

Área Temática: Operações

MENTALIDADE ENXUTA EM UMA EMPRESA DE TRANSPORTES VERTICAIS PARA AUMENTO DE PRODUTIVIDADE: ESTUDO SOBRE O VALUE STREAM MAPPING NA CADEIA PRODUTIVA

AUTORES

CAMILA PAPA LOPES

Universidade Católica de Santos
CAMILAPAPA@HOTMAIL.COM

MOACIR BISPO DOS SANTOS

Universidade Católica de Santos
moacir.bispo@otis.com

GETULIO K. AKABANE

Universidade Católica de Santos
akabane@webrazil.com.br

Resumo

Este artigo aborda a aplicação do Mapeamento da Cadeia de Valor (*Value Stream Mapping*) como uma ferramenta da Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*). Foi analisada uma célula de manufatura em unidade fabril responsável pela produção do sub-teto decorativo da cabina de um elevador de passageiros. Foi realizado estudo de caso qualitativo, com demonstração de alguns dados quantitativos para verificar resultados. Constatou-se que, ao identificar os estágios do fluxo de valor para cada família de produto e a eliminação de etapas que não agregam valor, tem como resultado final o aumento de produtividade e conseqüente atendimento às necessidades dos clientes, dentre eles o cumprimento de prazo estabelecido pelo mercado. Embora o exemplo utilizado nesta pesquisa tenha sido do processo produtivo em uma indústria de manufatura, a mentalidade enxuta e suas ferramentas podem ser aplicadas em diversos tipos de processo que se enquadrem como estratégicos para a empresa e que influenciem na qualidade, produtividade e competitividade. Outra tendência é de se espalhar também para as áreas de logística, suprimentos, recursos humanos e outros departamentos que necessitem eliminar desperdícios em seus processos.

Palavras-chave: Mapeamento da Cadeia de Valor. Produção Enxuta. Elevador.

Abstract

The paper discusses Value Stream Mapping application as a tool of Lean Manufacturing . Was analyzed in a cell manufacturing plant responsible for producing the sub-ceiling decorative cabin of a passenger elevator. Was conducted qualitative case study with demonstration of some quantitative data to verify results. It was found that, by identifying the stages of value stream for each product family and eliminate steps that add no value, is the end result of increased productivity and consequently respond to customer needs, among them the fulfillment of deadline by the market. Although the example used in this research has been the production process in a manufacturing industry, lean thinking and tools can be applied in various types of cases that fall as strategic for the company and that may influence the quality,

productivity and competitiveness. Another trend is also spreading to the areas of logistics, procurement, human resources and other departments that need to eliminate waste in their processes.

Keywords: Value Stream Mapping. Lean Manufacturing. Elevator.

INTRODUÇÃO

O estudo analisa a aplicação da ferramenta mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping- VSM*) da manufatura enxuta, em uma empresa de grande porte, fabricante de elevadores, situada em São Paulo. *Value Stream Mapping* significa mapeamento da cadeia de valor, que representa o estudo feito em qualquer tipo processo produtivo com o objetivo de mostrar os fluxos de entradas e saídas dos processos e entre os processos. O foco da pesquisa está dirigido a uma célula de manufatura na unidade fabril responsável pela produção do sub-teto decorativo da cabina de um elevador de passageiros, conforme figuras 01 e 02, sendo o contexto do trabalho restrito às relações de clientes e fornecedores internos dessa célula de produção da unidade fabril, que juntos formam um subsistema, entre vários existentes, para a fabricação e montagem de um elevador de passageiros na área produtiva.



Figura 01: Sub-teto decorativo modelo denominado para este estudo de "A"
Fonte: Empresa pesquisada (2008)



Figura 02: sub-teto decorativo modelo denominado para este estudo de "B"
Fonte: Empresa pesquisa (2008)

Sub-teto é a forma técnica como é chamado o teto decorativo de uma cabina de elevador, ou seja, um opcional vendido pela empresa para embelezar o produto final, sendo um conjunto de peças de aço inoxidável e pré-pintado, que realçam a estética interna dos elevadores tendo como principal função a fixação da iluminação interior da cabina, servindo também para direcionar a ventilação ambiente da cabina, aumentando a sensação de frescor, pois direciona o fluxo de ar propiciando uma maior percepção de ventilação por parte do usuário durante o curto espaço de tempo da viagem. Conforme Machline (1969, p. 7),

É difícil, também definir de modo preciso o que vem a ser indústria pequena, média e grande. As delimitações são arbitrárias e devem levar em conta não somente o número de funcionários, mas fatores como faturamento, capital, grau de tecnologia, natureza da administração e desenvolvimento industrial da região considerada.

A filosofia adotada para tal análise é a mentalidade enxuta (*Lean Manufacturing*), utilizada em setores produtivos para identificação e redução de desperdícios no processo produtivo, tendo sido criada no Japão em 1949 após a Segunda Guerra Mundial. Este conceito é inerente ao Sistema Toyota de Produção, tido como exemplo de desempenho de produção automotiva que foi posteriormente denominado de Sistema Enxuto de Produção (*Lean Production*), termo criado por Womack e Jones (1990).

Assim uma prática que era apenas técnica em verificar defeitos e conformidade, passou a abranger pessoas, equipamentos e sistemas de produção, dando lugar para o controle total da qualidade, estendendo assim a mesma a todos os elementos da cadeia produtiva, de forma que o desenvolvimento do produto contempla-se a eliminação de desperdícios de recursos materiais e humanos, tempo e custo (VOLLMAN; LEE; WHYBARK, 1997).

De acordo com Rother e Shook (1998), o mapeamento da cadeia de valor (VSM) diz respeito a todas as ações que agregam ou não valor ao produto, que normalmente requerem uma análise para se poder produzir através do fluxo principal para cada equipamento, utilizando a filosofia da mentalidade enxuta, desde a matéria-prima, com seus passos de pedido de compra e entrega, até o cliente final, contemplando assim a concepção gerada no mercado consumidor e engenharia de produto, até o seu lançamento no mercado. Esta ferramenta contribui, na medida em que analisa o fluxo da produção, o fluxo de material e como a informação se dá ao longo da cadeia produtiva, identificando as áreas que ocorrem deficiências na implantação da mentalidade enxuta. Pela elaboração de mapas atual e futuro, retrata o processo com símbolos e ícones que representam desde a entrada de matéria prima até o produto final, bem como todas relações existentes com os fornecedores e clientes.

Com a ênfase na busca da eficiência do processo produtivo, a eliminação de desperdícios e adoção de filosofias que eliminem os problemas que não agregam valor a cadeia produtiva, tornam-se importantes e consolidam-se por meio de ferramentas que analisem de forma holística as etapas envolvidas na produção. Considerando a diversidade de ferramentas de qualidade que estão embasadas pela mentalidade enxuta, entende-se como uma premissa desta pesquisa, que a ferramenta mais indicada que pode ser aplicada ao setor fabril de forma a antever problemas em cada célula e assim, propor melhoria contínua, é o Mapeamento da Cadeia de Valor (VSM).

