



PROPOSTA DE MELHORIA DO PROCESSO DE TRANSPORTE VERTICAL DE COMPONENTES DA FACHADA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR: UM ESTUDO DE CASO¹

MAIA, Alessandra Tourinho(1); DAVET, André (2); FENILI, Bruno Moreira (3); TEZIN, Yuri de Paula (4)

(1) UP, e-mail: alessandra.tourinho@up.edu.com; (2) UP, e-mail: davet.eng@hotmail.com; (3) UP, e-mail: bmfenili@hotmail.com; (4) UP, e-mail: yuritezin89@gmail.com

RESUMO

Este artigo tem como objeto de estudo o processo de transporte vertical de componentes da fachada de um edifício residencial de múltiplos pavimentos, localizado na cidade de Curitiba/PR. O elevador cremalheira foi utilizado como principal meio de transporte de materiais, e, por diversas vezes identificou-se um conflito entre as atividades de movimentação vertical gerado pelo atraso no abastecimento de materiais aos diferentes pavimentos. Diante do exposto, apresenta uma proposta para a melhoria do transporte vertical dos componentes da fachada, por meio da utilização de ferramentas da qualidade e da aplicação dos princípios da filosofia *Lean Construction*, destacando a ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor cujo objetivo é reduzir a parcela de atividades ou etapas de processos que não acrescentam valor ao produto final. Como resultado final, o artigo exibe o mapa do estado futuro e o plano de implementação, que consiste em uma proposta de melhoria com o intuito de tornar o sistema mais eficaz através de recomendações práticas da aplicação de ferramentas da *Lean Construction*: Kanban, Gestão Visual, *Total Productive Maintenance*, *Takt Time*, Operações Padronizadas e Cinco S.

Palavras-chave: Transporte vertical. Fachada. *Lean Construction*. Mapeamento de fluxo de valor.

ABSTRACT

This paper has as object of study the vertical transport process of the frontage components of a residential building with multiple floors, located in Curitiba / PR. The rack & pinion elevator was used as the main transport of materials, and on several occasions identified a conflict between the vertical movement activities generated by the delay in the supply of materials to the different floors. Therefore, the paper submits a proposal to improve the vertical transport of the frontage components, through the use of quality tools and application of the principles of the philosophy Lean Construction, highlighting the Value Stream Mapping Tool aimed at reducing the share activities or process steps that add no value to the final product. As a final result, the paper shows the future state map and implementation plan, consisting of

¹ MAIA, Alessandra Tourinho; DAVET, André; FENILI, Bruno Moreira; TEZIN, Yuri de Paula. Proposta de melhoria do processo de transporte vertical de componentes da fachada de um edifício residencial de múltiplos pavimentos através do mapeamento de fluxo de valor: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

a proposal for improvement in order to make the system more effective through practical recommendations applying the Lean Construction tools: Kanban, Visual Management, Total Productive Maintenance, Takt Time, Standard Operations and Five S.

Keywords: Vertical transport. Frontage. Lean Construction. Value Stream Mapping Tool.

1 INTRODUÇÃO

Frente ao atual cenário do mercado imobiliário brasileiro de empreendimentos residenciais, em que as perspectivas não são favoráveis, a competitividade entre as empresas do setor tende a aumentar. Em função dessa realidade, as empresas têm buscado métodos de gerenciamento que tem como objetivo o aumento da produtividade, o cumprimento de prazos de entrega e a redução de custos, sem a perda da qualidade do produto final disponibilizado ao cliente.

Tais características foram observadas no empreendimento objeto deste estudo, um edifício residencial de alto padrão, composto por duas torres de seis pavimentos, localizado na cidade de Curitiba/PR, com orçamento total de R\$ 29.787.351,57, sendo destinados 5,73% desse montante para a execução dos 7.023,77m² de fachada.

Segundo Gonçalves (2014) a vedação da fachada é uma etapa de extrema importância para a valorização de um empreendimento imobiliário, pois, além da função estética e funcional, é um subsistema relevante quanto a custos, prazo e qualidade, pois outros subsistemas estão diretamente ligados a ela, tais como: a impermeabilização, a instalação de piso cerâmico, a instalação de contramarco, a execução da pintura, dentre outros.

Durante a execução da fachada da primeira torre, observou-se, além do desperdício de materiais, um atraso de 60 dias no cronograma previsto ocasionado por falhas no planejamento e execução da estrutura, que impactou na espessura do revestimento da fachada (reboco). O elevador cremalheira foi utilizado como transporte principal de materiais, tanto para a fachada quanto para acabamentos internos e por diversas vezes identificou-se um conflito entre as atividades de movimentação, ocasionado pelo atraso no abastecimento de materiais aos diferentes pavimentos.

