#### **5.1.1 EMPREENDIMENTO A**

Nesse empreendimento foi utilizado balancim elétrico para suporte da execução da fachada com o objetivo de melhorar a produtividade dos funcionários, evitando o desperdício de tempo e de esforço gasto para movimentação em comparação com o balancim manual. A montagem foi feita com ganchos sobre a laje e espaçadores na platibanda, conforme Figura 29. As cordas que aparecem na figura são linhas de vida utilizadas pelos funcionários, que podem ser vistas em melhor qualidade na Figura 30 que são atadas nos cintos de segurança em uso pelos operários. Pode-se observar em detalhe que os balancins possuem guarda corpo acima da altura da cintura dos operários.



**Figura 29 - Espaçadores de cabos utilizados**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 30 - Balancim onde é possível observar duas linhas de vida.**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Para revestimento do ático, estrutura que compõe caixa d'água e barrilete, foram usados andaimes fachadeiros, que foram aproveitados da etapa de levantamento da alvenaria na região. Os andaimes são equipamentos mais leves e de montagem mais simples para o local que possuía panos menores para revestimento, conforme Figura 31.

**Figura 31 - Utilização de andaimes para revestimento do ático**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### **5.1.2 EMPREENDIMENTO B**

No empreendimento B o equipamento de suporte utilizado foi o balancim manual conforme Figura 32. Sua montagem é semelhante ao balancim do empreendimento A, com espaçadores montados sobre a platibanda e os cabos de aço ancorados na laje da cobertura (Figura 33).

**Figura 32 - Balancim utilizado no empreendimento com catraca manual**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 33 - Espaçadores de paredes usados na platibanda**

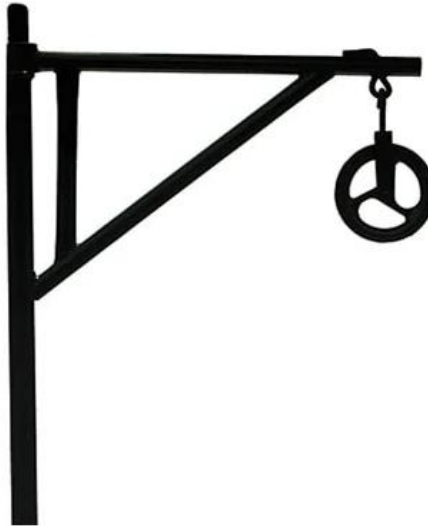


Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Na região do ático foram utilizados andaimes fachadeiros que foram utilizados no levantamento da alvenaria em etapa anterior, como no empreendimento anterior.

Havia também a fixação de suporte para roldana na laje, que era utilizada pelo ajudante para elevação de argamassa aos oficiais responsáveis pela aplicação (Figura 34 e Figura 60) com o uso de uma talha (Figura 35). O modelo e capacidade de carga variava de acordo com as informações do equipamento disponíveis pelo fornecedor.

**Figura 34 – Ilustração de suporte para roldana**



Fonte: <https://rentalcom.com.br/locacao-de-suporte-para-roldana/>, acesso em 03/12/2020.

**Figura 35 - Exemplo de talha elétrica**



Fonte: <https://www.palaciodasferramentas.com.br/produto/3363/talhas/todos/talha-eletrica-de-500-a-1000-kg-ha-107-220v-motomil/>, acesso em 09/12/2020.



### 5.1.3 EMPREENDIMENTO C

No empreendimento C havia também a utilização de balancim manual, na Figura 36 pode-se observar a catraca utilizada para movimentação vertical do equipamento.

O espaçador, no entanto, é diferente do apresentado no referencial teórico e diferente do que é apresentado nos empreendimentos A e B. Os cabos eram ancorados em uma viga metálica, que por sua vez é apoiada em um andaime e na platibanda. Apesar de não parecer prático é um equipamento pertencente a construtora e que é reutilizado entre obras. Observa-se também a ancoragem das linhas de vida, com uma capa plástica na região da platibanda para evitar atrito e desgaste do equipamento (Figura 37).

**Figura 36 - Catraca manual para movimentação do balancim**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 37 - Estrutura de suporte e espaçador dos balancins**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

A Figura 38 apresenta com mais detalhes a interação do balancim com o suporte. Importante observar o limitador de segurança realizado com uma barra metálica soldada na viga, e os detalhes de travas metálicas e cabos.

**Figura 38 - O apoio do balancim se dá sobre a platibanda, que está grauteada**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

#### 5.1.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS

O uso de balancins leves é comum para edifícios de múltiplos pavimentos, sendo usado na maioria das fachadas, porém para região do ático é mais comum a presença de andaimes. O tamanho dos balancins acompanha geralmente o tamanho dos panos de trabalho a serem feitos.

Se destaca que a escolha do equipamento de acesso deve ser compatível com o tamanho da fachada, produtividade e tecnologia escolhida para as fachadas. O uso de balancim leve manual, por exemplo, por mais que tenha um custo menor pode gerar fadiga nos funcionários, o que reduziria a produtividade potencial. O balancim motorizado apresenta um menor esforço de movimentação, mas que pode não ser aproveitado se for demandado excessiva movimentação, questão que foi trabalhado no empreendimento C com o uso de uma talha elétrica no térreo de cada pavimento onde assim o funcionário poderia abastecer um balde com argamassa e elevar o material sem esforço. Deve-se sempre buscar otimização no sistema escolhido.

Todas as obras têm como uma atividade predecessora da etapa a montagem dos balancins com ancoragem na laje e finalização da platibanda, que é grauteada para maior resistência. As atividades foram resumidas no Quadro 3.

**Quadro 3 – Resumo de montagem de equipamentos**

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Andaime fachadeiro; Balancim leve e motorizado, plataforma cremalheira	Balancim elétrico para transporte de operários e material.	Balancim manual para transporte de operários e roldana associada a uma talha elétrica para elevação de material	Balancim manual para elevação de operários e uso do elevador cremalheira e guindaste para elevação de material.

## 5.2 INÍCIO DE PREPARAÇÃO DE BASE

### 5.2.1 EMPREENDIMENTO A

O início do preparo de base é feito no empreendimento com sinalização da área, para evitar acidentes com queda de material (Figura 39). O preparo era feito na primeira subida do balancim com remoção de barras de ferro e concreto que eventualmente projeta da fachada (Figura 40).



**Figura 39 - Sinalização de área para execução do revestimento externo**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 40 - Exemplo de material que projeta da fachada e necessita ser removido**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.



### 5.2.2 EMPREENDIMENTO B

Para início das atividades, no empreendimento B foi necessária a remoção da bandeja de segurança, que era utilizada na etapa de levantamento de alvenaria (Figura 41) e isolamento da área que eventualmente poderia ocorrer a queda de material (Figura 42). Depois era feito a primeira subida do balancim com limpeza da superfície, removendo concreto que eventualmente existe nas ligações de laje (Figura 43). A limpeza da argamassa de assentamento de blocos, na parte externa, é uma atividade que ocorria na etapa anterior, da alvenaria.

**Figura 41 - Bandeja de segurança (EPC) para evitar a queda de materiais durante o levantamento de alvenaria**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 42 - Sinalização de área para execução de revestimento externo**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 43 - Primeira subida, com limpeza da superfície e na descida são aplicadas as taliscas**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### **5.2.3 EMPREENDIMENTO C**

Nessa obra as atividades se iniciavam com a limpeza da laje, para economia da argamassa, que passava a regularizar a superfície mais plana possível. A limpeza retirava

qualquer saliência superior a 1cm na face a ser revestida, como argamassa de assentamento de blocos ou concreto da laje (Figura 44).

**Figura 44 - Excesso de argamassa nas juntas da alvenaria e laje**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

#### **5.2.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS**

A remoção de irregularidades é uma atividade que existe para melhorar a superfície a ser revestida. Quanto mais regular estiver a superfície, mais rápida tende a ser essa atividade. Dentre as irregularidades frequentes pode se observar a remoção de concreto sobressalente de lajes, visto que a concretagem é uma atividade complexa e em todas as obras observadas gerou um resíduo a ser removido no preparo de base. Eventuais remoções de barras de aço também podem ser necessárias, mas deve ser feita uma análise se essas remoções são permitidas sem comprometer outras atividades ou funções.

A questão da segurança deve ser priorizada nessa etapa, tanto dos funcionários executando o serviço quanto do restante da obra, com correta sinalização e uso de equipamentos de proteção coletiva e individual. Acidentes prejudicam a obra tanto em questões quando no seu planejamento, com paralização de atividades, que é sempre indesejável.

A atividade de limpeza das fachadas pode ser considerada inerente, mas pode ser reduzida através de cuidados em fases anteriores. A limpeza da argamassa e concreto no

seu estado fresco exige menos esforço e recursos em comparação com seu estado endurecido, que pode exigir até o uso de equipamentos específicos como marteletes.

As informações da operação foram resumidas no Quadro 4 apresentado a seguir.

**Quadro 4 - Resumo do início de preparação de base**

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Limpeza superficial com remoção de irregularidades e preenchimento de furos.	Sinalização de área. Remoção de vergalhões, concreto sobressalente de lajes e argamassa de assentamento de blocos.	Sinalização de área. Remoção de concreto sobressalente de lajes.	Remoção de vergalhões, concreto sobressalente de lajes e argamassa de assentamento de blocos.

### 5.3 DEFINIÇÃO DO PLANO DE REVESTIMENTO

#### 5.3.1 EMPREENDIMENTO A

Para definição do plano é fixado um prego com distância de 3cm da face da laje do último pavimento e na primeira laje, então se esticava um arame conectando esses dois pontos e a linha definia a altura das taliscas, ou seja, a face acabada do revestimento argamassado.

Foi descrito que como houve verificação do prumo tanto na forma das lajes como no assentamento dos blocos então este poderia ser reaproveitado pela fachada e apresentaria pouca variação. O engenheiro responsável da obra descreveu como um 'prumo irregular', pois existem pequenas variações dadas em blocos e na concretagem, mas que seriam imperceptíveis ao longo da fachada, pela sua extensão.

#### 5.3.2 EMPREENDIMENTO B

No empreendimento B a definição do plano de revestimento era similar ao empreendimento A, também se utiliza um prego definindo 3cm na parte superior e inferior da face do edifício, que definiam as taliscas.

