

UNIVERSIDADE FEEVALE

LUCIANE TAÍS FÜHR

MAPEAMENTO DE PROCESSO
EM UMA METALÚRGICA
DE COMPONENTES PARA MODA

Novo Hamburgo

2010

LUCIANE TAÍS FÜHR

MAPEAMENTO DE PROCESSO
EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA
DE COMPONENTES PARA MODA

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado como requisito
parcial à obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Industrial Mecânica
pela Universidade Feevale.

Orientador: Prof. Me. Fabiano André Trein

Novo Hamburgo

2010

LUCIANE TAÍS FÜHR

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Industrial Mecânica - Habilitação em Gerenciamento Industrial, com título Mapeamento de processo uma indústria metalúrgica de componentes para moda, submetido ao corpo docente da Universidade Feevale, como requisito necessário para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Industrial Mecânica.

Aprovado por:

Orientador: Prof. Me. Fabiano André Trein

Prof. Me. Felipe Dalla Vecchia (banca Examinadora)

Prof. Me. Felipe Menezes (banca Examinadora)

Prof. Me. Sidnei Lopes Dias (banca Examinadora)

Novo Hamburgo, junho de 2010.

*Dedico este trabalho a meus pais,
Maria Rita e Antonio Querino, pelo
carinho, pela dedicação, pelo amor
incondicional e pelo incentivo na busca
dos nossos sonhos.*

RESUMO

O cenário econômico atual determina às empresas a necessidade de buscar alternativas para aumentar sua competitividade no mercado global. É sabido que o Sistema Toyota de Produção (STP), através de sua filosofia de produção enxuta, tem obtido grandes êxitos neste sentido através do uso de diversas ferramentas de gestão e engenharia da produção. A filosofia do STP busca a redução dos custos internos através do ataque aos desperdícios representados pelas perdas de produção. Uma das ferramentas das quais lança mão o STP é o mapeamento de processo, que busca a identificação das 7 grandes perdas de Shingo dentro do processo produtivo: perdas por espera, por movimentação, por processamento, por transporte, por superprodução, por refugo e por estoque. Este trabalho tem por finalidade demonstrar, através da melhoria significativa de indicadores de requisitos de entrega de produção, que indústrias de processos complexos podem também valer-se desta ferramenta para obter grandes ganhos. Neste estudo, a ferramenta foi aplicada em uma indústria metalúrgica de componentes para moda, onde foram analisados os processos dentro da perspectiva do fluxo porta-a-porta, definindo assim os mapas de processo e fluxo de valor atuais, identificados os maiores fatores de perda, desenhados os mapas de processo e fluxo de valor futuro e as adequações necessárias para tal e verificados os resultados obtidos. Com esta metodologia, obteve-se uma melhoria de 55,6% no Prazo médio de entregas e de 14,3% na acuracidade de entrega para a família de peças considerada.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção, desperdício, mapeamento, fluxo de valor

ABSTRACT

The economic scenario nowadays demands the companies the necessity of searching for alternatives to increase their competition in the global market. It's known that Toyota Production System (TPS), through its philosophy of lean production, has achieved great success in this direction by using several management tools and production engineering. The TPS philosophy aims to reduce the internal costs by attacking the waste represented by the production losses. One of the tools used by TPS is value stream mapping, which aims the identification of Shingo's 7 great wastes inside the production process: wastes by waiting, movement, processing, transportation, overproduction, defects and inventory. This work aims to demonstrate, throughout a significant improvement of indicators of production delivery requirements, that complex process industries can also use this tool to achieve large gains. In this study, the tool was applied in a metallurgic industry of components for fashion, where: the processes were analyzed considering the perspective of flow door to door; the actual value stream mapping were defined; the major causes of waste were identified; the future processes maps and value flow were drawn and the necessary adjustments to achieve them were made and the results were verified. By using this methodology, it was achieved an improvement of 55,6% in the average time of delivery and of 14,3% in the accuracy of the delivery of the family of the pieces considered.

Keywords: Toyota Production System, waste, value stream mapping, value flow

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípio do não-custo	20
Figura 2 – Exemplo de carta de processo	25
Figura 3 – Exemplos de mapa de fluxo de valor atual e futuro	26
Figura 4 – Fluxo do mapeamento de processo.....	27
Figura 5 – Exemplos de ícones utilizados no mapeamento de processo	30
Figura 6 – Quadro de questões para o mapa futuro.....	32
Figura 7 – Componentes de moda.....	38
Figura 8 – Componentes para peça técnica.....	38
Figura 9 – Fluxograma simplificado de processo	40
Figura 10 – Exemplo de injetora sob pressão	40
Figura 11 – Exemplo de molde de aço para injeção sob pressão.....	40
Figura 12 – Exemplo de molde de silicone para injeção de zamac e uma injetora centrífuga	42
Figura 13 – Engancheiramento de peças para banho estático.....	44
Figura 14 – Exemplo de operação manual de banho estático	45
Figura 15 – Mapa atual do fluxo porta-a-porta	46
Figura 16 – Mapa futuro do fluxo porta-a-porta	48
Figura 17 – Mapa do subprocesso Zamac.....	50
Figura 18 – Mapa do subprocesso Desgalhe.....	50
Figura 19 – <i>Layout</i> atual da Mini-Fábrica Zamac	51
Figura 20 – Visão geral do processo de Desgalhe	52
Figura 21 – Detalhamento do <i>layout</i> Desgalhe	54
Figura 22 – Detalhamento das alterações de <i>layout</i> propostas para Desgalhe.....	55
Figura 23 – Operador varrendo em frente ao tambor de Desgalhe	55
Figura 24 – Máquina separadora de rolos.....	56
Figura 25 – Mapa atual da Galvano Estática	58
Figura 26 – Mapa proposto para movimentação das gancheiras mostrando a abertura na parede lateral	60
Figura 27 – comparativo dos resultados consolidados 2008 x 2009 para Prazo de	

entrega	63
Figura 28 - comparativo dos resultados consolidados 2008 x 2009 para Prazo de entrega	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores consolidados 2008 quanto aos requisitos de entrega de produção.....	47
Tabela 2 – Detalhamento de Desgalhe atual	53
Tabela 3 – Detalhamento de Desgalhe com as adequações propostas	57
Tabela 4 – Análise dos deslocamentos para busca de gancheiras e transporte delas até a decapagem	61
Tabela 5 – Indicadores consolidados 2009 para quanto aos requisitos de entrega de produção.....	62
Tabela 6 – Comparativo dos resultados consolidados 2008x2009 para requisitos de entrega de produção.....	63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA	15
1.1 O QUE É UM PROCESSO	18
1.2 FLUXO DE PROCESSO X FLUXO DE VALOR.....	20
1.3 A IMPORTÂNCIA DO <i>LAY-OUT</i> NO PROCESSO	22
2 MAPEAMENTO DE PROCESSO E FLUXO DE VALOR.....	24
3 METODOLOGIA.....	33
4 ESTUDO DE CASO	37
4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA	37
4.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	45
4.2.1 Mapeamento na Mini-fábrica de Zamac	49
4.2.2 Mapeamento na Galvano Estática	58
4.2.3 Análise dos resultados	61
CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS.....	69
ANEXOS	71
Anexo 1 – Exemplos de ícones para mapas de processo e fluxo de valor	72
Anexo 2 – <i>Layout</i> do <i>setup</i> da matriz	74
Anexo 3 – Detalhamento do <i>layout</i> do Desgalhe - atual.....	76
Anexo 4 - Detalhamento do <i>layout</i> do Desgalhe - proposto	78
Anexo 5 - Detalhamento do <i>layout</i> da Galvano Estática - atual.....	80
Anexo 6 - Detalhamento do <i>layout</i> da Galvano Estática – proposto	82

