

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Pedro Mossmann

**ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE
PLATAFORMA CREMALHEIRA E BALANÇIM ELÉTRICO
PARA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EXTERNO DE
ARGAMASSA**

Porto Alegre
julho 2015

PEDRO MOSSMANN

**ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE
PLATAFORMA CREMALHEIRA E BALANCIM ELÉTRICO
PARA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EXTERNO DE
ARGAMASSA**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Profa. Angela Borges Masuero

Porto Alegre

julho 2015

PEDRO MOSSMANN

**ESTUDO COMPARATIVO DA UTILIZAÇÃO DE
PLATAFORMA CREMALHEIRA E BALANÇIM ELÉTRICO
PARA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO EXTERNO DE
ARGAMASSA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, julho de 2015

Profa. Angela Borges Masuero
Eng. Civil, M.Sc., Dra. (UFRGS)
Orientadora

Profa. Jean Marie Désir
Coordenador

BANCA EXAMINADORA

Carina Mariane Stolz (FSG)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Nei Ricardo Vaske (UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Angela Borges Masuero (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à todos que auxiliaram neste trabalho, principalmente à minha orientadora, profa. Angela.

Há muitas maneiras de avançar, mas só uma maneira de
ficar parado.

Franklin D. Roosevelt

RESUMO

O revestimento externo de argamassa, executado em fachadas de edifícios, é uma etapa crucial para o término da obra no prazo e custo previstos. A utilização de um equipamento de movimentação vertical adequado é de extrema importância para a obtenção de sucesso ao final dessa atividade. A plataforma cremalheira é um equipamento que viabiliza a execução de grandes áreas de revestimento externo, pois está disponível em larguras na ordem de 30 metros e alturas de mais de 100 metros, enquanto que o balancim elétrico tem a largura usual de 1 à 6 metros apenas, o que exige a utilização de vários equipamentos ou de montagens sucessivas. Além disso, o balancim é suspenso por cabos de aço e se torna vulnerável a ação do vento, dificultando e até impedindo a sua operação e conseqüentemente a produção. Já a plataforma é apoiada em mastros rígidos, fixos em bases de concreto no solo e na estrutura da edificação e por isso se movimenta apenas na vertical, conforme a necessidade do operador e se torna uma alternativa para o balancim elétrico. Nesse contexto, esse trabalho busca contribuir, ao realizar um estudo comparativo de produtividade, custo e segurança na execução do revestimento externo na fachada de dois edifícios iguais com dois equipamentos diferentes, a plataforma cremalheira e o balancim elétrico, através da observação diária das atividades de revestimento externo nas duas torres. Para isso foi necessário uma revisão bibliográfica limitada a esses dois equipamentos. Após a etapa teórica foi feita a observação diária das atividades que envolviam a produção de revestimento externo de argamassa em duas torres iguais, uma com cada equipamento, desde a produção da argamassa até o desempenho final. Essa etapa gerou resultados da produtividade diária e do custo que cada equipamento gerou para a execução dessa atividade. Também foi feita uma pesquisa com os profissionais, responsáveis pela execução do revestimento externo, para avaliar a percepção de segurança que cada equipamento causa durante o trabalho. A partir dos resultados gerados pode se perceber que a plataforma cremalheira teve a produtividade em torno de 1 m² maior que o balancim elétrico e o custo de locação praticamente duas vezes maior, além de passar uma falsa sensação de segurança. Com isso, sugeriram-se algumas alternativas na etapa de produção de revestimento externo de argamassa, para melhorar a produtividade e reduzir o tempo de locação necessário para a conclusão dessa atividade, reduzindo o custo de locação da plataforma cremalheira, a fim de torná-la mais viável economicamente.

Palavras-chave: Execução de Revestimento Externo. Equipamentos. Estudo Comparativo. Argamassa. Plataforma Cremalheira. Balancim Elétrico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática das etapas da pesquisa	8
Figura 2 – Detalhamento de micro e macroancoragem na interface argamassa/substrato	12
Figura 3 – Detalhamento das partes de um andaime suspenso	18
Figura 4 – Detalhamento das partes de uma plataforma cremalheira	20
Figura 5 – Detalhamento das partes da base de uma plataforma cremalheira	21
Figura 6 – Detalhamento das partes do mastro e fixações de uma plataforma cremalheira	22
Figura 7 – Detalhamento das partes do chassis de uma plataforma cremalheira	23
Figura 8 – Implantação	31
Figura 9 – Cronograma da obra	31
Figura 10 – Área de atuação da plataforma cremalheira	33
Figura 11 – Área de atuação dos balancins elétricos	34
Figura 12 – Layout do pavimento térreo da torre 1	37
Figura 13 – Layout do pavimento térreo da torre 2	37
Figura 14 – Layout do canteiro de obras	38
Figura 15 – Caixa de armazenagem do pavimento térreo	38
Figura 16 – Esquema de produção de argamassa	39
Figura 17 – Layout do abastecimento de argamassa pronta do pavimento tipo da torre 1	40
Figura 18 – Layout do abastecimento de argamassa pronta do pavimento tipo da torre 2	40
Figura 19 – Sequência de atividades do revestimento externo de argamassa	41
Figura 20 – Produção de revestimento de argamassa com uso de plataforma cremalheira	48
Figura 21 – Produção de revestimento de argamassa com uso do balancim 1	55
Figura 22 – Produção de revestimento de argamassa com uso do balancim 2	56
Figura 23 – Produção de revestimento de argamassa com uso do balancim 3	69
Figura 24 – Produção de revestimento de argamassa com uso do balancim 4	61
Figura 25 - Resultados percentuais dos questionamentos sobre segurança	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de revestimento externo de argamassa a ser executado por equipamento	35
Tabela 2 – Dados da produção de revestimento na plataforma cremalheira da etapa 1 ...	45
Tabela 3 – Dados da produção de revestimento na plataforma cremalheira da etapa 2 ...	45
Tabela 4 – Dados da produção de revestimento na plataforma cremalheira da etapa 3 ...	47
Tabela 5 – Dados da produção de revestimento no balancim 1 da etapa 1	51
Tabela 6 – Dados da produção de revestimento no balancim 1 da etapa 2	52
Tabela 7 – Dados da produção de revestimento no balancim 2 da etapa 1	53
Tabela 8 – Dados da produção de revestimento no balancim 2 da etapa 2	54
Tabela 9 – Dados da produção de revestimento no balancim 3 da etapa 1	57
Tabela 10 – Dados da produção de revestimento no balancim 3 da etapa 2	58
Tabela 11 – Dados da produção de revestimento no balancim 3 da etapa 3	58
Tabela 12 – Dados da produção de revestimento no balancim 4 da etapa 1	60
Tabela 13 – Dados da produção de revestimento no balancim 4 da etapa 2	60
Tabela 14 – Resultados percentuais dos questionamentos sobre segurança	64
Tabela 15 – Resultados da produção de revestimento externo	66
Tabela 16 – Resultados de custo de locação dos equipamentos	66

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	6
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	6
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	6
2.2.1 Objetivo Principal	6
2.2.2 Objetivos Secundários	6
2.3 PRESSUPOSTO	7
2.4 PREMISA	7
2.5 DELIMITAÇÕES	7
2.6 LIMITAÇÕES	7
2.7 DELINEAMENTO	7
2.7.1 Pesquisa Bibliográfica	8
2.7.2 Observação das Atividades de Revestimento	8
2.7.3 Descrição da Sequência de Produção nos Dois Equipamentos	9
2.7.4 Comparação dos Dados Obtidos	9
2.7.5 Considerações Finais	9
3 REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA	10
3.1 CARACTERÍSTICAS	10
3.2 PROCESOS PRODUTIVO	11
3.2.1 Preparação da Superfície	11
3.2.1.1 Alvenaria	12
3.2.1.2 Concreto	12
3.2.2 Chapisco	13
3.2.2.1 Alvenaria	13
3.2.2.2 Concreto	13
3.2.3 Argamassa	13
3.2.3.1 Produção de argamassa	13
3.2.3.2 Aplicação do revestimento externo de argamassas	14
4 EQUIPAMENTOS DE SUPORTE E ELEVAÇÃO	17
4.1 ANDAIMES SUSPENSOS	17
4.2 PLATAFORMA CREMALHEIRA	19
4.2.1 Base	20
4.2.2 Mastros	21

4.2.3 Fixações	21
4.2.4 Chassis	22
4.2.5 Plataformas	23
4.2.6 Dispositivos de Segurança	24
5 SEGURANÇA	25
5.1 ANDAIMES SUSPENSOS	26
5.2 PLATAFORMA CREMALHEIRA	28
6 ESTUDO DE CASO	30
6.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA	30
6.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO REVESTIMENTO EXTERNO	35
6.2.1 Produção de Argamassa	35
6.2.2 Transporte da Argamassa	39
6.2.3 Produção de revestimento externo de argamassa	40
6.2.3.1 Limpeza geral	42
6.2.3.2 Lavagem	42
6.2.3.3 Preparação de superfície	42
6.2.3.4 Chapisco	42
6.2.3.5 Reforços com tela	42
6.2.3.6 Talsicamento	43
6.2.3.7 Revestimento externo de argamassa	43
6.3 OBSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO DOS DOIS EQUIPAMENTOS	43
6.3.1 Produção de Revestimento Externo com Utilização de Plataforma Cremalheira	44
6.3.1.1 Equipe	44
6.3.1.2 Execução	44
6.3.1.3 Avaliação	48
6.3.2 Produção de Revestimento Externo com Utilização de Balancim Elétrico	49
6.3.2.1 Equipe	49
6.3.2.2 Execução nos balancim 1 e 2	50
6.3.2.3 Execução no balancim 3	56
6.3.2.4 Execução no balancim 4	59
6.3.2.5 Avaliação	61
6.4 OBSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DOS EQUIPAMENTOS	62
6.5 COMPARATIVO ENTRE OS DOIS EQUIPAMENTOS	65

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil, durante os últimos anos, vem se desenvolvendo em todas as áreas. Em um mercado cada vez mais exigente, no qual empresas e investidores impõem prazos pequenos e orçamentos enxutos, é natural que haja uma busca permanente por equipamentos que atendam essas demandas.

O revestimento de fachada é uma etapa muito importante para a entrega das obras no prazo e por isso é um dos alvos que as empresas fornecedoras ou locadoras de equipamentos tentam atingir, oferecendo soluções para a otimização desse serviço. Entre as soluções estão os: andaimes fachadeiros, balancins elétricos e manuais e plataformas cremalheiras. Cada um deles tem as suas particularidades e oferecem vantagens e desvantagens para a situação em que será empregado. Portanto, as empresas construtoras devem avaliar a viabilidade econômica da utilização do equipamento, bem como a produtividade que a mão de obra pode ter com o seu uso.

Além disso, a execução do revestimento de fachada tem outra questão fundamental que é a segurança. O trabalho em altura, presente na maioria dos casos, oferece alto risco de morte em caso de acidente. Diante dessa situação e também de uma fiscalização extremamente rígida dos órgãos cabíveis no estado do Rio Grande do Sul, a segurança é um fator primordial para a escolha do equipamento.

Assim, esse trabalho buscou comparar a execução do revestimento externo de argamassa em uma obra civil residencial, em Porto Alegre/RS, utilizando dois equipamentos diferentes: a plataforma cremalheira e o balancim elétrico. A comparação foi feita com base em observações das frentes de trabalho e do tempo de execução do serviço, na análise de custo da locação dos dois equipamentos e em entrevistas com os trabalhadores envolvidos, buscando chegar a uma resposta de produtividade, custo e segurança.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho é: quais as vantagens e desvantagens em termos de custo, produtividade e segurança na utilização da plataforma cremalheira em relação ao balancim elétrico?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do trabalho é a comparação da utilização da plataforma cremalheira com o balancim elétrico na execução de um revestimento externo de argamassa em termos de custo, produtividade e segurança.

2.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) medição de produtividade de execução de revestimento de fachada em argamassa;
- b) descrição dos diferentes equipamentos para execução do revestimento de fachada;
- c) avaliação da segurança em trabalhos em altura nos dois equipamentos;

2.3 PRESSUPOSTO

O trabalho tem por pressuposto que o método de coleta de dados para a comparação de produtividade, custo e segurança é válido para os objetivos da pesquisa.

2.4 PREMISSE

O trabalho tem por premissa que a execução do revestimento de fachadas é uma etapa fundamental para a conclusão de obras dentro do prazo estabelecido, sendo o comparativo de custos e produtividade dos diferentes sistemas muito importante para as tomadas de decisão em projetos de Engenharia. Além disso, o fator segurança é de suma importância, devido aos riscos impostos aos trabalhadores no caso de trabalho em altura.

2.5 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se ao estudo de uma obra civil residencial na cidade de Porto Alegre/RS.

2.6 LIMITAÇÕES

A limitação do trabalho é que será considerada apenas a execução de uma área pré-estabelecida de revestimento externo de argamassa com a plataforma cremalheira e o balancim elétrico, sem considerar a espessura do revestimento.

2.7 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1.

Figura 1 – Representação esquemática das etapas da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

2.7.1 Pesquisa bibliográfica

O objetivo da pesquisa bibliográfica é reunir o conhecimento necessário para a compreensão do tema do trabalho. A partir das informações coletadas, é possível uma contextualização dos materiais, técnicas e equipamentos utilizados na execução de revestimentos de argamassa em fachadas.

2.7.2 Observação das atividades de revestimento externo de argamassa

A observação das atividades de revestimento tem como objetivo coletar todas as informações que serão utilizadas na comparação entre os dois equipamentos. Inicialmente, as áreas de fachada executadas serão mapeadas diariamente. Além da área de revestimento externo executada durante o dia, também serão coletados, durante o mapeamento, dados como, falta de argamassa, luz, água, defeito no equipamento, etc. Esses dados serão inseridos em uma tabela elaborada pelo autor. Depois, o custo de locação dos equipamentos será comparado a partir do número de dias que foram necessários para executar o revestimento externo. E, por fim, será feito um questionário, com os operadores dos equipamentos, para uma análise percentual das respostas e então a conclusão quanto a questão da percepção de segurança dos dois equipamentos.

2.7.3 Descrição da sequência de produção nos dois equipamentos

A descrição da sequência de produção é de extrema importância para explicar o mapeamento de execução diário da fachada. Durante essa etapa, também serão compilados os dados para a comparação posterior.

2.7.4 Comparação dos dados obtidos

A comparação dos dados de produtividade obtidos em campo permitirá a determinação das vantagens e desvantagens de cada equipamento, que é um dos objetivos do trabalho. Nesta comparação, também serão avaliados os demais itens contribuintes para os objetivos: custos de cada equipamento e os fatores de segurança envolvidos em cada um deles.

2.7.5 Considerações finais

Nessa etapa são apresentadas observações e considerações finais sobre o trabalho.

3 REVESTIMENTO EXTERNO DE ARGAMASSA

O revestimento externo de argamassa possui múltiplas funções, dentre eles a proteção dos elementos de vedação dos agentes agressivos, auxílio na estanqueidade da fachada e regularização de superfícies com conseqüente contribuição estética, podendo servir de base para um revestimento de finalização, como a pintura (BAÍA; SABBATINI, 2002). Esse capítulo tem como objetivo caracterizar brevemente o revestimento externo em argamassa e explicar o processo produtivo abordado nesse trabalho.

3.1 CARACTERÍSTICAS

O revestimento de argamassa é uma das técnicas mais tradicionais no Brasil, sendo que sua composição e forma de aplicação vêm se modificando ao longo do tempo, de forma a atender as novas demandas do mercado e se adaptar a novos produtos e técnicas. De acordo com Paravisi (2008, p. 23), o sistema habitual das edificações é composto por estrutura de concreto ou alvenaria, com vedação vertical em alvenaria (no caso da estrutura em concreto) e revestimentos interno e externo de argamassa. Com isso, deve-se avaliar o comportamento do revestimento como parte integrante de um sistema, sendo o seu comportamento influenciado pelas características dos demais componentes.

Segundo Baía e Sabbatini (2002), é importante atentar para este fato de que as características da base influenciam bastante em todo o processo. Como conseqüência, as mesmas devem ser consideradas desde a definição do tipo de argamassa a ser utilizado. As principais características a serem consideradas são (BAÍA; SABBATINI, 2002, p. 31):

- a) absorção de água;
- b) porosidade;
- c) resistência mecânica;
- d) movimentações higroscópicas;
- e) rugosidade e
- f) homogeneidade.

O revestimento externo pode ser composto por uma ou duas camadas de argamassa. Quando é executado em apenas uma camada é denominado massa única e quando tem duas camadas, essas são denominadas de emboço, revestimento ou reboco, respectivamente. Sob ambos os sistemas de revestimentos, pode ser aplicada uma camada de chapisco (BAÍA; SABBATINI, 2002).

Esse trabalho irá analisar a produção de revestimento apenas do tipo massa única, com o uso de chapisco para uniformizar a aderência à base.

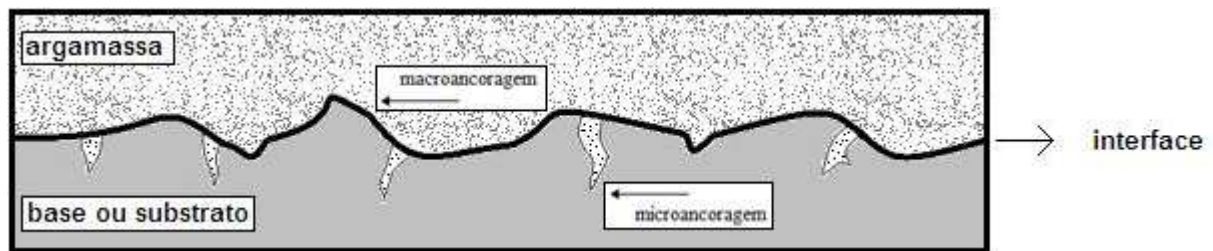
3.2 PROCESSO PRODUTIVO

A industrialização da construção civil no Brasil é uma realidade. As empresas construtoras buscam, cada vez mais, otimizar seus processos construtivos, e para isso, criam procedimentos e treinam a mão de obra para que eles sejam seguidos nas frentes de trabalho. Esses procedimentos também têm como objetivo padronizar a forma de execução e a qualidade final dos serviços. A seguir, encontram-se descritas as etapas de execução de um sistema de revestimento do tipo massa única.