#### 5.3.3 EMPREENDIMENTO C

Nesse empreendimento o plano de revestimento era definido pelo alinhamento de um arame a 2cm da face superior do edifício até a parte inferior. O arame definia o plano da argamassa, que na sua aplicação ficava rente ao fio e não as taliscas, como nos modelos anteriores.

### 5.3.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS

Nos empreendimentos há definição do plano das fachadas a partir do alinhamento de um arame, que definiam as taliscas ou no caso do empreendimento C, a própria argamassa. As taliscas eram importantes para definir o plano de revestimento da fachada, com seus pontos de mínima e de máxima distância do plano de referência, assim ocultando imprecisões como a possível falta de prumo entre pavimentos, imperfeições geométricas de blocos e material sobressalente, que afetavam a face do edifício.

Com o arame guiando a face das taliscas pode existir um erro associado conforme apresentado na literatura. Em pequenas quantidades pode ser imperceptível, mas como o subsistema exige grandes quantidades de material o uso direto do arame como guia pode gerar uma quantidade significativa de desperdício (um saco de cimento possui 36 litros, que representa 4,0mm em um painel de 3x3m). Ainda que seja realizado de forma não ideal no caso do guia das taliscas pelo arame continua sendo preferível em relação a execução sem taliscas, a área de contato é muito maior e reduz substancialmente o controle da execução, dependendo exclusivamente da experiência dos funcionários.

As informações foram resumidas no Quadro 5.

#### Quadro 5 - Resumo da definição do plano de referência

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Um arame prumado define a referência do plano do revestimento, com uso de taliscas.	Um arame alinhado entre o primeiro e o último pavimento define o plano de revestimento, com uso de taliscas.	Um arame alinhado entre o primeiro e o último pavimento define o plano do revestimento, com uso de taliscas.	Um arame alinhado entre o primeiro e o último pavimento define o plano, sem uso de taliscas

## 5.4 FINAL DE PREPARAÇÃO DE BASE

### 5.4.1 EMPREENDIMENTO A

Após remoção de irregularidades era realizada a limpeza superficial da fachada com balde de água para remoção de poeira e contaminantes que podiam comprometer a aderência. Essa remoção era realizada na primeira subida do balancim.

Após limpeza era realizado o chapisco com utilização de material ensacado, que foi preparado em betoneira e levado por servente próximo aos pavimentos onde foi utilizado (Figura 47). A aplicação do chapisco era feita pelo método tradicional, com aplicação por colher de pedreiro, sendo executada toda a fachada antes do início da próxima atividade, do



taliscamento. Nessa descida do balancim era checado também a eficácia da remoção de irregularidades, feita em atividade anterior.

#### **5.4.2 EMPREENDIMENTO B**

Na primeira descida foi realizada a lavagem da fachada com água corrente para remoção de poeiras e material contaminante que podia interferir na interação revestimento-estrutura.

O chapisco, de cimento, areia e água, foi preparada em indústria e fornecida estabilizada, pronta para consumo. Após aplicação com método tradicional (colher de pedreiro) era necessário um intervalo de cura de 3 dias (Figura 45). Após esse período o pano era liberado para receber a massa única cimentícia.

**Figura 45 – Segunda subida com realização do preparo de base, com aplicação do chapisco**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

#### **5.4.3 EMPREENDIMENTO C**

Após montagem do balancim foi realizada a primeira descida com limpeza de superfície, não sendo fornecido mais informações, e chapisco das áreas indicadas. O material para preparo de base foi fornecido em sacos de 20kg, de acordo com especificação do fornecedor da argamassa e misturado com água em betoneira de acordo com instruções contidas na embalagem.

A aplicação foi feita com rolo texturizado nas áreas da laje e união de faces de fachadas (Figura 46), conforme orientação da fornecedora de argamassa, sendo apresentado que o bloco estrutural de concreto possuía porosidade suficiente para garantir aderência de acordo com o solicitado.

**Figura 46 - Aplicação de chapisco rolado na união de revestimento**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Nesse empreendimento, no entanto, foi apresentado patologia devido à falta de aderência do revestimento com o bloco na região onde foi aplicado impermeabilizante. A empresa fornecedora da argamassa ensacada não se responsabilizou pelo prejuízo, pois seu método executivo exigia a limpeza total da superfície. Foi entendido que a aplicação do material impermeabilizante tenha contaminado a base e dificultado a aderência do revestimento. Apesar do retrabalho não houve alteração no método executivo ou com relação as auditorias de qualidade do serviço que continuaram sendo realizadas na mesma frequência, mas houve realização de novos treinamentos pela empresa fornecedora da massa única para evitar recorrência.

No local onde apresentou má aderência foi realizada remoção de todo o revestimento e foi aplicado o chapisco rolado em toda a superfície que recebeu selante para então se realizar a etapa seguinte.

#### **5.4.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS**

Observa-se que o preparo de base com chapisco era presente em todas as obras, de acordo com a particularidade construtiva de cada empresa. A não conformidade dessa operação, que tem a finalidade de aumentar a aderência do revestimento, pode estar relacionada com patologias de descolamento, como a que foi apresentada no empreendimento C.

Importante nessa etapa garantir que a fachada esteja sem resíduos, ainda que seja feita uma limpeza superficial, mas que se remova material solto e garanta aderência da argamassa. Foi apresentado que o uso de selante diretamente na fachada interferiu no processo; a massa única aplicada diretamente não apresentou um desempenho eficaz pela falta de porosidade dos blocos, ocasionando na repetição das atividades nessa área com uso de chapisco em toda sua face.

As informações dessa operação foram resumidas no Quadro 6.

#### **Quadro 6 - Resumo do final de preparação de base**

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Limpeza de superfície com hidrojateamento e aplicação de chapisco de forma tradicional, desempenado ou projetado em toda a superfície.	Limpeza de superfície com balde de água e aplicação de chapisco de forma tradicional em toda superfície.	Limpeza de superfície com água corrente e aplicação de chapisco de forma tradicional em toda superfície.	Limpeza de superfície e aplicação de chapisco rolado em áreas específicas.

## **5.5 TALISCAMENTO DA FACHADA**

### **5.5.1 EMPREENDIMENTO A**

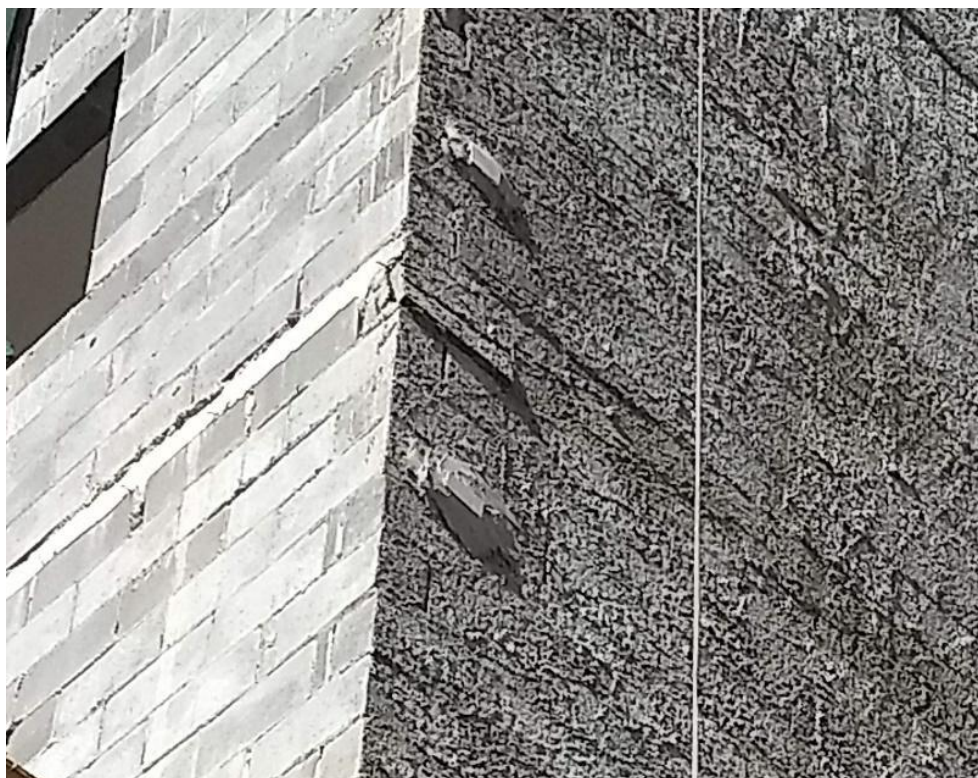
O taliscamento foi realizado a partir do prumo externo na segunda descida do balancim. É definido uma distância de 3cm com um prego na parte superior do edifício e 3cm na parte inferior e então havia o alinhamento de um arame, que era usado para



referência das taliscas. As taliscas foram locadas a cerca de 1m de distância horizontal e na largura da régua de alumínio na horizontal (Figura 47). Como se entende que houve verificação do prumo no assentamento dos blocos então se esperava que houvesse um alinhamento com variação imperceptível. O engenheiro responsável definiu como “prumo torto”, por não ser baseado em uma referência de um vertical absoluto, mas na referência do próprio edifício.

O critério de aceitação do serviço foi tomado por amostragem. Após a realização do taliscamento foram verificados alguns pontos, se estivessem conforme então era liberado o próximo a próxima etapa de execução.

**Figura 47 - Parede sem preparo de base e a outra com o preparo executado e com taliscas feitas**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### **5.5.2 EMPREENDIMENTO B**

Com técnica similar ao empreendimento A, o arame também servia de guia para assentamento das taliscas, porém os pontos foram feitos nas lajes e a meia altura na disposição vertical. Como os panos de lajes eram curtos então na disposição horizontal foram feitos pontos no limite das fachadas.

### 5.5.3 EMPREENDIMENTO C

Nesse caso não foi realizado taliscamento. Foi feito o alinhamento do arame entre a primeira e última laje em distância compatível com o tamanho das régua de alumínio usadas para sarrafeamento e o próprio arame define o plano de revestimento.

### 5.5.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS

O assentamento das taliscas era feito com material cerâmico e argamassa similar à que será utilizada para revestimento, visando uma boa integração do material. As taliscas costumam ser realizadas nas descidas dos balancins para evitar que se esbarre nos indicadores do plano, que por estar fresco pode deformar e perder sua funcionalidade.