INTRODUÇÃO

Quando a Revolução Industrial tomou forma, e modificou a maneira com a qual a sociedade entendia a produção, uma profunda transformação aconteceu. O capital evidenciou-se em relação ao talento humano, do artesão, e a produção seriada passou a ser uma busca incessante. Palavras novas surgiram no vocabulário: fábrica, sistema de produção, processo, produtividade. Adequar-se a essa nova realidade causou insegurança e medo, já que a própria economia, antes de subsistência, propunha uma alteração significativa não só nas relações financeiras como também sociais. Assim, era extremamente importante que se observasse e desenvolvesse a tecnologia de processamento, para atender ao nascente (e promissor) mercado consumidor.

Da mesma forma, vive-se em uma era de profundas inseguranças no meio organizacional, provocadas pelas conjunturas da economia mundial (VICENZI, 2009). Frente aos desafios da competitividade global, cada vez mais as empresas buscam mecanismos que aumentem a produtividade, e sejam capazes de fazer “mais com menos”, maximizando lucros. Nesse intuito, uma boa parte das organizações apega-se à prática simplista de buscar equipamentos e novas tecnologias que prometem ser a solução como alavanca para a redução de custos. Esquecem-se, contudo, conforme frisa Lima (2009) em seu artigo, que os grandes vilões dessa emboscada são os desperdícios. A *Japan Human Relations Association - JHRA* (1997) destaca que:

“Infelizmente, temos tendência a aceitar certa quantidade de desperdício como algo inevitável e ignorar o que percebemos considerando como problemas triviais. Entretanto, um problema trivial se não for observado e continuar a crescer, pode tornar-se grande o suficiente para abalar a estrutura de uma empresa. Com o tempo, uma torneira pingando pode desperdiçar, gota a gota, água suficiente para formar um lago.”
(JHRA, 1997)

O desperdício é visto como toda e qualquer atividade que consuma recursos e não possa trazer algum ganho para a empresa (SHINGO, 1996). Desperdício, escrito de uma maneira mais explícita, é tudo aquilo que o cliente não está disposto a pagar quando compra nosso produto ou serviço, ou seja, tudo que não agrega valor ao produto (LIMA, 2009).

Para Muller (2010), neste novo contexto, o Sistema Toyota de Produção (STP) – também conhecido como Pensamento Enxuto, constituiu-se em um exemplo de grande sucesso na adaptação às novas normas de concorrência intercapitalista, promovendo, ao mesmo tempo, uma produção flexível e com baixos custos. O objetivo da Toyota, de maneira simplista, é o lucro. E, para obtê-lo, pode-se optar pelo aumento do faturamento ou pela redução de custos. Na produção, o foco recai, pela obviedade da sua função, na redução de custos. Para isso, no STP, busca-se ferrenhamente a eliminação das perdas. Identificar as perdas exige um estudo detalhado do que Shingo (1996) chama de Mecanismo da Produção. No STP, o conceito de produção e a lógica das “Perdas” são primordiais para o crescimento da empresa.

Identificar as atividades que não geram valor é o ponto crucial do mapeamento de processo e fluxo de valor. A ferramenta surge do pensamento enxuto, e permite enxergar mais do que simplesmente os processos individualizados necessários para a realização do produto: com ela, se visualiza o fluxo total, com todas as interações internas e externas que ocorrem. Segundo Rother & Shook (1999), o mapa do fluxo de valor, que é o resultado do mapeamento, torna-se uma ferramenta qualitativa com a qual se descreve em detalhes como a unidade produtiva deveria operar para realmente criar um fluxo mais adequado e enxuto. Assim, vai-se muito além da simples (e necessária) identificação dos desperdícios: mostra-se também as fontes de desperdício no fluxo de valor (ROOTHER E SHOOK, 2003). Essa prática saudável agrega valor ao negócio e à própria organização, ajudando-a frente à necessidade atual de tornar-se eficiente, competitiva e cada vez mais rentável.

Por sua vez, o mercado de moda sempre consumiu componentes metálicos para seus mais diversos ramos: calçados, cintos, bolsas, confecções e acessórios em geral. Nos últimos anos, a configuração do mercado internacional, a mudança no comportamento dos consumidores e a tendência pela procura de modelos exclusivos têm feito com que o *mix* de produtos fabricados pelas metalúrgicas crescesse exponencialmente. Não só a oferta mudou, como também a configuração dos lotes de produção: pequenos, de peças elaboradas com grande valor agregado e com prazos de produção cada vez mais curtos. Aliado a esses fatores, a concorrência, tanto nacional quanto internacional, torna premente que se busque cada vez mais redução em preços e em custos de produção, para a garantia da sobrevivência da organização.

A produção numa metalúrgica é um sistema complexo, com inúmeros processos e atividades se interligando; e não necessariamente esses processos são seqüenciais para todos os modelos de peças. De uma maneira simplista, pode-se resumir o processo produtivo como sendo: origem (injeção/estamparia), galvanoplastia, verniz e embalagem. Justamente a complexidade do processo, que ao mesmo tempo permite uma enorme personalização das peças, acaba gerando atraso na entrega e insatisfação dos clientes.

Como à empresa alvo do estudo de caso realizado neste trabalho faltava a visão do fluxo de produção e de informações pelos quais passavam as peças produzidas, evidenciando uma inatividade frente às necessidades de otimização do processo, foi proposta aplicação da ferramenta de mapeamento de processo e fluxo de valor. Dessa forma, o objetivo geral deste estudo é realizar mapeamento de processos e fluxo de valor em caráter experimental em uma indústria metalúrgica de componentes para moda, assim como analisar criticamente seus resultados.

Além das questões óbvias envolvendo as oportunidades de melhorias a serem propostas para a empresa alvo deste estudo, alguns objetivos secundários movem o trabalho. O questionamento em relação à possibilidade da aplicação plena dessa ferramenta em um processo produtivo complexo é crucial, pois se sabe que o mapeamento de processo nasceu em uma montadora automobilística. Outro aspecto relevante que pode ser respondido norteado pelos resultados deste estudo é a relevância dos benefícios obtidos: será que são tão significativos em uma indústria de processo complexo quanto o são para uma montadora? E esses benefícios podem ser traduzidos em um melhor desempenho da organização como um todo?

Mas, para orientar melhor o andamento deste trabalho, foram estabelecidos os objetivos específicos abaixo:

- a) conhecer e analisar criticamente o processo de produção da empresa em questão-*layouts*, etapas, complexidade;
- b) seleccionar as ferramentas necessárias para a aplicação do mapeamento;
- c) realizar o mapeamento de processo;
- d) identificar os maiores fatores de perda e propor melhorias de processo que compensem esses fatores;

- e) estabelecer conclusões sobre o mapeamento de processo no estudo de caso apresentado.