Tal cenário motivou a realização deste trabalho, pautado na análise dos problemas e interferências existentes no transporte vertical de componentes da fachada de um empreendimento residencial de múltiplos pavimentos e na busca por ferramentas de gestão da qualidade voltadas ao aprimoramento de processos, de forma a tornar a operação de movimentação vertical mais eficaz, com o intuito de reduzir tempo, desperdícios e custos, visto que há uma tendência errada ao se economizar com o subdimensionamento dos equipamentos de elevação e transporte, o que acaba ocasionando um problema de congestionamento na obra e a consequente redução do rendimento que o elevador cremalheira poderia oferecer (CICHINELLI, 2012).

Diante do exposto, este artigo apresenta uma proposta para a melhoria do transporte vertical de componentes da fachada deste empreendimento, por meio da utilização de ferramentas da qualidade e da aplicação dos princípios da filosofia *Lean Construction*, com destaque para o Mapeamento do Fluxo de Valor, cujo princípio fundamental é reduzir a parcela de atividades ou etapas de um processo que não acrescentam valor ao produto final.

Como resultado final, ao verificar que o sistema atual de movimentação vertical de componentes de fachada apresenta deficiências operacionais, retrata o mapa do estado futuro, ou seja, o estado ideal que se deseja alcançar, e, um plano de implementação que consiste em uma proposta de melhoria com o intuito de tornar o sistema mais eficaz através de recomendações práticas da aplicação de algumas ferramentas da *Lean Construction* como o *Takt Time*, o *Kanban*, as Operações Padronizadas, a Gestão Visual, o Cinco S e a *Total Productive Maintenance*.

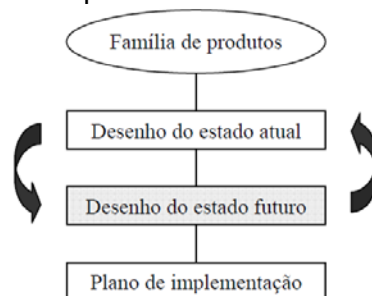
2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o objetivo de beneficiar o setor da construção civil através de um sistema de gestão da qualidade de sucesso, como foi o Sistema Toyota de Produção, Lauri Koskela apresentou em 1992, o trabalho "*Application of the New Production Philosophy to Construction*", adaptando os conceitos de produção enxuta (*Lean Production*), desenvolvidos por Taiichi Ohno na Toyota, para a Construção Civil. Esta publicação despertou interesses de vários pesquisadores como Alarcón e Diethelm (2001), Formoso (2002), Picchi e Granja (2004) e Lorenzon (2008), contribuindo para a disseminação da filosofia. Este conceito baseado em uma produção sem a geração de estoques e desperdícios foi denominado de *Lean Construction*.

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta que auxilia na aplicação do princípio fundamental da filosofia *Lean Construction*, que é reduzir a parcela de atividades que não acrescentam valor, ou seja, reduzir as atividades que consomem tempo, espaço ou recursos, mas não contribuem para atender ao pedido do cliente (PASQUALINI, 2005).

Esta ferramenta tem por finalidade melhorar o desempenho de uma organização, uma vez que, através do mapeamento fornece uma visão global das atividades, o que permite identificar as etapas que podem trazer desperdícios ou gerar interrupções e propor ações para reduzi-los, ou até mesmo eliminá-los (ARANTES, 2008). A aplicação prática do mapeamento do fluxo de valor deve seguir as etapas apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Mapeamento do Fluxo de Valor



Fonte: Rother e Shook (1999)

Tendo em vista o fato de que o MFV é considerado a porta de entrada para a implementação da produção enxuta, pois possibilita visualizar o processo produtivo como um todo, identificando os desperdícios e apontando para onde se deve buscar melhorias, é através da aplicação das demais ferramentas e premissas da produção enxuta que se dá o plano de implementação (PASQUALINI, 2005).

O *Takt Time* é uma ferramenta que organiza o modo como a matéria prima é utilizada ao longo dos processos, alinhando com precisão o ritmo de produção das atividades a serem executadas, ou seja, o *Takt Time* pode ser definido como o ritmo necessário de produção para atender a uma determinada demanda, levando em consideração a capacidade do meio de produção (GRENHO, 2009).

O *Kanban* é um mecanismo que permite controlar a produção através de um sistema comandado pelo uso de cartões onde quem determina a fabricação de um novo lote é o consumo das peças realizado pelo setor seguinte. Ferramenta de fácil implantação, é um sistema autocontrolado que elimina a necessidade de emissão e controle de documentos, regula o fluxo de estoque de fabricação entre os postos de trabalho devido às diferenças de produtividade entre eles, produzindo apenas a quantidade solicitada no momento em que é solicitado (RIBEIRO, 1989; ARANTES, 2008).

Na indústria da construção civil, a Operação Padronizada tem a função de otimizar as atividades desenvolvidas, reduzir as improvisações e regular a relação de serviços interdependentes entre si, com o intuito de minimizar os desperdícios. Segundo Grenho (2009) a operação padronizada pode ser definida como um método efetivo e organizado de produzir sem perdas.