3.2.1 Preparação da superfície

A preparação da base consiste nas atividades a serem realizadas para a adequação da mesma para o recebimento do revestimento de argamassa, visando atingir uma aderência adequada. Segundo Ceotto *et al.* (2005), a aderência do revestimento está ligada ao grau de absorção e a rugosidade superficial da base, que são as características responsáveis, respectivamente, pela micro e macroancoragem (figura 2). De acordo com Baía e Sabbatini (2002), as condições de limpeza da base são um fator importante para a adesão inicial da argamassa. Os procedimentos de preparo estão descritos nos itens a seguir, de acordo com o tipo de superfície.

Figura 2 – detalhamento de micro e macroancoragem na interface argamassa/substrato



(fonte: elaborado pelo autor)

3.2.1.1 Alvenaria

Santos (2012) e Ceotto et al. (2005) recomendam, na preparação da alvenaria para receber o revestimento, que sejam retiradas as rebarbas de argamassa resultante do assentamento dos blocos, que os buracos recorrentes da quebra da alvenaria sejam preenchidos e que se realize a lavagem da superfície como etapa final. Porém, para o primeiro autor, deve-se utilizar tela galvanizada em enchimentos com mais de cinquenta milímetros de profundidade e em rasgos para embutir tubulações. Para o segundo autor, o uso da tela é indicado somente em casos de fissuras em blocos ou argamassa.

Outro procedimento que faz parte da preparação das superfícies de alvenaria, quando utilizadas como vedação em estruturas de concreto, é a devida fixação superior externa. Esse processo deve ser feito, de preferência, com todas as alvenarias já executadas (carga da estrutura aplicada) e do andar mais alto para o mais baixo. É necessária a utilização de argamassa específica para evitar retração, devendo ser aplicada com pressão suficiente para preencher todos os espaços vazios entre a alvenaria e a estrutura.

3.2.1.2 Concreto

Para que o revestimento tenha melhor aderência ao concreto, Ceotto et al. (2005) e Santos (2012) sugerem que haja a remoção do desmoldante e nata de concreto, o corte de rebarbas e pontas de ferro, o preenchimento de nichos e orifícios e, por fim, escovação ou apicoamento superficial. Santos (2012) propõe ainda posterior tratamento com tinta anticorrosiva.

3.2.2 Chapisco

O chapisco é uma camada de preparo da base e tem como finalidade uniformizar a superfície quanto à absorção, incrementar a rugosidade superficial e melhorar a aderência do revestimento. Existem diferentes tipos de chapisco: tradicional (dosagem de cimento, areia e água em obra), industrializado (argamassa industrializada com acréscimo de água *in loco*) e o chapisco rolado (mistura de cimento e areia com adição de água e resina acrílica) (BAÍA; SABBATINI, 2002).

Ceotto et al. (2005) afirmam que, normalmente, se usam chapiscos diferentes em estrutura e alvenaria, pois são superfícies diferentes. A seguir, estão descritos os procedimentos utilizados na obra em estudo para os dois tipos diferentes de bases.

3.2.2.1 Alvenaria

O chapisco mais utilizado para alvenaria é uma mistura de cimento e areia média/grossa em proporção (cimento e areia) 1:3 preparado com uma quantidade de água que permita o lançamento sem que a mistura escorra da parede e fique com uma textura de película rugosa, aderente e resistente (SANTOS, 2012). A aplicação se dá através do lançamento com colher de pedreiro e deve cobrir toda a superfície, não devendo exceder a espessura de quatro milímetros. Além disso, a utilização de pulverização de água para a cura úmida do chapisco é recomendada quando a temperatura ultrapassar os 30°C e também se o sol ou o vento estiver atingindo diretamente a superfície.

3.2.2.2 Concreto

Para estruturas em concreto, Santos (2012) recomenda aplicação de uma mistura com água e argamassa industrializada, específica para este fim, com desempenadeira dentada metálica (com dentes de oito milímetros de largura e comprimento), sempre na horizontal.

3.2.3 Argamassa

O procedimento de execução do revestimento de argamassa pode ser dividido em duas etapas: a produção da argamassa e sua posterior aplicação. Ambos encontram-se descritos na sequência.

3.2.3.1 Produção de argamassas

A produção de argamassas pode ser feita na própria obra ou de forma industrializada. Segundo Ceotto *et al.* (2005), o tipo de produção influencia o recebimento de materiais, que deve ser controlado de acordo com sua chegada em obra. No caso da argamassa feita em obra, devem ser verificados e identificados os materiais ensacados (cimento e cal) e a areia. No caso das argamassas industrializadas, deve ser feita a mesma verificação e identificação, tanto para o fornecimento em sacos como em silos.

Como equipamento de mistura, podem ser usadas betoneiras ou, preferencialmente, argamassadeiras, para o preparo de argamassas feitas em obra e industrializadas, fornecidas em sacos. As argamassas industrializadas fornecidas em silo contam com um equipamento de mistura específico, localizado no andar de aplicação da argamassa ou junto ao próprio silo (BAÍA; SABBATINI, 2002).

Por fim, deve ser pensada a forma de transporte das argamassas. Conforme Baía e Sabbatini (2002), o material pode ser levado até o andar de aplicação para preparação no local, ensacado ou através de mangueiras (caso dos silos). Outra opção é o transporte do material já misturado, recomendado em especial quando do uso de silos, sendo esse transporte efetuado através de bombeamento ou pelos meios de transporte disponíveis em obra (como elevador ou grua).

3.2.3.2 Aplicação do revestimento externo de argamassas

Para Ceotto *et al.* (2005, p. 73), a aplicação da argamassa deve ser feita com a observação dos seguintes procedimentos:

- a) obedecer ao tempo de cura do chapisco especificado no projeto;
- b) executar mestras¹ verticais entre taliscas² contíguas;
- c) aplicar argamassa com a energia de impacto estabelecida no projeto no caso de aplicação mecânica. No caso de aplicação manual, recomenda-se a maior energia de impacto possível completando com a execução do aperto nas chapadas com as costas da colher de pedreiro;

¹ Guia para régua de corte para garantir espessura e planicidade no revestimento.

² Pedaços retangulares de peças cerâmicas utilizados para definir espessura do revestimento.

- d) sarrafejar e desempenar após o tempo de puxamento³, utilizando tipo de desempenadeira (madeira ou PVC) compatível com a rugosidade superficial pretendida para o revestimento (função do acabamento previsto pela arquitetura); compactar a argamassa com a desempenadeira sem excesso de alisamento;
- e) retirar as taliscas e proceder aos preenchimentos necessários;
- f) executar os frisos horizontais e verticais previstos no projeto, requadrar os vãos de janelas com ferramentas adequadas, anteriormente previstas no projeto;
- g) assentar ou moldar *in loco* os peitoris.

Em complementação, Santos (2012) indica serem necessários 3 dias de cura para o chapisco, sendo que a superfície deve estar toda coberta pelo chapisco e estar homogênea, não devendo aparecer a alvenaria e com a ausência de sujeiras. Ainda assim, para o autor, deve-se inspecionar a dureza do chapisco através da execução de riscos com a ponta da espátula e a raspagem na interface de aderência também com a espátula. Em caso de o chapisco se soltar facilmente, o autor recomenda a remoção da área de chapisco comprometida e a reaplicação.

As taliscas devem estar espaçadas no máximo por dois metros, tanto horizontal quanto verticalmente, pois este é o comprimento da régua de alumínio que será usada para o sarrafeamento. Entre as taliscas são criadas faixas de argamassa que delimitam os locais a serem revestidos e servem como apoio para a régua metálica no momento em que se executa o sarrafeamento. Essas faixas são denominadas mestras (SANTOS, 2012).

Os frisos do chapisco desempenado, resultantes dos dentes da desempenadeira metálica (em estrutura de concreto) devem ser preenchidos previamente com a aplicação de argamassa com as costas da colher de pedreiro, para evitar vazios e garantir uma melhor ancoragem (SANTOS, 2012). Ainda, conforme Santos (2012), em caso de espessuras entre três e cinco centímetros, deve-se aplicar a argamassa em duas etapas, a primeira com aproximadamente três centímetros e a segunda com a espessura necessária, no máximo vinte e quatro horas após a primeira aplicação. Ceotto *et al.* (2005) indicam que, caso o revestimento supere o valor máximo estipulado, deve ser feita a aplicação em duas camadas com o uso de reforços com tela ou outro recurso, devendo o mesmo ser previsto e aprovado pelo projetista e/ou fabricante da argamassa.

Segundo Santos (2012), a colocação de telas de aço, especificadas em projeto, é necessária para evitar fissuras e devem ser fixadas com pregos de aço nas juntas de argamassa da

³ Tempo necessário para a argamassa atingir consistência para corte e desempenho.

alvenaria. O autor recomenda, que no encontro das telas verticais com as horizontais, as primeiras devem ser interrompidas sem sobreposição. Em caso de espessuras acima de cinco centímetros, após a primeira aplicação de argamassa com uma camada entre 15 e 25 milímetros, deve ser colocada a tela, de forma que fique esticada, antes da aplicação da segunda camada, fazendo com que a tela fique totalmente imersa na argamassa e sem vazios.

Após a finalização da aplicação, deve ser realizada a atividade de sarrafeamento. A mesma consiste em “plainar” a superfície de argamassa, utilizando-se de uma régua metálica, apoiando-a sobre as mestras, em um movimento de baixo para cima. Esta etapa só deve ser executada quando a argamassa estiver com a consistência adequada, em caso contrário, a aderência e a qualidade final do revestimento serão prejudicadas. Após o sarrafeamento, deve-se aguardar que a argamassa esteja indeformável ao toque para que, em movimentos circulares, seja realizado desempenho, com uma desempenadeira de madeira. Se necessário, pode ainda ser realizado o camurçamento da superfície, que consiste na fricção de uma esponja sobre o revestimento de argamassa, com movimentos circulares, de forma a proporcionar uma textura mais lisa e regular (BAÍA; SABBATINI, 2002).

No caso de haver frisos previstos em projeto, os mesmos devem ser previamente alocados onde definido em projeto e executados com uma régua dupla metálica e um frisador logo após a etapa do desempenho, de acordo com Santos (2012). Para o autor é fundamental que após sete dias da abertura da junta, com a superfície do friso limpa, seca e regularizada, seja aplicada uma camada impermeabilizante de base de emulsão acrílica, isenta de estireno, em duas demãos, com intervalo de 5 minutos em toda a extensão do friso e cobrindo dez centímetros acima e abaixo dele.

4 EQUIPAMENTOS DE SUPORTE E ELEVAÇÃO

Os equipamentos de suporte e elevação têm função importante na definição do planejamento da execução de fachadas, pois a escolha dos mesmos interfere na definição do sequenciamento das atividades. Esse capítulo tem como objetivo apresentar os equipamentos que serão utilizados na execução do revestimento externo, descrevendo suas características técnicas.

4.1 ANDAIMES SUSPENSOS

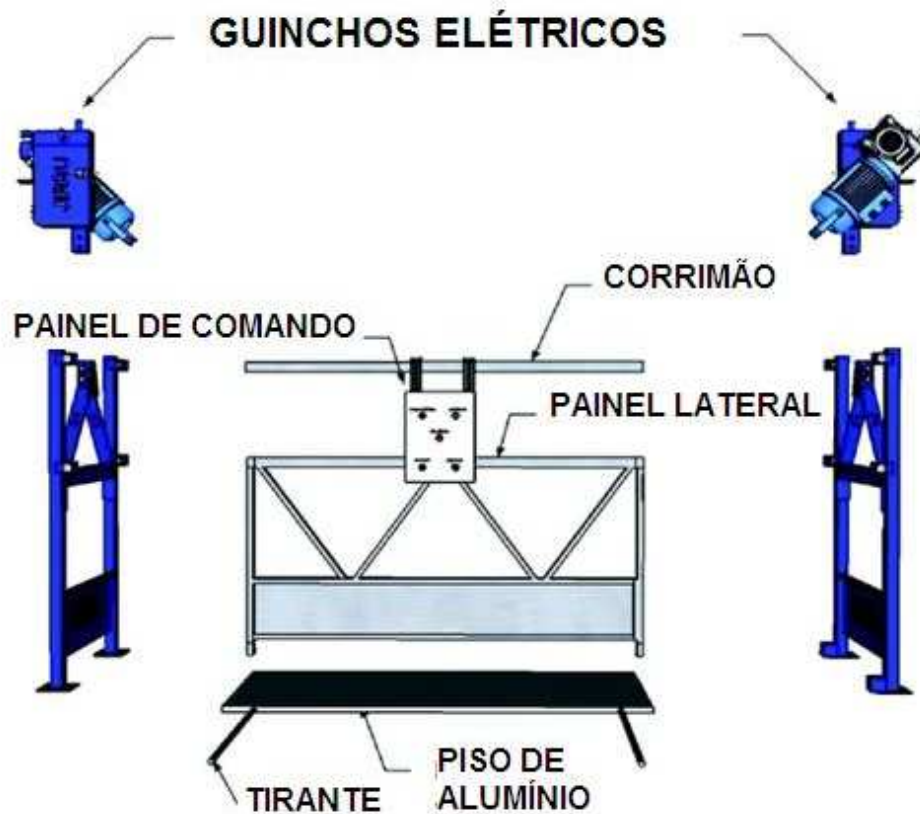
Os andaimes suspensos são indicados para execução de trabalhos em altura que requerem agilidade, velocidade e segurança. Dentre esses serviços estão principalmente aplicação de revestimentos e pinturas em fachadas e também manutenções prediais. O andaime suspenso é equipado com motores elétricos que resulta em maior velocidade de deslocamento vertical, proporcionando o aumento da produtividade na execução dos serviços. O equipamento tem acionamento por um painel de comando que está localizado no centro da plataforma de trabalho que atua nos dois motores simultaneamente (ANDAIMES JIRAU, [2013]). Para KTB EQUIPAMENTOS (2010), os andaimes suspensos são considerados equipamentos portáteis, por terem plataformas totalmente desmontáveis, e versáteis, devido à mobilidade rápida e segura.

Para Dresch (2009), os andaimes suspensos estão divididos em leves e pesados e o critério de separação é a carga máxima que eles suportam. Ambos são sustentados por cabos de aço e se movimentam verticalmente com o auxílio de guinchos. A autora cita também que eles são indicados para execução de serviços de emboço, revestimento externo, colocação de pastilhas, cerâmicas e serviços de pedreiros e aumentando a produtividade e reduzindo os custos.

Segundo Andaimos Jirau [2013], a plataforma do equipamento que é modular é composta por dois cabides de extremidade, dois guarda-corpos, dois corrimãos e um piso de alumínio, conforme indicado na figura 3. Os módulos estão disponíveis em quatro medidas básicas, são elas: um, um e meio, dois e três metros, podendo ser combinados entre si da maneira

desejada, porém, a NR 18 (BRASIL, 2013) limita a largura do equipamento a, no máximo, oito metros.

Figura 3 – detalhamento das partes de um andaime suspenso



(fonte: ANDAIMES JIRAU, 2013)

A elevação do andaime Jirau se dá através de dois guinchos elétricos localizados nos cabides de extremidade. Esses motores são responsáveis pelo deslocamento vertical do equipamento e permitem a plataforma se deslocar com uma velocidade de até nove metros por minuto. O conjunto de guinchos suporta cargas de até quatrocentos quilos na plataforma e está disponível nas tensões de 220 e 380 volts. Para frenagem, os motores estão equipados com sistema de freio eletromagnético e freio centrífugo acoplado ao redutor do motor (ANDAIMES JIRAU, [2013]).

O acionamento do equipamento, segundo Andaimés Jirau [2013], é através de um painel de comando simples. Ele possui botões para subida, descida, nivelamento, parada de emergência e para ligar e desligar o equipamento. O painel possui também luzes que indicam o correto funcionamento ou não do equipamento.

Além dos dispositivos de frenagem, citados por Andaimes Jirau [2013], é mencionada a existência de dois dispositivos chamados de trava-queda, integrantes dos guinchos. Eles possuem cabos de aço próprios, independentes dos cabos de içamento e têm acionamento automático em caso de queda ou quando o desnível da plataforma é superior a quinze graus.

É recomendado por KTB EQUIPAMENTOS (2010) que, após a montagem do equipamento, ele seja erguido a uma altura de um metro e nas pontas dos cabos de aço, tanto de sustentação como de trava-queda, sejam instalados contrapesos que fiquem a dez centímetros do chão.

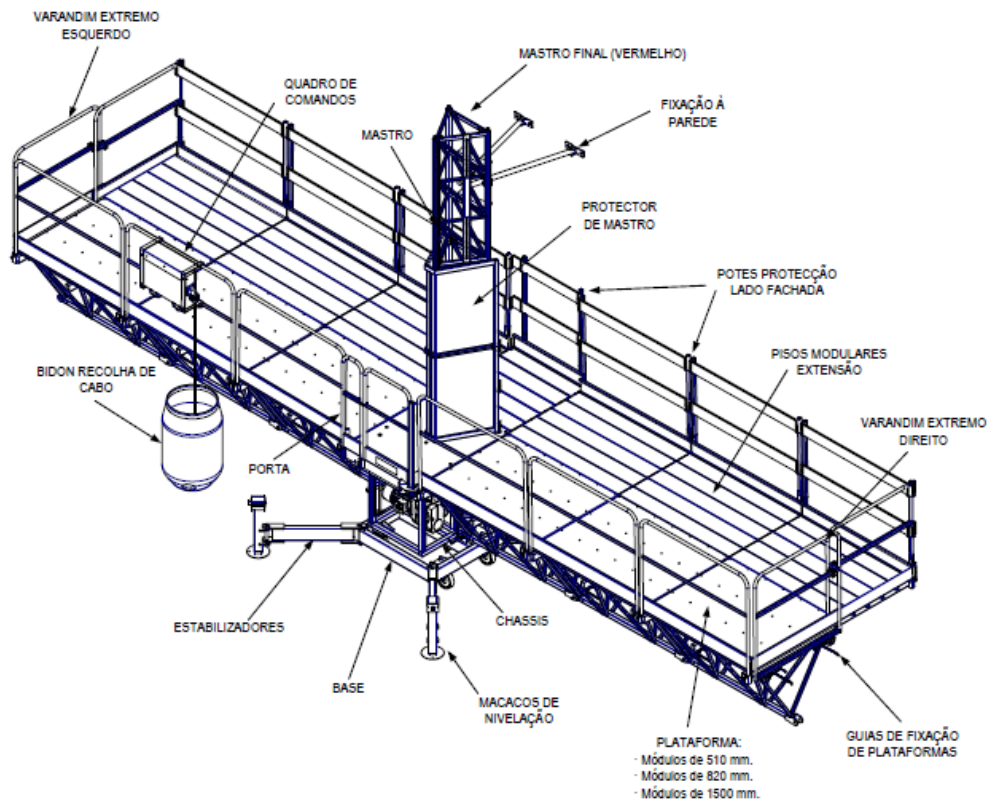
4.2 PLATAFORMA CREMALHEIRA

A plataforma cremalheira é um equipamento que vem sendo utilizado como forma de aumentar a produtividade em revestimentos de grandes áreas de fachadas. Uma das grandes vantagens do equipamento é a possibilidade de execução da fachada em paralelo à estrutura, aumentando a velocidade da obra. Seu sistema consiste, como o próprio nome indica, num sistema de elevação de grandes plataformas por meio de cremalheiras, que é um sistema mecânico que transforma o movimento rotacional em translacional através de uma engrenagem acoplada a um trilho dentado.