Visando, então, atingir os objetivos propostos, este estudo apresenta uma revisão bibliográfica pertinente aos temas e conceitos utilizados: O sistema de produção enxuta, a definição de processo, fluxo de valor enxuto e fluxo de processo e mapeamento de processo. A seguir, serão apresentados o método de pesquisa utilizado e o desenvolvimento do estudo aplicado conforme descrito anteriormente. Por fim, avaliam-se os resultados obtidos, propondo oportunidades de melhoria à empresa e recomendações para trabalhos futuros.

1 O SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Industrialmente, uma série de fatores externos tem modificado os parâmetros que definem o ambiente no qual o mercado opera, impactando na produção. Desta forma, administrar operações empresariais de maneira eficaz e desenvolver uma estratégia que explore as potencialidades das operações pode criar uma poderosa vantagem competitiva. As técnicas de produção enxuta podem proporcionar esse desenvolvimento.

O ambiente empresarial hoje se torna cada vez mais competitivo e se modifica muito mais rápido do que há vinte anos (GAITHER & FRAIZER, 2002). Mas a indústria japonesa tem se destacado ao longo dos anos, após a Segunda Guerra Mundial, pelo uso e disseminação de técnicas de produção enxuta que a tornaram sucesso no cenário de concorrência intercapitalista. Segundo Ritzman e Krajewski (2005), sistemas de produção enxuta, como o adotado pelo Japão, agrupam uma série de conceitos para criar processos eficientes. Esses sistemas exigem aperfeiçoamento constante para aumentar a eficiência e reduzir as perdas. A busca pela maximização de ganhos através da eliminação das perdas tornou-se um exemplo de flexibilidade, competitividade, produtividade, qualidade e lucratividade. O símbolo dessa filosofia, sem dúvida alguma, é o sistema adotado pela Toyota, e que ficou mundialmente conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP).

O STP, nas palavras de Shingo (1996), é um sistema que visa a eliminação total das perdas:

“O Sistema Toyota de Produção é 80% eliminação de perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o *kanban*.” (SHINGO, 1996)

Os dois pilares do STP são o *Just in Time* e a automação com toque humano (OHNO, 1997). A automação com toque humano é aquela que se encontra em máquinas automatizadas mas que possuam um dispositivo de parada caso alguma anormalidade ocorra. “Em todas as fábricas da Toyota, a maioria das máquinas (...) está equipada com esses dispositivos – chamados de *poka yoke*, bem como com vários outros, de segurança, parada de posição fixa, (...) e sistemas a prova de erros para impedir a produção de produtos defeituosos. Dessa

forma, inteligência humana, ou um toque humano, é dado às máquinas” (OHNO, 1997, p. 28). A automação muda o significado da gestão, pois não são mais necessários operadores para cuidar das máquinas, que recebem atenção não quando estão funcionando, mas sim quando algum problema aparece. Dessa forma, pode-se aumentar a eficiência da operação. Parar a máquina quando um problema ocorre, nesta configuração, faz com que todos saibam que algo errado está acontecendo, e se esforcem não apenas para sanar o problema momentaneamente, mas para eliminar a causa da perda e gerar melhorias.

A filosofia *Kaizen* é a base para a eliminação das perdas propostas pelo STP. Ela visa a eliminação dos desperdícios com base no bom senso, com o uso de soluções baratas sugeridas pelos próprios colaboradores para melhorar a prática do seu trabalho. Enfim, o conceito de *Kaizen* permite a melhoria contínua, que por sua vez, “permite que as empresas aceitem inícios mais modestos e façam pequenas melhorias incrementais rumo à excelência.” (Gaither & Fraizer, 2005). A melhoria é obtida a partir da ferramenta dos Cinco Porquês: ao abordar um problema, deve-se perguntar “por quê” cinco vezes. Dessa forma, segundo Ohno (1997), pode-se chegar à causa real do problema, e assim corrigi-lo de maneira definitiva.

Já o *Just in Time* (JIT) “...concentra-se em reduzir ineficiências e tempo improdutivo nos processos, a fim de aperfeiçoar continuamente o processo e a qualidade dos produtos fabricados ou serviços prestados” (RITZMAN & KRAJEWSKI, 2005). O *AIPCS Dictionary* define o JIT de maneira sucinta mas completa, como segue:

“Uma filosofia de manufatura que se baseia na eliminação planejada de todo o desperdício e na melhoria contínua da produtividade. Ela envolve a execução bem sucedida de todas as atividades de manufatura necessárias para produzir um produto final, da engenharia de projeto até a entrega e inclusão de todos os estados de transformação da matéria-prima em diante. Os elementos principais do *Just in Time* são a manutenção somente dos estoques necessários quando preciso; melhorar a qualidade até atingir um nível zero de defeitos; reduzir *lead times* ao reduzir os tempos de preparação, comprimentos de fila e tamanhos de lote; revisar incrementalmente as próprias operações; e realizar essas coisas a custo mínimo.” (AIPCS apud GAITHER & FRAIZER, 2002)

A Troca Rápida de Ferramenta (TRF), por sua vez, é “uma abordagem analítica para a melhoria do *setup*” (SHINGO, 1996). *Setup* configuram-se as operações de preparação das máquinas e ferramentas para a execução das operações principais. No TRF, são analisadas

formas de que a máquina permaneça produzindo a maior parte do tempo. Assim, se busca através desta ferramenta, diminuir o chamado *setup* interno (aquele que é feito com máquina parada), substituindo-o pelo *setup* externo (aquelas operações de preparação que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento). Essas melhorias podem ser obtidas com o uso de grampos no lugar de parafusos, dispositivos intermediários para agilizar preparações, diminuição de ajustes pelo uso de padrões de posição, estudo de operações paralelas que podem ser simultâneas e o uso de mecanização hidráulica ou pneumática para ajuste inevitáveis (SHINGO, 1996).

O *Kanban* é um meio de chegar ao JIT, uma ferramenta que permite que esse princípio do STP seja implantado (SHINGO, 1996). Segundo Ritzman & Krajewski (2005), o termo japonês *Kanban* significa cartão, ou registro visível. Refere-se aos cartões usados no controle de fluxo dos materiais ao longo do processo fabril. É o que comumente se chama de produção puxada:

“No sistema *kanban* mais básico, um cartão é fixado em cada caixa de itens que foram produzidos. A caixa contém uma determinada porcentagem das necessidades diárias de um item. Quando o usuário das peças esvazia uma caixa, o cartão é removido dela e colocado em um painel. A caixa vazia é levada para a área de armazenagem. O cartão sinaliza a necessidade de produzir uma outra caixa da peça. Após a caixa ter sido reabastecida, o cartão é colocado nela, que então retorna para uma área de armazenagem. O ciclo inicia-se novamente quando o usuário das peças retira a caixa com o cartão anexado.” (RITZMAN & KRAJEWSKI, 2005)

A produção puxada tem por objetivo construir um fluxo para que o cliente do processo seja o iniciador deste processo, ou seja, que o cliente (seja interno ou externo) “puxe” o produto, “puxe” a produção e “puxe” a agregação de valor. Se o cliente não for o responsável por puxar a produção, o que for produzido será desperdício.