Conforme Womack e Jones (2004), os gestores, ao internalizarem a mentalidade enxuta, passam a desenvolver a visão holística necessária para implementarem ferramentas que contribuam para o aumento de produtividade, consolidando suas funções ao engajarem os empregados nesta filosofia. O mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta que auxilia nesta visão holística e na participação de todos, uma vez que é analisada cada célula de produção, a partir da identificação de problemas por cada profissional, além da visão do mercado e solicitação dos clientes.

PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO

O problema da pesquisa é: quais são os aspectos da aplicação do *Value Stream Mapping* que resultam em aumento de produtividade em um processo por solicitação de cliente?

O objetivo é Investigar a contribuição da filosofia de manufatura enxuta em um processo produtivo com o uso da ferramenta mapeamento da cadeia de valor (Value Stream Mapping) em uma empresa fabricante de elevadores.

REFERENCIAL TEÓRICO

Mapeamento da cadeia de valor

Segundo o *Lean Summit* - Instituto de pesquisa sobre a produção lean (enxuta) (MARCHWINSKI e SHOOK, 2003; DUGGAN, 2002) o mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping*), é uma ferramenta que tem sido uma das mais utilizadas a partir da mentalidade enxuta. Para Womack (2004) o fluxo de valor é o conjunto de atividades que ocorrem desde a obtenção de matéria prima até a entrega ao consumidor do produto final.

Esta ferramenta, introduzida por Rother e Shook (1998), é um método de modelagem de empresas com procedimento voltado a construção de cenários de manufatura. Analisa tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações e contribui para o processo de visualização da situação atual, além de sustentar a construção de situação futura.

Conforme Rother e Harris (2002, p.63), “integram os homem (pessoas), material, máquinas e métodos e para isto é preciso fazer três perguntas: Como a informação flui? Como o material flui? Como os operadores fluem? Cada uma das questões sugere uma análise aprofundada sobre a produção em seus aspectos de problemas, criação de valor e eficiência do operador, sugerindo um olhar sobre o processo, os fins e as pessoas envolvidas.

Para Womack e Jones (2004), o mapeamento da cadeia de valor propõe progressão por meio de dois estados futuros, identificação do estado atual e proposição de estado ideal que será a proposta futura.

Tendo em vista os objetivos de uma produção enxuta, a forma de buscar atender o incansável trabalho da eliminação de desperdícios, focando para tal o fazer desde a primeira vez da forma correta com o conceito do zero defeito, é um fator preponderante para o sucesso, atrelado ao tempo de preparação (*Set-up time* zero - Tempo de preparação de uma máquina para poder produzir um lote de peças), eliminação da movimentação das peças e dos operadores, busca da manutenção total da produção (TPM - Sigla de designa a manutenção total da produção) objetivando a quebra zero do maquinário, a menor quantidade de estoque para se produzir, como, também, para produto acabado no final de linha, o menor *lead time* (tempo de demora de uma determinada peça ou produto ou processo) de produção possível em cada linha e posto de trabalho. Para tanto, a produção enxuta se utiliza de ferramentas como a reorganização de *layout* fabril e celular, o cartão *kanban* e a ferramenta *value stream mapping* (VSM) – mapeamento do fluxo de valor.

Conforme Rother e Shook (1998), o VSM é um método que pode ser aplicado de forma simples, utilizando-se para tal a construção de cenários de linhas de produção, levando em consideração os fluxos de materiais e de informações que se aplicam em uma cadeia produtiva, possibilitando uma ampla e simples visualização do mapeamento do estado corrente (*current state mapping*) e na possibilidade da sugestão de construção do mapeamento do estado futuro (*future state mapping*) da situação estudada.

O VSM é uma ferramenta importante no sentido de analisar o fluxo de valor associado ao desenvolvimento de produto, que influencia na sua qualidade, pois, se não houver compreensão desse fluxo, a relação do valor do cliente perde-se e as mudanças realizadas no processo deixam de proporcionar as melhorias necessárias na visão do cliente, conforme Machado (2006).

De acordo com Slack et al. (2008), o objetivo do fluxo é centralizar um produto específico e fazê-lo fluir pela empresa a partir de ferramentas de reavaliação dos processos de trabalho e de redução de desperdícios.

O *Lean production* foi trazido ao domínio público por Womack, Jones (1990) e posteriormente por Reis (2004) baseado no sistema Toyota de Produção, definindo o *Lean Thinking* (mentalidade enxuta) e para eles os cinco princípios básicos que norteiam a mentalidade enxuta são: atribuição de valor, a cadeia de valores, o fluxo, o puxar e a

perfeição; que têm relação estreita com o VSM por analisar melhorias de produtividade que irão embasar a qualidade para o cliente.

Segundo Calado (2006), Fontanini (2004), Reis (2004), Womack *et al.* (2004b), Favaro (2003), Womack e Jones (1990) e Imai (1986), os cinco princípios são:

A **atribuição do valor** se dá pelo cliente através de sua necessidade e não pela empresa, cabendo para esta última a interpretação desta necessidade, transformando-a em produto ou serviço, atribuindo assim um preço que cubra os custos e dê possibilidade de lucros e busca pelo melhoramento contínuo dos processos, eliminando os desperdícios, reduzindo assim os preços e aumentando a qualidade.

A **cadeia de valor** são as atividades inerentes para que se possa projetar, comprar e ofertar ao mercado um produto específico, ou seja, desde a concepção do lançamento até as mãos do cliente.

O **fluxo de valor** é o ato de analisar a cadeia produtiva, identificando os processos que geram valor, os que não agregam valor e os que não geram valor, porém são importantes para a manutenção da qualidade. Entende-se como conjunto de todas as ações que visam um processo sem interrupções, perdas ou contra fluxos ao longo da cadeia produtiva.

Buscar que o cliente **puxe** a produção, sem ter que fazer sem necessidade e depois empurrar o produto, eliminando os excessos que são uns dos pontos da “casa do STP” e possibilitando a redução de tempo, esforços, erros e custos.

O quinto passo que é a **busca pela perfeição**, nada mais é do que a eliminação de toda e qualquer atividade que consuma recursos e não agregue valor ao produto, é deixar o processo transparente para todos que atuam na cadeia de valor entendam, visualizem e ajam para eliminar os desperdícios.

Para Womack e Jones (1990), manufatura enxuta é enxuta porque usa menos insumos do que a produção em massa, metade de necessidade de trabalhadores na fábrica, metade do espaço físico, metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto, metade dos investimentos em ferramentas e menos da metade do estoque na localidade.

METODOLOGIA

O trabalho se baseia no estudo de caso qualitativo e quantitativo, definido como pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos, particularmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são precisos, de acordo Yin (2005) e Ludwig (2009).