A Gestão Visual é uma das ferramentas mais eficazes para se administrar uma empresa. É um método simples que permite, através de uma rápida visualização, obter o posicionamento da situação real de um setor ou atividade a ser executada (FERRO, 2014). Segundo Melo et al (2013), a aplicação da gestão visual proporciona um efetivo e imediato *feedback*, com o intuito de oferecer informações acessíveis e simples, facilitando o trabalho diário de modo a criar o incentivo de se trabalhar com maior qualidade.

Aplicada à construção civil, a ferramenta Cinco S, tem como objetivo a organização e a disciplina, através da melhoria dos processos e métodos de trabalho e da redução de desperdícios (ARANTES, 2008).

A *Total Productive Maintenance* é uma filosofia que reúne práticas e técnicas destinadas a maximizar a capacidade dos equipamentos e processos que são utilizados pela companhia e visa não somente a manutenção, mas também todos os aspectos relacionados à instalação e operação dos equipamentos. Este processo, associado à produção em fluxo é essencial para a aplicação do *Lean Construction*, visando a eliminação de todos os desperdícios que as máquinas podem provocar e possibilitando a implementação de um sistema de produção eficiente (DAVIS, 1995 apud GEREMIA, 2001; ARANTES, 2008).

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A estratégia metodológica adotada neste trabalho contemplou cinco etapas: a aplicação do 5W1H no processo de movimentação vertical de materiais, o desenho do mapa do estado atual, a análise dos fatores de impacto no processo de movimentação vertical através da elaboração de um diagrama de Causa e Efeito, o desenho do mapa do estado futuro e o desenvolvimento plano de implementação.

3.1 Aplicação do 5W1H na movimentação vertical de materiais

A primeira etapa consistiu na realização de um diagnóstico de campo e na coleta e análise das informações, indicadores e dados históricos acerca do processo de movimentação vertical da obra. Mediante esta análise, identificou-se que o ciclo de movimentação vertical de materiais componentes da fachada é constituído por cinco etapas principais e quatro etapas intermediárias.

Em seguida, através do emprego do 5W1H, uma ferramenta extremamente útil que ao ser aplicada tende a eliminar qualquer dúvida dos envolvidos em um determinado processo ou atividade quanto ao seu desenvolvimento, elaborou-se um esboço que permitiu a visualização deste ciclo de movimentação vertical, bem como a identificação dos demais materiais movimentados de forma simultânea: o gesso e os resíduos gerados (caliça), através da análise das cinco questões contempladas pela metodologia: O quê? (*What*), Quem? (*Who*), Quando? (*When*), Onde? (*Where*), Por quê? (*Why*) e Como? (*How*), apresentadas no (Quadro 1).

Quadro 1 – 5W1H

	ETAPA 1 Recebimento de Materiais	Etapa Intermediária 1 - 2	ETAPA 2 Armazenamento de Materiais	Etapa Intermediária 2 - 3	ETAPA 3 Preparo da Argamassa	Etapa Intermediária 3 - 4	ETAPA 4 Transporte Vertical	Etapa Intermediária 4 - 5	ETAPA 5 Utilização dos Materiais
WHAT	Chegada dos materiais componentes da fachada / gesso liso	Transporte horizontal até o local de armazenamento	Estocagem de materiais	Transporte horizontal até a central de argamassa	Mistura dos componentes da fachada conforme traço definido	Transporte horizontal até a porta do elevador cremalheira	Transporte vertical dos materiais até a central de massa / pavimento de execução de gesso	Armazenamento do material na central de massa localizado na cobertura da torre/ posto de trabalho de gesso liso	Execução do revestimento externo da fachada / gesso liso sarrafeado
WHY	Conferir a conformidade dos materiais recebidos	Para armazenar o material de forma apropriada	Para conservar o material	Para que o material seja misturado e preparado para o uso	Para garantir as propriedades do material	Para que o material seja transportado verticalmente	Para abastecimento dos balancins / postos de trabalho nos pavimentos	Para agilizar o processo de abastecimento dos balancins	Para execução do revestimento externo
WHO	Apontador da construtora	Servente	Servente sob a supervisão do almoxarife	Servente	Pedreiro responsável pelo manuseio da betoneira	Servente sob a supervisão do encarregado	Servente sob a supervisão do encarregado	Servente sob a supervisão do encarregado	Pedreiro responsável pela execução do revestimento externo / gesso
WHEN	Conforme demanda de pedido	Após liberação do apontador	Sempre que há necessidade de estocagem	Conforme a demanda de produção	Conforme a demanda de produção	Conforme a demanda de produção	Conforme a demanda de produção	Conforme a demanda de produção	Conforme demanda de produção e cronograma
WHERE	Canteiro de obra	Canteiro de obra	Depositos localizados no térreo e 1º subsolo	Canteiro de obra	Canteiro de obra	Canteiro de obra	Pelo elevador cremalheira até a cobertura	Central de massa localizado na cobertura	Nos balancins / posto de trabalho de execução de gesso liso sarrafeado
HOW	Conferência entre ordem de compra / nota fiscal / material entregue	Com paletes manuais	O material é descarregado manualmente e organizado dentro do depósito	Com paletes manuais	O material é dosado conforme traço pre definido e após a conclusão da mistura é despejado em caixas metálicas com capacidade para até 0,33 m³	Com paletes manuais	Com paletes manuais pelo elevador cremalheira	O material é descarregado manualmente na central de massa	A massa é despejada em funis e conduzida através de dutos reforçados até o balancim, onde o revestimento será executado conforme o procedimento interno da empresa