Para Shingo (1996), operações que agregam valor transformam realmente a matéria-prima, modificando sua forma ou a qualidade. Quanto maior o valor agregado, maior será a eficiência da operação. Em contrapartida, perda é qualquer atividade, atrelada a um processo ou não, que não contribui para a efetivação das operações, e gera, portanto, desperdício.

Assim, fez-se uma breve recapitulação do Sistema Toyota de Produção, que é uma filosofia de gestão para o processo de produção. Compreender a sistemática do processo de produção, e como ele está estruturado, permite associar todos os elementos que fazem parte do STP. Entendendo o que é um processo produtivo faz com que as técnicas de TRF, de *kanban*, de *poka yoke*, enfim, sejam utilizadas para melhorar a eficiência global da empresa.

1.1 O QUE É UM PROCESSO?

Um sistema produtivo numa indústria representa sua alma, seu coração. Sem ele, não há negócios gerados, já que uma indústria vive de produzir bens e encaminhá-los ao mercado. Normalmente, um sistema produtivo é composto de vários processos, interligados, que se sucedem e complementam na tarefa de moldar o produto de acordo com as definições do cliente.

Segundo Shingo (1996), um processo é a transformação da matéria-prima em produto acabado. Um processo é o conjunto das atividades que se inter-relacionam ou interagem para transformar insumos (entradas) em produtos (saídas).

Pode-se classificar as atividades que compõe um processo da seguinte maneira, conforme descrito por Shingo (1996):

- a) Processamento (O): uma mudança física (ou química, dependendo da natureza da operação) no material ou na sua qualidade;
- b) Inspeção (◇): normalmente, uma comparação com um padrão estabelecido. Este padrão pode ser para uma simples análise visual, ou métrico, ou utilizando técnicas mais avançadas, como dispositivos sensoriais de forma, dimensão, cor, etc;

- c) Transporte (°): movimentação de matérias-primas e produtos, num simples deslocamento ou mudança de posição.
- d) Espera: período de tempo no qual não ocorre nenhuma das operações anteriores. As esperas podem ser caracterizadas como:
 - a. Espera do processo (◊): um lote inteiro de produtos permanece esperando enquanto o lote que o precede está sofrendo alguma operação. É o que ocorre normalmente em processos do tipo batelada.
 - b. Espera do lote (☆): quando as operações são realizadas peça a peça, como no caso de grande parte das usinagens, enquanto uma peça é processada, as outras estão aguardando seu momento de sofrer a operação. De maneira análoga, a peça já processada aguarda o término da operação no restante do lote para prosseguir no fluxo.

Qualquer atividade de produção, independente da sua natureza, é uma combinação desses cinco elementos. Assim, qualquer interação que se faça em um processo, ela será em algum destes elementos.

No entanto, ainda existe muita confusão em relação entre o conceito de processo e de operação. O processo é definido conforme os conceitos citados anteriormente. Ou seja, o processo é o fluxo de materiais no tempo e no espaço, numa transformação da matéria-prima em produto acabado. Shingo (1996) defende que, por sua vez, as operações podem ser visualizadas como trabalho realizado para efetivar essa transformação, ou seja, a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço.

Independente dessa situação, pode-se dizer que o processo é um conjunto das operações, realizadas por máquinas ou operadores, que seguem num fluxo contínuo para a transformação da matéria-prima. Assim, torna-se importante que se compreenda também o conceito do fluxo de processo. Ora, de acordo com a Teoria das Restrições, se, num sistema organizacional temos problemas de fluxo, pode-se comprometer as entregas de produção. Uma maneira de equacionar essa situação é identificar os gargalos de produção, ou seja, os

recursos cuja capacidade produtiva é menor ou igual à demanda. A capacidade da fábrica, portanto, seria a capacidade do gargalo (ou da associação de mais de um gargalo) (GOLDRATT e COX, 1997).

1.2 FLUXO DE VALOR ENXUTO X FLUXO DE PROCESSO

O fluxo de processo envolve todas as atividades envolvidas para a fabricação de um produto ou a realização de um serviço, sejam elas operações ou não. Já o fluxo de valor enxuto, definido por Womack & Jones (1998), é um fluxo estável e contínuo das atividades que criam valor dentro dos processos. O entendimento de fluxo de valor enxuto requer, também, o conhecimento do conceito de cadeia de valor. Ainda segundo Womack & Jones (1998), a cadeia de valor implica em enxergar o todo, numa visão holística do processo. O mapeamento da cadeia de valor mostra que, geralmente, existem três tipos de atividade: as que criam valor; as que não criam valor porém são necessárias para o bom funcionamento do processo e o atendimento dos requisitos do produto; e as atividades que não geram valor e tampouco são necessárias. Estas últimas, configurando um desperdício, devem ser eliminadas.

Para ilustrar a idéia do desperdício, Shingo (1996) vale-se do “Princípio do não-custo”. Muitas empresas utilizam a formação do preço de venda como sendo uma soma do seu custo com o que se presume que se deseje de lucro. No entanto, a Toyota admite que o preço de venda é determinado pelo mercado, e adota, então, o “Princípio do não-custo”. A figura 1 demonstra a síntese desse conceito:

$$\text{PREÇO DE VENDA} - \text{CUSTO} = \text{LUCRO}$$

Figura 1 - Princípio do não- custo

Fonte: Shingo, 1996

Essa fórmula pressupõe que, para conseguir um aumento no lucro, deve haver uma diminuição no custo, já que o preço de venda não pode ser considerado como uma variável de

controle da empresa. Para diminuir custo, portanto, deve-se eliminar as perdas, que na maioria das empresas não são notadas pois tornaram-se aceitas como uma parte inerente do dia-a-dia dos processos.

“A capacidade de eliminar a perda da produção é desenvolvida a partir do momento em que se deixa de acreditar que 'não há outra maneira' de executar uma dada tarefa.(...) Na Toyota, descobrimos que *sempre* existe uma outra maneira. Procuramos pelo desperdício que se supõe natural ou que não é considerado um problema.”
(SHINGO, 1996)

Para facilitar o trabalho da identificação das perdas, Shingo (1996) classificou 7 tipos de perdas:

a) Perdas por superprodução: referem-se à produção de itens acima do necessário ou antecipadamente. A superprodução aumenta os estoques, o que esconde eventuais (e naturais) imperfeições do processo. Então, este tipo de perda deve ser eliminado completamente, necessitando-se para tanto do aprimoramento do processo, procurando-se obter um fluxo contínuo de materiais, e da redução dos tempos de preparação de equipamentos, conseguindo-se diminuir o tamanho dos lotes processados.

b) Perdas por transporte: referem-se basicamente às atividades de movimentação de materiais, as quais usualmente não adicionam valor ao produto. A meta para este tipo de perda deve ser a completa eliminação, e não apenas a melhoria de processos, através de mecanização ou automatização, por exemplo. Sua redução depende diretamente da reorganização física da fábrica, a qual deve ser conduzida de forma a reduzir ao mínimo possível as necessidades de movimentação de materiais.

c) Perdas no processamento: correspondem às atividades de transformação desnecessárias para que o produto adquira suas características básicas de qualidade, ou seja, consistem em se trabalhar fazendo peças, detalhes ou transformações desnecessárias ao produto.