Primeiramente foi realizada a pesquisa bibliográfica sobre qualidade existente em livros, revistas científicas, sites de busca acadêmica, dissertações e teses sobre o tema. Para a realização da pesquisa, optou-se pela triangulação de Yin (2005), adotando a pesquisa bibliográfica, documental e observação participante.

Nesta pesquisa as fontes utilizadas foram a observação direta e participante (COOPER; SCHINDLER, 2003), além das informações coletadas *in loco* (a observação direta se dá no local escolhido, isto é, a célula de manufatura de sub-teto decorativo de uma cabine de elevador). Pode-se, assim, tanto compreender os fenômenos que acontecem quanto compreender os limites ou os problemas do local. A observação participante faz com que o pesquisador não seja somente um sujeito passivo, mas integrado com o grupo, assumindo funções dentro da análise. Desta forma, o ponto forte da fonte de evidências é que existe uma perspectiva em relação a comportamentos e razões interpessoais e, também, os mesmos pontos mencionados na observação direta. A análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar, testar e recombinar as evidências quantitativas e qualitativas encontradas, segundo Yin (2005),

A observação participante foi realizada com análise em um processo no setor de produção da empresa com aplicação do conceito de *Value Stream Mapping*. Os resultados

foram analisados de forma quantitativa, comparando-se resultados sobre processos e produção.

A análise foi realizada sobre um exemplo prático de implantação da mentalidade enxuta em uma empresa de elevadores, apresentando os ganhos alcançados com a utilização da técnica mapeamento da cadeia de valor em uma célula de produção.

Trabalhou-se o processo de implantação do sistema enxuto de manufatura, tendo percorrido a participação, diretamente na execução das tarefas, com acesso às informações que transitaram durante o período de implantação do projeto.

Os sujeitos da pesquisa são os operadores participantes da célula de manufatura do sub-teto decorativo de uma cabina de elevador, passando pelas etapas de preparação de insumos necessários, montagem mecânica e elétrica, além dos dispositivos e fluxo de processo.

Coleta de Dados na Empresa

Os dados foram coletados por meio de técnica interativa de *workshop*, onde foram levantados os fluxos do processo atual e elencados os problemas existentes que causam desperdícios (*muda* - desperdícios). Em seguida, foram levantados os fluxos das peças e componentes que são requeridos na montagem completa de um sub-teto decorativo, assim como a tomada do tempo de cada operação executada e requerida no posto de trabalho e o levantamento do estoque de peças entre os postos de trabalho (denominados na empresa como *work in process – wip*) e acabadas. As informações foram levantadas na seguinte seqüência:

- 1- Identificar qual é o *takt time* (*Takt time* é um termo utilizado para explicar o tempo que o mercado estabelece para a produção de uma peça ou seu processamento em cada célula, de forma que a produção possa acompanhar a demanda) da célula;
- 2- Implantar supermercados (estoques) de peças e componentes na célula, ou somente trabalhar com os abastecimentos realizados nos prazos que o almoxarifado oferece;
- 3- Implantar o fluxo contínuo;
- 4- Colocar sistemas puxados por cartões *kanban* para controlar a produção anterior e minimizar estoques desnecessários;
- 5- Identificar onde inicia (puxador) o processo produtivo desta célula;
- 6- Balancear o fluxo produtivo no que diz respeito ao homem em cada posto de trabalho;
- 7- Sugerir melhorias de processo necessárias para que o fluxo de valor comporte-se como o fluxo futuro do processo;
- 8- Definir os itens a serem mantidos em estoques e quais serão produzidos por encomenda;
- 9- Identificar a quantidade de cada item que se deve manter no estoque do supermercado;
- 10- Definir a forma de abastecimento do supermercado de peças;
- 11- Sugerir a expansão do sistema puxado para outras células de manufatura;
- 12- Aumentar o nível de conscientização naqueles que fazem parte do fluxo de valor da célula estudada;
- 13- Identificar qual o tempo real necessário para cada elemento do trabalho;
- 14- Identificar os equipamentos, dispositivos, *layout* e processos, para que o operário possa atender o *takt time* requerido;
- 15- Sugerir um *layout* organizado para que o operador possa fazer seu trabalho da maneira adequada e segura;
- 16- Distribuir as tarefas entre os operadores;
- 17- Sugerir a maneira de entregar o sub-teto para o cliente;
- 18- Sugerir a embalagem que garantirá a maior integridade do produto.

Análise dos dados obtidos no mapeamento da cadeia de valor

Os dados tiveram tratamento não estatístico e foram levantados essencialmente no piso de fábrica, mais precisamente, na célula de manufatura do sub-teto decorativo de uma cabina de elevador, de onde foram extraídos os elementos para análise.

Foi feito o desenho do estado atual do processo (*current state map*- Mapa do estado atual do processo produtivo), identificando-se as oportunidades de melhorias e eliminação de desperdícios perante as técnicas de análise do VSM, depois foi elaborado um plano de ação para implementação das ações a fim de se estabelecer um novo patamar do processo, ou seja, um novo estado, conhecido como o estado futuro do processo (*future state map*- Mapa do estado futuro do processo produtivo).

Com o estabelecimento do estado futuro, os times de trabalho se dividiram e mediante plano pré-estabelecido, deram início as implantações das sugestões recebidas durante o exercício de identificação de desperdícios. Para o acompanhamento das ações planejadas e realizadas, foi criado o controle de ações para manter todo o time no mesmo patamar de informação, objetivando a redução ou eliminação das tarefas que não agregam valor ao produto ou ao processo e seus conseqüentes tempos de produção reduzidos, trazendo os processos para o patamar do *takt time* do mercado, atendendo assim as expectativas do cliente.

RESULTADOS

Análise do problema na célula de produção

O processo analisado teve como foco, avaliar a produção e entrega de um opcional decorativo (sub-teto) dos equipamentos da linha de elevadores modelo da empresa focal, mediante aos problemas e reclamações recebidas motivadas pelo acabamento superficial do produto, este levantamento foi feito durante um período de um ano compreendido entre 2007 e 2008, conforme gráfico 01.