A forma mais comum de definição do plano de revestimento era feita a partir de uma referência relativa à face do edifício. Com a possibilidade de um erro acumulativo a consequência seria a de desperdício, o que não contribuiria com uma construção otimizada.

Em contrapartida, defendido pelo responsável do empreendimento C, como a face do edifício se encontra praticamente prumada, por aferição em etapas anteriores (como checagem do prumo no levantamento de alvenaria e regularização na limpeza da fachada), então já é esperado que haja pouca variação da superfície externa do edifício, então a argamassa não tem o propósito de corrigir grandes imperfeições, mas apenas o papel de acabamento.

As informações foram resumidas no Quadro 7.

**Quadro 7 - Resumo do taliscamento da fachada**

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
O arame é uma referência para assentamento de taliscas.	O arame é guia do assentamento das taliscas.	O arame é guia do assentamento das taliscas.	Não há assentamento de taliscas, o arame é guia da argamassa.

## 5.6 EXECUÇÃO DA CAMADA DE REVESTIMENTO DA ARGAMASSA

### 5.6.1 EMPREENDIMENTO A

#### 5.6.1.1 Produção da argamassa

A especificação de argamassa foi definida pelos fornecedores, que orientaram a compra do produto mais indicado para a etapa. A escolha de armazenamento foi feita pela economia de espaço e praticidade de preparo, pois o silo possui conexão com ponto de

água e o modelo usado consegue ser ajustado para atender à exigência da relação água-cimento (Figura 48).

A capacidade de armazenamento dos silos nessa obra é de 8 toneladas, enquanto a sacaria da argamassa preparada para chapisco possuía um armazenamento de 350 sacos. Entre cada pedido havia folga de 200 sacos, para assim se fazer uma compra de lote econômico.

O controle de recebimento de materiais para os silos, com a argamassa a granel, é realizado conferindo a nota fiscal com o produto entregue e a verificação da data do lote, para que não seja recebido um produto fora do prazo de validade. Para as sacarias, no caso do chapisco, também é verificado se o produto está conforme a nota fiscal e a data de fabricação do lote.

A conexão da alimentação de água utiliza programação própria para definir tempo de mistura, além da relação água/cimento, que define o tempo de utilização do material. O chapisco foi feito em betoneiras com uso de balde gradual, a quantidade de água seguia a indicação do fornecedor conforme indicado na embalagem. Para validação da argamassa foi realizado um teste de arrancamento na obra (Figura 49).

**Figura 48 - Silo para armazenamento de argamassa a granel**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.



**Figura 49 - Teste de arrancamento para determinar a tensão suportada do revestimento**

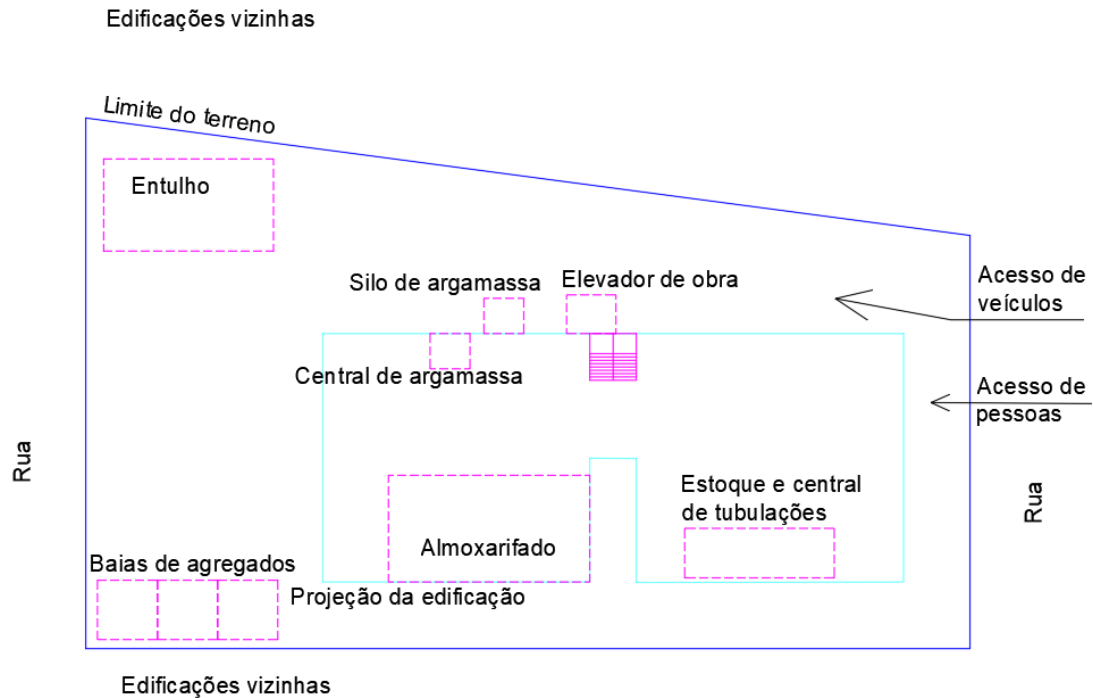


Fonte: Acervo pessoal, 2020.

#### **5.6.1.2 Transporte e distribuição da argamassa**

O edifício não possuía um projeto formal de organização do canteiro, mas era bem definido os locais de circulação sem obstruções. Foi apontado pelo engenheiro que o silo foi posicionado em local estratégico para fácil acesso dos caminhões para recarga e para movimentação do material dentro do canteiro, até os caixotes de abastecimento de argamassa para fachadas e ao elevador cremalheira para outros usos da argamassa nos pavimentos. Na Figura 50 é apresentada a organização do pavimento térreo observada na fase de revestimento externo.

**Figura 50 - Croqui do empreendimento A com disposição dos elementos observados durante a visita**



### Croqui - Empreendimento A Térreo - Sem escala

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Os equipamentos utilizados no processo foram: betoneira, para mistura de materiais, girica, carriola e minicarregadeira (conhecida como Bobcat) para transporte horizontal de materiais (Figura 51) e o elevador cremalheira e balancim elétrico para o transporte vertical. O equipamento balancim se movimentava até o térreo para os pedreiros abastecerem as masseiras no caixote intermediário, que era abastecido pelos serventes (Figura 52), então subia pelo balancim para aplicação de materiais pelo método tradicional, com colher de pedreiro e desempenadeira metálica.

**Figura 51 - Carriola sendo enchida com argamassa**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 52 - Caixote intermediário para estoque temporário de argamassa**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.



### 5.6.1.3 Aplicação da argamassa

Tanto o chapisco como o reboco foram realizados com a colher de pedreiro, típico modelo tradicional de construção. O balancim era carregado com argamassa nas masseiras e subia até o pavimento a ser executado. O funcionário segurava um pouco de argamassa em uma mão com uso de uma desempenadeira enquanto aplicava na parede com a outra mão utilizando uma colher de pedreiro, com movimento energético.

O funcionário aplicava o chapisco ao longo de toda a fachada e depois preparava o taliscamento, sendo um tempo descrito como suficiente para cura do material. A argamassa era então executada em alguns pavimentos em cada frente de trabalho (Figura 53), o suficiente para que fosse possível realizar sarrafeamento e desempenho no tempo da cura do material.

**Figura 53 - Descida com aplicação de argamassa**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### 5.6.1.4 Acabamento da camada de argamassa

Para o acabamento o revestimento foi de sarrafeamento, que é a regularização da superfície com uma régua de alumínio e depois foi desempenado, o acabamento da superfície usando uma desempenadeira de aço. Isso foi feito também com os detalhes de quinas e janelas. Para aceitação do serviço era realizada amostras com verificação do taliscamento, requadro e o aspecto visual dos panos.

Após as duas atividades de acabamento na argamassa for realizado amaciamento da parede com massa corrida, pintura com base acrílica e depois aplicação de textura, que



garantem proteção, impermeabilização e estética. As etapas de pintura foram realizadas após duas semanas da finalização da etapa de revestimento para garantir correta cura do material e menor umidade, que pode comprometer a qualidade. Após realização dos panos de argamassa havia verificação do aspecto visual e dos requadros dos cantos do edifício e das esquadrias.

## **5.6.2 EMPREENDIMENTO B**

### **5.6.2.1 Produção da argamassa**

O tipo de argamassa utilizada foi a dosada em central. A especificação foi baseada em recomendação de fornecedor, com resistência de 4,5Mpa e 0,30Mpa de tração. O recebimento era feito por um funcionário do almoxarifado que possui a responsabilidade de receber o caminhão, verificar a especificação técnica na nota fiscal, moldar corpos de prova e fazer também o teste *slump* da argamassa.

A capacidade de armazenamento de argamassa era de 10m<sup>3</sup>, correspondente ao total comprado por lote. O consumo médio diário verificado era de 24m<sup>3</sup>, então era realizado duas entregas por dia e depois estimativa de quando mais era possível ser produzido no dia para pedido do eventual último lote do dia. As argamassas foram compradas em usina e o preparo era realizado todo pela empresa fornecedora, logo o traço era definido na fábrica e o material chegava pronto para o uso. O armazenamento era feito em baias até seu uso, que por ser estabilizado podia ser usado ao longo do dia sem ter sua qualidade comprometida (Figura 54).

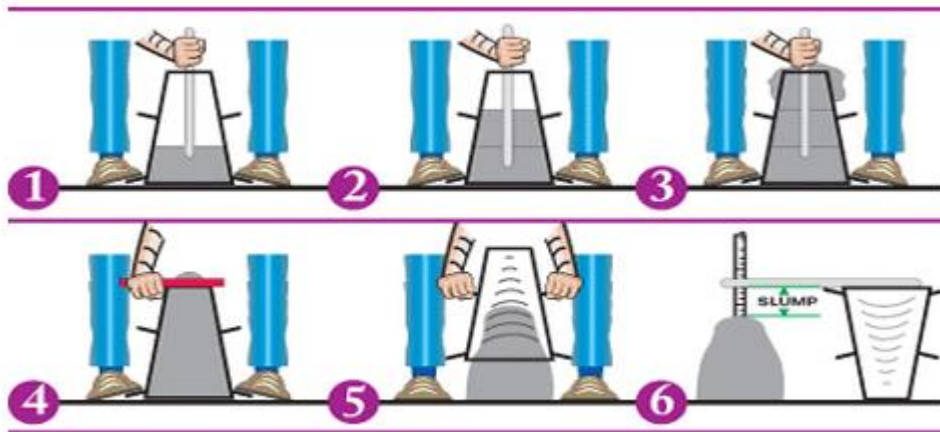
A validação da argamassa era feita em laboratório por meio dos corpos de prova montados no recebimento de cada lote e em teste na obra, com teste *slump* (que determinava a consistência do material) antes da aplicação e com o teste de arrancamento após cura do material, com 28 dias, que liberava também a fachada para as próximas etapas (Figura 55). A cada 1000m<sup>2</sup> seria realizado um teste de arrancamento, no empreendimento em questão espera ser realizados 30 testes (Figura 56).