O mecanismo de cremalheira é acionado através de um motorreductor. O sistema pode ser composto por um ou dois mastros (bimastro), sendo que o último é capaz de vencer maiores larguras. O equipamento foi desenvolvido para permitir o trabalho em fachadas de forma cômoda e segura, com o objetivo de ser mais competitivo que os andaimes tradicionais (THALHEIMER, 2010, p. 5).

No presente trabalho, será utilizado o sistema bimastro. O sistema é composto por duas bases e seus estabilizadores, fixações intermediárias, chassis e elementos modulares de plataformas de trabalho (figura 4), os quais são montados de forma a alcançar a largura de trabalho de cada aplicação (THALHEIMER, 2010, p. 6). Os componentes descritos do sistema estão detalhados a seguir.

Figura 4 – detalhamento das partes de uma plataforma cremalheira

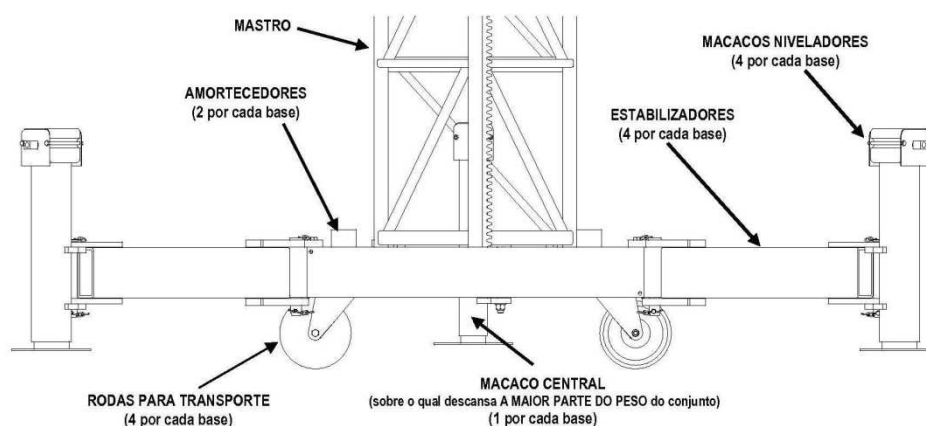


(fonte: THALHEIMER, 2010)

4.2.1 Base

A base do equipamento possui a função de suportar o peso do mastro, apoiando-se em quatro macacos telescópicos niveladores e um macaco central, conforme indica a figura 5. O macaco central recebe a maior parte do peso do conjunto, sendo os demais responsáveis pela correta estabilização e nivelamento da máquina. Todas as placas de apoio possuem orifícios que permitem a fixação ao solo, evitando deslizamentos acidentais. A base possui ainda quatro rodas para facilitar seu deslocamento em obra (THALHEIMER, 2010).

Figura 5 – detalhamento das partes da base de uma plataforma cremalheira



(fonte: THALHEIMER, 2010)

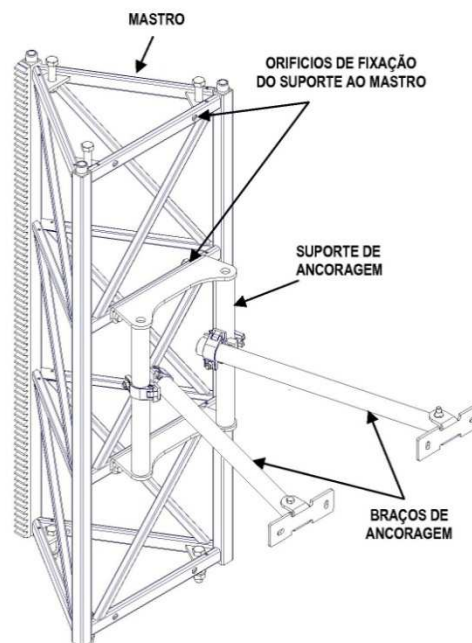
4.2.2 Mastros

Os mastros das plataformas utilizadas têm como função o suporte do trilho cremalheira (soldado em um de seus tubos) e, conseqüentemente, dos chassis e plataformas. Segundo Thalheimer (2010, p. 7), os mesmos possuem seção triangular e são modulados, permitindo montagem a uma altura de até 120 metros. Cada módulo possui 1,5 metros e peso aproximado de 47 quilogramas. Ainda, o mesmo autor salienta que “Os maiores mastros estão preparados para acoplar-lhes um suporte, a intervalos adequados, que permita a amarração da coluna de mastros a uma estrutura levadiça, como uma fachada ou uma estrutura metálica de resistência adequada.”.

4.2.3 Fixações

As fixações, conforme citado anteriormente, devem garantir a estabilidade horizontal da estrutura conforme aumenta sua altura. O sistema de fixação é composto por um suporte, que pode ser acoplado ao mastro, e dois braços de estrutura tubular, os quais possuem abraçadeiras terminais que permitem a adaptação para cada tipo de fachada (figura 6). É importante que a fixação seja efetuada em suporte que permita adequada resistência à tração, como elementos de concreto. Por fim, os mesmos devem ser colocados no máximo a cada 6 metros, o equivalente a quatro módulos de mastro (THALHEIMER, 2010).

Figura 6 – detalhamento das partes do mastro e fixações de uma plataforma cremalheira



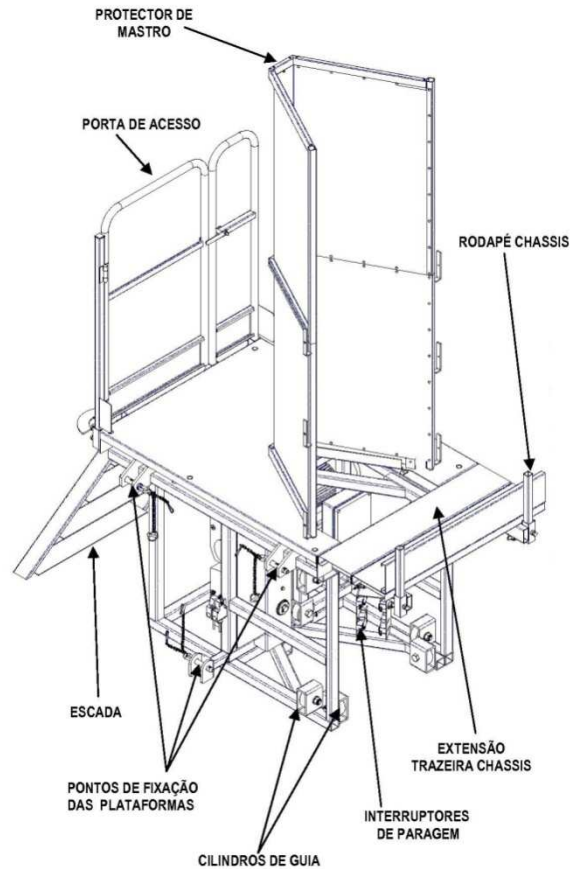
(fonte: THALHEIMER, 2010)

4.2.4 Chassis

O chassis é a estrutura responsável por alojar o grupo elevador e realizar o suporte das plataformas (através de acoplamento em ambos os lados), sendo colocado ao redor do mastro (figura 7). O mesmo também serve como ponto de acesso à plataforma (THALHEIMER, 2010).

Conforme Thalheimer (2010), cada grupo elevador, localizado na parte inferior do chassis, é composto por dois motorredutores, sendo que cada um dispõe de duas coroas engrenadas à cremalheira do mastro e freio centrífugo. Este grupo de elevação é responsável pelas funções principais do conjunto de plataformas: deslocamento vertical das plataformas (subidas e descidas), autonivelamento, detecção de portas e ancoragens e controle de extensões telescópicas desdobradas. A velocidade máxima de elevação da plataforma utilizada é de 7,5 metros por minuto.

Figura 7 – detalhamento das partes do chassis de uma plataforma cremalheira



(fonte: THALHEIMER, 2010)

4.2.5 Plataformas

A plataforma tem a função de suporte dos trabalhadores, composta por módulos de largura variável (150, 82 e 51 centímetros) e profundidade constante, unidos por pinos metálicos. Conforme Thalheimer (2010, p. 9), os seus componentes principais são:

- a) viga perfurada de seção triangular em tubo estrutural;
- b) piso metálico de chapa de aço boleado, antideslizante, e unido ao bastidor da plataforma, com facilidade para evacuação de água;
- c) varandim de segurança com um metro e dez centímetros de altura;
- d) extensões telescópicas com piso modular de largura adicional de série de um metro. Ampliável até dois metros sobre a largura de trabalho padrão de um metro e vinte centímetros para serem utilizadas por pessoas exclusivamente e sua equipe de trabalho;
- e) rodapé

4.2.6 Dispositivos de segurança

O trabalho em altura requer diversos dispositivos de segurança, devido aos altos riscos envolvidos. Thalheimer (2010, p. 9) descreve os dispositivos presentes na plataforma cremalheira como sendo:

- a) motores com travão eletromagnético, tipo fricção, capazes de travar velocidades de sete metros por minuto e sobrevelocidades de até vinte e cinco por cento com um atraso de um a dois décimos de segundo com carga máxima;
- b) apoios de borracha para amortecimento nas bases. Amortecem um possível golpe do chassis com a base;
- c) interruptores de final de curso no primeiro mastro e no penúltimo mastro. Param o movimento de subida ou descida da plataforma ao chegar ao topo inferior ou superior;
- d) interruptores de limite final superior e inferior. Atua em caso de avaria do interruptor de paragem superior ou inferior;
- e) interruptores de detecção das extensões traseiras do chassis. Detém a máquina a seu passo por uma ancoragem em caso de que não se tenham retirado as extensões do mastro e a fachada
- f) detector indutivo, que detecta a presença do mastro, para a sua aplicação sobre tudo na montagem dos mastros;
- g) instrumento para nivelamento automático da plataforma. Evita inclinações no piso da plataforma na subida ou na descida. Em duplicado para evitar falhas. No caso de atuação do segundo, a máquina bloqueia-se;
- h) descida de emergência manual no caso de queda de fluido elétrico, com controle de velocidade mediante travão centrífugo;
- i) varandim com rodapé em toda a plataforma e rodapé para o lado da fachada;
- j) superfície de plataforma com piso de aço antideslizante;
- k) interruptor de controle de porta de acesso aberta. Não permite por em marcha a máquina com a porta aberta;
- l) escadinha de acesso a plataforma. Proporciona um acesso fácil e seguro à plataforma;
- m) protetor de mastro. Evita possíveis atropelos quando a máquina se encontra em movimento;
- n) mastro final vermelho, sem cremalheira, para evitar a saída total em caso de falha de outros sistemas.

5 SEGURANÇA

Segundo NR 35 (BRASIL, 2012), é considerado trabalho em altura qualquer atividade em que haja risco de queda e que seja feita acima de dois metros do nível inferior. Esta estabelecido na norma os requisitos mínimos e as medidas de proteção que garantam a segurança e a saúde dos trabalhadores que estejam envolvidos com o trabalho em altura.

O trabalho em altura somente deve ser realizado por profissionais capacitados e treinamento teórico e prático de oito horas de carga horária mínima. Este treinamento deve ser bienal, ou então caso ocorra alguma mudança nos procedimentos, condições ou operações de trabalho, afastamento do trabalhador por mais de noventa dias, troca de empresa ou situação que indique necessidade de retreinamento. É obrigatório que o treinamento seja ministrado por profissional qualificado em segurança no trabalho. A capacitação dos trabalhadores deve ocorrer na frente de serviço e contar como hora trabalhada (BRASIL, 2012).

O trabalho em altura, de acordo com a NR 35 (BRASIL, 2012), deve ser supervisionado e ser precedido de Análise de Risco que definirá possíveis alterações nas condições de trabalho devido as influências externas. Conforme essa norma [p. 1], cabe ao empregador:

- a) garantir as medidas de proteção estabelecidas nesta Norma;
- b) assegurar a realização da Análise de Risco – AR e, quando aplicável, a emissão da Permissão de Trabalho – PT;
- c) desenvolver procedimento operacional para as atividades rotineiras de trabalho em altura;
- d) assegurar a realização de avaliação prévia das condições no local do trabalho em altura, pelo estudo, planejamento e implementação das ações medidas complementares de segurança aplicáveis;
- e) adotar as providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de proteção estabelecidas nesta Norma pelas empresas contratadas;
- f) garantir aos trabalhadores informações atualizadas sobre os riscos e as medidas de controle;
- g) garantir que qualquer trabalho em altura só se inicie depois de adotadas as medidas de proteção definidas nesta Norma;

- h) assegurar a suspensão dos trabalhos em altura quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível;
- i) estabelecer uma sistemática de autorização dos trabalhadores para trabalho em altura
- j) assegurar que todo trabalho em altura seja realizado sob supervisão, cuja forma será definida pela análise de riscos de acordo com as peculiaridades da atividade;
- k) assegurar a organização e o arquivamento da documentação prevista nesta Norma.

Segundo NR 35 (BRASIL, 2012, [p. 1]), cabe aos trabalhadores:

- a) cumprir as disposições legais e regulamentares sobre trabalho em altura, inclusive os procedimentos expedidos do empregador;
- b) colaborar com o empregador na implementação das disposições contidas nesta Norma;
- c) interromper suas atividades exercendo o direito de recusa, sempre que constatarem evidências de riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico, que diligenciará as medidas cabíveis;
- d) zelar pela sua segurança e saúde e de outras pessoas que possam ser afetadas por suas ações ou omissões no trabalho.

Existem ainda medidas específicas a serem adotadas de acordo com o tipo de equipamento utilizado para o trabalho em altura. As mesmas são definidas na norma NR 18 e encontram-se descritas a seguir.

5.1 ANDAIMES SUSPENSOS

Segundo a NR 18 (BRASIL, 2013), o projeto e o acompanhamento da fixação e sustentação do andaime suspenso devem ser feitos por profissional habilitado legalmente. A Norma também prevê que os equipamentos sejam identificados com placas que sinalizem a carga máxima de trabalho e que as mesmas estejam em locais visíveis. A manutenção e instalação do andaime devem ser executadas por trabalhador qualificado e deve ter supervisão e responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado, seguindo sempre as especificações do fabricante. Outra recomendação da norma é de que os trabalhadores usem cintos paraquedistas com trava-quedas de segurança e que os mesmos estejam conectados a

cabos individuais, ou seja, cabos que não os de suspensão dos andaimes e que sejam fixados em estruturas unicamente para eles.

Os andaimes devem ser fixados com peças metálicas, sejam elas vigas, afastadores, ou outras quaisquer com resistência no mínimo três vezes maior que o esforço solicitado. Esses elementos de fixação devem estar presos a algum elemento estrutural da edificação que tenha sido dimensionado para tal carga por pessoa legalmente habilitada e devem-se manter as especificações técnicas e a verificação estrutural no local de realização dos serviços (BRASIL, 2013).

Os cabos de suspensão dos andaimes devem estar na vertical e a plataforma na horizontal, sendo que os dispositivos de suspensão devem ser verificados por profissional treinado e provido de manual referente às verificações que ele precisa executar (BRASIL, 2013).

A NR 18 (BRASIL, 2013) proíbe acrescentar trechos em balanço ao estrado de andaimes suspensos, a interligação de andaimes para a circulação de pessoas e execução de tarefas, a deposição de materiais que não serão utilizados na atividade designada ou o transporte de cargas ou pessoas que não façam parte da atividade em execução.

O quadro dos guinchos da plataforma do andaime deve ter suporte para fixação de rodapé e guarda-corpo e o estrado deve ser fixado aos estribos de apoio e o guarda-corpo ao seu suporte (BRASIL, 2013). Sobre as dimensões dos andaimes suspensos a NR 18 (BRASIL, 2013) estabelece que o estrado tenha comprimento máximo de oito metros e no mínimo sessenta e cinco centímetros de largura e no máximo noventa centímetros de largura.

Para o caso de andaimes motorizados a NR 18 (BRASIL, 2013) exige que os equipamentos possuam dispositivos que impeçam a movimentação vertical em caso de inclinação maior que quinze graus e que permita a descida de forma segura caso haja pane elétrica. A norma também requer o desligamento e a proteção do equipamento quando fora de uso e que sejam instalados, [p.31]:

- a) cabos de alimentação de dupla isolação;
- b) plugs/tomadas blindadas;
- c) aterramento elétrico;
- d) dispositivo Diferencial Residual (DR); e,

e) fim de curso superior e batente.

5.2 PLATAFORMA CREMALHEIRA E HIDRÁULICA

Devem ser observadas as especificações técnicas do fabricante com relação à montagem, desmontagem, operação e manutenção das plataformas cremalheiras, assim como as inspeções periódicas devem estar sob responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado. Os manuais do equipamento devem estar disponíveis em língua portuguesa na obra. Para o caso de equipamentos importados, esse material deve ser revisado e referenciado por profissional legalmente habilitado a nível nacional e de forma que atenda às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ou alguma entidade referenciada por ela ou ainda credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (BRASIL, 2013).

Segundo NR 18 (BRASIL, 2013), todos os trabalhadores devem utilizar cinto de segurança com trava-queda preso ao talabarte e fixado em um cabo de aço que esteja preso a estrutura independente do equipamento. Os operadores devem receber treinamento para qualificação e todos os trabalhadores que forem utilizar a plataforma devem ser orientados quanto ao correto carregamento e posicionamento das cargas no equipamento. São necessárias inspeções diárias de condições de uso do equipamento e o responsável deve possuir o manual de procedimentos de inspeção diária.