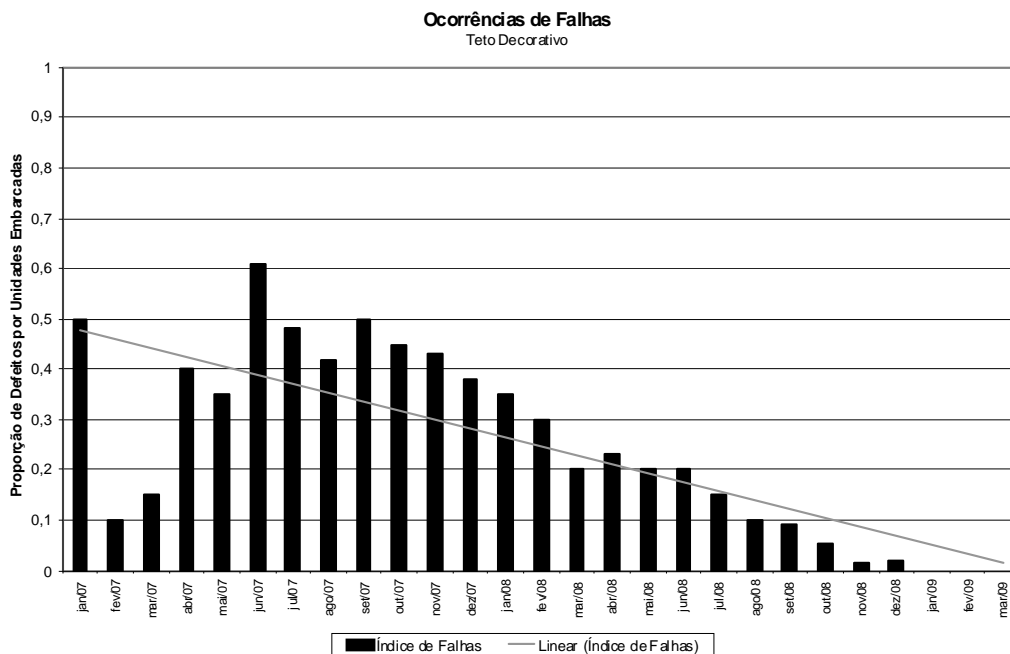


Gráfico 01 – índice de falhas na entrega do sub-teto
Fonte: Empresa pesquisada (2008)

A pesquisa teve início a partir de dados coletados em relatórios de qualidade do setor produtivo e do setor de campo da empresa, onde alguns equipamentos não estavam sendo fornecidos no prazo adequado para instalação, fato resultante devido aos atrasos gerados pelos problemas de qualidade no acabamento do sub-teto decorativo.

Segundo Machline (1969), a relação entre a qualidade e seus custos se dá o nome de economia da qualidade. A visão do empresário é a obtenção de lucros máximos, logo, os aspectos relativos aos custos são fundamentais para seu objetivo.

Além disso, os cálculos dos custos de qualidade são de extrema importância para a identificação das despesas excessivas de fabricação, a determinação dos custos da qualidade permite detectar quais áreas mais rendosas que se devem “atacar”.

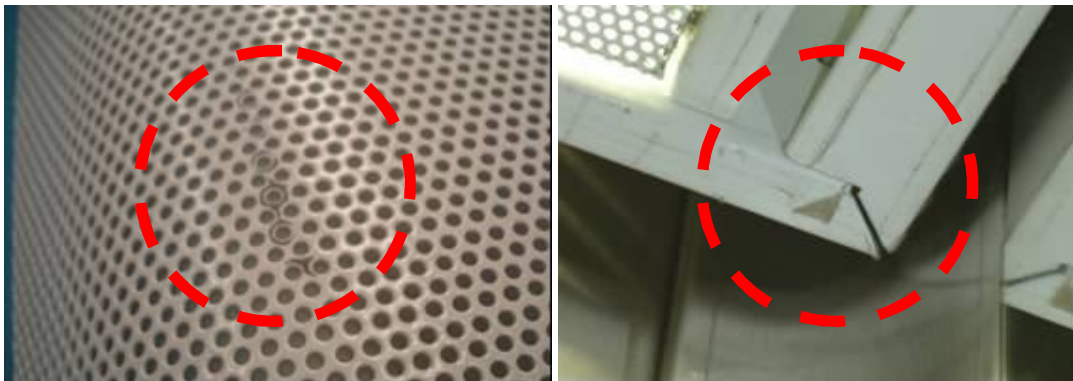
As falhas nas entregas tinham uma concentração no ano de 2007 antes da aplicação do VSM na célula do sub-teto. Os problemas são relatos da equipe de instalação dos sub-tetos nos elevadores vendidos para os clientes, como também, reclamações recebidas diretamente dos clientes após a instalação dos mesmos.

Os problemas ocorridos tinham uma maior concentração no acabamento superficial do sub-teto, que passavam por arranhões no produto, amassados e principalmente o esquadrejamento das peças finais após montadas, que apresentavam uma má formação estrutural final, não apresentando assim uma estética adequada.

Os tipos de falhas levantados são os seguintes:

- Arranhões que ocorrerem durante a movimentação interna das peças na fabricação de um posto de trabalho para outro e montagem das mesmas no processo produtivo, durante o transporte para a obra de destino, no descarregamento das mesmas na obra ou na instalação do produto em obra.
- Mal acabamento de pintura das peças, podendo ter sido originado internamente a produção ou no transporte;
- Falhas de montagem tais como esquadrejamento, alinhamento e paralelismo entre peças;
- Amassados que ocorrerem durante o processo fabricação, transporte e instalação.
- Embalagem inadequada para manuseio e transporte até destino final.

A análise da qualidade foi realizada em relação a dois âmbitos: cliente interno, representado por profissionais de instalação do elevador que trabalham na empresa e cliente externo, o usuário do equipamento. Os problemas de qualidade são determinados por peças danificadas e mal acabadas que ocorrem no processo de produção, transporte e instalação conforme figura 03.



Figuras 03: Detalhe dos problemas de qualidade – danos na pintura E esquadrejamento aberto entre peças
Fonte: Empresa pesquisada (2008)

Com base nos dados coletados das solicitações das equipes de campo que instalam os

equipamentos, surgiu a necessidade de aplicar a ferramenta mapeamento da cadeia de valor para analisar a célula de trabalho, de forma a identificar os fatores que impedem atender com eficácia os padrões de qualidade exigidos pela empresa, na representatividade do grupo de instalações e do cliente final.

Etapas da Realização do Value Stream Mapping

A etapa primeira que iniciou o mapeamento da cadeia de valor foi o convite feito aos profissionais envolvidos no setor de produção, com níveis hierárquicos variando entre os operacionais, de supervisão e gerencial, os assim considerados, “pessoas-chaves” envolvidas no processo. O objetivo foi formar uma equipe com pessoas de vários departamentos do processo produtivo, como também convidados que de certa forma influenciam no produto final, ou seja, empregados que estão diretamente envolvidas na produção e instalação do sub-teto decorativo.

Foi montada uma equipe multi-funcional, dentre eles o gerente de manufatura, o supervisor de produção da linha de cabina modelo, o supervisor de almoxarifado, o supervisor de recebimento de materiais, engenheiros de processo, engenheiros de produto, ferramenteiros, abastecedores de peças na linha, almoxarifados, compradores, montador de produção elétrico, montador de produção mecânico, eletricitista de manutenção e mecânico de manutenção.

Após a reunião do grupo, foi realizada uma primeira reunião para explicar o motivo que gerou a necessidade do trabalho, explicitando o problema e o impacto negativo do mesmo nos negócios, possibilitando assim o começo do mapeamento do fluxo de valor do processo escolhido.