Fonte: Os autores

3.2 Mapeamento do estado atual

O mapeamento de estado atual contemplou a elaboração de um desenho cujo objetivo era representar todo o fluxo de movimentação dos materiais que compõem a execução da fachada, em conjunto com os materiais dos demais serviços que utilizam a cremalheira como equipamento de movimentação vertical de forma simultânea: a execução do gesso liso e a descida de resíduos.

Para a construção do mapa de estado atual foi necessário coletar dados acerca de todas as etapas que envolvem os processos de execução do emboço externo da fachada, execução do gesso liso e serviços de limpeza de gesso e calça, tais como: a quantidade de funcionários envolvidos em cada etapa, a demanda de produção, o recebimento de matérias-primas, as quantidades e volumes dos materiais movimentados e os tempos que envolviam cada uma destas etapas.

Estes tempos foram determinados através do emprego de três questionários. A Figura 2 ilustra o questionário utilizado para o levantamento dos dados na execução de emboço externo da fachada. Os outros dois questionários seguiram o mesmo padrão, com adaptações pertinentes a cada processo analisado.

Figura 2 - Questionário para o do emboço externo da fachada

SERVIÇO: EXECUÇÃO DO EMBOÇO EXTERNO DA FACHADA DATA / /

ETAPA 1 - CHEGADA DO MATERIAL NA OBRA

Início do Descarregamento: _____

Término do Descarregamento: _____

Volume descarregado: _____

Local de Armazenamento: ☐ Caixas (0,33 m³) ☐ Caçamba (5 m³)

Problemas encontrados durante o descarregamento: _____

ETAPA 2 - PREPARO DA MASSA

Quantidade de caixas produzidas no dia: 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ qtd: _____

Tempo de Mistura do Traço: _____

Local de Armazenamento: _____

Problemas encontrados durante o preparo: _____

ETAPA 3 - TRANSPORTE VERTICAL

Transporte Utilizado: _____

Tempo médio para subida do material para descarga: _____

Local descarregado: _____

ETAPA 4 - EXECUÇÃO DO SERVIÇO

Local de Aplicação da Massa: _____

Quantidade de Funcionário trabalhando na fachada: _____

Produtividade durante o dia: _____

Problemas encontrados durante a execução da Fachada: _____

Registro Fotográfico: ☐ Sim ☐ Não

Fonte: Os autores

Os questionários foram divididos em quatro etapas. A primeira etapa analisou o processo de entrega da matéria-prima principal na obra e os problemas encontrados durante a descarga. A segunda etapa procurou avaliar o preparo do material a ser utilizado e os problemas decorrentes deste processo. A etapa três mediu o tempo médio do transporte vertical dos componentes e a quarta etapa reuniu os dados referentes à execução do serviço propriamente dito.

Entretanto, para que a coleta de dados fosse representativa de todo processo, fez-se necessária a definição de um número mínimo de ciclos a serem medidos para cada um dos três serviços. A definição do número de ciclos medidos baseou-se no método de validação de coleta de dados apresentado por Martins e Laugen (1998). Adotando-se um erro relativo de 5% e um nível de confiança de 95%, foram efetuadas 15 tomadas de tempo para cada um dos serviços analisados na movimentação vertical. A coleta de dados ocorreu no período compreendido entre os meses de maio e julho de 2015.

3.2.1 Desenho do mapa do estado atual

Para o desenho do MVF atual, o processo de fornecimento da argamassa de

revestimento foi dividido em três etapas:

Etapa 1 - Recebimento e armazenamento da massa branca: a programação de entrega de massa branca é feita diariamente pelo almoxarife da obra conforme a demanda de produção determinada pelo encarregado da empresa terceirizada responsável pela execução da argamassa de revestimento. O pedido formal é efetuado ao final do dia útil e a massa branca é entregue na manhã do dia seguinte. O material fornecido é armazenado, com o auxílio de três serventes, em caçambas com capacidade de 5 m³;