**Figura 54 - Recipientes de argamassa estabilizada recebidos e preparados para transporte com grua e manipulador telescópico**



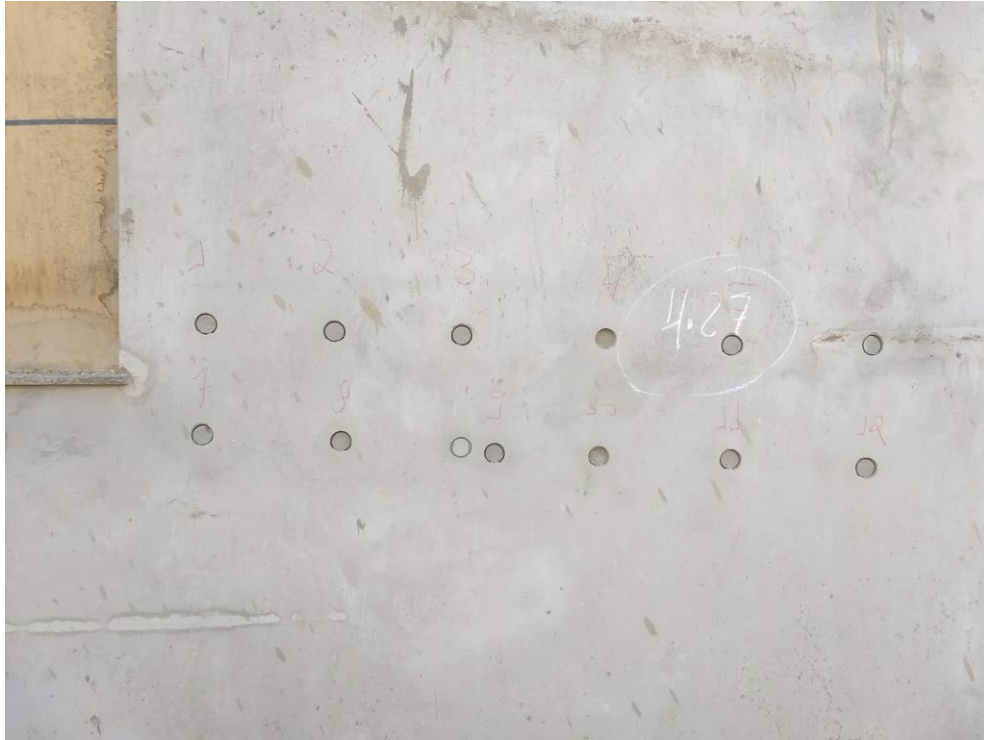
Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 55 - Esquema de realização do teste slump, para determinar consistência do material**



Fonte: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/08/afinal-slump-test-para-que.html>, acesso em 7/12/2020.

**Figura 56 - Teste de arrancamento realizado em um edifício finalizado**

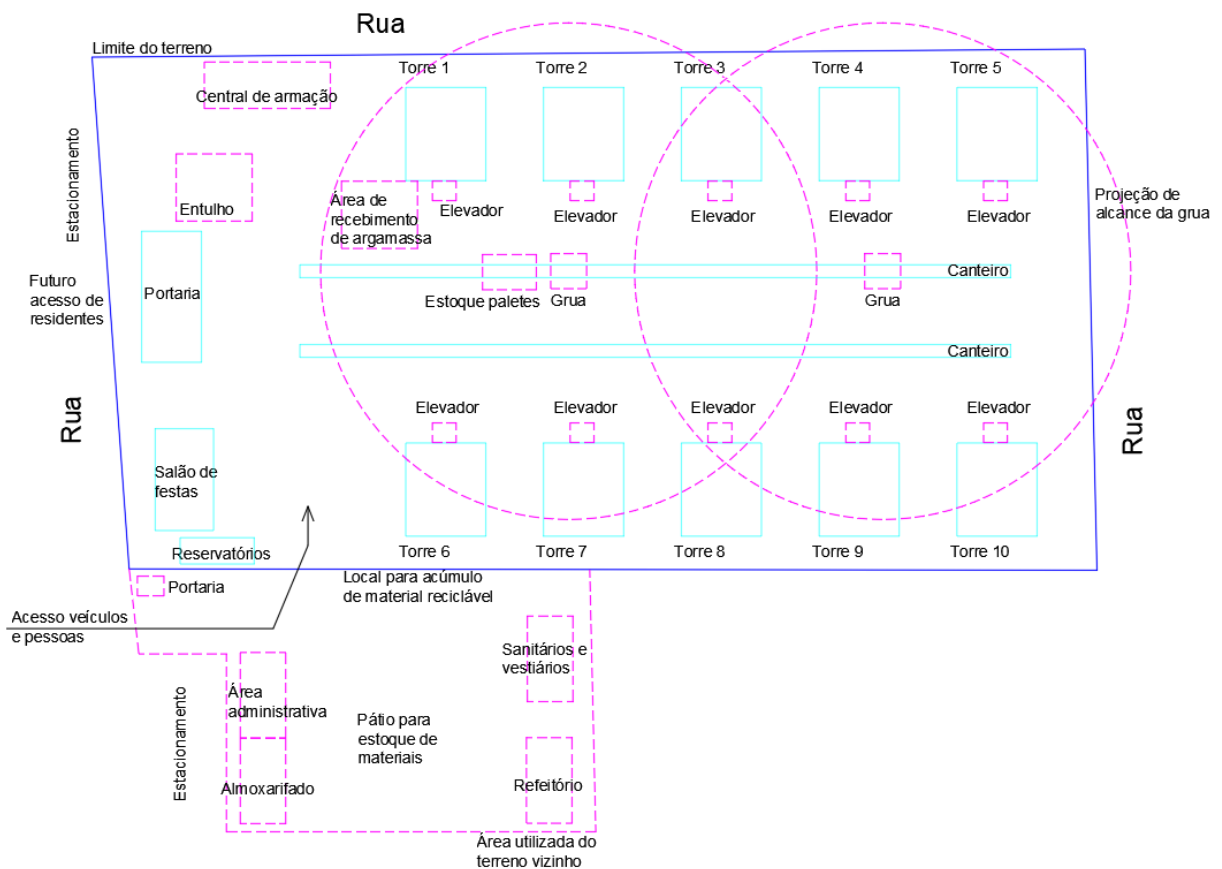


Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### **5.6.2.2 Transporte e distribuição da argamassa**

Para o empreendimento existia o projeto formal de organização do canteiro, porém na etapa em questão não estava mais na obra. A disposição dos equipamentos foi estratégica para que os caminhões de transporte de argamassa pudessem ter livre acesso até o local próximo a grua para descarregar (Figura 57). Por ser utilizado argamassa estabilizada não houve local para estoque, apenas um local temporário para que os caixotes pudessem ser enchidos sem movimentação excessiva do caminhão.

**Figura 57 - Croqui do empreendimento B com disposição dos elementos observados durante a visita**



**Croqui - Empreendimento B**  
Sem escala

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Para transporte horizontal observou-se a presença de caminhões que entregavam o material fresco nos caixotes que eram distribuídos em cada ponto de utilização. Quando havia necessidade de redistribuição entre as torres era utilizada a grua (Figura 58) e um manipulador telescópico (Figura 59), que apresentavam maior produtividade comparados com o transporte manual. O transporte vertical era feito por gruas, balancins, elevador cremalheira e guincho elétrico (Figura 60).

O preparo para realização do transporte vertical começou tempos antes do início dos serviços, com locação dos balancins, porém não foi possível acesso ao local por protocolo de segurança. Os ganchos onde os balancins foram ancorados, foram concretados juntos com a última laje.

**Figura 58 – Gruas utilizadas para transporte horizontal e vertical de materiais**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 59 - Manipulador telescópico para movimentação horizontal de materiais**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.



**Figura 60 - Ajudante elevando argamassa com uso da talha para o oficial encher a masseira que utiliza para aplicação**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### **5.6.2.3 Aplicação da argamassa**

A aplicação da argamassa era de forma similar ao empreendimento A, com o processo tradicional com uso da colher de pedreiro e desempenadeira de aço. A argamassa, no entanto, podia ser aplicada em mais pavimentos ao mesmo tempo pelo uso da argamassa estabilizada, que permitia que o material estivesse trabalhável por um tempo maior. Toda a frente de trabalho foi chapiscada com areia, cimento e água no traço indicado pelo fornecedor da argamassa em mistura industrializada, para então depois ser aplicado o material de revestimento (Figura 61).

**Figura 61 - Descida com aplicação de argamassa**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

#### **5.6.2.4 Acabamento da camada de argamassa**

O funcionário após aplicar a argamassa em vários pavimentos na frente de trabalho, começando pelos pavimentos superiores, retorna para sarrafear e desempenar o plano de superfície definido pelas taliscas. Foi realizado também os cantos com uso da desempenadeira apenas, sem cantoneiras metálicas, que exigiu uma atenção maior na sua execução pois eram áreas delicadas que podiam gerar retrabalho. Os peitoris exigiram um acabamento fino com argamassa, pois as pedras foram feitas sob medida.

### **5.6.3 EMPREENDIMENTO C**

#### **5.6.3.1 Produção da argamassa**

A argamassa utilizada era industrializada e foi fornecida em sacos de 30kgs, sendo misturada em uma máquina batidora de argamassa (Figura 63). Essa máquina era específica para preparo do material possuindo dentes que ajudavam na abertura dos sacos, agilizando o processo do funcionário de colocar o preparado dentro do batedor (Figura 64).