A NR 18 (BRASIL, 2013) ainda exige que o equipamento não esteja em contato com redes elétricas sem isolamento, conforme o exigido pela concessionária local, e que o piso de trabalho suporte a carga mínima de cento e cinquenta quilogramas-força por metro quadrado. No caso de utilização de extensões telescópicas, elas devem oferecer a mesma resistência do piso de trabalho e são proibidas montagens de trechos em balanço improvisados, bem como a interligação das plataformas.

Durante todo o período de utilização da plataforma a área sob ela deve estar delimitada e sinalizada de forma que não haja circulação de trabalhadores. É obrigatório o acionamento automático do dispositivo de sinalização sonora que indica a movimentação da plataforma e a mesma deve possuir também um botão de parada de emergência. O equipamento deve ter um dispositivo que permita a descida da plataforma, com acionamento manual, em caso de pane elétrica. (BRASIL, 2013).

A NR 18 (BRASIL, 2013) proíbe qualquer interferência que obstrua o livre deslocamento vertical do equipamento e a plataforma deve possuir dispositivos que permitam o nivelamento da mesma sem que seja excedida a inclinação máxima indicada pelo fabricante. A presença de um último elemento cego, sem engrenagens de cremalheira, na torre garante que os roletes ficaram em contato com as guias.

O travamento das plataformas deve ser feito com elementos de fixação devidamente dimensionados para que suportem os esforços de projeto. O projeto também deve indicar os espaçamentos entre ancoragens e estroncamentos, porém a ancoragem só é necessária em torres com altura superior a nove metros. Não é permitido o uso de cordas, cabos, correntes ou qualquer outro tipo de material flexível como guarda-corpo (BRASIL, 2013).

O equipamento, segundo NR 18 (BRASIL, 2013), não pode operar quando seus acessos estiverem abertos, para isso deve possuir um dispositivo eletrônico. Não é permitida operação da plataforma sob qualquer intempérie ou condição que desfavoreça ou ofereça risco ao trabalhador. O transporte de pessoas ou materiais não vinculados aos serviços executados na plataforma também não é permitido. O dispositivo deve ficar desligado em caso de não operação e protegido contra pessoas sem orientação e treinamento para tal atividade.

Por fim, a NR 18 (BRASIL, 2013, [p. 32]) exige os seguintes dispositivos para a plataforma cremalheira:

- a) cabos de dupla isolação;
- b) plugs/tomadas blindadas;
- c) aterramento elétrico;
- d) dispositivo Diferencial Residual (DR);
- e) limites elétricos de percurso superior e inferior;
- f) motofreio;
- g) freio automático de segurança; e,
- h) botoeira de comando de operação com atuação por pressão contínua.

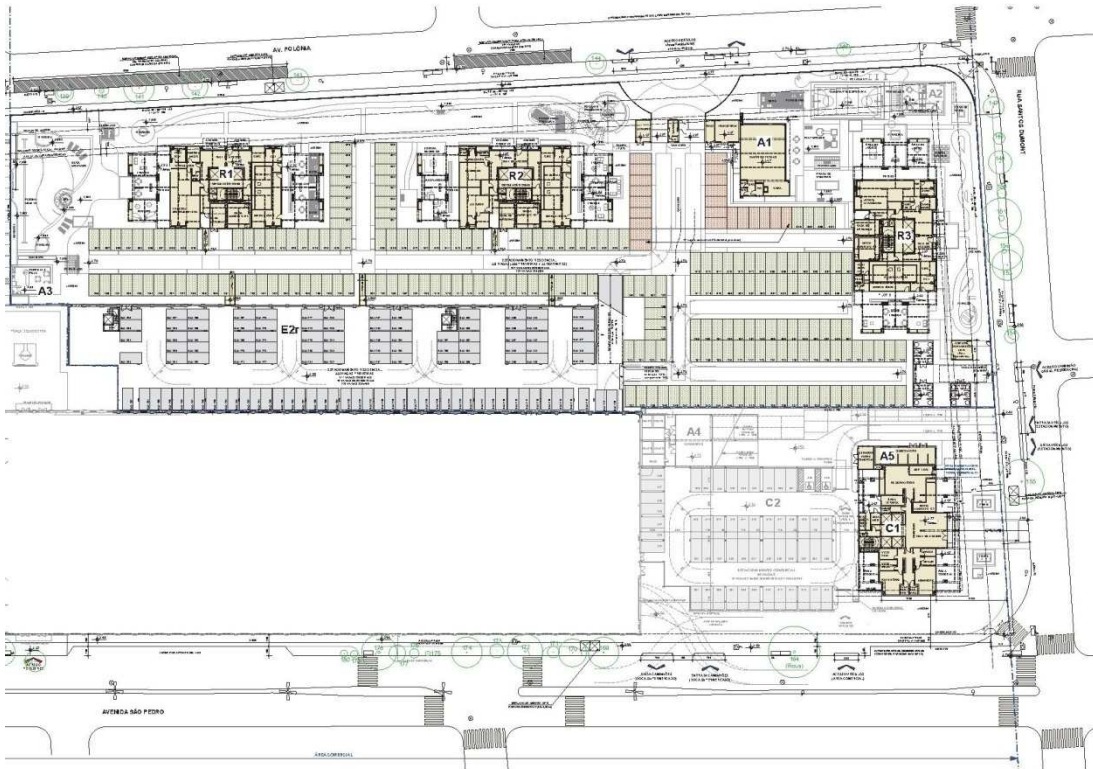
6 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, descreve-se primeiramente a edificação em estudo e as atividades envolvidas na produção do revestimento externo de argamassa das duas torres observadas. A seguir, é apresentado o método utilizado para levantamento de dados durante a execução da obra e, por fim, os resultados.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA ESTUDADA

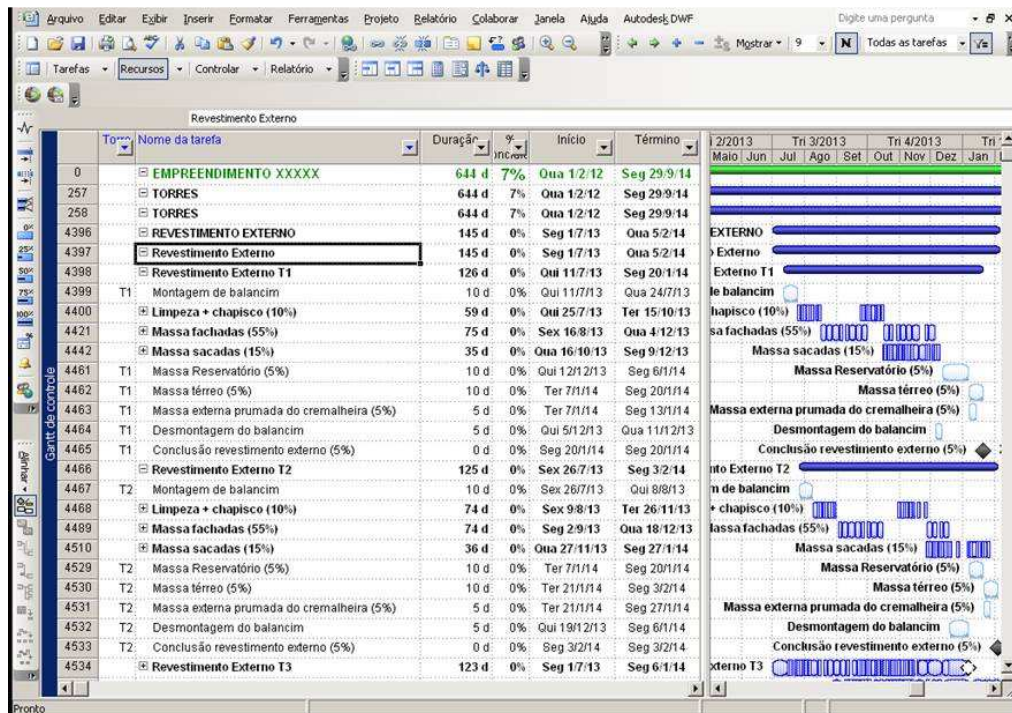
A obra estudada é composta por quatro torres, três residenciais e uma comercial, além de dois edifícios garagem de dois pavimentos cada (figura 8). As três torres residenciais são compostas por vinte pavimentos, o térreo, dezoito pavimentos tipo e a cobertura. Cada pavimento tipo possui oito apartamentos, somando 432 unidades autônomas. A área condominial das torres residenciais conta ainda com salão de festas, piscina, quadra esportiva, playground, fitness e lavanderia. A torre comercial é composta por pavimento térreo, dezesseis pavimentos tipo e a cobertura, somando dezoito pavimentos no total, cada pavimento tipo desta torre possui 10 conjuntos comerciais, 160 no total. A área total construída é de 73.975 m² em um terreno de 36.757 m². O cronograma da obra previa início no mês de abril de 2012 e término no mês de maio de 2014, sendo que a execução do revestimento externo de argamassa possuía estimativa de duração de 8 meses (figura 9). O orçamento inicial girava em torno de 87 milhões de reais, dos quais, aproximadamente 1,7 milhões apenas para o revestimento externo de argamassa da obra, somados material e mão de obra.

Figura 8 – implantação



(fonte: empresa estudada)

Figura 9 – cronograma da obra



(fonte: empresa estudada)

Para o estudo, foram escolhidas duas fachadas iguais de torres residenciais diferentes. Em cada torre foi utilizado um tipo de equipamento, na torre 1, a plataforma cremalheira e na torre 2, os balancins. A plataforma cremalheira foi posicionada na torre 1 de forma a viabilizar a execução do revestimento externo da mesma área que quatro balancins elétricos na torre 2. A plataforma possuía 21,48 metros de comprimento e os balancins eram três de cinco metros e um de dois metros, que somados, totalizam 17 metros de comprimento (figuras 10 e 11). O equipamento de cremalheira é bi apoiado e não possibilita a movimentação horizontal, o que justifica a diferença de comprimento entre os dois equipamentos, pois o balancim é suspenso por cabos que permitem a movimentação lateral e necessitam espaçamento entre eles, fundamental para a operação simultânea dos mesmos. A grande diferença, porém, está na movimentação vertical dos dois equipamentos e esse fator foi decisivo no planejamento das etapas de execução do revestimento das duas fachadas. Os balancins são equipamentos de movimentação independente entre eles e permitem que cada pedreiro atue em seu pano de fachada sem interferir na produção dos outros. A plataforma, por ser um equipamento único, necessita que os pedreiros trabalhem em ritmos parecidos, independente do pano em que estão atuando.

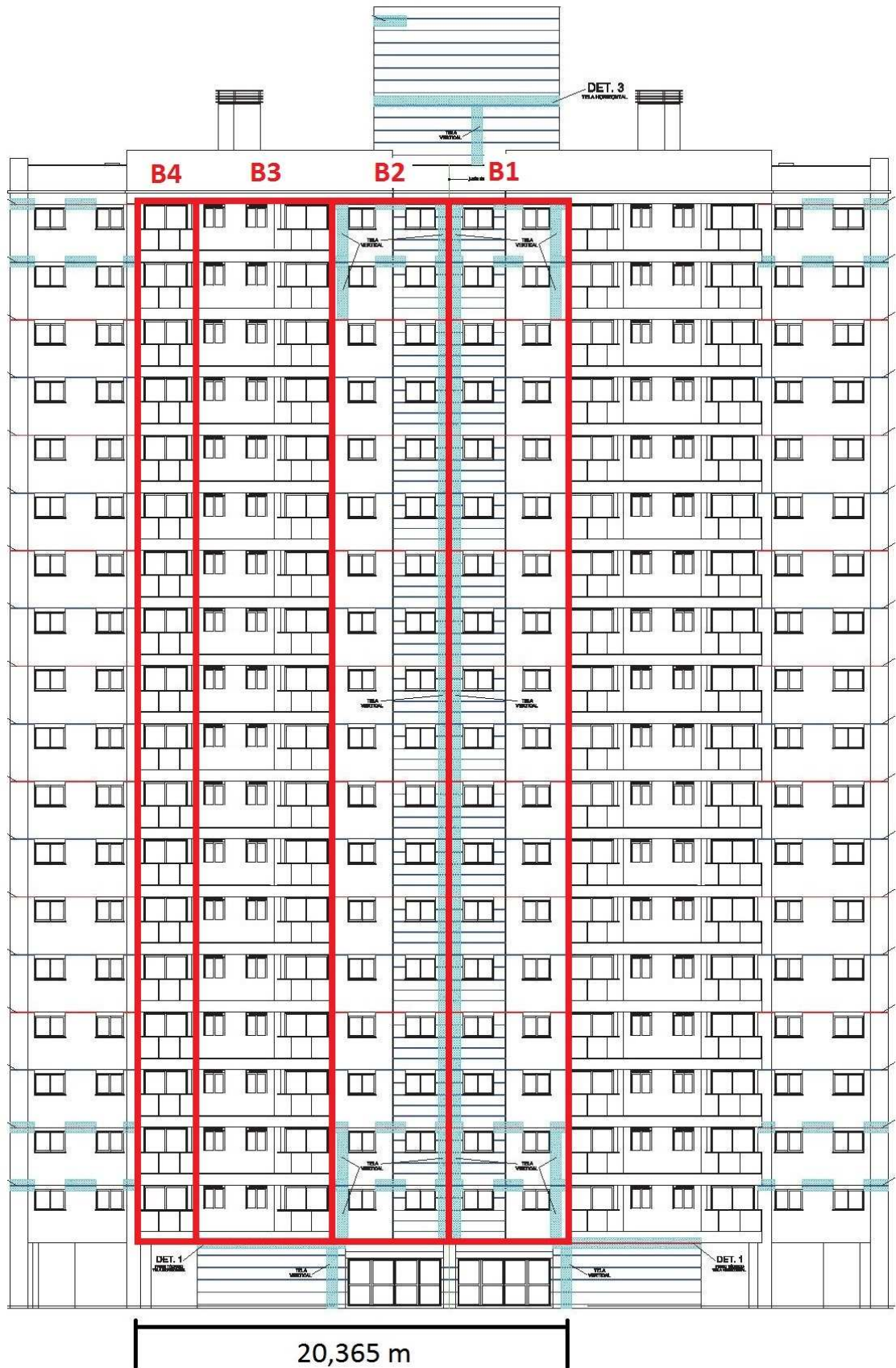
Cada torre residencial tem aproximadamente 11.400 m² de fachada e a torre comercial tem cerca de 5.660 m², totalizando em torno de 39.860 m². As duas áreas de fachada escolhidas para a comparação da execução do revestimento externo de argamassa eram iguais, tinham 638,91 m² e 549,63 mL cada uma delas e eram compostas pelos dezoito pavimentos tipo de cada torre. Cada pavimento tipo tinha 35,49 m² e 30,54 mL, no caso da plataforma cremalheira pôde-se considerar esses valores por pavimento, porque ela é um equipamento único que possibilita a execução de toda a metragem como um pano único, já para os balancins elétricos o autor teve que dividir em quatro panos, um para cada balancim como demonstra a tabela 1.

Figura 10 – Área de atuação da plataforma cremalheira



(fonte: empresa estudada)

Figura 11 – Área de atuação dos balancins elétricos



(fonte: empresa estudada)

Tabela 1 – Áreas de execução de revestimento externo por equipamento

Equipamento	Área total (m ²)	Metro linear total (mL)	Área por pavimento (m ²)	Metro linear por pavimento (mL)
Plataforma cremalheira	638,91	549,63	35,49	30,54
Balancim 1	212,42	191,88	11,80	10,66
Balancim 2	212,42	191,88	11,80	10,66
Balancim 3	182,24	108,00	10,12	6,00
Balancim 4	31,83	57,87	1,77	3,22

(fonte: elaborado pelo autor)

6.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DO REVESTIMENTO EXTERNO

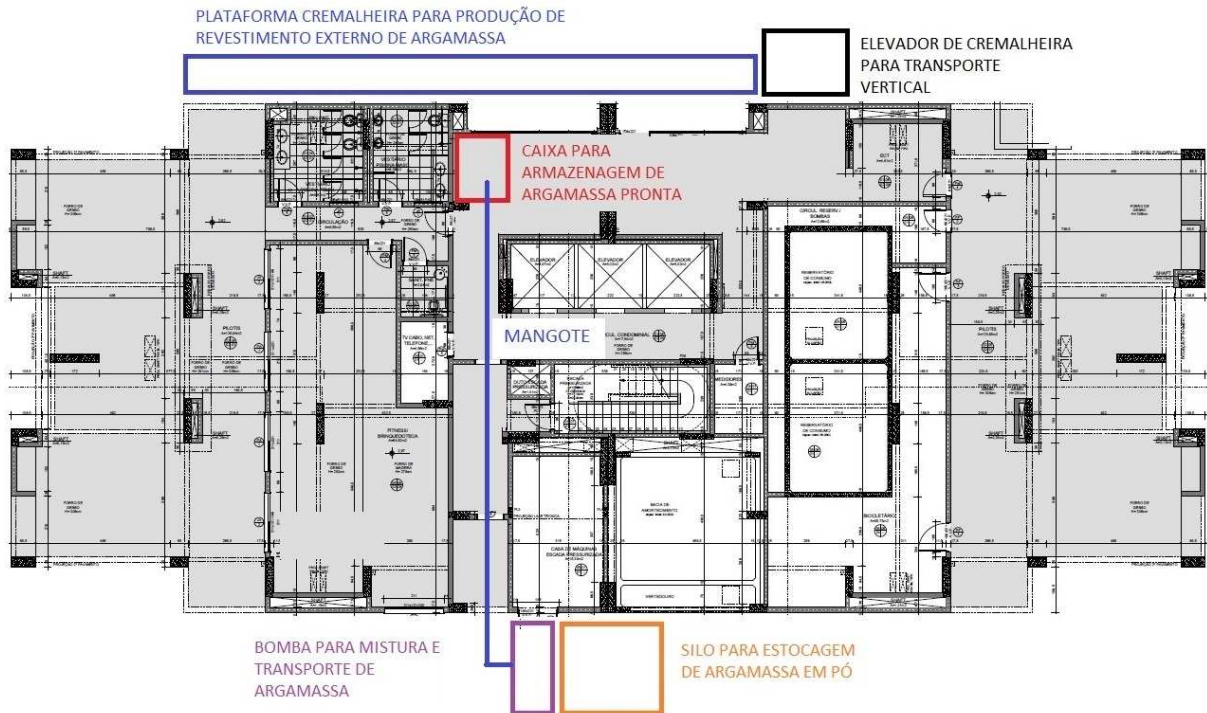
A produção do revestimento externo de argamassa é uma atividade composta por várias subatividades e cada uma delas tem extrema importância para a obtenção de resultados satisfatórios em termos de custo, prazo e segurança. A obra observada fez um planejamento de cada uma das subatividades envolvidas no processo, dimensionou equipes e definiu os equipamentos necessários para obter os resultados esperados pela empresa. A seguir serão descritas algumas atividades fundamentais do processo.