d) Perdas por fabricação de produtos defeituosos: como o nome indica, originam-se na confecção de itens fora das especificações de qualidade. Este tipo de perda é talvez o mais facilmente identificável e mensurável, mas não o menos importante. O ataque a esta perda deve se embasar na confiabilidade do processo e na rápida detecção e solução de problemas.

e) Perdas no movimento: relacionam-se à movimentação inútil na consecução das atividades, ou seja, à ineficiência da operação propriamente dita. A mensuração desta perda está ligada à obtenção de padrões de desempenho para as operações, e sua eliminação é conseguida com o atendimento dos padrões.

f) Perdas por espera: são formadas pela capacidade ociosa, quer dizer, por trabalhadores e instalações parados, o que gera custos. Os principais fatores que aumentam esta perda são: elevados tempos de preparação, falta de sincronização da produção e falhas não previstas no sistema produtivo. Portanto, para se evitar esta perda, deve-se principalmente reduzir os tempos de preparação de máquinas, balancear a produção e aumentar a contabilidade do sistema.

g) Perdas por estoque: são os custos financeiros para a manutenção dos estoques, custos devidos à obsolescência dos itens estocados e, principalmente, custos de oportunidade pela perda de mercado futuro para a concorrência com menor ". Empresas devem perseguir a máxima redução possível de seus estoques, os quais causam inúmeros problemas, como já foi comentado anteriormente.

Essas perdas são descobertas seguindo-se o fluxo do processo através do deslocamento da matéria-prima pelos processos, no arranjo físico da fábrica – no seu *layout*. A avaliação criteriosa das atividades dos processos, da maneira como esses processos são distribuídos pela fábrica e sua localização permite uma melhor visualização das perdas e uma ação eficiente para minimizá-las.

1.3 A IMPORTÂNCIA DO *LAY-OUT* NO PROCESSO

O *layout*, ou o arranjo físico das instalações do processo, é a maneira como se organizam as máquinas e os equipamentos, as estações de trabalho, as áreas de estoque, de expedição, de inspeção, enfim, a disposição física da fábrica. Planejar o *layout* é também, portanto, planejar o sistema produtivo.

Em todo o planejamento de *layout* há a preocupação de tornar mais fácil e suave o movimento do trabalho, independente se esse fluxo for de pessoas ou materiais. O planejamento do *layout* deve ser encarado como uma extensão do planejamento da produção (GAITHER & FRAIZER, 2002). Assim, Moreira (2004) comenta que o arranjo físico afeta a capacidade da instalação e a produtividade das operações. O *layout*, portanto, não é imutável, devendo ser adequado às necessidades da fábrica, conforme elas forem surgindo. Os limitadores das mudanças de *layout* são justamente a flexibilidade permitida pelo espaço físico disponível e o custo das alterações, que devem sempre ser avaliados pelo custo-benefício que tem potencial de gerar.

Existem três tipos básicos de arranjo físico (GAITHER & FRAIZER, 2002):

a) *layout* por processo: são projetados para acomodar a variedade de projetos de produtos e etapas de processamento. É normalmente o arranjo físico em que se alojam as operações departamentalizadas: o setor de usinagem, o setor de galvanoplastia, etc.

b) *layout* por produto: utilizado quando se requer uma seqüência linear de operações; é adequado para produtos com alto grau de padronização, onde o fluxo da matéria-prima é totalmente previsível (MOREIRA, 2004).

c) *layout* por posição fixa: não existe um *fluxo* de produto, pois este permanece fixo, “aglutinando em torno de si as pessoas, ferramentas e os materiais necessários” (MOREIRA, 2004). Neste tipo de arranjo, o importante é trabalhar na unidade do produto, que normalmente é um grande projeto: um navio, um avião, um prédio civil.

Portanto, enxergar o *layout* adequado para cada processo, de maneira a otimizar as atividades formadoras desse processo, pode contribuir para minimizar as perdas e maximizar o custo. Seguir o fluxo do processo, de forma a mapeá-lo, também contribui para a verificação do *layout* de cada setor, de cada célula de trabalho e adequá-lo.

2 MAPEAMENTO DE PROCESSO E FLUXO DE VALOR

As interações entre os processos nem sempre são claras. Entender o que cada processo faz, conhecer as linhas limítrofes entre eles, compreender as interdependências (quem é fornecedor interno de quem, quais são as demandas e exigências do cliente interno) são algumas das ações que podem ser desencadeadas através do mapa de processo.

Um mapa de processo, de uma forma simplificada, é uma maneira organizada de registrar todas as atividades realizadas para a execução de uma atividade (RITZMAN & KRAJEWSKI, 2005). Mas, segundo os princípios da produção enxuta, o que realmente interessa é o fluxo de valor de valor, o que remete à visão global da união dos processos. Conforme Rother & Shook (1999), para identificar o fluxo de valor enxuto, a técnica mais apropriada é o mapeamento do fluxo de valor.

“O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta capaz de olhar para os processos de agregação de valor horizontalmente. Isso significa romper com a perspectiva tradicional de examinar departamentos ou funções e enfatizar suas atividades, ações e suas conexões no sentido de criar valor e fazê-lo fluir, desde os fornecedores até os clientes finais.” (FERRO, 2005)

Segundo Cardoso (2009), um dos fatores críticos do sucesso do mapeamento de processo é o entendimento claro sobre qual é a necessidade da empresa, ou seja: quais são os fatores críticos para o negócio em termos de entrega, qualidade e custo. Ou, ainda, quais são os objetivos a serem atingidos pela organização.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta extremamente simples, que compreende duas fases: o mapeamento do fluxo de material e o mapeamento do fluxo de informação. Mapear as informações significa saber como cada processo é informado sobre o que fazer, quando fazer e quanto fazer para o seu processo cliente. E mapear o fluxo de material é entender como que a matéria-prima ganha valor ao longo do processo. Durante o

mapeamento, é interessante centrar-se no fluxo “porta-a-porta”: o caminho percorrido pela matéria-prima ou pela informação no contexto em que se quer analisar (seja ele a fábrica inteira, um processo apenas ou, ainda, um subprocesso).

Ainda segundo Cardoso (2009), definida a necessidade da empresa, deve-se relacionar quais são os produtos da empresa que afetam os indicadores dos resultados esperados, e agrupá-los então em famílias de produtos. Uma família de produtos é composta de produtos que passam por etapas semelhantes durante o processamento e utilizam equipamentos similares em seu processo. Segundo Rother & Shook (2003), um fluxo de valor é toda a ação necessária para a concepção do produto, desde a matéria-prima até o consumidor. Assim, observando uma empresa pela ótica do produto, pode-se considerar que o cliente não consome a organização, e sim seus produtos. É com eles que o consumidor se preocupa. E essa preocupação, muitas vezes, está centrada em produtos específicos, e não com todo o *mix* oferecido pela organização.

A partir daí, deve-se desenvolver uma visão do atual sistema de produção: seguir o fluxo dos materiais e processos dentro do chão de fábrica, coletando informações que servirão para montar as cartas de processo, conforme a figura 2, e o mapa de fluxo de valor, cujo exemplo encontra-se na figura 3. Esta etapa permite que muitas coisas que passam despercebidas durante o cotidiano da fábrica possam ser identificadas e avaliadas quanto a sua pertinência.