No empreendimento C havia um procedimento para recebimento de argamassa que ficava disponível para o almoxarife responsável pelo recebimento do material (Figura 62). A

especificação foi definida pelo técnico da empresa fornecedora, que realizou visitas mensais na obra para acompanhamento de execução e verificação do processo. O recebimento do material era feito conferindo a quantidade, data de validade, cor, e se o pacote se encontrava em bom estado. Um erro citado pelo engenheiro responsável foi o envio de lote de cor diferente da solicitada, o que ocasionaria em diferença de tonalidade, então alguns caminhões foram recusados. Pela disponibilidade foi escolhido uma argamassa colorida próxima a cor do escolhido para o projeto.

**Figura 62 - Procedimento de inspeção para recebimento de materiais seguido no empreendimento C**

<b>PIMAM – Procedimentos de Inspeção, Manuseio e Armazenagem de Materiais</b>		Código: PIMAM-33	
		Revisão: R03	
		Folha: 1 de 1	
		Data: 08/03/2018	
<b>REVESTIMENTO EXTERNO</b>			
<b>PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO DE MATERIAIS</b>			
Lote	Amostra	Verificação	Critérios
Todas entregas	100%	Quantidade	Conferir a quantidade entregue. Aceitar o lote, e as diferenças de quantidade devem ser informadas ao fornecedor para reposição ou desconto no pagamento.
Todas entregas	100%	Aspecto geral	Verificar a presença de furos ou rasgos nas embalagens. O produto não deve estar úmido ou sujeito às condições de que houve contato com umidade (empelotamento). Na ocorrência de qualquer falha, separar as peças para reposição ou desconto no pagamento.
Todas entregas	10%	Data de Fabricação	A validade do produto é de 18 (dezoito meses) a partir da data impressa na embalagem.
Todas entregas	100%	Documentação	Solicitamos que na remessa dos materiais solicitados, estes venham acompanhados dos seguintes documentos: - Especificações do material; - Certificados de Qualidade; - Ensaio descrito na norma de especificação do material.  Caso estas solicitações de documentos não sejam atendidas, o processo de recebimento não está concluído e poderá haver intervenções de outras áreas funcionais da CRME, tais como: Gestão & Qualidade e Administrativa Financeira.
<b>PROCEDIMENTOS DE ARMAZENAGEM E MANUSEIO</b>			
<b>Condições Gerais</b>		<b>Condições Específicas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Estocar em local seco e arejado, sobre o estrado.</li> <li>■ Manter a embalagem original. Manter em sua embalagem original fechada.</li> <li>■ As pilhas não devem exceder a 1,5 m de altura.</li> </ul>			
<b>APROVAÇÕES</b>			
<b>Engenharia &amp; Projetos</b>		<b>Diretoria</b>	
Nome:		Nome:	
Data:		Data:	
Visto:		Visto:	

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

O preparo das argamassas foi feito por um servente, que colocava o material nos batedores e adicionava água com um balde graduado de acordo com instruções no rótulo. Como era sempre o mesmo funcionário que preparava o revestimento então o preparo era também feito com base na experiência deste, havendo uma pequena adição ou subtração de água de acordo com a consistência. A mistura era então colocada em baldes ou em caixote para ser levado ao local de aplicação.



**Figura 63 – Batedor de argamassa utilizado**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 64 - Os dentes ajudam a rasgar o saco, agilizando o processo de colocar o material no equipamento**

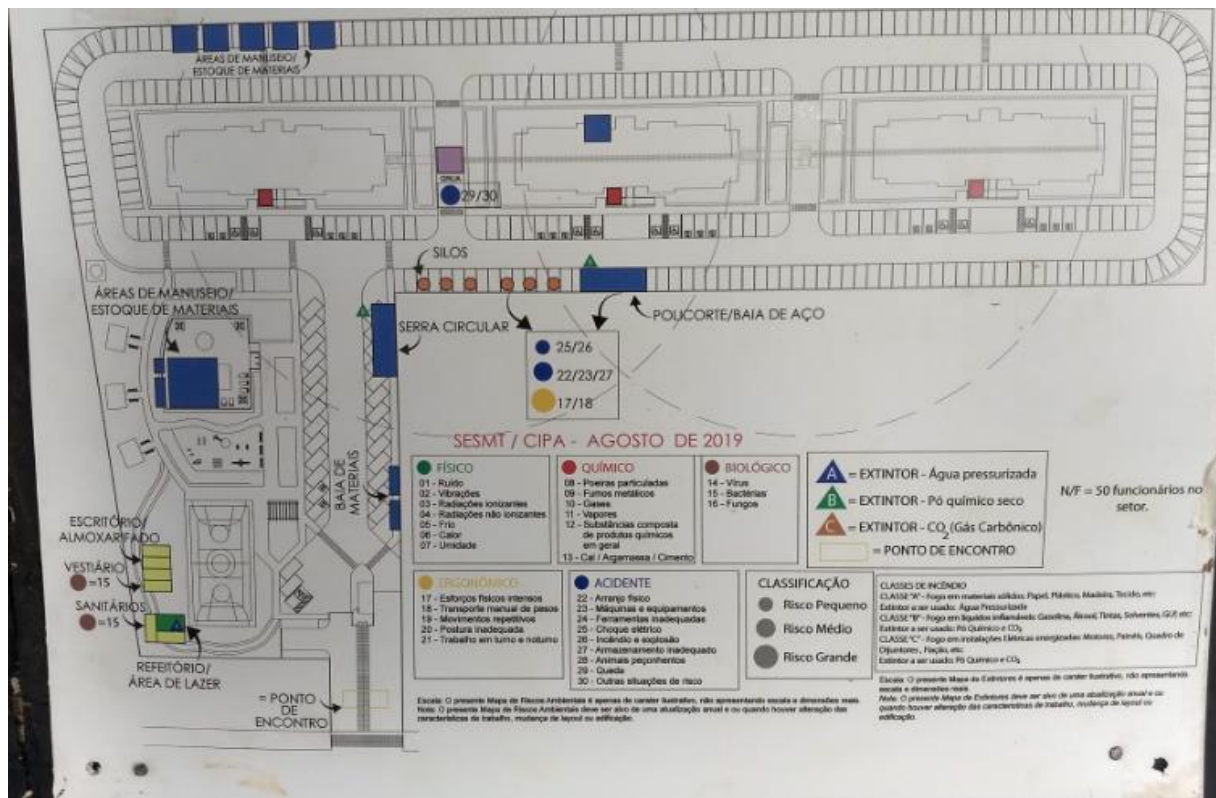


Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### 5.6.3.2 Transporte e distribuição da argamassa

O canteiro possuía um projeto formal de organização geral do canteiro nas etapas que ficava disposto no refeitório/área de lazer (Figura 65). O batedor de argamassa ficava próximo a um ponto de água e o transporte da água era feito com o uso de baldes graduados. Após preparo das argamassas havia enchimento de baldes e caixotes e o transporte com os carrinhos plataforma de quatro rodas (Figura 66) até o elevador cremalheira, que estrategicamente estavam posicionados próximos a central de argamassa. A argamassa era transportada verticalmente até a cobertura ou o pavimento mais próximo sendo construído para abastecer os balancins. Nos pavimentos superiores, para agilizar o transporte a argamassa era colocada em um caixote sobre um palete, sendo transportado então pela grua.

Figura 65 - Mapa de riscos ambientais



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 66 - Carrinho plataforma com quatro rodas pneumáticas.**



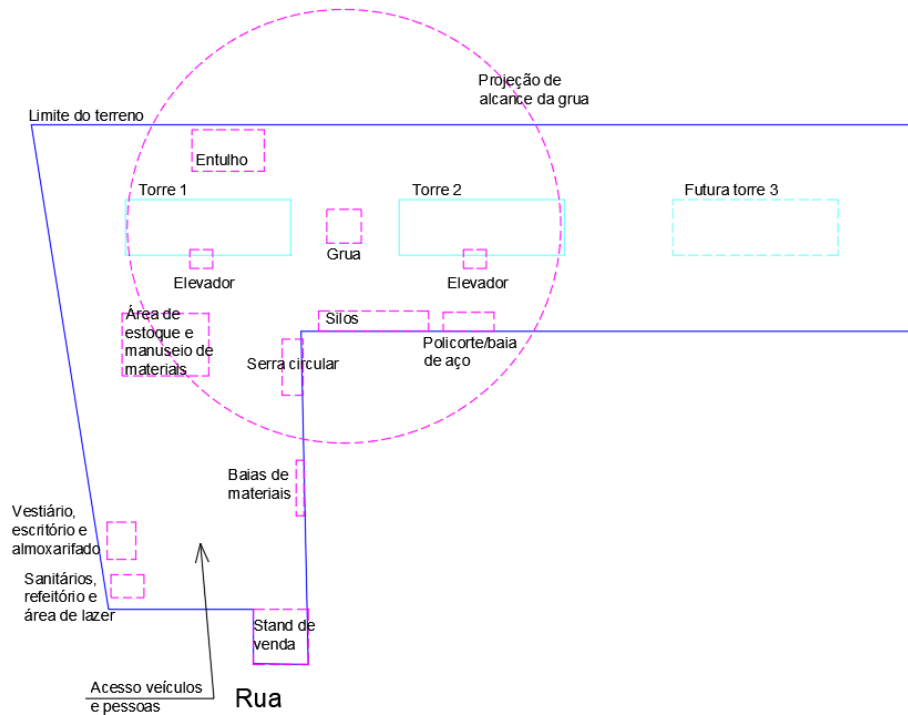
Fonte: <https://www.graferloja.com.br/construcao-civil/carrinhos-de-mao/carrinho-plataforma-leva-ate-600kg-4-rodas-pneumaticas-lynus>, 2020.

A capacidade de armazenamento não era problema no empreendimento C, pois o terreno possui grandes dimensões, mas o pedido era realizado em lotes menores que a capacidade de produção disponível, considerando o quantitativo que poderia ser consumido em prazo inferior a um mês por questão de validade do produto embalado. O material não ficava armazenado em local coberto e a proteção era feita pela lona que vinha embalando os paletes. Outro motivo que justificava compras em lotes menores era o fato dos funcionários responsáveis pela execução das fachadas não estarem sempre presentes nessa construção, pois a empresa possui outras obras na região e as realizavam conforme necessidade das frentes de trabalho. Havia grande variação na capacidade produtiva, sendo adotado pela empresa prestadora do serviço não realizar grande estoque.