Etapa 2 - Preparo da argamassa de revestimento: o preparo é rigorosamente executado de acordo com o traço previamente definido. O cimento é transportado do depósito da obra até a central de argamassa por meio de paleteiras manuais e posteriormente misturado à massa branca nas betoneiras. A argamassa produzida é armazenada em caixas com volume de 0,33 m³. O tempo de preparo para cada caixa é de aproximadamente 13 minutos e o serviço é realizado por um pedreiro e dois serventes de uma empresa terceirizada. Diariamente são produzidas dez caixas de argamassa de revestimento;

Etapa 3 - Transporte vertical: o transporte da argamassa é realizado com o auxílio de dois serventes responsáveis pela movimentação da paleteira. O tempo médio de subida de cada caixa de 0,33 m³ até a cobertura é de 130 segundos. Diariamente, em média, são feitas dez viagens.

O processo de fornecimento de gesso liso também foi dividido em três etapas:

Etapa 1 - Recebimento de material: o fornecimento de gesso liso é programado a cada quinze dias. O material é fornecido em sacos de 40kg. Para o seu descarregamento e armazenagem são necessários cinco serventes;

Etapa 2 - Preparo da pasta: o preparo da pasta de gesso é feito apenas com a adição de água. O preparo da pasta leva aproximadamente sete minutos e é efetuado por dois serventes;

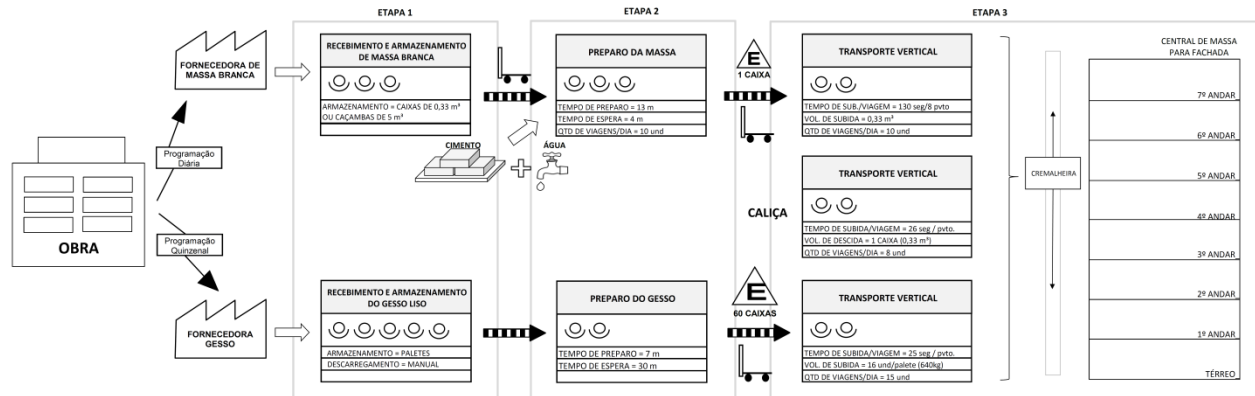
Etapa 3 - Transporte vertical: o transporte do gesso é feito em paletes que armazenam cerca de 16 sacos de 40 kg por viagem. Este transporte também é realizado com o auxílio de dois serventes que carregam o elevador cremalheira e descarregam o material nos respectivos andares. Diariamente são realizadas, em média, 15 viagens.

Por fim, o processo de descida dos resíduos gerados (caliça) contempla somente a etapa de movimentação vertical, uma vez que toda a caliça gerada em cada um dos pavimentos é transportada para o pavimento térreo. Diariamente são movimentadas oito caixas com capacidade de 0,33 m³. O transporte é feito com o auxílio de paleteiras manuais e o carregamento é feito por dois serventes.

A Figura 3 representa o desenho do mapa do estado atual do processo de

movimentação vertical de componentes da fachada.

Figura 3 - Mapa do estado atual



LEGENDA							
ICONE	DESCRIÇÃO	ICONE	DESCRIÇÃO	ICONE	DESCRIÇÃO	ICONE	DESCRIÇÃO
	Planta ou fábrica		Comunicação por meio eletrônico		Posto de Kanban		Processo de produção "puxado"
	Caixa de processo		Transporte por meio de paletes		Cartão Kanban		Processo de produção "empurrado"
	Operador envolvido no processo		Estoque		Programação Diária		