Famílias	Equipamento Produto	Pesagem			Processamento				Teste		Envase			
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4
1	N123	X			X	A			X	X				A
	H345	X			X		A		X	X				A
	N678	X			X		A		X	X	A			
2	G912		X			X				X		X		
	J327		X			X				X		X		
	J356		X			X				X		X		
3	H321			X			X		X					X
	H378			X			X		X					X
	H547			X			X		X					X
	G617		A	X			X		X					X
	G145			X			X		X					X

Legenda: A – Equipamento alternativo X – Equipamento preferencial

Figura 2 – Exemplo de Carta de Processo

Fonte: Cardoso, 2009

A carta de processo ilustrada na figura 2 demonstra como, de uma maneira tácita, percebe-se o arranjo das funções semelhantes pelas quais passam diferentes famílias de produtos. Essas interações são vistas de maneira pontual para cada família quando se analisa o mapa de fluxo de valor, como o ilustrado na figura 3.

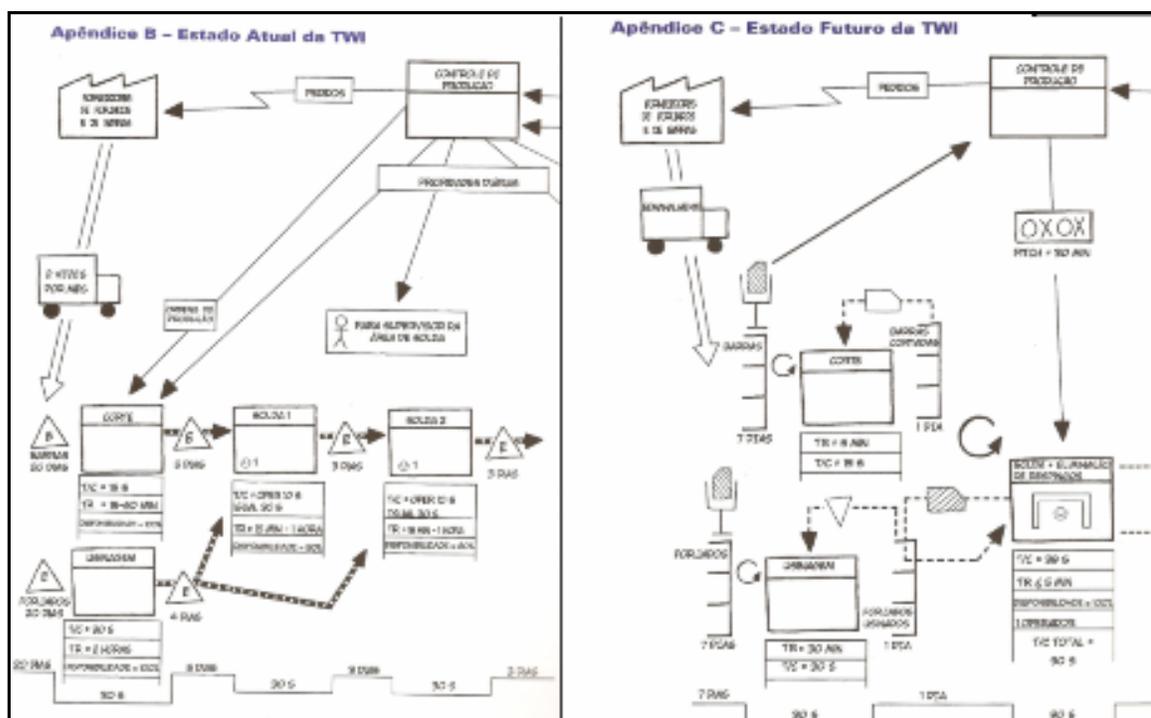


Figura 3 - exemplos esquemáticos de mapas parciais atual e futuro

Fonte: Rother e Shook, 1999

Na figura 3, pode-se perceber os fluxos de chegada de material, de informações produtivas, as interações entre as operações. Fazendo uma análise desses pontos, pode-se chegar a conclusões significativas que levem a alteração de um estado atual problemático para um futuro mais adequado com a estratégia da organização.

Conforme Rother & Shook (1999), com as cartas de processo prontas, o próximo passo é desenhar o estado futuro. Neste redesenho, identificam-se as perdas existentes, segundo os princípios de Shingo, e aplica-se o *kaizen*, na busca da melhoria. Este fluxo redesenhado, já livre das perdas, é então planejado, através de um plano de implementação, para ser colocado em prática. Tão logo o estado futuro torne-se realidade, deve-se repetir o

ciclo, tornando o mapa redesenhado como mapa atual e buscando, dentro dessa nova perspectiva, mais fontes de desperdício que devem ser eliminadas.

O fluxo do mapeamento de processo pode ser representado como apresentado na figura 4 a seguir:

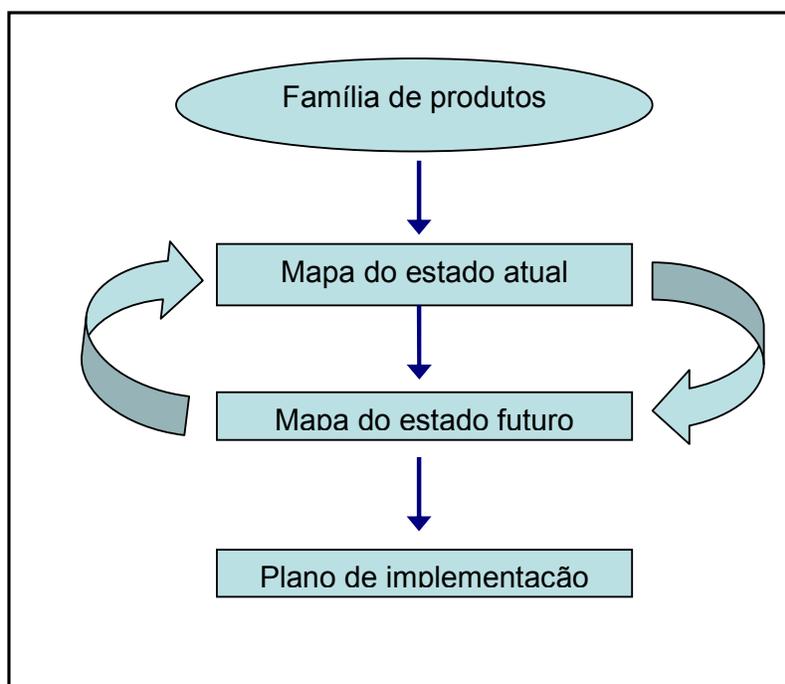


Figura 4 - fluxo do mapeamento do processo

Fonte: Rother e Shook, 1999

Na figura 4, representa-se a dinâmica do estabelecimento do fluxo de valor enxuto, pois se estabelece uma rotina de análise que leva à melhoria contínua (ou seja, ao *Kaizen*).