6.2.1 Produção de argamassa

A produção de argamassa era feita na central de argamassa, que ficava no térreo de cada torre. A obra definiu um layout de disposição dos equipamentos praticamente igual para as duas torres observadas, a fim de minimizar diferenças para as duas equipes (figuras 12 e 13). O início do processo de produção de argamassa acontece junto ao silo de estocagem que tem capacidade para vinte toneladas do material em pó. O silo é abastecido por um caminhão graneleiro que bombeia o pó de argamassa para o seu interior (figura 14). Do silo, a argamassa em pó passa por um misturador que adiciona água dosada e então vai para uma bomba que manda a argamassa pronta, através de um mangote, para a caixa para armazenagem (figura 15) localizada também no térreo, conforme esquema ilustrado na figura 16. O processo de produção de argamassa ocorria todo no pavimento térreo e depois de pronta a argamassa era levada para as frentes de trabalho pelos serventes. Para essas operações eram necessários dois funcionários em cada torre, o operador da bomba e o controlador do mangote e da caixa. O operador da bomba era responsável pela dosagem de água da mistura e por ligar e desligar a bomba. A dosagem de água era efetuada através de um registro de pressão

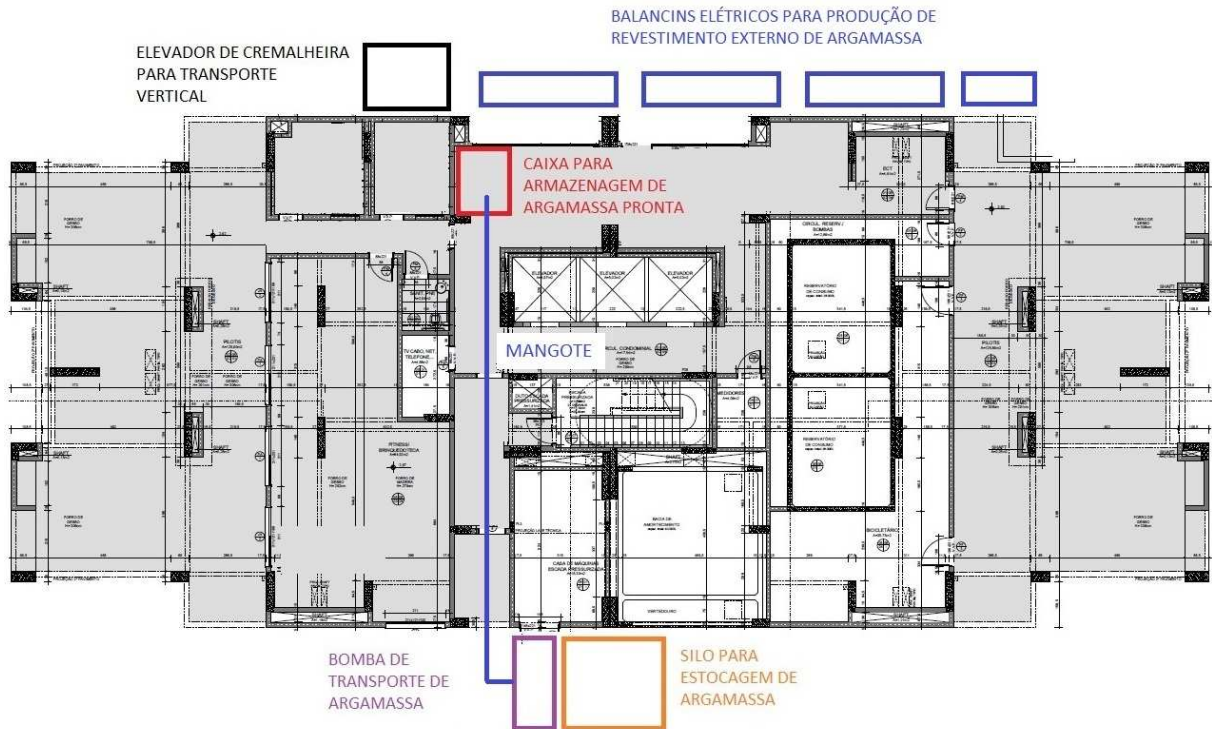
comum, conforme a consistência da argamassa pronta na caixa. O controlador da caixa informava o operador da bomba quando ele devia ligá-la ou desligá-la, conforme a caixa estivesse vazia e ajudava os serventes a carregarem as giricas para transportarem a argamassa pronta até as frentes de trabalho.

Figura 12 – layout do pavimento térreo da torre 1



(fonte: empresa estudada)

Figura 13 – layout do pavimento térreo da torre 2



(fonte: empresa estudada)

Figura 14 – layout canteiro de obras



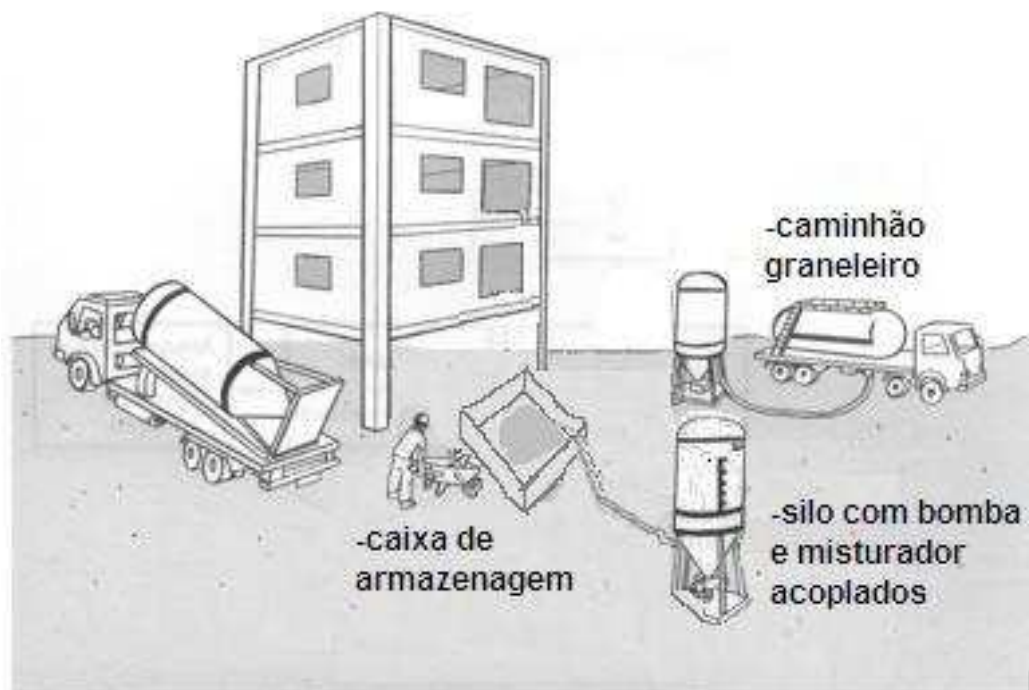
(fonte: empresa estudada)

Figura 15 - caixa de armazenagem do pavimento térreo



(fonte: empresa estudada)

Figura 16 – esquema de produção de argamassa



(fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/279/anexo/ativosmanu.pdf>)

6.2.2 Transporte da argamassa

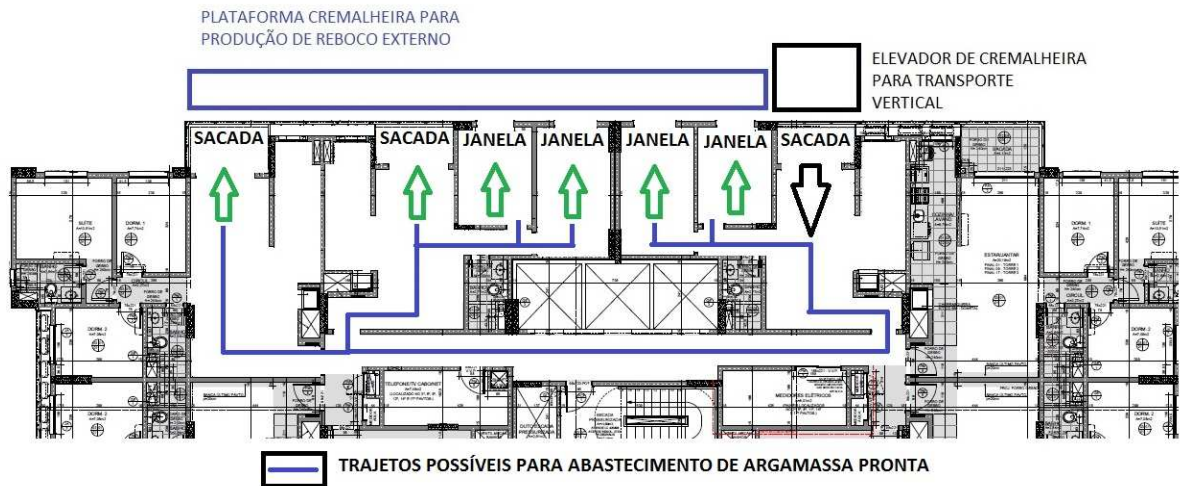
O transporte da argamassa era a atividade “gargalo” do processo, pois se houvesse qualquer atraso na entrega da mesma, o pedreiro ficava ocioso, paralisando a atividade de execução do revestimento externo. Este transporte consiste em levar a argamassa da caixa de armazenagem, localizada no pavimento térreo, até a frente de trabalho. O mesmo era realizado de duas formas:

- a) via girica (transporte horizontal);
- b) via elevador de cremalheira (transporte vertical).

As giricas são equipamentos semelhantes aos carrinhos de mão, porém possuem duas rodas e maior capacidade volumétrica, o que lhes agrega um menor desperdício durante o transporte. Elas foram utilizadas para o transporte horizontal da argamassa, da caixa de armazenagem até o elevador de cremalheira no pavimento térreo e do elevador até o pedreiro nos pavimentos tipo, conforme layouts apresentados nas figuras 17 e 18. Para passar a argamassa da caixa para as giricas eram necessários serventes, que utilizavam pás para cumprir essa atividade. Após o abastecimento das giricas, os serventes as conduziam até o elevador de cremalheira que, conduzido por um operador, levava o servente e a girica até o andar onde se encontrava o pedreiro. No andar tipo de destino, o servente abastecia o pedreiro com o auxílio de uma pá, pela janela ou então pela porta da sacada.

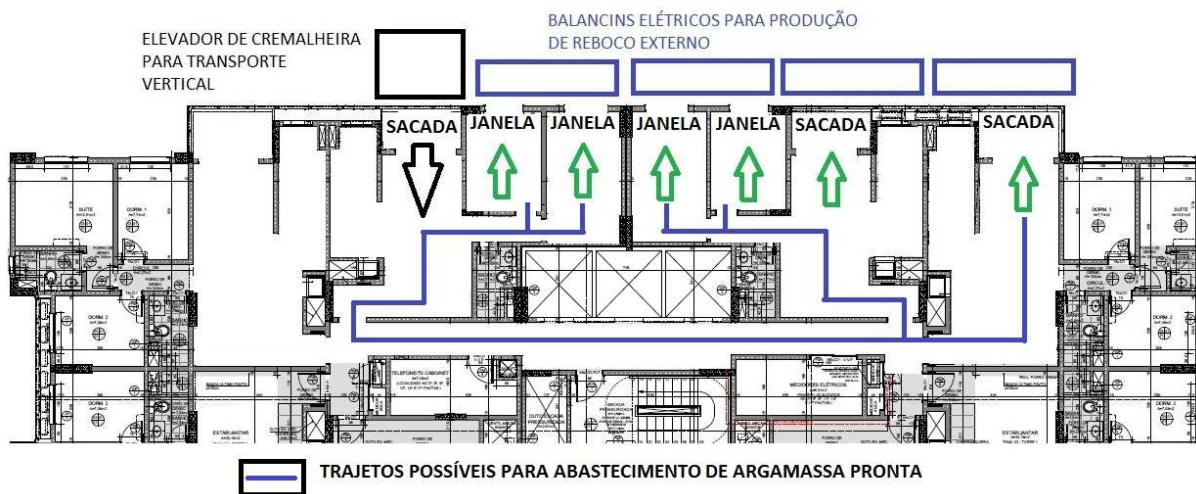
Figura 17 – layout do abastecimento de argamassa pronta do pavimento tipo da torre

1



(fonte: empresa estudada)

Figura 18 – layout do abastecimento de argamassa pronta do pavimento tipo da torre 2











(fonte: empresa estudada)

6.2.3 Produção de revestimento externo de argamassa

A empresa estudada criou um cronograma de atividades precedentes ao revestimento externo. Essa ação foi tomada para melhorar o desempenho do revestimento e evitar manifestações patológicas nas edificações estudadas. Embora essas atividades não entrem na comparação deste trabalho, elas serão descritas brevemente como boas práticas (figura 19).

Figura 19 - sequência de atividades

Movimento	Atividade	Descrição da atividade
<p>1ª SUBIDA</p> 	<p>LIMPEZA GERAL</p> <p>RETIRADA EXCESSO DE ARGAMASSA E CONCRETO</p> <p>CORTE DE FERROS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Limpeza do substrato ▲ Retirar excessos de argamassa e concreto ▲ Corte da estrutura onde houver necessidade ▲ Retirada de resíduos de madeira, prego e argamassa ▲ Corte de pontas de ferro da estrutura
<p>1ª DESCIDA</p> 	<p>LAVAGEM DA ESTRUTURA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Lavagem com hidrojato, escovando a estrutura (vigas e pilares)
<p>2ª SUBIDA</p> 	<p>ENCUNHAR ALVENARIA</p> <p>FECHAMENTO DE VAZIOS COM MASSA</p> <p>ZARCÃO NAS PONTAS DE FERROS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Encunhamento da alvenaria ▲ Preenchimento total de juntas da alvenaria ▲ Correção de falhas em alvenarias e estrutura ▲ Tratamento pontas de aço com anticorrosivo
<p>2ª DESCIDA</p> 	<p>CHAPISCO DA ESTRUTURA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Chapisco da estrutura (vigas e pilares) com Chapisco Industrial "Dentado" (8 mm)
<p>3ª SUBIDA</p> 	<p>CHAPISCO DA ALVENARIA</p> <p>PRUMADAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Chapisco da alvenaria com cimento+areia ▲ Baixar as prumadas com arames <ul style="list-style-type: none"> ▲ Realizar o taliscamento ▲ Mapear a fachada ▲ Possíveis ajustes em locais apontados pelo mapeamento
<p>3ª DESCIDA</p> 	<p>REFORÇO COM TELA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Fixação da tela conforme projeto
<p>4ª SUBIDA</p> 	<p>REVISÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Revisão pontos falhos
<p>4ª DESCIDA</p> 	<p>REBOCO</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Realização do emboçamento (uma camada cheia para espessuras menores que 3cm) ▲ Execução do sarrafeamento e desempeno. ▲ Execução dos frisos técnicos

(fonte: empresa estudada)

6.2.3.1 Limpeza geral

A limpeza geral da fachada engloba a retirada de materiais prejudiciais à ancoragem do chapisco e do emboço ao substrato, como: pregos, rebarbas de concreto e argamassa, arames, corte de ferros de ancoragem, madeira, etc.

6.2.3.2 Lavagem

Essa atividade inicia com a escovação da estrutura de concreto, com escova de aço, para abertura dos seus poros e serve para melhorar a ancoragem do chapisco. O concreto da estrutura da obra estudada tinha resistência de projeto de 30 MPa. Posterior a escovação, é necessária a lavagem de toda fachada com lavador de alta pressão.

6.2.3.3 Preparação da superfície

Durante esta etapa são preenchidos todos os vazios existentes na alvenaria e no concreto, inclusive o encunhamento externo a fim de evitar fissuras por retração nos locais que seriam preenchidos de uma só vez com argamassa durante a execução do revestimento externo.

6.2.3.4 Chapisco

O chapisco é dividido em duas etapas, pois são utilizados dois materiais diferentes, um para alvenaria e outro para o concreto. Primeiro foi utilizado o chapisco industrializado específico para superfície de concreto, o mesmo era fornecido em sacos e aplicado com uma desempenadeira metálica com dentes de oito milímetros em movimentos horizontais. Na alvenaria se usou chapisco convencional misturado em betoneira no traço 1:3 em cimento CP IV-32 e areia grossa, aplicado de forma manual com colher de pedreiro.

6.2.3.5 Reforços com tela

Para evitar fissuras, a empresa utilizou tela eléto-soldada em pontos de maior vulnerabilidade a essas manifestações patológicas, como no encontro entre concreto e alvenaria e onde o revestimento excede cinco centímetros de espessura. Essa tela é fixada no concreto e nas juntas de argamassa da alvenaria com pinos de aço aplicados com uma pistola.

6.2.3.6 Taliscamento

O taliscamento requer que sejam esticados arames de prumo a cada três metros. Durante essa atividade é feito um mapeamento de espessura do revestimento externo, em casos de espessuras acima de três centímetros era realizado um emboço na área.

6.1.3.7 Revestimento externo de argamassa

Após o taliscamento, a superfície está pronta para receber a argamassa de revestimento, então o pedreiro aplica a argamassa com a colher até preencher uma área suficientemente grande para poder sarrafejar e então desempenar. Esta atividade é a que requer mais tempo dentro todas as outras e por isso é o alvo do trabalho.