Fonte: Os autores

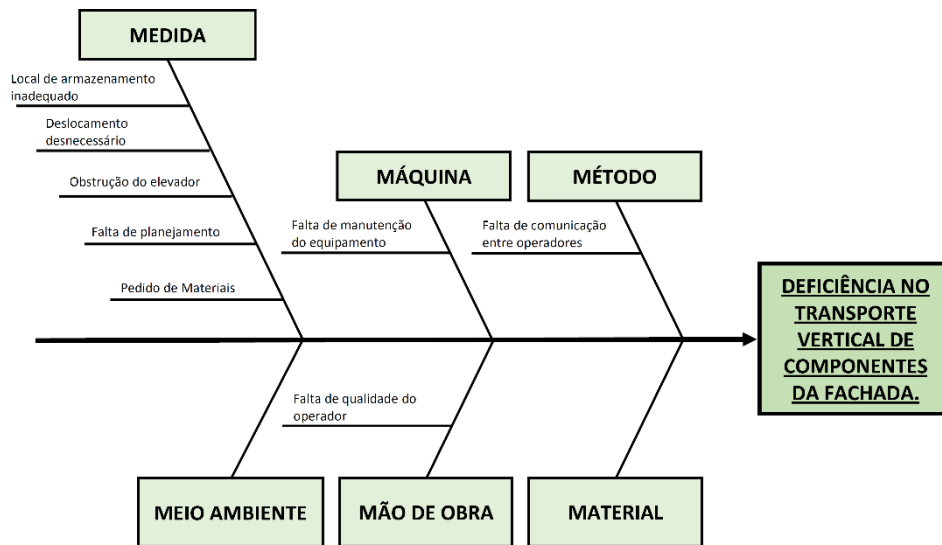
O desenho aponta que a produção e a movimentação vertical dos materiais seguem o sistema empurrado, ou seja, acontecem de acordo com a demanda originária da execução dos serviços.

3.3 Análise dos fatores de impacto no processo de movimentação vertical

Nesta etapa, a ferramenta de Ishikawa foi empregada com o objetivo de identificar os principais fatores que interferem na eficiência da movimentação vertical dos componentes de fachada. Sua aplicação consistiu na realização da análise de processos, classificando prováveis causas dos problemas (efeitos) que convergem para subcausas, desdobrando-as até um nível de detalhamento adequado a solução do problema (PALADINI, 1997).

A partir das observações efetuadas identificou-se um conjunto de causas, variações e fatores relacionados a cada uma das seis categorias propostas por Ishikawa (método, máquina, mão-de-obra, meio ambiente, medida e material) que de alguma forma contribuíram para originar o problema analisado, conforme representado na Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores

Através da análise deste diagrama, conclui-se que a origem do problema da movimentação vertical de componentes da fachada, que impactou diretamente no cronograma e nos prazos de execução do empreendimento em estudo, não pode ser descrita por apenas uma única causa, mas, sim, por um conjunto de falhas e deficiências operacionais, de planejamento e de mão-de-obra, distribuídas em quatro das seis categorias analisadas: medida, máquina, método e mão-de-obra, que impactam o processo como um todo.

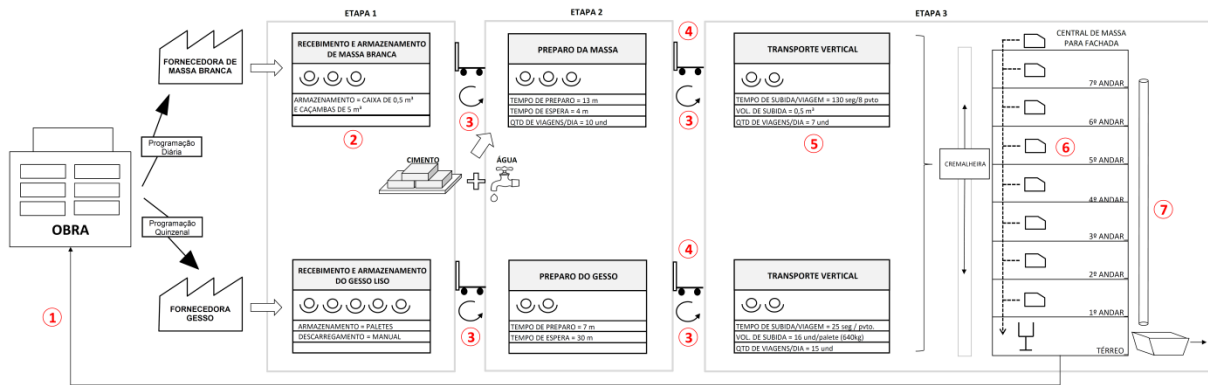
4 PROPOSTA DE MELHORIA

A proposta de melhoria apresentada contempla o mapa do estado futuro e o plano de implementação, que consiste na sugestão de aplicação de ferramentas da *Lean Construction*.

4.1 Mapeamento do estado futuro

Para a elaboração do mapeamento do estado futuro, levaram-se em consideração os problemas apresentados no mapa do estado atual, além das deficiências identificadas no diagrama de Ishikawa. Para uma melhor interpretação, descrevem-se, a seguir, detalhes acerca da implementação das sete melhorias sugeridas no mapa do estado futuro do sistema de movimentação vertical (Figura 5).