Na Figura 67 é apresentada a organização do canteiro com os elementos observados durante a etapa corrente na visita. A Figura 68 indica a posição onde o material da argamassa era armazenado e preparado no canteiro.



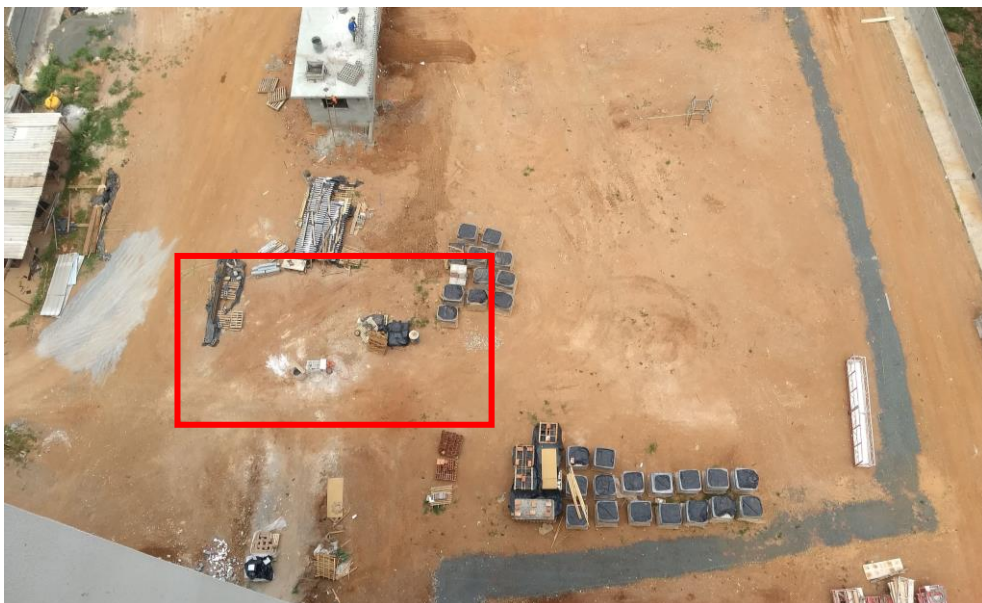
**Figura 67 - Croqui do empreendimento C com disposição dos elementos observados durante a visita**



Croqui - Empreendimento C  
Sem escala

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 68 - Local de armazenamento e preparo de material**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### 5.6.3.3 Aplicação da argamassa

A aplicação do material foi feita de forma similar aos empreendimentos anteriores, de forma tradicional, porém apenas com o uso de desempenadeira. Esse método, ainda que tradicional, foi preferido pela empresa ao uso da colher para maior regularidade da superfície. Pode-se observar na Figura 69 que a fachada foi realizada com balancim.

**Figura 69 - Execução da fachada do edifício**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

A argamassa utilizada possuía um certificado de garantia, desde que respeitado o procedimento de execução. Na obra não foram realizados testes de arrancamento ou montagem de corpos de prova para o laboratório, mas foram feitas auditorias mensais para conferir o procedimento correto. Os pontos que foram apresentados como mais importantes pela empresa fornecedora foram: limpeza de superfície, preparo da argamassa e espessura de aplicação.

#### **5.6.3.4 Acabamento da camada de argamassa**

O acabamento da camada de argamassa foi feito com sarrafeamento e desempenho da superfície de forma similar aos empreendimentos anteriores com o camurçamento da superfície com o uso de um bloco de espuma. Como a argamassa era colorida então com esse acabamento se chegou próximo do que seria entregue (pode ser mais bem visto na Figura 71). Após o camurçamento se esperava cerca de duas semanas para aplicação da textura projetada a ser aplicada, o teste para definir se o revestimento estava pronto para receber a textura é se a parede não soltava areia ao se friccionar levemente.

Foi realizado um acabamento fino em torno dos peitoris das janelas, pois caso não seja realizado com as pedras do peitoril assentadas, possivelmente o acabamento apresentará falhas.

#### **5.6.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS**

Com técnicas parecidas, todos os empreendimentos utilizaram o modelo tradicional para aplicação da argamassa. Com panos mais curtos foi possível visualizar que os funcionários do empreendimento B realizavam mais pavimentos em uma frente de trabalho em relação ao A. A empresa A possui grande movimentação dos balancins, do pavimento corrente ao térreo para abastecimento, mas era realizada de forma rápida pelo balancim ser motorizado. Não houve necessidade de deslocamento das equipes que estavam nos balancins no empreendimento B e na empresa C pois havia pouca movimentação, apenas até as janelas dos pavimentos onde havia o recebimento da argamassa.

Destaca-se que no empreendimento B havia maior necessidade de serventes, pois as frentes de trabalho podiam não ser atendidas a tempo caso houvesse um transporte pelo elevador cremalheira, como aconteceu em C. A movimentação do balancim manual exigia grande esforço físico dos oficiais, que contribuiu para a fadiga e negativamente com a ergonomia do trabalho.

Observou-se que a atividade de desempenar gera muitos resíduos, pois a argamassa não pode ser reutilizada, porém é uma atividade necessária sendo presente em todas as obras observadas. Contudo, acredita-se que pode ser realizado esforço para reduzir o excesso de material descartado, como a aplicação do material com o uso de desempenadeira com movimento não energético poderia contribuir com redução de perda de material. Observou-se que em A e B o movimento energético contribuiria para o desperdício e irregularidade de superfície, sendo inversamente proporcional a experiência e capricho de cada funcionário com a quantidade de resíduo gerada.

As informações foram resumidas no Quadro 8.

**Quadro 8 - Resumo da execução da camada de revestimento de argamassa**

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Diferentes opções de fornecimento. Aplicação tradicional ou mecanizada. Acabamento sarrafeado, desempenado e opcionalmente camurçado. É indicado um projeto de organização do canteiro acessível.	Argamassa fornecida em silo. Acabamento sarrafeado e desempenado. Testes de arrancamento. Não possui um projeto de organização do canteiro.	Argamassa fornecida estabilizada. Acabamento sarrafeado e desempenado. Testes de arrancamento e laboratoriais com corpos de prova. Possui um projeto de canteiro, mas não estava acessível.	Argamassa fornecida ensacada. Acabamento sarrafeado, desempenado e camurçado. Não foram realizados testes na argamassa pois a fornecedora garante qualidade com a conforme aplicação do material. Possui projeto de canteiro acessível.

## 5.7 EXECUÇÃO DE DETALHES CONSTRUTIVOS

### 5.7.1 EMPREENDIMENTO A

Os detalhes de fachadas definidos para esse projeto eram apenas as juntas de trabalho, que foram realizadas com linha, régua e um pedaço de madeira. Inicialmente se alinhava a régua na união entre a parte superior da alvenaria e laje e fazia um friso na parede com cerca de 1cm, que receberia depois o tratamento adequado (não foi especificado na entrevista). Foi realizado um acabamento sobre o peitoril pré-moldado de concreto com realização de pingadeira utilizando argamassa.

### 5.7.2 EMPREENDIMENTO B

Os detalhes de fachada eram as juntas de trabalho e pingadeiras nas janelas. Essas juntas foram feitas com um frisador, aparência parecida a um arame dobrado, que foi passado sobre uma régua alinhada entre alvenaria e laje com 15mm, similar ao empreendimento A. Após o friso foi realizado o tratamento com adesivo de poliuretano conforme Figura 70, e então liberada a fachada para aplicação do tratamento. As pingadeiras foram feitas a partir do friso na parte superior da janela, que evitava o escoamento da água da chuva para a janela pela tensão superficial da água.



**Figura 70 - Tratamento das juntas de trabalho com adesivo de Poliuretano (PU)**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

### **5.7.3 EMPREENDIMENTO C**

Nesse empreendimento foram realizadas pingadeiras nas janelas, juntas de trabalho e junta de dilatação. As pingadeiras foram feitas de acordo com o indicado no empreendimento B com um friso na parte superior do quadro da janela. As juntas foram feitas com uma barra de ferro riscando a argamassa quando atinge o ponto de camurçamento, com cerca de 5mm de profundidade, conforme Figura 71. Para a junta de dilatação do edifício foi realizado o tratamento com uso de limitador de profundidade, conhecido como tarucel.

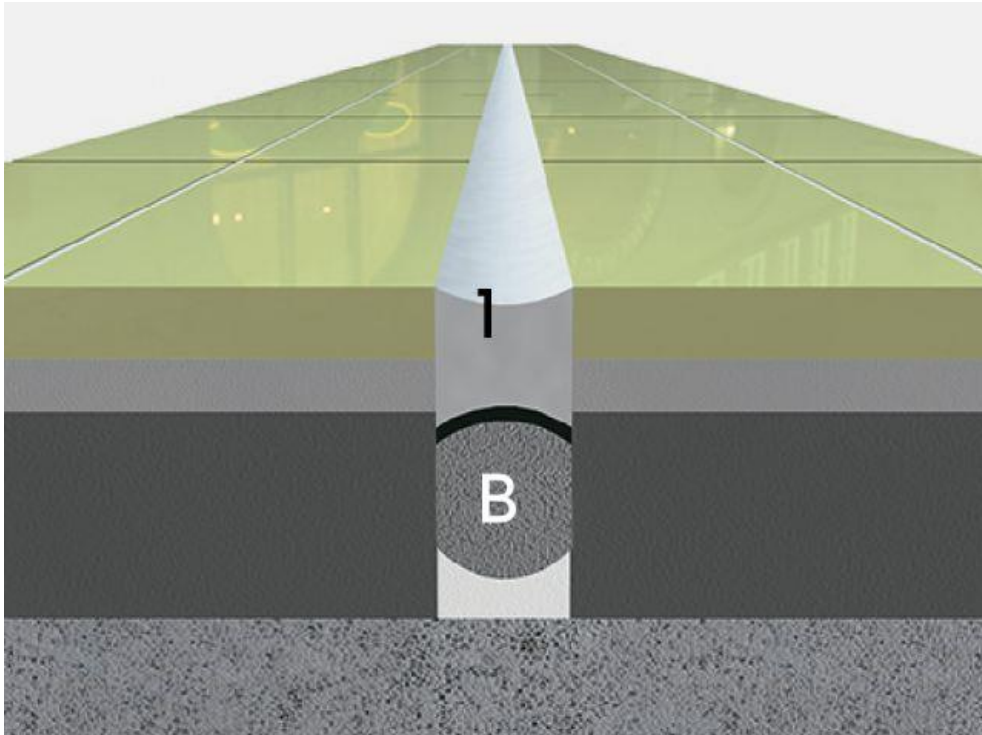
O tarucel é uma espuma de poliuretano que deve ser colocada a 2cm no interior da junta de dilatação vertical do edifício. Em cima desse material foi utilizado um selante, que podia ser adesivo de poliuretano, na mesma cor da utilizada no restante da fachada. O mesmo tratamento de juntas seria utilizado também no muro de divisa do empreendimento, por possuir grandes distâncias horizontais necessitava desse tratamento para evitar fissuras. Na Figura 72 pode-se observar um esquema do uso desse material, sendo “B” o limitador de profundidade de material impermeabilizante e “1” o material selante a ser aplicado.