Para implementar o fluxo de valor enxuto, conforme Rother & Shook (1999), a produção enxuta busca, no mapa de estado futuro, ligar todos os processos, do cliente à matéria-prima, em um fluxo contínuo completo que gere o menor *lead time*¹, a mais alta

¹ *Lead time*: tempo decorrido entre a adoção de uma providência e sua concretização (ex.: o tempo entre a formulação do pedido e o recebimento da mercadoria correspondente).

qualidade e o mais baixo custo. Para que se atinjam os objetivos propostos, é preciso obedecer algumas regras coerentes com os princípios enxutos:

a) *takt time*: tempo de referência que dá a noção do ritmo em que cada processo deve estar produzindo para atender a demanda do cliente, sem que se gere superprodução. O *takt* é calculado dividindo-se o tempo disponível de processamento pela demanda. Exemplificando, e tomando por base uma indústria de processo, onde a demanda por dia é de 10.000L de produtos de uma determinada família, e o tempo disponível por dia (já descontado das paradas planejadas) é de 15 horas/dia:

$$\text{TAKT} = 15\text{h}/10.000\text{L} = 900\text{min}/10.000\text{L} = 0,09\text{min/L} \text{ ou } \text{TAKT} = 90\text{min}/1000\text{L}$$

Contudo, pode ser necessária a definição de outros tipos de unidades de demanda, dependendo da natureza das operações da fábrica. Rother & Shook (p. 44, 1999) comentam que uma forma usual de obter uma unidade genérica é definir o quanto de trabalho pode ser feito no processo considerado gargalo, durante um período de tempo (em minutos).

b) desenvolver um fluxo contínuo onde possível: o que impede paradas e , conseqüentemente, diminui a possibilidade de maiores desperdícios;

c) utilizar sistema de supermercado (*Kanban*) onde o fluxo não se estende aos fluxos anteriores: freqüentemente, há pontos no fluxo de valor onde o fluxo contínuo não é possível, havendo então a necessidade de se produzir em lotes (planejados);

d) procurar enviar a programação do cliente para apenas um processo de produção, o chamado processo puxador; tal processo é o ponto da produção controlado pelos pedidos dos clientes externos. A maneira como se controla a produção neste processo define o ritmo para todos os demais;

e) nivelar o *mix* de produção, ou seja, distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo disponível do processo puxador. Quanto mais se nivela o mix no processo puxador, mais apta a organização estará para responder às diferentes solicitações dos clientes com um *lead time* curto, enquanto se mantém um pequeno estoque dos produtos acabados. Por outro lado,

nivelar o mix da produção requer um aumento no número de preparações de equipamentos, o que exigirá um pouco de sacrifício;

f) nivelar o volume de produção, adotando uma unidade de transferência que permita uma retirada compassada regularmente do processo puxador. Essa unidade de transferência permite que as pessoas envolvidas no processo tenham um entendimento melhor do quanto produzir, pois se torna-se tácita aos olhos dos envolvidos. Esse incremento de trabalho, como pode ser considerada a unidade de transferência, recebe o nome de *pich*, e é obtido pela multiplicação do tempo de *takt* pela quantidade de produto na “embalagem” considerada (caixa, palete, gancheira, bandeja, container, etc)

Rother e Shook (1999) ainda comentam que o plano de implementação deve estar centrado em uma pessoa, o “gerente do fluxo de valor”, embora a execução tanto do mapeamento quanto da implementação dependam do envolvimento de um bom número de pessoas. Este indivíduo deve enxergar “mais além”, manter uma visão holística do sistema, que veja os fluxos de valor de uma família e consiga “fazer as coisas acontecerem”. Outro ponto a ser considerado é que o plano de implementação deve ser acompanhado por metas mensuráveis, para que se possa medir o desempenho do novo estado e evidenciar as melhorias obtidas.

O mapeamento de processo e fluxo de valor requer:

a) caminhadas freqüentes pela fábrica, para a compreensão dos fluxos de valor e das seqüências dos processos;

b) a partir dessas caminhadas, delimitar as fronteiras do mapeamento em questão (se a fábrica, um processo ou um subprocesso);

c) desenhar à mão e à lápis os fluxos, de forma rápida dentro do próprio chão de fábrica, permitindo-se enxergar as informações necessárias adicionais que surgem à medida que o fluxo é desenhado. Isso permite que o analista tenha um amplo entendimento do que ocorre. Resistir à tentação de utilizar recursos computacionais

para desenhar os fluxos de produção é, segundo, o fator mais importante para o sucesso do projeto.

d) identificar ícones (ou símbolos) que serão utilizados para demonstrar as interações entre as atividades e os processos (ver anexo 3) A figura 5 a seguir mostra alguns símbolos utilizados em mapeamento.

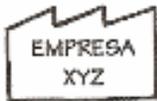
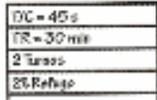
Ícones de Materiais	Representa	Notas
	Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Controle da Produção.
	Fontes Externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de Dados	Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente etc
	Estoque	Quantidade e tempo devem ser anotados.

Figura 5 - exemplos de ícones utilizados no mapeamento de processo

Fonte: Rother e Shook, 1999

A figura 5 mostra os símbolos mas representativos do mapeamento de processo e fluxo de valor, como as caixas de dados, onde são identificadas as variáveis pertinentes ao processo, e o triângulo que demonstra a formação de estoques.

Alguns conceitos importantes para a realização do desenho do mapa seguem a seguir:

a) Caixas de processo: sempre associadas a uma caixa de dados, caixas de processo são utilizadas, no mapa, para indicar um processo pelo qual o material está fluindo (ou seja, sendo processado). A cada caixa de processo está associada uma caixa de dados, onde estão alocadas as informações pertinentes àquele processo. São dados relevantes do processo: tempo de ciclo, disponibilidade de máquina, número de variações do produto, tempo de trabalho, taxas de refugo, etc. Caixas de processos podem ser empilhadas no mapa de maneira a identificar subfluxos ou fluxos paralelos (ROTHER E SHOOK, p. 19, 1999);

b) Estoques: estoques são locais onde material se acumula; devem ser desenhados no mapa atual “porque eles mostram onde o fluxo está parando” (ROTHER E SHOOK, p. 20, 1999);

c) Fluxos de informação: além do óbvio fluxo da matéria-prima entre processos, os fluxos de informação são também importantes no mapa atual. Eles mostram de onde vem as ordens para a execução da atividade, em que quantidade e em qual prazo;

d) *Lead-time* x tempo de agregação de valor: anotando em cada processo o tempo que ele permanece com a produção e o tempo em que realmente está atuando sobre a produção (ou seja, está agregando valor), permite a comparação entre as duas informações de maneira rápida e impactante. Isso fornece subsídios para a identificação de gargalos de produção e definição de ações;

e) Fluxo contínuo: segundo Rother e Shook (p. 45, 1999), “significa produzir uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um estágio do processo para o seguinte sem nenhuma parada entre eles”;

A figura 6 mostra as questões-chave que norteiam o redesenho de processo sob a ótica do pensamento enxuto, servindo de base para o desenho do mapa futuro:

QUESTÕES CHAVE PARA O MAPA FUTURO	
1	Qual o takt time, baseado no tempo de trabalho dos processos que estão mais próximos dos clientes?
2	Onde se pode usar fluxo contínuo?
3	Onde será preciso introduzir sistemas supermercado:
4	Em que ponto único da cadeia produtiva (o processo puxador) se programará a produção?
5	Como será nivelado o mix de produção no processo puxador?
6	Quais as melhorias de processo necessárias para fazer fluir o fluxo de valor conforme as especificações do projeto de estado futuro?