Figura 5 – Mapa do estado futuro

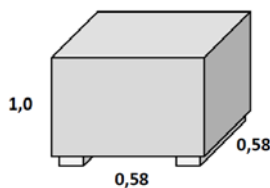


Fonte: Os autores

É importante ressaltar que o *layout* do mapa do estado futuro não foi alterado em relação ao mapa do estado atual, exceto pela inclusão de um duto para o transporte de calça. Destaca-se, ainda, que, as modificações propostas no sistema não alteraram o número de funcionários envolvidos no processo uma vez que a proposta de melhoria tem como objetivo tão somente o aumento da produtividade do transporte vertical.

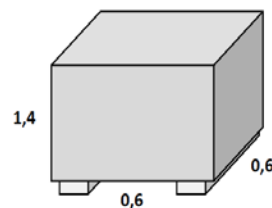
- Item 1: Com um sistema *Kanban* implantado e funcionando corretamente, a equipe de engenharia terá um maior controle sobre os materiais dentro do canteiro, evitando a ocorrência de falta de materiais na produção. A adoção da ferramenta *Takt Time* permite otimizar este processo;
- Item 2: Para uma maior produtividade, sugere-se um aumento no volume do recipiente de armazenamento de massa para fachada de 0,33 m³ para 0,50 m³, conforme indicado nas Figuras 6 e 7;

Figura 6 – Dimensões da caixa de 0,33 m³



Fonte: Os autores

Figura 7 – Dimensões para a caixa de 0,50 m³



Fonte: Os autores

- Item 3: Após a implantação do sistema *Kanban*, a produção passa a ser “puxada”, ou seja, o ritmo de execução da fachada é quem dita a produção de matéria prima para execução dos serviços. Tal sistema tem como objetivo principal evitar o desperdício de materiais devido à falta de controle;
- Item 4: A alteração do sistema de produção elimina a formação de estoques de gesso e massa para fachada;
- Item 5: Com o aumento no volume do recipiente de armazenamento da massa, consegue-se uma redução no número de viagens da cremalheira por dia, que passa de 10 para sete;

- Item 6: O sistema *Kanban* está representado através do uso de cartões, posicionados em todos os andares e com a central localizada no pavimento térreo. Tal ferramenta visa acabar com os deslocamentos desnecessários e controlar a produtividade e a distribuição de materiais, sem desperdícios;
- Item 7: Com o objetivo de desafogar o elevador cremalheira e acelerar o processo de retirada de entulho do canteiro, sugere-se a implantação de um sistema de descida de resíduos através de dutos de calha. Todo o material despejado seria direcionado às caçambas de modo a facilitar a retirada do resíduo pelos caminhões.

4.2 Plano de implementação

O plano de Implementação, apresentado no Quadro 2, foi elaborado de forma a sumarizar o conjunto de ferramentas da *Lean Construction* sugeridas com o objetivo melhorar o processo de movimentação vertical, com destaque para os problemas identificados, o objetivo da adoção de cada uma destas ferramentas, a fase de implementação e os resultados esperados.

Quadro 2 – Plano de implementação

PROBLEMA IDENTIFICADO	FERRAMENTA PROPOSTA	OBJETIVO	FASE A SER IMPLEMENTADA	RESULTADOS ESPERADOS
Local de armazenamento inadequado	Total Productive Maintenance	Aumentar a capacidade de armazenamento de matéria-prima dentro do canteiro e das caixas que transportam este material para a cobertura	No planejamento para execução do serviço	Ao aumentar o volume de armazenamento de massa branca na obra, diminui-se também o número de pedidos evitando possíveis atrasos na entrega. Aumentar o volume das caixas de 0,33 m³ também diminui o número de viagens para a cobertura desobstruindo o elevador
Obstrução do elevador		Desafogar a demanda do uso do elevador	Durante todo o processo de transporte vertical de materiais	Evitar que toda a calça gerada nos andares sejam transportadas para o térreo pelo elevador cremalheira. Sugerimos a utilização de métodos alternativos disponíveis no mercado como o duto de calça para realizar este serviço
Falta de manutenção no equipamento		Manter os equipamentos com suas respectivas manutenções em dia	Sempre que houver o uso de equipamentos que necessitem de seu funcionamento para executar qualquer serviço	Garantir que o processo de execução do serviço não seja interrompido devido a falta de manutenção nos equipamentos
Deslocamento desnecessário + Falta de comunicação entre operadores.	Kanban + Gestão Visual	Atender a demanda de materiais nos pavimentos evitando deslocamentos desnecessários além de disponibilizar de forma clara a real situação da obra bem como suas necessidades	Durante todo o processo de execução da fachada	Evitar deslocamentos desnecessários e melhorar a comunicação entre operadores
Falta de planejamento	Takt Time	Controlar a produtividade de acordo com a demanda de serviço	Durante todo o processo de execução da fachada	Evitar desperdícios de materiais e atrasos no cronograma, bem como o aumento da produtividade
Falha no pedido de materiais	Operações Padronizadas	Trabalhar em conjunto com os princípios do <i>Takt Time</i> para auxiliar o pedido de materiais	Durante todo o processo de execução da fachada	Evitar que a produção pare devido a falta de matéria-prima realizando o pedido no prazo conforme acordo com a fornecedora
Falta de qualidade do operador	Cinco S	Desenvolver o senso de autodisciplina em cada operador gerando hábitos que agreguem valores ao processo	Sempre que houver material humano envolvido no processo	Concientizar o operador a realizar seu serviço da melhor maneira possível