O primeiro mapeamento é definido como mapa da situação atual (*current state map*), onde deve ser considerado o fluxo de informações desde a compra do equipamento até a entrega do mesmo ao cliente, ou seja, o mapeamento se inicia no cliente e termina no cliente, reforçando a importância deste em todo o processo da empresa, ressalta-se que necessariamente é importante reportar o que está acontecendo no momento no processo produtivo, sem tirar e nem por nada que não exprima a pura realidade dos fatos.

Assim, é feito o desenho do processo produtivo com cada uma das etapas que faz parte do processo de venda, especificação de materiais, compra de insumos, programação de ordens de manufatura (corte e dobra) e montagem do sub-teto decorativo, demonstrando e desenhando o fluxo de cada componente que faz parte da montagem final do produto sub-teto.

Dando continuidade aos trabalhos, o grupo foi dividido em dois para que o processo de coleta de dados acontecesse de maneira rápida e abrangente.

O grupo 1 ficou incumbido da tomada de tempo de confecção de cada operação e de cada componente do sub-teto, estabelecendo assim a coleta de dados para se montar um exemplar de cada tipo dos quatro possíveis, composto por dois engenheiros de processos, o supervisor de cabina e um engenheiro de produto.

O grupo 2 foi responsável pela contagem da quantidade atual de estoque em cada ponto do processo produtivo, sendo este contabilizado na entrada e na saída de cada ponto do processo, composto de um almoxarife, o gerente da área, o abastecedor de peças do setor e um comprador. Tal tarefa é importante para identificar quantas peças o processo está fazendo de forma correta ou desnecessária em todos os pontos, assim o estoque de cada componente é contabilizado no trabalho.

A divisão foi feita para que um grupo tomasse os tempos de processo, enquanto o outro time ficava responsável por desenhar os *layouts* atuais e a contagem de estoque de peças entre os processos produtivos.

O levantamento de dados leva em conta os tempos de fabricação de cada posto de trabalho evidenciando os tempos de ciclo produtivo, desperdício, valor agregado, sendo os

mesmos representados nos postos de estampagem, dobra, montagem elétrica, montagem do quadro e embarque.

A análise final deste mapeamento inicial, demonstra que o processo produtivo referente ao ciclo produtivo do sub-teto decorativo, passando pelos postos de trabalho inerentes ao mesmo, possui um tempo total de processamento de 156' 30". No tocante ao tamanho do estoque em peças, chega-se a quantificação de que existe um total de 11,4 dias de peças feitas.

A figura 04, mostra o esquema desenhado do mapa do estado atual do processo produtivo do sub-teto. Observa-se a utilização dos símbolos que descrevem cada posto de trabalho da situação encontrada e a forma com que o fluxo tanto de peças e informações se processa.

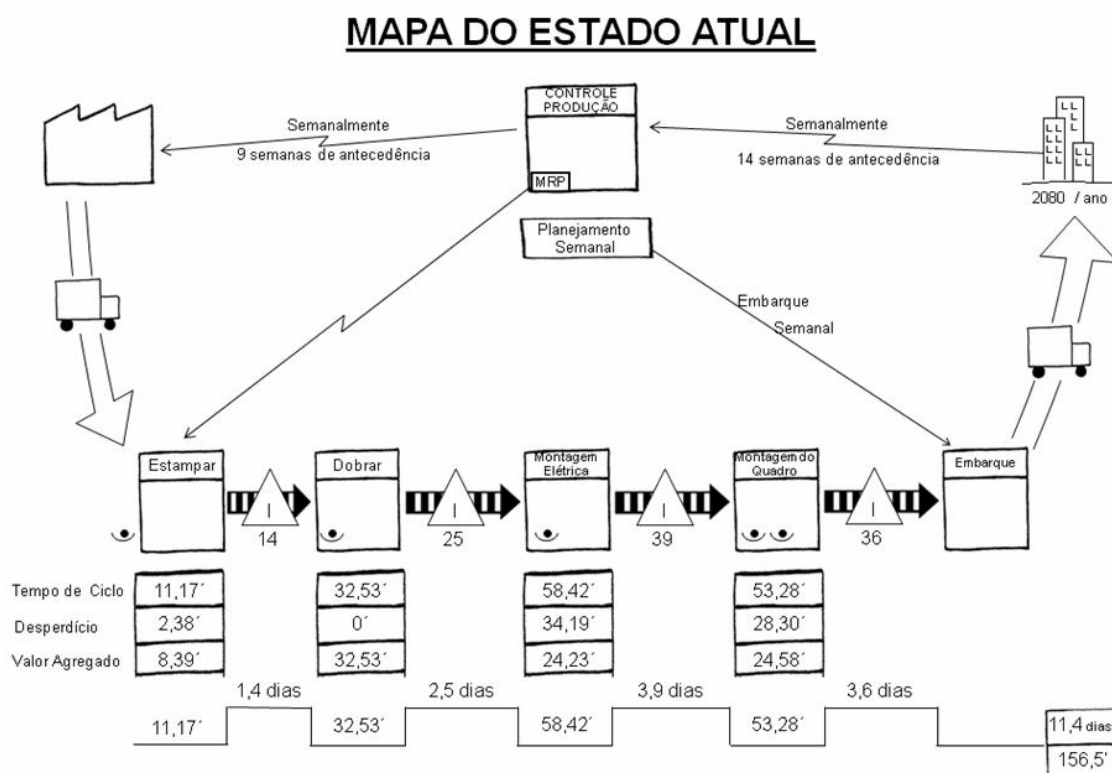


Figura 04 - Mapa atual do processo produtivo do sub-teto decorativo
Fonte: Empresa pesquisada (2008)

Descrição das etapas do mapeamento da produção

O processo é iniciado quando o cliente efetua a compra do equipamento e o vendedor da empresa envia eletronicamente a ordem de venda e se efetua o cadastro da ordem de venda no sistema MRP (*manufacturing resource planning*).

Esse sistema será executado de acordo com os parâmetros estabelecidos pelos planejadores para o cálculo provável da demanda, emitindo assim a ordem eletrônica para compras (pedido de compra) e para a fábrica serão emitidas as ordens de fabricação.

Em seguida, com os treinamentos recebidos em relação aos desperdícios (*muda*), analisado no referencial teórico, identificaram-se os tipos de desperdícios que fazem parte da cadeia de produtiva, desde a movimentação desnecessária, excesso de inventários, defeitos de fabricação ou componentes recebidos, excesso de produção nos postos de trabalho, esperas desnecessárias por operações anteriores a analisada ou peças faltantes no momento da produção propriamente dita, transportes feitos a mais do que os necessários entre os postos e que por sua vez não agregam valor ao produto. Tais tarefas tiveram como fonte de consulta e

comparação, exemplos já estudados em outras unidades fabris do grupo. As metas de redução de desperdícios de todo time de trabalho foram pré-definidas em alguns tópicos, onde pontos estipulados como foco de obtenção de redução de desperdícios são os que seguem.