**Figura 71 - Junta de trabalho, com acabamento jateado na parte inferior e sem acabamento na superior**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

**Figura 72 - Esquema do uso de limitador de profundidade para tratamento de junta de dilatação**



Fonte: <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/tudo-sobre-juntas>, acesso em 07/12/2020.

Foi realizado reforço do revestimento com uso de tela de fibra de vidro, conforme Figura 73. Esse revestimento foi utilizado no primeiro e último pavimento por serem considerados locais de alta tensão devido aos esforços solicitantes na fachada, por dilatação térmica e vento. Há aplicação de uma fina camada do revestimento, aplicação da fibra e então se cobre com a argamassa até o plano de revestimento definido.

**Figura 73 - Reforço com fibra de vidro utilizado no revestimento do primeiro e último pavimento**



Fonte: Acervo pessoal, 2020.

#### **5.7.4 DISCUSSÃO A LUZ DAS REFERÊNCIAS**

Dentre os detalhes arquitetônicos mais comuns se destacou as juntas de trabalho, peitoris e pingadeiras. Esses elementos são importantes para reduzir marcas do tempo, que podem gerar manchas ou fissuras indesejadas e até reduzir o tempo de vida útil do sistema. É possível observar que cada empresa possuía sua própria técnica para essa operação, sendo importante a existência de responsabilidade de um projetista pela qualidade do produto. Apenas um empreendimento apresentou a execução de telas de reforço, destacado na literatura como importante pelo menos no último pavimento onde há tensões que podem afetar a durabilidade do sistema. A tela de fibra de vidro pode ser uma alternativa interessante para reforço de revestimento por não sofrerem corrosão como material metálico.

As informações foram resumidas no Quadro 9.

**Quadro 9 - Resumo da execução de detalhes construtivos**

Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Realização de juntas de trabalho com 15mm ou metade da espessura da argamassa. Pingadeiras, peitoris e reforço com tela metálica.	Juntas de trabalho horizontais com 10mm e pingadeira com uso de argamassa.	Juntas de trabalho horizontal com 15mm com tratamento de adesivo de poliuretano e pingadeiras nas janelas e portas.	Pingadeiras nas janelas e portas, juntas de trabalho horizontais com 5mm e junta de dilatação e movimentação vertical com tratamento com espuma limitadora e adesivo de poliuretano. Reforço com tela de fibra de vidro no primeiro e último pavimento.

## 5.8 ANÁLISE GERAL

A pesquisa foi feita em cidades diferentes e com construtoras diferentes, apresentando as técnicas que cada uma utilizava e comparando com a literatura sobre o assunto. Cada empresa tinha um método construtivo para execução, portanto é possível observar variação nos procedimentos. Essas diferenças podem interferir na qualidade do produto, mas também no processo produtivo, sendo necessário uma quantidade maior ou menor de atividades para um mesmo propósito.

No Quadro 10 pode ser observado o resumo das informações apresentadas anteriormente nas discussões de cada operação.

**Quadro 10 - Compilação das operações para execução de fachadas argamassadas**

Operação	Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Montagem de equipamentos de suporte provisórios	Andaime fachadeiro; Balancim leve manual e motorizado, plataforma cremalheira	Balancim elétrico para transporte de operários e material.	Balancim manual para transporte de operários e roldana associada a um motor para elevação de material	Balancim manual para elevação de operários e uso do elevador cremalheira e guindaste para elevação de material.
Início de preparo de base	Limpeza superficial com remoção de irregularidades e preenchimento de furos.	Sinalização de área. Remoção de vergalhões, concreto sobressalente de lajes e argamassa de assentamento de blocos.	Sinalização de área. Remoção de concreto sobressalente de lajes.	Remoção de vergalhões, concreto sobressalente de lajes e argamassa de assentamento de blocos.
Definição do plano de revestimento	Um arame prumado define a referência do plano do revestimento, com uso de taliscas.	Um arame alinhado entre o primeiro e o último pavimento define o plano de revestimento, com uso de taliscas.	Um arame alinhado entre o primeiro e o último pavimento define o plano do revestimento, com uso de taliscas.	Um arame alinhado entre o primeiro e o último pavimento define o plano, sem uso de taliscas
Final de preparo de base	Limpeza de superfície com hidrojateamento e aplicação de chapisco de forma tradicional, desempenado ou projetado em toda a superfície.	Limpeza de superfície com balde de água e aplicação de chapisco de forma tradicional em toda superfície.	Limpeza de superfície com água corrente e aplicação de chapisco de forma tradicional em toda superfície.	Limpeza de superfície e aplicação de chapisco rolado em áreas específicas.

Operação	Literatura	Empreendimento A	Empreendimento B	Empreendimento C
Taliscamento da fachada	O arame é uma referência para assentamento de taliscas.	O arame é guia do assentamento das taliscas.	O arame é guia do assentamento das taliscas.	Não há assentamento de taliscas, o arame é guia da argamassa.
Execução da camada de revestimento da argamassa	Diferentes opções de fornecimento. Aplicação tradicional ou mecanizada. Acabamento sarrafeado, desempenado e opcionalmente camurçado. É indicado um projeto de organização do canteiro acessível.	Argamassa fornecida em silo. Acabamento sarrafeado e desempenado. Testes de arrancamento. Não possui um projeto de organização do canteiro.	Argamassa fornecida estabilizada. Acabamento sarrafeado e desempenado. Testes de arrancamento e laboratoriais com corpos de prova. Possui um projeto de canteiro, mas não estava acessível.	Argamassa fornecida ensacada. Acabamento sarrafeado, desempenado e camurçado. Não foram realizados testes na argamassa pois a fornecedora garante qualidade com a conforme aplicação do material. Possui projeto de canteiro acessível.
Execução de detalhes construtivos	Realização de juntas de trabalho com 15mm ou metade da espessura da argamassa. Pingadeiras, peitoris e reforço com tela metálica.	Juntas de trabalho horizontais com 10mm e pingadeira com uso de argamassa.	Juntas de trabalho horizontal com 15mm com tratamento de adesivo de poliuretano e pingadeiras nas janelas e portas.	Pingadeiras nas janelas e portas, juntas de trabalho horizontais com 5mm e junta de dilatação e movimentação vertical com tratamento com espuma limitadora e adesivo de poliuretano.



A partir do Quadro 10 foi elaborado um formulário disponibilizado no apêndice para avaliação simplificada da conformidade qualitativa da execução de acordo com o método aplicado por cada empresa, e feito a avaliação individual das empresas, disponibilizado no Quadro 11. Por mais que a tal conformidade seja traduzida em uma pontuação os valores não devem ser tratados de forma quantitativa, apenas como uma referência. Cada caso deve ser analisado separadamente de acordo com o contexto que a empresa está inserida.

As notas máximas e mínimas foram atribuídas com as notas 10 e 0, respectivamente, e para uma conformidade parcial foi atribuída arbitrariamente a nota 7 (por indicar que a etapa foi realizada, ainda que não de forma ideal). Esse tipo de avaliação permite também que seja feito uma ponderação para cada etapa de acordo com a importância sendo analisada. Pode ser ponderado com relação ao consumo de materiais, preço, tempo despendido e qualquer outra forma que se achar necessário. Como a avaliação nesse trabalho se dá pelo protocolo de execução então todas as etapas foram ponderadas com peso 1.

Então nesse modelo de avaliação observou-se que o caso B se destacou com maior conformidade nas 7 operações analisadas (91%), seguido pelo caso A (83%) e, por fim, o C (77%). Porém se destaca que a execução do sistema possui mais etapas do que as descritas aqui. Pode se destacar algumas informações importantes como presença de técnico de segurança, realização do diálogo diário de segurança, frequência de auditorias, treinamentos e motivação de funcionários (que pode ser levantado com uma avaliação de clima organizacional). Além das equipes diretamente envolvidas, existem intervenientes que podem ser direta e indiretamente responsáveis pelo produto final, como profissionais de administração, controle, consultoria técnica entre outros.

Portanto, a partir dessa avaliação espera ter se contribuído com a comparação da literatura sobre o assunto execução de fachadas argamassadas com o que é praticado por três empreendimentos, feito por construtoras diferentes em diferentes cidades.



**Quadro 11 – Avaliação individual do nível de conformidade**

Operação	Nível de conformidade - Caso A		
	Totalmente conforme (10)	Moderadamente conforme (7)	Não-conforme (0)
Montagem de equipamentos de suporte provisórios	x		
Início de preparo de base	x		
Definição do plano de revestimento		x	
Final de preparo de base	x		
Taliscamento da fachada		x	
Execução da camada de revestimento da argamassa		x	
Execução de detalhes construtivos		x	
	Pontuação	58/70	
Operação	Nível de conformidade - Caso B		
	Totalmente conforme (10)	Moderadamente conforme (7)	Não-conforme (0)
Montagem de equipamentos de suporte provisórios	x		
Início de preparo de base	x		
Definição do plano de revestimento		x	
Final de preparo de base	x		
Taliscamento da fachada		x	
Execução da camada de revestimento da argamassa	x		
Execução de detalhes construtivos	x		
	Pontuação	64/70	
Operação	Nível de conformidade - Caso C		
	Totalmente conforme (10)	Moderadamente conforme (7)	Não-conforme (0)
Montagem de equipamentos de suporte provisórios	x		
Início de preparo de base	x		
Definição do plano de revestimento		x	
Final de preparo de base		x	
Taliscamento da fachada			x
Execução da camada de revestimento da argamassa	x		
Execução de detalhes construtivos	x		
	Pontuação	54/70	

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de haver diferentes possibilidades de se realizar uma mesma fase de construção existe a necessidade de procurar uma forma mais eficiente. Diferentes técnicas construtivas possuem suas vantagens e desvantagens que se aplicam com maior ou menor conformidade de acordo com o contexto da construção.