6.3 OBSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE PRODUÇÃO DOS DOIS EQUIPAMENTOS

O método utilizado para acompanhar a sequência de produção foi baseado na observação diária das atividades. O autor acompanhava o andamento, anotando a quantidade de revestimento externo produzida por dia, por equipamento e as interferências causadas por falhas no processo produtivo, condições do tempo, ausência de funcionários e etc. Posteriormente ao término das atividades, foi gerada uma tabela para cada etapa de trabalho para possibilitar a identificação dos possíveis problemas de cada uma delas. As tabelas possuem as seguintes informações por etapa: dias trabalhados de pedreiros e serventes e quantidades de revestimento produzidas por dia, além das observações onde se registrou as possíveis interferências no processo produtivo. Afim de comparar os dados, agrupou-se os mesmos por equipamento, pois, ao final das etapas, a quantidade de revestimento externo produzida em cada um deles foi a mesma. Então, essa quantidade foi dividida pelo número de diárias de pedreiro utilizadas para produzi-la, afim de comparar a produtividade final de cada equipamento. Também, foi possível verificar, a partir das observações, quais interferências mais se repetiram em cada equipamento.

6.3.1 Produção de revestimento externo com utilização de plataforma cremalheira

Neste item serão descritos os aspectos mais relevantes da produção do revestimento externo de argamassa com a plataforma cremalheira.

6.3.1.1 Equipe

A equipe utilizada na torre 1 era composta por dois pedreiros e dois serventes. Os dois pedreiros eram responsáveis pelo revestimento e os dois serventes pelo abastecimento de argamassa. Um dos serventes abastecia a girica no pavimento térreo utilizando uma pá e o outro conduzia a girica até o andar onde os pedreiros aguardavam, através do elevador de cremalheira, e abastecia com argamassa a caixa que ficava na plataforma para utilização dos pedreiros.

6.3.1.2 Execução

A produção do revestimento externo da fachada em questão foi dividida em três etapas (tabelas 2 a 4), de acordo com a experiência da empresa e dos pedreiros. A primeira etapa foi a execução do revestimento de todo pano central da fachada da torre 1, a segunda etapa incluiu as golas das janelas do pano executado na primeira etapa e a face frontal da viga de borda das sacadas e a terceira etapa consistiu na execução do revestimento externo do pano das janelas das cozinhas e das faces inferiores das vigas de borda da sacada (figura 20).

Tabela 2 – Dados da produção de revestimento na plataforma cremalheira da etapa 1

Plataforma cremalheira - Etapa 1								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	30/set	segunda	não	2,00	1,00	28,67	0,00	
2	01/out	terça	sim	2,00	1,00	23,60	0,00	pouca chuva à tarde
3	02/out	quarta	não	2,00	1,00	47,20	0,00	
4	03/out	quinta	não	2,00	1,00	23,60	0,00	entupimento da bomba
5	04/out	sexta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	falta de 1 pedreiro
6	05/out	sabado	não	2,00	1,00	47,20	0,00	
7	06/out	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
8	07/out	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva pela manhã/falta de 2 pedreiros
9	08/out	terça	não	2,00	1,00	47,20	0,00	
10	09/out	quarta	não	2,00	1,00	47,20	0,00	
11	10/out	quinta	não	2,00	1,00	47,20	0,00	
12	11/out	sexta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	falta de 1 pedreiro
13	12/out	sabado		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
14	13/out	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
15	14/out	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
16	15/out	terça	não	2,00	1,00	23,60	0,00	entupimento da bomba
17	16/out	quarta	não	2,00	1,00	47,20	0,00	
Total etapa 1				22,00	12,00	429,91	0,00	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 3 – Dados da produção de revestimento na plataforma cremalheira da etapa 2

Plataforma cremalheira - Etapa 2								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	17/out	quinta	não	2,00	1,00	0,00	21,32	entupimento da bomba
2	18/out	sexta	não	2,00	1,00	5,07	21,32	carregamento do silo
3	19/out	sabado	não	2,00	1,00	10,14	42,64	
4	20/out	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
5	21/out	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	22/out	terça	não	1,00	1,00	5,07	21,32	falta de 1 pedreiro
7	23/out	quarta	não	1,00	1,00	5,07	21,32	falta de 1 pedreiro
8	24/out	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
9	25/out	sexta	não	2,00	1,00	5,07	21,32	entupimento da bomba
10	26/out	sabado	não	2,00	1,00	10,14	42,64	
11	27/out	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
12	28/out	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
13	29/out	terça	não	2,00	1,00	10,14	42,64	
14	30/out	quarta	não	1,00	1,00	5,07	21,32	falta de 1 pedreiro
15	31/out	quinta	não	2,00	1,00	5,07	21,32	manutenção da bomba
16	01/nov	sexta	não	2,00	1,00	5,07	21,32	falta de argamassa
17	02/nov	sabado		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
18	03/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
19	04/nov	segunda	sim	2,00	1,00	5,07	21,32	pouca chuva a tarde
20	05/nov	terça	não	2,00	1,00	5,07	21,32	manutenção da plataforma
21	06/nov	quarta	não	2,00	1,00	10,14	42,64	
Total etapa 2				25,00	14,00	86,16	383,76	

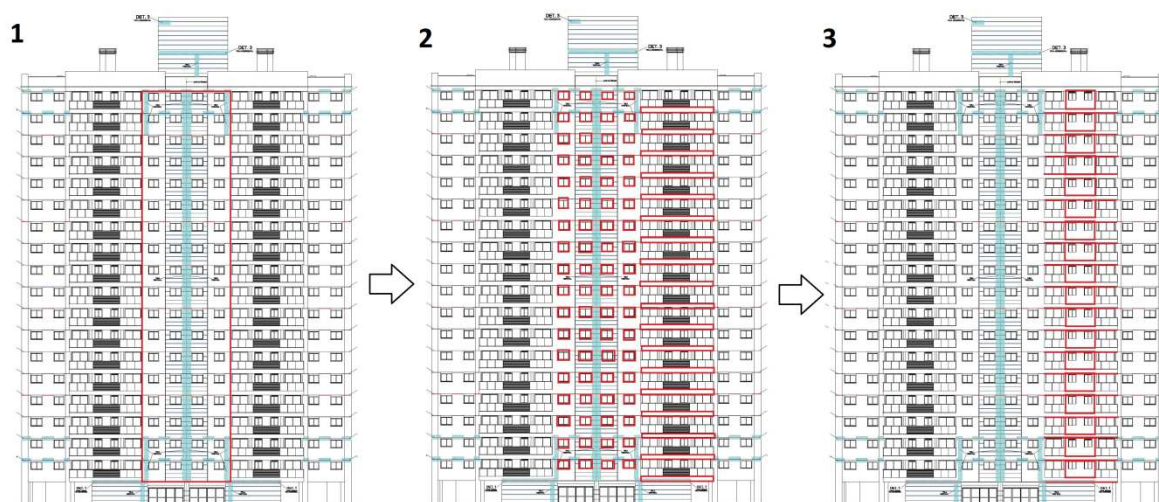
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 4 – Dados da produção de revestimento na plataforma cremalheira da etapa 3

Plataforma cremalheira - Etapa 3								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	07/nov	quinta	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
2	08/nov	sexta	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
3	09/nov	sabado	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
4	10/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
5	11/nov	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	12/nov	terça	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
7	13/nov	quarta	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
8	14/nov	quinta	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
9	15/nov	sexta		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
10	16/nov	sabado	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
11	17/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
12	18/nov	segunda	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
13	19/nov	terça	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
14	20/nov	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva pela manhã/falta de 2 pedreiros
15	21/nov	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
16	22/nov	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva pela manhã/falta de 2 pedreiros
17	23/nov	sabado	não	2,00	1,00	6,82	9,22	abastecimento do silo
18	24/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
19	25/nov	segunda	não	2,00	1,00	6,82	9,22	entupimento da bomba
20	26/nov	terça	não	2,00	1,00	13,65	18,43	
Total etapa 3				20,00	10,00	122,84	165,87	

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 20 – Produção de revestimento de argamassa de fachada com uso de plataforma cremalheira



(fonte: empresa estudada)

6.3.1.3 Avaliação

A partir da observação, pode-se perceber que os pedreiros eram assíduos, tinham boa produtividade e trabalhavam em equipe. A plataforma foi utilizada durante sessenta e um dias corridos para a conclusão do revestimento da fachada em estudo, porém desses dias apenas trinta e seis houve algum tipo de atividade sobre ela. A causa que mais atrapalhou a produção foi a chuva, que esteve presente em quase um quarto desse período. Outras causas para paralização dos trabalhos durante a execução dos trabalhos foram o entupimento da tubulação da bomba e o abastecimento do silo. O abastecimento do silo deveria ser rápido, mas algumas vezes o fornecedor atrasava o carregamento ou este era interrompido, pois o caminhão obstruía a passagem de equipamentos pesados que circulavam no canteiro de obras. Os serventes procuravam chegar mais cedo para deixar a argamassa pronta na hora que os pedreiros chegavam à frente de trabalho e se empenhavam para que não faltasse argamassa.

Para evitar entupimentos, a bomba de argamassa era ligada a cada meia hora, mesmo sem necessidade, para preencher a tubulação com argamassa fresca. Mesmo tomando essas ações ocorreram entupimentos, geralmente no intervalo de almoço, e, devido à dificuldade do desentupimento, os pedreiros deixavam a frente de trabalho naquele turno. A dificuldade no desentupimento da tubulação acontecia, pois a argamassa secava e se tornava difícil retirá-la da tubulação. Outro fator importante na produção é que a ausência de um pedreiro não parava a atividade, apesar de reduzir bastante à produção.

Após o início da primeira etapa, notou-se a possibilidade de execução do pano das janelas de cozinha, simultaneamente ao das janelas dos quartos, que seria executado na terceira etapa, apenas acrescentando mais um pedreiro sobre a plataforma. No entanto, por falta de disponibilidade de mão de obra, não foi possível implementar esta ideia. Conforme os pedreiros avançavam na primeira etapa, a obra optou por adiantar o posicionamento das régulas para execução das golas das janelas da etapa posterior, facilitando o serviço dos pedreiros na segunda etapa. Essa tática foi usada também durante a segunda etapa para adiantar a execução das faces inferiores das vigas de borda das sacadas na terceira etapa. O posicionamento das régulas era executado por dentro da torre, deixando o equipamento livre para os pedreiros trabalharem.

Os pedreiros não tiveram problemas com o equipamento de modo geral. A operação é semelhante a do balancim elétrico, que é muito utilizado por esses profissionais. A plataforma possui ainda uma área maior de piso e, por isso, facilita a movimentação das pessoas sobre ela, além ser apoiada no piso e fixada à estrutura do edifício a cada dois pavimentos, o que impede a movimentação lateral e o balançar causado por ventos fortes.

6.3.2 Produção de revestimento externo com utilização de balancins elétricos

Neste item serão descritos os aspectos mais relevantes da produção do revestimento externo de argamassa com os balancins elétricos.

6.3.2.1 Equipe

A logística para produção e transporte de argamassa para a execução do revestimento externo de argamassa da torre 2 era semelhante a da torre 1, a única diferença foi no número de serventes para distribuição da argamassa pronta. Na torre dois, como os balancins trabalham de forma individual, foi disponibilizado um servente para levar argamassa pelo elevador de cremalheira para cada pedreiro. Assim como na torre 1, também houveram divisões das etapas de produção, porém nesta torre as etapas foram divididas por balancim, devido as diferenças dos panos de atuação de cada um deles.

6.3.2.2 Execução nos balancins elétricos 1 e 2

Os balancins 1 e 2 estavam localizados em panos iguais, então a execução do revestimento foi dividida em etapas iguais para estes dois equipamentos (tabelas 5 a 8). Inicialmente foi executado o revestimento de argamassa da parede, que abrangia a maior área em cada um dos panos e na segunda etapa as golas das janelas, que completavam os mesmos (figuras 21 e 22). A empresa estudada optou, assim como na torre um, por posicionar as réguas para executar os requadros das janelas com uma equipe específica para isso, ganhando tempo na execução das golas das janelas. O início do trabalho nos dois panos foi no mesmo dia, porém devido ao período de final de ano e também a um problema nos contra marcos das janelas do pano do balancim número dois eles acabaram em datas diferentes.

Tabela 5 - Dados da produção de revestimento no balancim 1 da etapa 1

Balancim 1 - Etapa 1								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m²/dia	mL/dia	Observação
1	26/out	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	montagem do balancim
2	27/out	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
3	28/out	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
4	29/out	terça	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
5	30/out	quarta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
6	31/out	quinta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
7	01/nov	sexta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
8	02/nov	sabado		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
9	03/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
10	04/nov	segunda	sim	1,00	1,00	11,80	0,00	pouca chuva à tarde
11	05/nov	terça	não	1,00	1,00	11,80	0,00	manutenção do balancim
12	06/nov	quarta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
13	07/nov	quinta	não	1,00	1,00	11,80	0,00	abastecimento do silo
14	08/nov	sexta	não	1,00	1,00	11,80	0,00	manutenção do balancim
15	09/nov	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
16	10/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
17	11/nov	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
18	12/nov	terça	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
19	13/nov	quarta	não	0,00	1,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
20	14/nov	quinta	não	0,00	1,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
21	15/nov	sexta		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
22	16/nov	sabado	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
23	17/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
24	18/nov	segunda	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
25	19/nov	terça	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
Total etapa 1				11,00	13,00	212,42	0,00	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 6 - Dados da produção de revestimento no balancim 1 da etapa 2

Balancim 1 - Etapa 2								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	20/nov	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva pela manhã
2	21/nov	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
3	22/nov	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva pela manhã
4	23/nov	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
5	24/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
6	25/nov	segunda	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
7	26/nov	terça	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
8	27/nov	quarta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
9	28/nov	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
10	29/nov	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
11	30/nov	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
12	01/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
13	02/dez	segunda	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva à tarde/falta do pedreiro
14	03/dez	terça	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva pela manhã/falta do pedreiro
15	04/dez	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
16	05/dez	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
17	06/dez	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
18	07/dez	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
19	08/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
20	09/dez	segunda	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
21	10/dez	terça	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
22	11/dez	quarta	sim	1,00	1,00	0,00	10,66	pouca chuva pela manhã
23	12/dez	quinta	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
24	13/dez	sexta	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
25	14/dez	sabado	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
26	15/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
27	16/dez	segunda	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
28	17/dez	terça	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
29	18/dez	quarta	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
30	19/dez	quinta	não	1,00	1,00	0,00	21,32	
31	20/dez	sexta	não	1,00	1,00	0,00	10,66	
32	21/dez	sábado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	desmontagem do balancim
Total etapa 2				10,00	10,00	0,00	191,88	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 7 - Dados da produção de revestimento no balancim 2 da etapa 1

Balancim 2 - Etapa 1								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	26/out	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	montagem balancim
2	27/out	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
3	28/out	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
4	29/out	terça	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
5	30/out	quarta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
6	31/out	quinta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
7	01/nov	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
8	02/nov	sabado		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
9	03/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
10	04/nov	segunda	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva à tarde/falta do pedreiro
11	05/nov	terça	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
12	06/nov	quarta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
13	07/nov	quinta	não	1,00	1,00	11,80	0,00	abastecimento do silo
14	08/nov	sexta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
15	09/nov	sabado	não	1,00	1,00	11,80	0,00	meio dia trabalhado
16	10/nov	domingo	não	0,00	0,00	0,00	0,00	
17	11/nov	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
18	12/nov	terça	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
19	13/nov	quarta	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
20	14/nov	quinta	não	1,00	1,00	11,80	0,00	meio dia trabalhado
21	15/nov	sexta		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado
22	16/nov	sabado	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
23	17/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
24	18/nov	segunda	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
25	19/nov	terça	não	1,00	1,00	23,60	0,00	
26	20/nov	quarta	sim*	1,00	1,00	11,80	0,00	chuva pela manhã
27	21/nov	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
28	22/nov	sexta	sim*	1,00	1,00	11,80	0,00	chuva pela manhã
29	23/nov	sabado	não	1,00	1,00	11,80	0,00	meio dia trabalhado
Total etapa 1				12,00	12,00	212,42	0,00	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 8 - Dados da produção de revestimento no balancim 2 da etapa 1

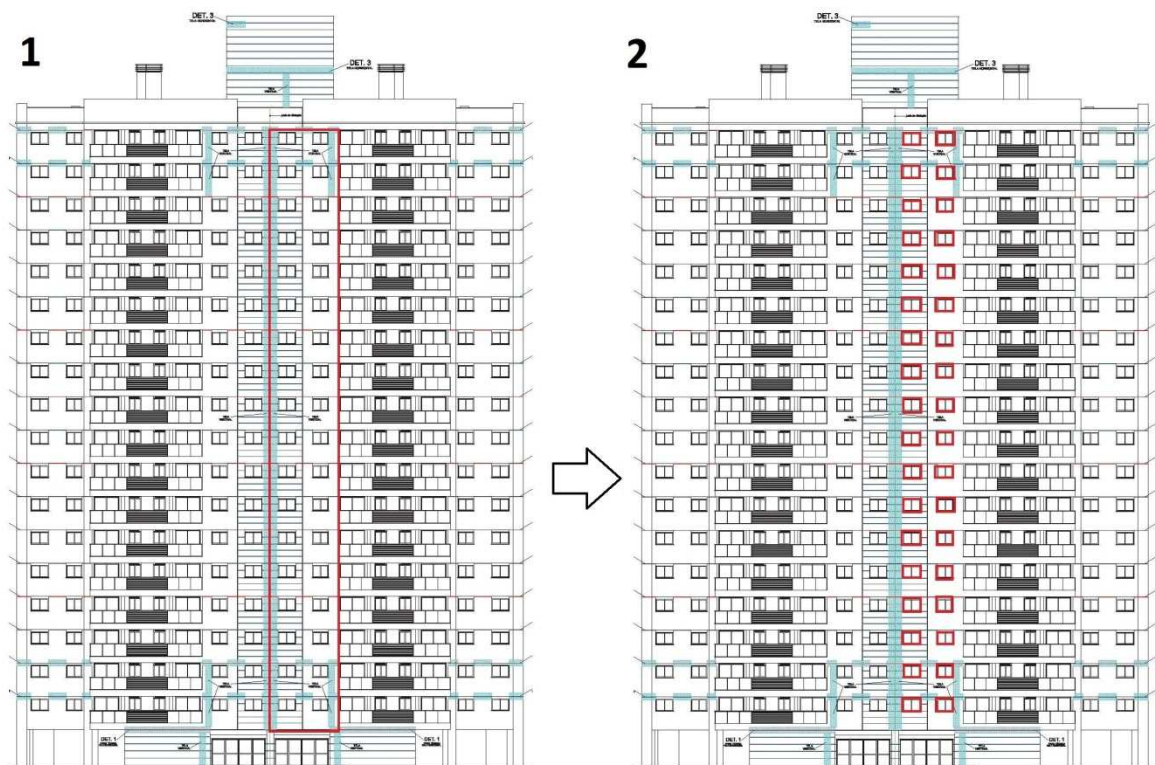
Balancim 2 - Etapa 2								
Di a	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /di a	mL/di a	Observação
1	24/nov	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
2	25/nov	segunda	não	1,00	1,00	0,00	31,98	2 horas extras
3	26/nov	terça	não	1,00	1,00	0,00	31,98	2 horas extras
4	27/nov	quarta	não	1,00	1,00	0,00	31,98	2 horas extras
5	28/nov	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	29/nov	sexta	não	1,00	1,00	0,00	31,98	2 horas extras
7	30/nov	sabado	não	1,00	1,00	0,00	31,98	2 horas extras
8	1/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
9	2/dez	segunda	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva a tarde/interferencia contramarco
10	3/dez	terça	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva pela manhã/interferencia contramarco
11	4/dez	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva/interferencia contramarco
12	5/dez	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva/interferencia contramarco
13	6/dez	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
14	7/dez	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
15	8/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
16	9/dez	segunda	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
17	10/dez	terça	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva/interferencia contramarco
18	11/dez	quarta	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva pela manhã/interferencia contramarco
19	12/dez	quinta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
20	13/dez	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
21	14/dez	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
22	15/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
23	16/dez	segunda	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
24	17/dez	terça	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
25	18/dez	quarta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
26	19/dez	quinta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
27	20/dez	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
28	21/dez	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	interferencia contramarco
29	22/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
30	23/dez	segunda	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo
31	24/dez	terça	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo
32	25/dez	quarta		0,00	0,00	0,00	0,00	feriado/recesso coletivo
33	26/dez	quinta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo

Tabela 8 – continuação

34	27/dez	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo
35	28/dez	sabado	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo
36	29/dez	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
37	30/dez	segunda	sim	0,00	0,00	0,00	0,00	pouca chuva pela manhã/recesso coletivo
38	31/dez	terça	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo
39	1/jan	quarta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	recesso coletivo
40	2/jan	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
41	3/jan	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
42	4/jan	sabado	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
43	5/jan	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
44	6/jan	segunda	não	1,00	1,00	0,00	10,66	1/2 oficial
45	7/jan	terça	não	1,00	1,00	0,00	10,66	1/2 oficial
46	8/jan	quarta	não	1,00	1,00	0,00	10,66	1/2 oficial
47	9/jan	quinta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	desmontagem balancim
Total etapa 2				8,00	8,00	0,00	191,88	

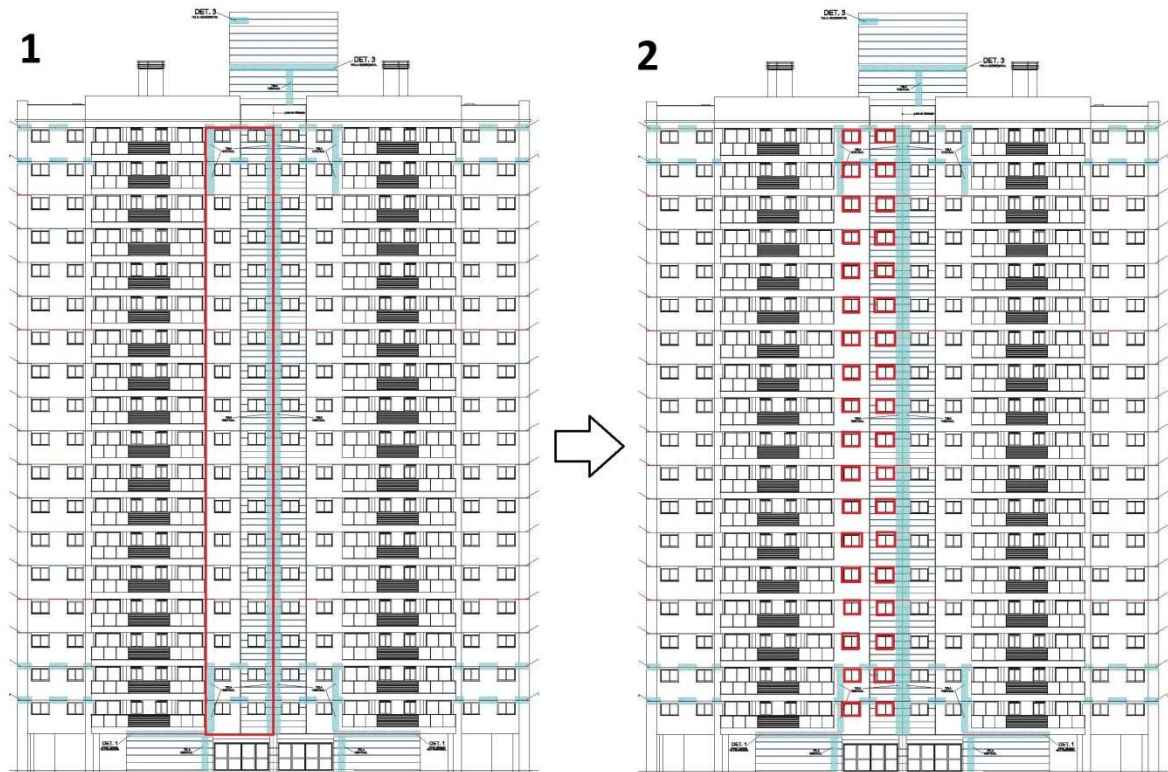
(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 21 – Produção de revestimento de argamassa de fachada com uso do balancim 1



(fonte: empresa estudada)

Figura 22 – Produção de revestimento de argamassa de fachada com uso do balancim 2



(fonte: empresa estudada)

6.3.2.3 Execução no balancim elétrico 3

O balancim 3 teve a execução do revestimento externo dividida em três etapas (tabelas 9 a 11). Na primeira, foi executada a maior área, localizada nas paredes externas das cozinhas. Na segunda, executou-se a face frontal da viga da sacada e, por último, na terceira etapa, foi executado a face inferior da viga da sacada (figura 23). O mesmo pedreiro que trabalhou no balancim 1, após o recesso coletivo, passou para o balancim 3.

Tabela 9 – Dados da produção de revestimento no balancim 3 da etapa 1

Balancim 3 - Etapa 1								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m²/dia	mL/dia	Observação
1	06/jan	segunda	não	0,00	0,00	0,00	0,00	montagem balancim
2	07/jan	terça	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
3	08/jan	quarta	não	1,00	1,00	6,82	0,00	entupimento da bomba
4	09/jan	quinta	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
5	10/jan	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	11/jan	sabado	não	0,50	0,50	6,82	0,00	meio dia trabalhado
7	12/jan	domingo		0,00	0,00		0,00	
8	13/jan	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
9	14/jan	terça	não	1,00	1,00	6,82	0,00	carregamento do silo
10	15/jan	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
11	16/jan	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
12	17/jan	sexta	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
13	18/jan	sabado	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
14	19/jan	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
15	20/jan	segunda	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
16	21/jan	terça	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
17	22/jan	quarta	não	1,00	1,00	13,65	0,00	
18	23/jan	quinta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
19	24/jan	sexta	não	0,00	0,00	0,00	0,00	falta do pedreiro
20	25/jan	sabado	não	1,00	1,00	6,82	0,00	
21	26/jan	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
Total etapa 1				10,50	10,50	122,84	0,00	

(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 10 – Dados da produção de revestimento no balancim 3 da etapa 2

Balancim 3 - Etapa 2								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	27/jan	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
2	28/jan	terça	não	1,00	1,00	13,20	0,00	
3	29/jan	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
4	30/jan	quinta	não	0,50	0,50	6,60	0,00	meio dia trabalhado
5	31/jan	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	01/fev	sabado	não	0,50	0,50	6,60	0,00	meio dia trabalhado
7	02/fev	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
8	03/fev	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
9	04/fev	terça	sim*	1,00	1,00	6,60	0,00	pouca chuva pela manhã
10	05/fev	quarta	não	1,00	1,00	13,20	0,00	
11	06/fev	quinta	não	1,00	1,00	13,20	0,00	
Total etapa 2				5,00	5,00	59,40	0,00	

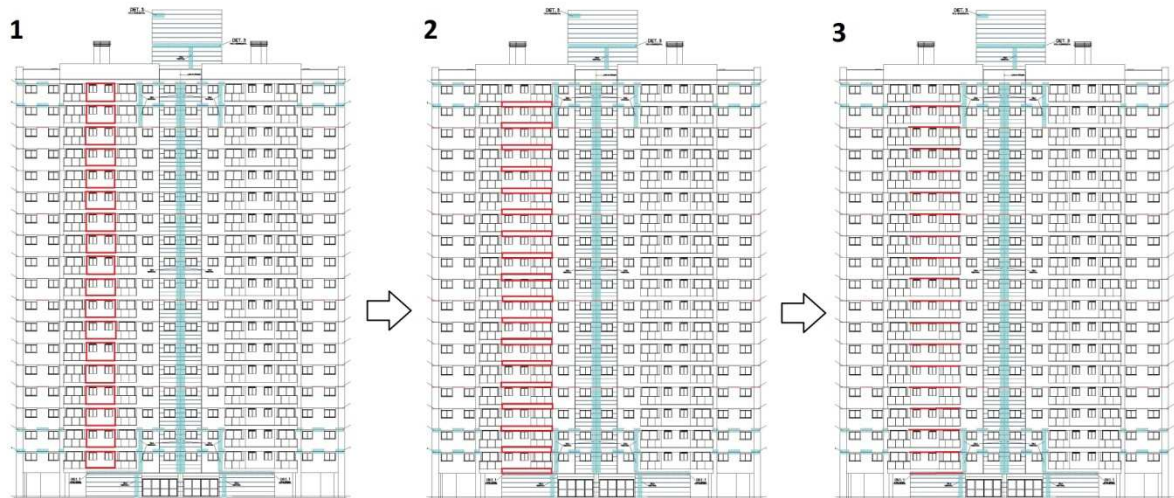
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 11 – Dados da produção de revestimento no balancim 3 da etapa 3

Balancim 3 - Etapa 3								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	07/fev	sexta	não	1,00	1,00	0,00	18,00	
2	08/fev	sabado	não	1,00	1,00	0,00	18,00	
3	09/fev	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
4	10/fev	segunda	não	1,00	1,00	0,00	18,00	
5	11/fev	terça		0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	12/fev	quarta	não	0,50	0,50	0,00	12,00	meio dia de trabalho
7	13/fev	quinta		1,00	1,00	0,00	12,00	pouca chuva a tarde
8	14/fev	sexta		0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
9	15/fev	sabado		1,00	1,00	0,00	12,00	pouca chuva a tarde
10	16/fev	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
11	17/fev	segunda	não	1,00	1,00	0,00	18,00	
12	18/fev	terça	não	0,00	0,00	0,00	0,00	desmontagem do balancim
Total etapa 3				6,50	6,50	0,00	108,00	

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 23 – Produção de revestimento de argamassa de fachada com uso do balancim 3



(fonte: empresa estudada)

6.3.2.4 Execução no balancim elétrico 4

O balancim 4 era o único de tamanho diferente dos demais e possuía apenas 2 metros de comprimento. Para execução deste pano, optou-se por uma divisão em duas etapas (tabelas 12 e 13). Na primeira, foi executado o revestimento de argamassa da face frontal da viga da sacada e, na segunda, executou-se a face inferior da viga da sacada (figura 24). A execução deste pano, por opção da empresa estudada, foi simultânea com as etapas dois e três do balancim 3. A escolha dessa estratégia foi para evitar variações de planicidade nas emendas do revestimento. Por ser um pano com área bem menor que a anterior, não houveram maiores problemas para a sua execução. O pedreiro que executou o revestimento da fachada do balancim 2 foi quem revestiu a fachada do balancim 4.

Tabela 12 – Dados da produção de revestimento do balancim 4 da etapa 1

Balancim 4 - Etapa 1								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	06/jan	segunda	não	0,00	0,00	0,00	0,00	montagem balancim
2	26/jan	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
3	27/jan	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
4	28/jan	terça	não	1,00	1,00	7,07	0,00	
5	29/jan	quarta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	30/jan	quinta	não	0,50	0,50	3,54	0,00	meio dia trabalhado
7	31/jan	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
8	01/fev	sabado	não	0,50	0,50	3,54	0,00	meio dia trabalhado
9	02/fev	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
10	03/fev	segunda	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
11	04/fev	terça	sim*	1,00	1,00	3,54	0,00	pouca chuva pela manhã
12	05/fev	quarta	não	1,00	1,00	7,07	0,00	
13	06/fev	quinta	não	1,00	1,00	7,07	0,00	
Total etapa 1				5,00	5,00	31,83	0,00	

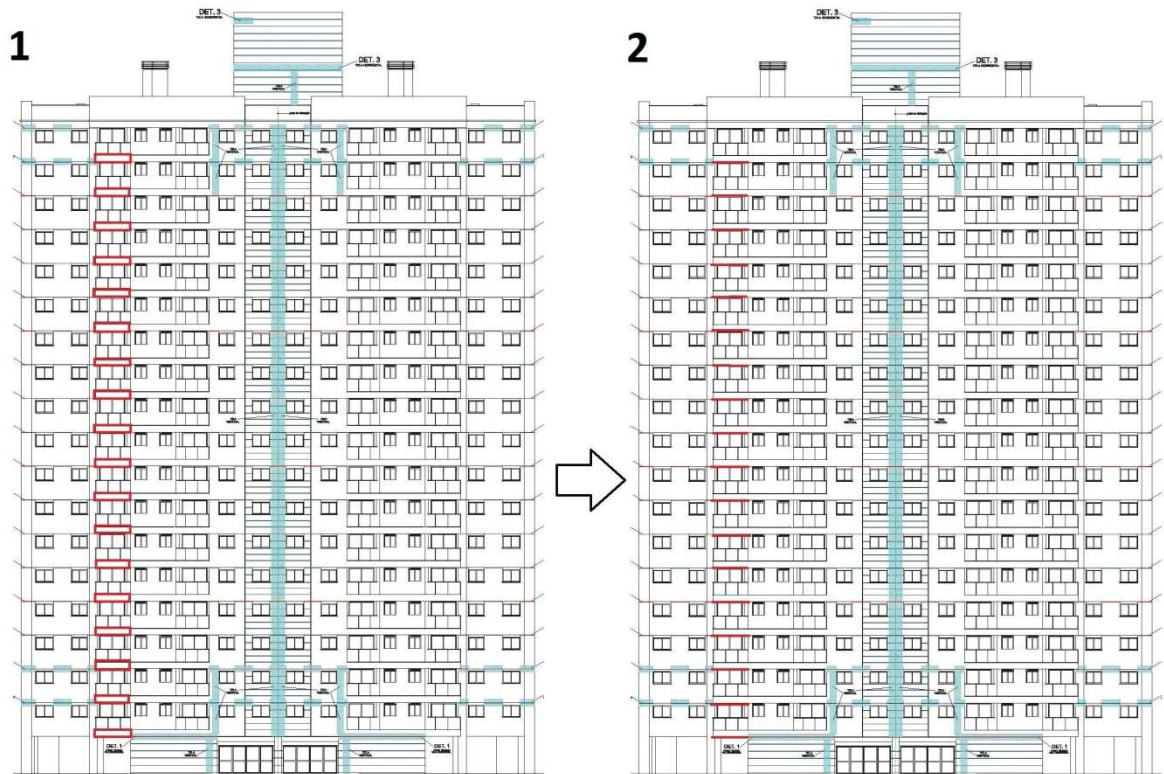
(fonte: elaborado pelo autor)

Tabela 13 – Dados da produção de revestimento do balancim 4 da etapa 2

Balancim 4 - Etapa 2								
Dia	Data	Semana	Chuva	Diária pedreiros	Diária serventes	m ² /dia	mL/dia	Observação
1	07/fev	sexta	não	1,00	1,00	0,00	9,65	
2	08/fev	sabado	não	1,00	1,00	0,00	9,65	
3	09/fev	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
4	10/fev	segunda	não	1,00	1,00	0,00	9,65	
5	11/fev	terça	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
6	12/fev	quarta	não	0,50	0,50	0,00	6,43	meio dia de trabalho
7	13/fev	quinta	sim*	1,00	1,00	0,00	6,43	pouca chuva a tarde
8	14/fev	sexta	sim*	0,00	0,00	0,00	0,00	chuva
9	15/fev	sabado	sim*	1,00	1,00	0,00	6,43	pouca chuva a tarde
10	16/fev	domingo		0,00	0,00	0,00	0,00	
11	17/fev	segunda	não	1,00	1,00	0,00	9,65	
12	18/fev		não	0,00	0,00	0,00	0,00	desmontagem do balancim
Total etapa 2				6,50	6,50	0	57,87	

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 24 – Produção de revestimento de argamassa de fachada com uso do balancim 4



(fonte: empresa estudada)

6.3.2.5 Avaliação

O pedreiro do balancim número um teve uma produção boa na primeira etapa, que era a maior quantidade, porém na segunda etapa, composta apenas pelas golas das janelas, ele faltou muitos dias e também houve bastante chuva nesse período. O pedreiro se ausentou durante uma semana.

O balancim 1 ficou disponível durante cinquenta e sete dias para a execução do pano todo, durante esse período, choveram quinze dias e o pedreiro faltou treze dias o que atrasou bastante a conclusão do pano.

No balancim número dois ocorreu o contrário. A obra disponibilizou o equipamento, porém o pedreiro faltou toda a primeira semana, mas depois produziu normalmente. Esse pedreiro tinha uma produção maior, pois em novembro o sol se põe mais tarde e ele prolongava a produção do turno da tarde até escurecer, aumentando seu rendimento. O problema da

segunda etapa do balancim dois foi um erro na prumada dos contra marcos das janelas. A equipe que posicionava as réguas para execução dos requadros das janelas constatou que os contra marcos não estavam no alinhamento correto, nos três primeiros pavimentos tipo. Esse erro foi responsabilidade da empresa que instalava os contra marcos e impedia a conclusão do revestimento daquele pano. Devida a falta de agilidade dessa outra empresa e do recesso coletivo da empresa do pedreiro, o serviço foi concluído apenas após a virada do ano. Outra causa para amplo período que o equipamento ficou montado naquela posição foi a chuva que se fez presente em dezenove dias dos setenta e seis necessários para a conclusão do pano. Ao final do recesso de final de ano, como faltava muito pouco para a conclusão do pano, quem finalizou o serviço foi um funcionário em treinamento.