Tabela 01 - Objetivos iniciais do estudo

Tópicos a serem trabalhados	Objetivo: reduzir em
Espaço (m ²)	35%
Distância percorrida pelo operador (m)	50%
Distância percorrida pela peça (m)	50%
Tempo de Ciclo Total (min.)	30%
<i>Lead Time</i>	20%
Estoque (em dias)	30%
Pessoas	0%
Capacidade produtiva (dias)	30%

Fonte: Empresa pesquisada (2008)

Após os trabalhos realizados pelos grupos, mais uma reunião foi feita e utilizando os dados coletados, foi desenhado o fluxo do processo atual. O processo tem seu início e término no cliente, assim, o mapa desenhado mostra o cliente passando as informações de compra do elevador para o sistema de controle da produção MRP (planejamento de materiais), que por sua vez irá dar início as ordens de compras de componentes e ordens de confecção de peças na área produtiva, estabelecendo as datas início e fim de cada posto de trabalho, obedecendo à data de entrega do equipamento ao embarque.

Com a seqüência produtiva, colocam-se no mapa os ícones que representam cada posto de trabalho e seus respectivos tempos de produção e estoque de entrada e saída. O processo que se dá de um posto de trabalho para outro, também é rastreado, informando se está sendo utilizado o sistema FIFO (FIFO – *First in First out*, forma de determinar como a peça é utilizada no processo produtivo, ou seja, a primeira que entra é a primeira que sai) ou está sendo utilizado algum tipo de estoque intermediário que pode ser conotado como "supermercado".

O mapa fica completo quando os tempos e estoques intermediários são alocados em cada posto de trabalho e totalizados em cada operação, dando o resultado final de quantidade de estoque geral e tempo de processo geral. Em seguida foram analisados nesta célula os vinte princípios do mapeamento da cadeia de valor para obter uma célula de manufatura enxuta *one piece flow* – fluxo de uma peça por vez.

Observa-se que não se dispõe de facilidade para aplicação de cada uma das vinte premissas, mas deve-se procurar atingir estes parâmetros no trabalho final, ou o mais próximo possível deles.

Em seguida, foram incluídas no mapeamento as informações obtidas no *current state mapping*, mapa corrente e assim foi finalizada a primeira fase, com o conhecimento das entradas e saídas e o fluxo do cliente para o fornecedor, fábrica e setor de produção.

Os gargalos são identificados pelo *takt time*, onde foi descoberto o tempo que cada sistema deve seguir para executar a tarefa no seu posto de trabalho.

Foi comparado o tempo que levou em cada posto de trabalho com o tempo que o mercado requer um sub-teto (*Takt Time* = TT), um versus o outro, posicionando a empresa no

âmbito geral e também cada posto em relação ao tempo do mercado, ou seja, a demanda.

Após a comparação, o passo seguinte é identificar os pontos que estão sendo atendidos ou não, mediante o tempo que o mercado pede um produto em relação com cada posto de trabalho, utilizando-se os dados obtidos com relação aos desperdícios verificados no setor produtivo.

Neste processo específico analisado, o tempo não estava adequado e outros fatores foram identificados como geradores de desperdícios na produção, o que acabaram gerando os defeitos nas peças e atrasos.

Os próximos passos estão voltados a se pensar na nova forma de se produzir, levando em consideração as anotações feitas mediante os desperdícios identificados, surgindo assim os estudos para o mapa futuro de produção, pautados nos vinte premissas de uma célula de produção enxuta.

Foi rearranjada a produção na célula com novo tempo de movimentação e propostas de eliminação dos desperdícios, sendo estabelecido um novo *layout* para a confecção do *future state mapping*, com novo processo de trabalho para adequar a produção a solicitação do cliente, conforme figura 05.

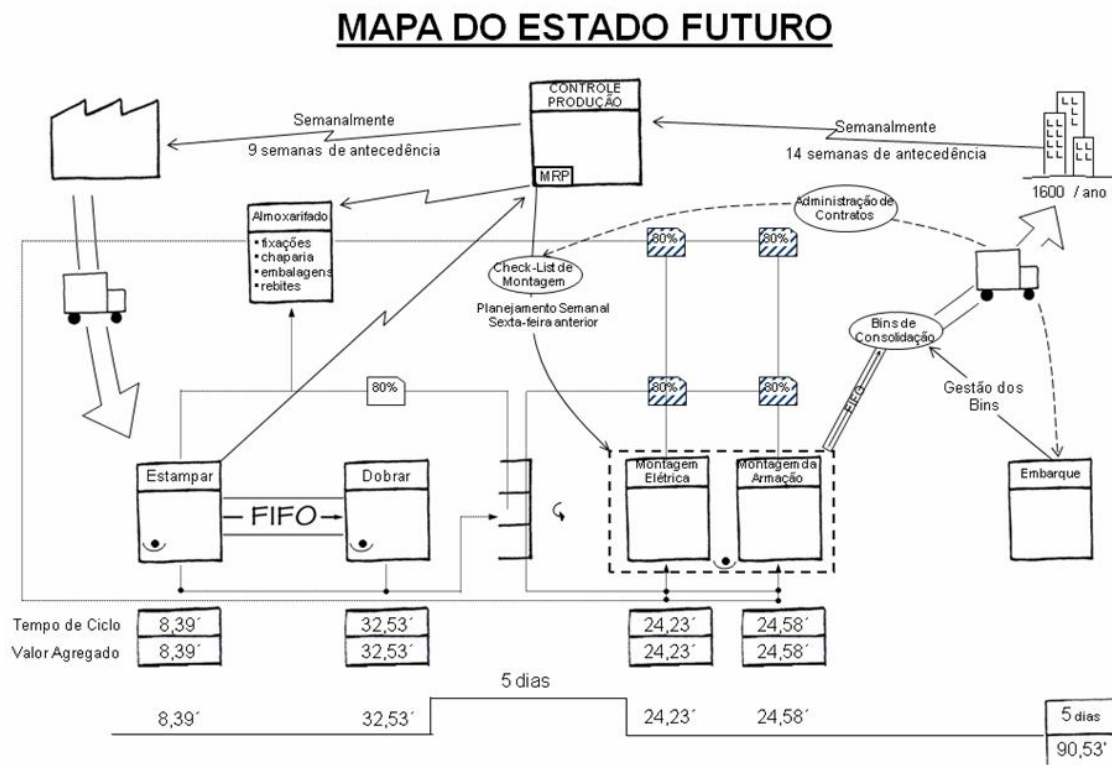


Figura 05: Mapa futuro do processo produtivo do sub-teto decorativo
Fonte: Empresa pesquisada (2008)

A análise final deste mapeamento da proposta do fluxo futuro do processo, tendo em vista as implementações realizadas, demonstra que o novo fluxo de peças e informações tomou proporções bem diferentes das iniciais, onde o tempo de processamento passou para 90' 53" e o estoque ao longo da cadeia produtiva passou a ser de 5 dias.