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho identificou-se, através da construção do mapa do estado atual, um conjunto de fatores que interferem na movimentação vertical dos componentes da fachada, dentre os quais destacam-se a adoção de um sistema empurrado na movimentação dos materiais, a constatação de que volume dos recipientes de transporte da argamassa impacta diretamente na produtividade do processo, bem como o fato do procedimento de programação da argamassa geralmente acarretar em atrasos na entrega do produto. Contudo, o resultado mais expressivo foi a constatação do impacto do processo de descida de resíduos na movimentação dos demais materiais.

Observou-se ainda que a produção é constantemente interrompida devido à problemas técnicos apresentados no elevador cremalheira e nas paleteiras, ocasionados pela falta de manutenção preventiva. Identificou-se, ainda, que a inexistência de um funcionário responsável pelo abastecimento dos balancins gera a interrupção da produção devido à falta do material nas frentes de trabalho.

Por fim, pode-se afirmar que a falta de comprometimento dos colaboradores responsáveis pela operação do elevador cremalheira, caracterizada por constante faltas e atrasos, geram frequentes paradas na produção, uma vez que o abastecimento dos materiais é interrompido.

Deste modo conclui-se que a origem da deficiência no transporte vertical de componentes de fachada não apresenta uma causa raiz, e sim, falhas e deficiências operacionais, de planejamento e de mão-de-obra que impactam o processo como um todo. A proposta de melhoria apresentada visa a eliminação destas falhas e deficiências, através da sugestão de aplicação de algumas ferramentas oriundas da filosofia Lean Construction: *Takt Time*, *Kanban*, Operações Padronizadas, Gestão Visual, “Cinco S” e *Total Productive Maintenance*, de forma isolada ou combinada às diferentes fases do processo de movimentação vertical de componentes de fachada.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, L.F.; DIETHELM, S. Organizing to Introduce Lean Practices in Construction Companies. **9th International Workshop on Lean Construction**, National University of Singapore, Singapore, August, 2001.

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves et al. **Lean Construction: filosofia e metodologias**. 2008.

CICHINELLI, Gisele. Transporte otimizado – Elevador de cremalheira pode ajudar a reduzir tempo de processos das construtoras. Revista **TÉCHNE**, edição 186. Junho de 2012.

FERRO, José Roberto. **Torne a Gestão Visual “Porque uma imagem vale mais do que mil palavras”**. Disponível em: < <http://www.lean.org.br/colunas/11/Gilberto-Kosaka.aspx?id=215&c=11> >. Acesso em: 16 jun. 2015.

FORMOSO, C. T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. In: **Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras**. Porto Alegre, v. 15, p. 50- 58, 2002.

GEREMIA, Carlos Fernando. **Desenvolvimento de programa de gestão voltado à manutenção das máquinas e equipamentos e ao melhoramento dos processos de manufatura fundamentado nos princípios básicos do Total Productive Maintenance (TPM)**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

GONÇALVES, Ricardo. A importância da fachada na arquitetura corporativa. **Revista Canteiro**. Editora PINI, junho de 2014.

GRENHO, Luís Filipe Santos. **Last Planner System e Just-in-Time na construção**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2009.

LORENZON, I. A. **A Medição de Desempenho na Construção Enxuta: estudos de caso**. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). UFSC, São Carlos. 2008.

MARTINS, Petrônio G., LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção** 1ª, ed. São Paulo: Editora Saraiva, 1998.

MELO, Eduarda C., *et al.* Aplicação da gestão visual no setor produtivo da empresa Ynovacor Texturização LTDA. Revista **UNIFEBE**, v. 1, n. 12, 2013.

PALADINI, E.P.. A Gestão da Qualidade Total nas Organizações e a Escola Clássica de Administração. Anais do **ENEGEP 97** – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre – RS, UFRGS, PPGE, 1997.

PASQUALINI, Fernanda. **Fluxo de Valor na construção de edificações habitacionais: Estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre/RS**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D. Construction sites: using lean principles to seek broader implementations. Proceedings...In. **12th Annual Conference on Lean Construction**, 2004, Elsinore. 2004

RIBEIRO, Paulo Décio. **Kanban: resultados de uma implantação bem sucedida**. Rio de Janeiro: COP Editora, 1989.

ROTHER e SHOOK (1999). **Aprendendo a enxergar**. 1.ed. São Paulo. Lean Institute Brasil.