A existência de um projeto formal para execução de fachadas é rara, e a fase está associada com patologias e alta quantidade de acidentes. Foi visto no trabalho que algumas decisões tomadas em obras visando economia de tempo vão contra a prática recomendada por literatura, que podem contribuir com os problemas recorrentes.

Nas obras apresentadas foi percebido um padrão de decisões de projetos serem tomadas por empresas terceirizadas, não havendo as vezes um consultor especializado envolvido. Tomar decisões no nível operacional tende em problemas futuros, pois não se considera a obra como um todo, resolvendo um problema imediato, mas com consequências a longo prazo desconhecidas. A existência de um procedimento de qualidade não garante que não haverá problemas nas obras ou consequências que não podem ser controladas, mas prever situações que podem gerar conflitos é uma forma de mitigar erros futuros, de forma que sejam menos intensos ou numerosos.

A contratação de um especialista pode apresentar um custo maior numa primeira impressão, mas o retorno a longo prazo pode ser mais visível, pois estaria se utilizando produtos com desempenho técnico adequado. A economia em uma etapa não implica em economia global na obra ou ao longo do ciclo de vida da edificação.

### **Sugestão para trabalhos futuros:**

Foi apresentado que uma empresa não utilizava chapisco no preparo de base em toda a fachada, pois, de acordo com a fornecedora, a porosidade do bloco de concreto seria suficiente para garantir aderência entre a massa única e a parede. Entender qual a influência do preparo de base no arrancamento da argamassa de acordo com cada técnica pode-se refinar o conhecimento do desempenho do sistema.

Seria interessante a comparação da velocidade de produção para diferentes técnicas, visto que cada empresa possui métodos diferentes. Dentro de um espaço controlado seria possível encontrar a diferença na velocidade de produção.

A etapa em questão envolveu muito material e foi possível ver muito desperdício principalmente no sarrafeamento, visto que a argamassa não podia ser reaproveitada. Pode ser apresentado como cada empresa atua para contribuir ou mitigar os resíduos dessa

atividade, como por exemplo a limitação da espessura de revestimento. Foi observado que além dos custos diretos, com o do material desperdiçado, existem também custos indiretos, como transporte do entulho e a locação de caçambas.

A realização do camurçamento foi realizado apenas em uma empresa desse trabalho, mas poderia ser analisado se havia redução de custos, pois uma superfície mais regularizada exigiria uma menor quantidade de material de regularização. Isso pode indicar uma maior quantidade de atividades com um material mais caro, ao invés de um tratamento do material aplicado.

Apesar da recomendação da literatura de reforço com tela metálica em locais de alta tensão, como integração entre alvenaria e estrutura e os últimos andares dos pavimentos, apenas um caso desse estudo apresentou a realização do reforço. No entanto, foi feito com a utilização de tela de fibra de vidro e não metálica, como apresentado na conceituação desse trabalho. Existem estudos sobre a utilização desse material em concreto, mas poderia ser verificada a utilização com argamassa para revestimentos externos, possibilitando revestimentos mais finos e até mais duráveis em locais de alta intempérie.

## REFERÊNCIAS

- ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Manual de revestimentos de argamassa. [s. l.], p. 104, 2013. Available at: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>
- ASANO, N. E.; BARROS, M. Ma. S. B. Revestimento Externo De Argamassa Com Projeção Contínua. **Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas**, [s. l.], v. XII, p. 7, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528 - 2: Determinação da resistência à tração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001/2015: Sistemas de Gestão da Qualidade**. Rio de Janeiro, 2015.
- ATKINSON, R.; CRAWFORD, L.; WARD, S. Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 24, n. 8, p. 687–698, 2006.
- BRANDSTETTER, M. C.; FALCÃO, T. F. Indicadores de produtividade e eficiência logística na execução de revestimentos em argamassa. **Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas**, [s. l.], v. X, p. 1–15, 2013.
- BRASIL. **NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015.
- BRUGNERA, R. R. *et al.* **Ambiente Construído Escritórios de planta livre : o impacto de diferentes soluções de fachada na eficiência energética**. [s. l.], p. 1–19, 2020.
- CARRARO, M.; OLIVEIRA, L. A. Os impactos do processo de projeto na execução e desempenho da fachada. **Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**, [s. l.], v. IV, p. 13, 2015.
- COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de revestimento de fachada**. Salvador: [s. n.], 2006.
- FONSECA, D. R. de S. da. **Escolha de sistemas de acesso a fachadas de edifícios verticais por processo de análise hierárquica (AHP)**. 48 f. 2019. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2019.
- KOLLING, C. de M.; STOLZ, C.; KIRCHHEIM, A. P. Revestimento cerâmico de fachada: diagnóstico das práticas de execução em Porto Alegre/RS. **Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas**, [s. l.], v. XII, p. 10, 2017.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. Diretrizes para o detalhamento do projeto do revestimento de argamassa de fachada. **Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas**, [s. l.], v. III, p. 769–780, 1999.

MATHEUS, G. G. **Estudo comparativo entre sistemas de produção de revestimento de argamassa em fachadas de edifícios de alvenaria estrutural**. 88 f. 2019. - Monografia (especialização em tecnologia e gestão na produção de edifícios) Departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [s. l.], 2019.

MORAES, R. M. de M. **Planejamento da construção: Estudo de caso**. 127 f. 2007. - Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal de São Carlos, [s. l.], 2007.

OLIVEIRA, L. A. de. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves**. 287 f. 2009. - Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [s. l.], 2009.

PEREZ, C. T. *et al.* Avaliação dos impactos decorrentes do uso de argamassa projetada em canteiros de obras - estudo de casos. **Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas**, [s. l.], v. X, p. 1–16, 2013.

RESENDE, M. M. Manutenção Preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos. [s. l.], p. 215, 2004.

SANTOS, D.; MORAIS, G.; LORDSLEEM, A. C. Investigação da tecnologia de revestimento com projeção mecânica de argamassa: parâmetros de referência para desperdício. **Simpósio Brasileiro de Tecnologias de Argamassas**, [s. l.], v. XII, p. 10, 2017.

SOUZA, U. E. L. de. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. [S. l.], 2000. Available at: [http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Produtividade/como medir produtividade - Entac.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Disciplinas/Produtividade/como%20medir%20produtividade%20-%20Entac.pdf). Acesso em: 28 maio 2020.

STRADIOTO, J. P.; AMARAL, F. G. Avaliação ergonômica do trabalho em altura em fachadas de estruturas verticais. **Revista Gestão Industrial**, [s. l.], v. 12, n. 02, p. 39–58, 2016.

TOLEDO, L. A.; SHIAISHI, G. de F. Estudo de caso em pesquisas exploratórias qualitativas: um ensaio para a proposta de protocolo do estudo de caso. **Rev FAE, Curitiba**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 103–119, 2009.

VEIGA, S. A. da. Análise Da Importância Da Logística Lean Para a Construção Civil. **Interação - Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 18–33, 2019.

VENÂNCIO, R.; PEDRINI, A. The influence of design decisions on energy consumption and thermal performance: The case of ufrn campus, brazil. **IBPSA 2009 - International Building Performance Simulation Association 2009**, [s. l.], p. 137–143, 2009.



## APÊNDICE A - Roteiro para coleta de dados

Esse formulário pretende levantar informações sobre os empreendimentos e sobre o sistema construtivo para contribuir com o trabalho de conclusão de curso do aluno Gustavo Dourado. Será realizado pessoalmente nas obras. Importante destacar que o nome da empresa e participantes permanecerá anônimo.

- Descrição do empreendimento;
- Quem são as equipes de produção?
- Quantos funcionários estão envolvidos nas atividades de execução das fachadas?
- Como é elaborada a formação de equipe? houve algum auxílio de referências como SINAPI ou TCPO?
- Houve um consultor especializado envolvido?
- Qual o pré-requisito para início dos serviços?
- Como foi feita a programação do serviço?
- Qual o tipo de revestimento utilizado? (massa única ou emboço e reboco)
- Qual o tipo de argamassa utilizada?
- Qual a especificação da argamassa?
- Como é o controle de recebimento de materiais?
- Qual a capacidade de armazenamento dos materiais? Existe estoque de contingência?
- Como e onde são preparadas as argamassas? como é o controle do preparo?
- Foi realizada a validação da argamassa?
- Quais equipamentos são utilizados no método construtivo? (armazenamento, mistura, transporte horizontal e vertical e aplicação)
- Qual preparo foi realizado para o transporte vertical?
- Como é feito o preparo de base?
- Como é realizado o taliscamento?
- Como é transportado o material do armazenamento ao local de aplicação?
- Como é aplicado o material?

- Como é finalizado o revestimento?
- Quais são e como são realizados os detalhes construtivos?
- Qual a espessura de aplicação da(s) camada(s)?
- Como é definido o padrão de qualidade do serviço?
- Como é realizada a organização do canteiro? (elaboração de croqui)
- Como é a sequência de execução das fachadas?
- Como é realizado o controle de produção?
- Como é o plano de ataque? Quantas fachadas são realizadas ao mesmo tempo? por onde se iniciou a execução?
- Está sendo levantado dados de produtividade da execução?
- Observações.

### APÊNDICE B - Avaliação dos protocolos de execução

Operação	Nível de conformidade com relação a literatura		
	Totalmente conforme (10)	Moderadamente conforme (7)	Não-conforme (0)
Montagem de equipamentos de suporte provisórios			
Início de preparo de base			
Definição do plano de revestimento			
Final de preparo de base			
Taliscamento da fachada			
Execução da camada de revestimento da argamassa			
Execução de detalhes construtivos			
	Pontuação		

**ANEXO A – Planta do pavimento tipo do caso A**

Fonte: Adaptado do material de publicidade da empresa A.

**ANEXO B – Planta dos apartamentos e esquema do pavimento tipo do caso B**



Fonte: Adaptado do material de publicidade da empresa B.

**ANEXO C – Planta dos apartamentos e esquema do pavimento tipo do caso C**



Fonte: Adaptado do material de publicidade da empresa C.