Para se fazer a confecção dos supermercados, fez-se um levantamento das peças de maior produção e que teriam repetibilidade, onde a decisão do grupo foi de colocar no supermercado as peças que possuíam uma incidência de 80%. A decisão sobre os 20% restantes de peças foi a de se pedir via ordem emitida pela programação e controle da

produção, assim, estas peças passaram a ter o caráter de especiais. O gráfico 02 demonstra o levantamento para compor o supermercado dito (80-20).

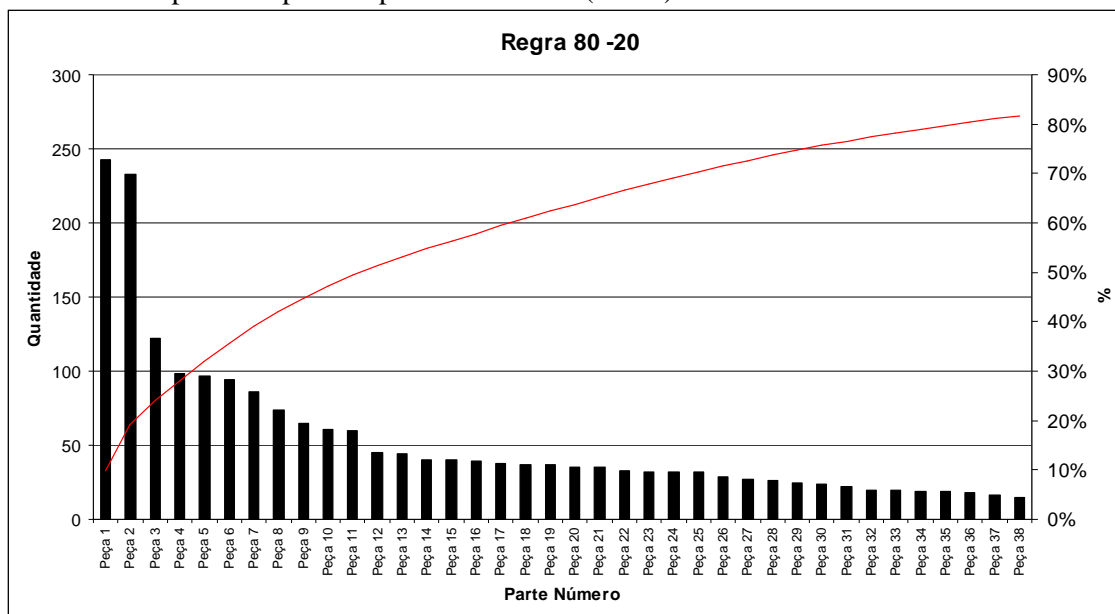


Gráfico 02: Mapa futuro do processo produtivo do sub-teto decorativo
Fonte: Empresa pesquisada (2008)

Tal procedimento é aplicado de forma contínua na produção e gera investimentos e melhorias em todos os postos de trabalho e em todo o setor produtivo.

Os resultados foram atingidos mediante a redução de desperdícios e a utilização de ferramentas da produção e mentalidade enxuta, tendo o VSM como o ponto guia nos trabalhos, uma vez que o mapeamento de todas as ações que agregam ou não valor ao produto, foram estudadas e revistas pelo grupo de estudo. A premissa como a confecção do supermercado intermediário entre os postos de trabalho de dobra, montagem elétrica e de quadro, passando o posto de montagem a ser o “puxador” do processo, foram tópicos adotados, possibilitando o posto de dobra acionar todo o processo de produção na área de corte e puncionamento.

Para que este supermercado funcione, o *kanban* de retirada foi estabelecido entre os postos de montagem e o supermercado de peças já dobradas, com quantidades calculadas objetivando manter somente o necessário para não parar a produção do posto de trabalho que possui o supermercado. Este supermercado está dimensionado para “rodar” com a quantidade de peças que contempla 05 dias de estoque, porém comedido e controlado, pois seu acionamento de reposição só se processa após o uso por completo da quantidade pré-estabelecida nos *kanbans* que nele existem.

No cálculo dos cartões, levou-se em conta estudos para as peças de maior produção e repetibilidade, pois para itens que não possuem uma saída constante no dia a dia da produção, foram tratados como especiais, tendo seu trâmite estipulado de forma diferente do que o cartão *kanban* padrão para itens comuns aos sub-tetos em questão. Para se chegar a este resultado, um estudo das movimentações de peças que mais saíram na produção foi feita durante o período de um ano, compreendido entre 2007 e 2008, onde se considerou para efeito da confecção de *bins* (local onde se coloca peças nos supermercados) nos supermercados, as peças com 80% de frequência de saída. Os 20% restantes foram considerados itens especiais que eventualmente são solicitados para serem produzidos, para este caso, a produção será feita mediante ordem de produção emitida pelo departamento de controle da produção.

O posto de dobra passou a receber peças da estampagem por meio do sistema FIFO, sendo que a estampagem recebe as ordens vindas do departamento de controle da produção. O emprego do *first in first out*, limitou com isto os estoques intermediários entre os postos de dobra e estampagem, que inicialmente girava em torno de 3,9 dias passando a ser ZERO dia, além disto, faz com que um sub-teto por completo seja processado, garantindo assim o fluxo contínuo e por completo de um produto por inteiro e não quantidades sem balanceamento de processo.

O fator de relevância do processo foi a mudança de cultura no posto de montagem, pois deixou de se produzir várias peças em desequilíbrio de quantidades e seqüências, para a produção de um sub-teto totalmente acabado, ou seja, não se produz mais partes de um sub-teto para depois ser completado no final de um dia de trabalho ou expediente, a forma de trabalhar foi alterada para atender uma das premissas de uma produção enxuta que é de se fazer *one piece flow*. A redução aqui foi de não se produzir mais para estoque de forma desordenada, passando de um estoque inicial conhecido no mapeamento inicial atual do processo de 7,5 dias entre os postos de montagem elétrica e de montagem de quadro, para ZERO dia de estoque, pois o sub-teto passou a ser pago por completo ao embarque e não por partes. Outro princípio da manufatura enxuta que é o de evitar o transporte de grandes quantidades também está atendido, uma vez que se produz somente o que se pede pelos cartões *kanban*, além do limite do FIFO estabelecido entre os postos intermediários, que neste momento sofre a forma de “empurrar” para o posto de dobra só uma peça por vez e este por sua vez, só trabalha na primeira peça que chega a seu posto empurrada pela estampagem.