Durante a execução dos panos dos balancins números três e quatro, que foram simultâneas, não houveram grandes interferências na produção, com exceção da chuva que ocupou praticamente um terço dos quarenta e quatro dias necessários para a conclusão do revestimento daqueles panos. O desempenho do pedreiro do balancim três poderia ter sido melhor se ele não tivesse se ausentado da obra durante quatro turnos, conseqüentemente a produção do balancim quatro também teria sido melhor. O balancim quatro foi montado no mesmo dia que o balancim três, porém o início das atividades naquele equipamento se deu apenas vinte dias depois, devido à estratégia escolhida pela construtora explicada anteriormente.

6.4 OBSERVAÇÃO E AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DOS EQUIPAMENTOS

A plataforma cremalheira utilizada na obra analisada era do tipo bi-mastro, com 21,48 metros de comprimento e 54 metros de altura. Os dois mastros que sustentavam a plataforma eram compostos de treliças triangulares que ficavam apoiadas em bases de concreto e fixados com chumbadores nas vigas de borda das lajes, a cada dois pavimentos. A plataforma de trabalho se movimentava através do mecanismo de pinhão e cremalheira acionado por um motorreductor. Cada mastro possuía o seu mecanismo e o seu motorreductor e eles podiam ser acionados simultânea ou individualmente através de botões. No painel de controle do equipamento haviam três botões, um para cada motorreductor e um para o acionamento simultâneo dos dois motorredutores. Os botões para acionamento individual eram utilizados para nivelar o equipamento apenas quando a plataforma estava desnivelada, isso acontecia

quando havia uma diferença de carga muito grande entre os mastros, pois sobrecarregava um dos motorreductores. O equipamento dispunha de um sensor que não permitia uma diferença de nível, na plataforma, acima de 15 graus. Quando essa tolerância era excedida a plataforma não se movia até ser novamente nivelada. Além disso, foram disponibilizados três cabos de aço para linha de vida, que ficavam fixos em ganchos concretados na platibanda de concreto armado da cobertura e iam até o pavimento térreo. Na extremidade inferior do cabo de aço ficava preso um contrapeso, afim de manter o mesmo esticado permanentemente. A plataforma cremalheira, no final de cada turno de trabalho ou intervalo, era levada até o pavimento térreo e, apenas lá, os trabalhadores podiam se soltar da linha de vida e descer do equipamento.

O balancim elétrico, diferente da plataforma cremalheira, é um equipamento suspenso por dois cabos de aço. Os cabos ficavam fixos em ganchos concretados na platibanda de concreto armado da cobertura, semelhantes aos ganchos de linha de vida, e na extremidade inferior, no térreo, também tinham contra pesos amarrados. Cada balancim elétrico possuía dois motores dotados de roldanas por entre as quais passavam os cabos de aço, com o acionamento dos motores, a tração nos cabos fazia com que o equipamento se movimentasse. O acionamento do balancim é semelhante ao da plataforma cremalheira, através de três botões.

O balancim elétrico, por ser suspenso, ficava vulnerável a ação do vento e conforme o ângulo de incidência no equipamento, o mesmo oscilava lateralmente. Para evitar oscilações com amplitudes elevadas, foram utilizados cabos de aço denominados de cabos guias. Esses cabos ficavam fixados igualmente aos cabos de tração, na platibanda de concreto armado da cobertura, porém na extremidade inferior eram fixados a ganchos de aço. Os cabos guias passavam por arruelas presas na estrutura do balancim para exercerem a sua função.

Para cada balancim foi disponibilizada uma linha de vida, a fim de cumprir o mesmo papel de segurança que na plataforma cremalheira e disposta nas mesmas condições, fixa em ganchos na platibanda da cobertura e com contra pesos na extremidade inferior, para mantê-la esticada. A operação também era semelhante à plataforma e os trabalhadores só podiam deixar o equipamento no pavimento térreo, com a diferença que o balancim ficava apoiado sobre cavaletes metálicos.

Como método de avaliação da percepção de segurança por parte dos trabalhadores, foram formuladas questões objetivas e aplicadas aos mesmos. Ao final dos questionamentos, o autor formulou uma tabela com o percentual de cada alternativa para cada pergunta. Para aplicar as questões, utilizou-se um único critério, que foi o trabalhador já ter utilizado os dois equipamentos para executar revestimento externo em argamassa. Esse critério foi escolhido, pois a execução do revestimento externo avaliada neste trabalho do autor envolveu um número pequeno de profissionais e na mesma obra haviam outros profissionais que se enquadravam na mesma atividade. O questionário foi aplicado a 15 pedreiros e as questões foram as seguintes:

- a) você se sente mais seguro na plataforma cremalheira ou no balancim elétrico durante a execução do revestimento externo de argamassa?
- b) você acha necessário utilizar a linha de vida na plataforma cremalheira?
- c) você acha necessário utilizar a linha de vida no balancim elétrico?
- d) se você pudesse escolher um dos equipamentos para trabalhar, qual seria?

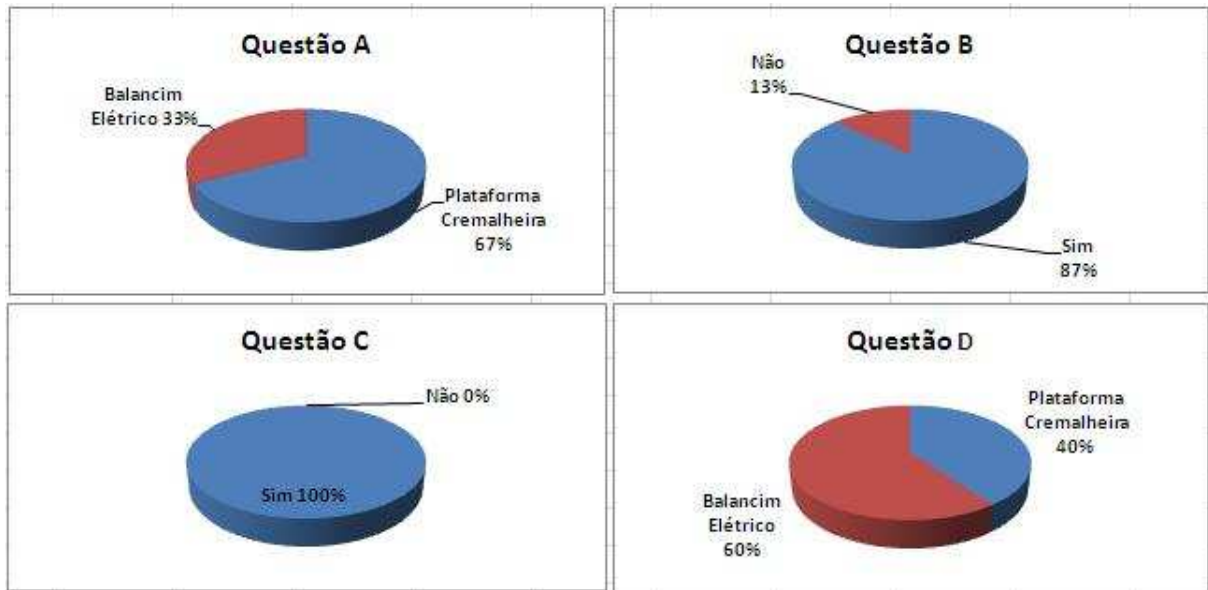
Os resultados percentuais estão apresentados na tabela 14

Tabela 14 – Resultados percentuais dos questionamentos sobre segurança

Questão	Alternativas			
Você se sente mais seguro na plataforma cremalheira ou no balancim elétrico, durante a execução do revestimento externo de argamassa?	Plataforma cremalheira	67%	Balancim elétrico	33%
Você acha necessário utilizar a linha de vida na plataforma cremalheira?	Sim	87%	Não	13%
Você acha necessário utilizar a linha de vida no balancim elétrico?	Sim	100%	Não	0%
Se você pudesse escolher um dos equipamentos para trabalhar, qual seria?	Plataforma cremalheira	40%	Balancim elétrico	60%

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 25 – Resultados percentuais dos questionamentos sobre segurança



(fonte: elaborado pelo autor)

6.5 COMPARATIVO ENTRE OS DIFERENTES EQUIPAMENTOS

Ao final de todas as etapas e com todas as tabelas preenchidas, criou-se uma tabela com o resumo dos dados coletados durante toda execução do revestimento externo nas duas torres (tabela 15) afim de comparar os resultados finais de produção. Nessa tabela estão dispostos, para comparação, o número de diárias de profissionais e serventes necessários, a quantidade de revestimento externo executada nos dois equipamentos e a quantidade de revestimento externa produzida por dia por profissional média em cada equipamento. As quantidades de revestimento externo estão divididas em metro quadrado e metro linear. O metro quadrado é considerado quando a superfície tem dimensões, nos dois sentidos, superiores a 0,5 metro e o metro linear é considerado quando a superfície tem uma das duas dimensões inferior a 0,5 metro. O cálculo de produtividade foi feito dividindo as quantidades de metro quadrado e metro linear pelo número de diárias de profissionais necessárias para a execução das quantidades totais e geraram um resultado em metros quadrados ou lineares por profissional por dia. Essa divisão em diárias de profissionais e não de equipamento foi escolhida, pois na plataforma cremalheira atuavam dois profissionais por dia.

Tabela 15 – Produtividade de mão de obra para a produção de revestimento externo

Equipamento	Pedreiros	Serventes	Total m²	Total mL	m²/pedr./dia	mL/pedr./dia
Plataforma cremalheira	67,00	36,00	638,91	549,63	9,54	8,20
Balancins elétricos	74,50	76,50	638,91	549,63	8,58	7,38

(fonte: elaborado pelo autor)

Os resultados de produtividade se mostraram bem equilibrados para os dois equipamentos, com uma leve diferença para menos para o balancim elétrico, devido aos oito dias a mais que foram necessários para a conclusão das atividades. Outra observação importante foi a necessidade de mais diárias de serventes, devido a disposição dos balancins que exige um servente por equipamento. Os balancins elétricos tiveram uma demanda em torno de duas vezes maior que a demanda da plataforma.

Para o custo, foi feito um estudo do período utilizado em cada um dos equipamentos (tabela 16). A plataforma cremalheira, por ser um equipamento de porte bem maior que o balancim exige uma mobilização de pessoal e um tempo bem maior para a montagem e desmontagem e como a ideia da empresa estudada era de executar também a pintura da fachada utilizando o equipamento, ela não foi desmobilizada ao final da execução do revestimento. Porém, para análise de custo o autor optou por simular a desmobilização do equipamento logo após o término da execução do revestimento externo naquele pano.

Tabela 16 – Custo de locação dos equipamentos

Equipamento	Tempo de locação (dias)	Custo mensal	Custo diário	Mobilização / desmobilização	Custo locação	Custo total
Plataforma cremalheira	61,00	R\$ 8.699,40	R\$ 289,98	R\$ 4.000,00	R\$ 17.688,78	R\$ 21.688,78
Balancins elétricos	221,00	R\$ 1.400,00	R\$ 46,67	R\$ 2.000,00	R\$ 10.313,33	R\$ 12.313,33

(fonte: elaborado pelo autor)

Os balancins são equipamentos leves e de fácil montagem e desmontagem, por isso, logo que os pedreiros encerravam as atividades, a empresa estudada desmobilizava os equipamentos ou mobilizava o mesmo para outro pano, afim de reduzir os gastos com equipamentos ociosos. Os contratos de locação de equipamentos da empresa estudada são divididos em meses de

locação e mobilização e desmobilização. Para comparar os custos, optou-se por dividir o valor de locação mensal pelos trinta dias do mês, obtendo um valor por dia por equipamento e multiplicar pelo número de dias utilizados de cada equipamento. No custo de locação houve uma grande diferença, já que a plataforma cremalheira gerou um custo duas vezes maior que o custo dos balancins elétricos. Mesmo que o número de diárias de locação tenha sido extremamente superior para os balancins, devido ao baixo custo de locação mensal, os resultados apontam os balancins como melhor escolha em termos financeiros. Talvez, a empresa devesse estudar uma forma de utilizar mais profissionais sobre a plataforma ou então utilizar equipamentos de projeção de argamassa para melhorar a produtividade e reduzir o tempo de locação da plataforma cremalheira, tornando o equipamento mais competitivo em termos de custo e superior na produtividade.

Os resultados do questionamento sobre a segurança mostraram que, apesar de a maioria dos entrevistados se sentirem mais seguros na plataforma cremalheira e acharem fundamental a utilização da linha de vida como equipamento de segurança, ainda assim, os profissionais de revestimento externo de argamassa preferem utilizar o balancim elétrico como equipamento para produção.

Outro resultado importante foi a questão da percepção de necessidade de utilização da linha de vida. Enquanto todos os profissionais questionados sobre a utilização da linha de vida sentiram a necessidade de utilizá-la no balancim elétrico, na plataforma cremalheira não apresentaram a mesma percepção. O fato de o balancim ser suspenso e se movimentar com a incidência do vento pode causar desequilíbrio nos profissionais que estão o utilizando, enquanto que na plataforma cremalheira isso não ocorre porque ela tem a estrutura de sustentação rígida. Esse fato pode passar para os profissionais que a utilizam uma falsa percepção de segurança, proporcionando maior chance da não utilização da linha de vida e, conseqüentemente, maior risco de acidentes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado, é possível perceber que a plataforma cremalheira é uma alternativa viável para a execução de revestimento externo de argamassa. Apesar de o custo de locação da plataforma cremalheira ter se mostrado elevado em relação ao da locação de balancins elétricos para o caso estudado, existem alternativas no mercado para melhorar a produtividade e reduzir o tempo necessário para a execução do revestimento externo de argamassa, diminuindo o custo de locação deste equipamento.

A plataforma cremalheira utilizada para o estudo tinha comprimento de 21,48 metros de comprimento e, por isso, viabilizava a ação simultânea de 3 a 4 profissionais. A empresa estudada optou por apenas dois profissionais atuarem no equipamento, porque seria muito difícil dividir os panos para cada profissional em quantidades de revestimento externo equilibradas e fazer com que os mesmos produzissem em ritmos parecidos. Nesse aspecto, o balancim elétrico se mostrou mais vantajoso, pois cada um desses equipamentos se movimentava individualmente e atendia apenas um profissional, permitindo cada um seguir no seu próprio ritmo de trabalho. Mesmo com essas diferenças, a produtividade individual de cada profissional se mostrou equilibrada para os dois equipamentos, em média.

Considerando que o custo da locação da plataforma cremalheira foi praticamente o dobro do custo de locação dos balancins elétricos, é notável que, para ser viável economicamente, a plataforma cremalheira precisa reduzir a metade o seu tempo de locação. Uma alternativa seria a utilização de 4 profissionais simultaneamente sobre o equipamento. Para isso, seria necessário formar uma equipe em que cada um dos profissionais atendesse a sua demanda ao mesmo tempo. Mesmo assim, a ausência de um ou mais profissionais, que é corriqueira, traria dificuldades no cumprimento dos prazos. Outra alternativa para a redução do tempo de locação da plataforma cremalheira é a utilização de equipamentos de projeção de argamassa, que pode melhorar a produtividade mesmo com a atuação de dois profissionais como no caso estudado. Também, não se está descartada a negociação com a empresa locadora para reduzir o preço da locação e da mobilização do equipamento.

O risco de queda e outros tipos de acidentes de trabalhos são uma preocupação constante durante a obra. No caso estudado, os profissionais que foram entrevistados eram habilitados a trabalhos em altura e bastante conscientes quanto à necessidade de uso dos equipamentos de segurança disponíveis para trabalhar em altura. Ainda que se sentiram mais seguros na plataforma cremalheira, preferiram o balancim elétrico, por outros motivos que não a segurança, para a execução do revestimento externo de argamassa.

A realização deste estudo permitiu perceber a importância da escolha do equipamento adequado para a execução do revestimento externo de argamassa. A observação da produção diária foi fundamental para a obtenção de dados concretos para a comparação da produtividade, do custo e da segurança dos dois equipamentos. Os dados obtidos podem servir como auxílio para futuras decisões em obras semelhantes, a fim atingir ou superar os resultados esperados.

REFERÊNCIAS

- ANDAIMES JIRAU. **Manual técnico**: jirau passante elétrico. Rio de Janeiro, [200?]. Disponível em:
<http://www.andaimesjirau.com.br/downloads/MANUAL_DE_OPERACAO_DO_ANDAIMES_SUSPENSO_ELETRICO.pdf>. Acesso em 20 out. 2013.
- BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimentos de argamassa**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2002.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria e na construção. Distrito Federal, 2013. Disponível em
[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142ED4E86CE4DCB/NR-18%20\(atualizada%202013\)%20\(sem%2024%20meses\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080814295F16D0142ED4E86CE4DCB/NR-18%20(atualizada%202013)%20(sem%2024%20meses).pdf). Acesso em 10 out. 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35**: trabalho em altura. Distrito Federal, 2012. Disponível em:
[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3D63C1A0013DAB8EA3975DDA/NR-35%20\(Trabalho%20em%20Altura\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3D63C1A0013DAB8EA3975DDA/NR-35%20(Trabalho%20em%20Altura).pdf). Acesso em 10 out. 2013.
- CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimentos de argamassa**: boas práticas, execução e avaliação. Porto Alegre: ANTAC, 2005. 96 p.
- DRESCH, A. **Informações necessárias para a segurança na utilização de andaimes**. 2009. 45f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Curso de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- KTB EQUIPAMENTOS. **Manual técnico de operação**: andaime suspenso sistema de cabo passante. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:
<http://andaimesequip.com.br/manuais/Manual_KTB.pdf>. Acesso em 20 out. 2013.
- PARAVISI, S. **Avaliação de sistemas de produção de revestimento de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa**. 2008. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SANTOS, M. D. F. **Especificações técnicas e recomendações**: revestimento externo. Porto Alegre, 2012.
- THALHEIMER, R. **Manual do operador PEC-120R**. Rio de Janeiro, 2010.