Para eliminação de desperdícios de montagem, foram elaboradas bancadas com maior ergonomia, visando à redução de movimentos desnecessários e repetitivos. A padronização dos processos de montagem e a seqüência das operações são outros fatores que contribuíram com a diminuição dos tempos de processo, levando-se em conta a redução a zero do contra-fluxo das peças. Os problemas de qualidade das montagens, os *turn backs*, são identificados através de carta padrão de recolhimento semanal de informações, propiciando a análise acumulativa dos problemas e possibilitando focar nos pontos necessários para minimizar as incidências através da análise da causa raiz dos mesmos.

A tabela 02 mostra os percentuais atingidos, evidenciando as melhorias nos âmbitos de espaço ocupado, distâncias percorridas por pessoas e peças, diminuição dos tempos, atendimento ao *takt time*, a redução dos estoques na linha, propiciando menos investimentos nas compras e por fim a possibilidade de um aproveitamento de mão de obra em setores fabris que necessitavam de mão de obra por estarem desbalanceados perante as exigências setoriais.

Tabela 02 - Resultados finais

Tópicos a serem trabalhados	Atual	Objetivo	Futuro	Melhoria
Espaço (m ²)	223	35%	85	62%
Distância percorrida pelo operador (m)	910	50%	96	89%
Distância percorrida pela peça (m)	300	50%	120	60%
Tempo de Ciclo Total (min.)	156	30%	91	42%
Lead Time	14	20%	14	0%
Estoque (em dias)	11,4	30%	5	56%
Pessoas	5	0%	3	20%
Capacidade (dias)	8,53	30%	9,9	16%

Fonte: Empresa pesquisada (2008)

Os problemas de qualidade citados anteriormente, como riscos, amassados e acabamento superficial, foram minimizados devido ações tomadas que resultaram em alterações no processo produtivo. Uma das principais ações tomadas foi a substituição da matéria prima da embalagem do sub-teto, anteriormente ao VSM era feita de papelão, que para esta aplicação é considerado um material pouco resistente as movimentações necessárias e intempéries que os equipamentos ficam expostos. Após a reunião com os integrantes do grupo de trabalho e durante a sessão de *brainstorm*, a matéria prima foi alterada, passando a ser de madeira que por sua vez são mais resistentes aos impactos durante o transporte e condições do tempo.

Com relação aos problemas de esquadreamento das peças, foram feitas modificações no produto. A melhoria consistiu em eliminar as emendas nos cantos das peças de 45° para uma emenda a 90°, conforme figuras 26 e 27.

O mapa desenhado no início do processo de levantamento de dados trouxe a tona os “gargalos” produtivos, possibilitando a análise e solução do balanceamento da linha, visando à equalização entre os postos de trabalho para garantir o fluxo contínuo do processo. Todo o conjunto de ações tomadas possibilitou a redução dos desperdícios do setor produtivo, fazendo com que o gráfico de balanceamento das operações ficasse dentro dos parâmetros necessários para se atender o *takt time* (TT) do mercado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise detalhada do processo e adoção de ferramentas com finalidades específicas, os aspectos que influenciam na produtividade podem ser elencados: necessidade do mercado, exigência dos clientes, redução de tempo de produção, redução de fluxos no processo, melhoria das capacidades internas, realocação de competências, maior visibilidade nos processos e interação entre grupos de trabalho, estes como fatores de mudança organizacional.

Observou-se a inter-relação entre as ferramentas no setor produtivo e a competência dos gestores com visão holística do processo produtivo além de engajar os profissionais, incluindo o chão de fábrica, nesta proposta para obter um processo reformulado com redução de desperdícios no ciclo produtivo. Com o VSM, esta atividade passa a ser uma prática corrente e contribui para que gestores e funcionários internalizem a filosofia e passem a multiplicá-la em sua vida fora da empresa.

No exemplo proposto, observou-se a exigência do cliente como início dos trabalhos para a aplicação do VSM, sendo necessário investigar de forma empírica cada fluxo do processo e entender como este funciona, quais os itens necessários e a atividade humana requerida como forma de valorizar as pessoas no setor produtivo e com a contribuição de análise por definição de layout passado e futuro para verificação dos problemas, pois permite observar quais as necessidades do trabalhador e sistematizá-las com a produtividade deste. Tal pressuposto, além de verificar as necessidades humanas, inclui modelos de mensuração quantitativa na produtividade, conforme apresentado na teoria.

Embora o exemplo utilizado nesta pesquisa tenha sido do processo produtivo em uma indústria de manufatura, a mentalidade enxuta e suas ferramentas podem ser aplicadas em diversos tipos de processo que se enquadrem como estratégicos para a empresa e que influenciem na qualidade, produtividade e competitividade.

Entende-se que esta ferramenta pode ser adotada na gestão de negócios de forma a visualizar os processos, sejam eles produtivos ou mesmo de serviços e consultoria, a partir de uma perspectiva holística do negócio e da conduta dos profissionais envolvidos, tendo com conhecimentos básicos a adoção de ferramentas complementares escolhidas conforme cada situação que se apresenta, mas com o mapeamento como forma de sistematizar a realidade e desta forma, antever soluções que sem a visão do todo, não seriam passíveis de formulação.

REFERÊNCIAS

- CALADO, Robisom D. **Aplicação de conceitos da manufatura enxuta no processo de injeção e tampografia de peças plásticas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- COOPER, Donald. R.; SCHINDLER, Pamela. S. **Métodos de pesquisa em Administração**. 7. ed. São Paulo: Bookman, 2003.
- DUGGAN, K. J. **Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand**. New York: Productivity Press, 2002.
- FAVARO, Cleber. **Integração da cadeia de suprimentos interna e externa através do kanban**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- FONTANINI, Patrícia S. P. **Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil** – aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- IMAI, Masaaki. **KAIZEN** – The Key to Japan's Competitive Success. New York: McGraw-Hill, 1986.
- LUDWIG, Antonio C. W. **Fundamentos e prática de Metodologia Científica**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- MACHADO, Marcio C. **Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MACHLINE, C. Organização industrial. In: MACHLINE, C.; MOTTA, Ivan S.; WEIL, Kurt E.; SCHOEPS, Wolfgang. **Manual de Administração da Produção**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas – Serviço de Publicações, 1969. v. I.
- MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John. **Léxico Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- REIS, Tathiana. **Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: estudo de caso**. 2004. Dissertação (Mestrado em engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando Fluxo Contínuo** – um guia de ação para os gerentes, engenheiros e associados da produção. Massachusetts: Lean Enterprise Institute, 2002.
- ROTHER, Mike; SHOOK John. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**. The Lean Enterprise Institute, Brookline, EUA, 1998.
- VOLLMANN, T. E.; LEE, W. B.; WHYBARK; D. C. **Manufacturing planning and control systems**. 4. ed. Boston: McGraw Hill, 1997.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Enxergando o todo**. Mapeando o fluxo de valor. Massachusetts: Lean Enterprise Institute, 2004.
- _____. **The Machine That Chinged the World**. New York, Rawson Associates, 1990.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; SKOOK John, FERRO, José. **Criando o Sistema Puxado Nivelado**. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2004.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso** – Planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.