Figura 6 - quadro de questões para o mapa futuro

Fonte: Rother e Shook, p.58, 1999

Essas questões, que são abordadas na figura 6, são as perguntas que o gerente do fluxo de valor deve ir fazendo ao longo de suas caminhadas pela fábrica, para que consiga determinar quais ações precisam ser tomadas na implementação do fluxo enxuto. Assim, com essa revisão básica realizada, pode-se iniciar o movimento para a realização do mapeamento de fluxo de processo e de fluxo de valor.

3 METODOLOGIA

A pesquisa, como atividade científica completa, percorre desde a formulação do problema até a apresentação de resultados. Ainda complementa que “é uma atividade humana cujo objetivo é conhecer e explicar fenômenos, fornecendo respostas às questões significativas para a compreensão da natureza” (PRODANOV e FREITAS, 2009, p.59). Assim, o método de pesquisa é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que visam o atendimento do objetivo traçado.

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, foi utilizada a pesquisa aplicada, pois ela gera conhecimento para aplicação prática, com ênfase na solução de problemas (PRODANOV; FREITAS, 2009, p.62). Os dados foram tratados quantitativamente, de forma a permitir a classificação e análise das informações obtidas. Sob a ótica dos objetivos da pesquisa, foi utilizada a pesquisa exploratória, que permite a análise de exemplos, sendo flexível e possibilitando o estudo do tema sob vários aspectos. Já como procedimento técnico de pesquisa foi definido o estudo de caso como estratégia.

O estudo de caso apresenta, segundo Yin (2005), um poder diferenciador: sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências. Assim, são fontes alimentadoras do estudo de caso documentos, entrevistas, dados, planilhas, estudos e observações, podendo estas serem participantes ou diretas. Se a observação for participante, ainda pode, conforme

Yin (2005), ocorrer manipulação informal dos dados. Essas características tornam o estudo de caso muito atrativo para este trabalho.

Uma boa definição do estudo de caso pode ser a descrita a seguir, considerando o “desejo de chegar a generalizações amplas baseadas em evidências do estudo de caso” (YIN, 2005):

“A essência de um estudo de caso, a principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que ela tenta esclarecer uma decisão ou um conjunto de decisões: o motivo pelo qual foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados.” (SCHRAMM, 1971 apud YIN, 2005)

Ainda segundo Yin (2005), outra característica relevante do estudo de caso é que ele pode ser subdividido em quatro tipos:

- projetos holísticos de caso único;
- projetos holísticos de casos múltiplos;
- projetos incorporados de caso único;
- projetos incorporados de casos múltiplos.

Dentre estes, foi escolhido o projeto tipo holístico de caso único, pois, conforme cita Yin (2005), ele “pode ser usado para determinar se as proposições de uma teoria são corretas ou se algum outro conjunto alternativo de explicações pode ser mais relevante”. Yin (2005) ainda complementa que as lições que se aprendem nesses casos fornecem muitas informações sobre as experiências usuais. Dessa maneira, as informações ou constatações obtidas durante o trabalho de coleta de dados podem alterar ou até mesmo modificar o projeto inicial, se elas forem relevantes.

Para finalizar, Yin (2005), ao comentar que o estudo de caso beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e análise dos dados, embasa ainda mais a união das duas estratégias de pesquisa escolhidas para nortear este trabalho.

O estudo de caso possui algumas premissas básicas, que, conforme Prodanov e Freitas (2009, p.75), são determinantes para a própria caracterização do estudo e que o delimitam:

I – estuda-se um sistema limitado, com fronteiras definidas mas nem sempre claras;

II – identifica-se o objeto alvo, para dar foco e direção ao estudo;

III – tem caráter único, específico e complexo;

IV – a investigação ocorre no ambiente real do estudo, não se preparando condições para tal, como no caso de experimentos;

V – são utilizadas fontes múltiplas para a obtenção de dados.

Para a obtenção dos dados da pesquisa, foram seguidos os seguintes passos:

a) conhecer e analisar criticamente o processo de produção da empresa em questão- layouts, etapas, complexidade: inicialmente, através de visita à fábrica acompanhada por um representante da Engenharia de Processo, conheceu-se o processo como um todo, inteirando-se das particularidades de cada etapa. Procedeu-se também a análise dos indicadores de desempenho de cada setor produtivo, e dos números gerais da fábrica;

b) traçar plano de ação frente à análise anterior: baseado em dados de representatividade no faturamento da empresa e acuracidade de entrega, obtidas na etapa anterior através do setor de Logística, que controla o planejamento e programação da produção, foi definido que o mapeamento dos processos iniciaria dentro da Mini-fábrica de injeção de Zamac. Peças fabricadas em zamac representam 57% do faturamento total da fábrica. A partir desta definição básica, iniciou-se uma revisão bibliográfica dos conceitos que envolviam o mapeamento de processos. Assim, definiu-se a família de atuação do mapeamento de processo;

c) selecionar as ferramentas necessárias para a aplicação do mapeamento: com a definição da família de produtos a ser mapeada, selecionou-se junto à Engenharia de Processo as estratégias de coleta de dados. Dessa forma, optou-se por realizar uma abordagem de observação participante, onde o pesquisador assume posição de interação com o meio investigado. Ainda utilizou-se a técnica da cronoanálise, para determinação de tempos e movimentos, e o que Rother e Shook (2003, p.15) chamam de “à mão e à lápis”. Essa técnica consiste em resistir ao uso de recursos computacionais para criar os desenhos dos mapas atuais, e se baseia principalmente nas seguintes características: 1) o desenho pode ser realizado no chão de fábrica, e permite que, à medida que o desenho surja, nasçam necessidades de informações adicionais que podem ser prontamente atendidas e 2) o próprio pesquisador é responsável pelo desenho, o que garante o entendimento do fluxo;

d) realizar o mapeamento de processo dentro da estratégia traçada no item “c”:
nesta etapa, acompanhou-se o processo de fabricação, desde a chegada da matéria-prima ao setor de injeção até as peças serem enviadas prontas para o setor de seleção/embalagem, numa perspectiva que Rother e Shook (2003, p.2) chamam de fluxo “porta-a-porta”;

e) identificar os maiores fatores de perda e propor melhorias de processo que compensem esses fatores: com os mapas do estado atual traçados, identificou-se as perdas mais significativas em cada um dos processos estudados. Propôs-se, então, alternativas para minimizar essas perdas, baseadas principalmente em adequações de *layout*, considerando o que comenta Shingo (1996, p. 251) a respeito de melhorias de *layout* serem pré-condição fundamental para estabelecer o fluxo de produção;

f) estabelecer conclusões a partir da análise dos dados obtidos sobre o mapeamento de processo no estudo de caso apresentado: a partir dos resultados encontrados na realização do mapeamento, estabelecer conexões e relações de viabilidade para a ferramenta dentro de indústrias de processos complexos, como o caso estudado.

Para a análise dos dados, foram identificados indicadores estratégicos já controlados pela empresa, com base histórica, de forma a permitir comparação de resultados entre o cenário de antes e depois da aplicação da metodologia. De maneira a trabalhar alinhado com a estratégia da empresa, buscou-se indicadores que demonstrassem requisitos importantes para o sucesso corporativo: os relativos à entrega de produção. Esses indicadores, tabulados, ainda foram base para o estabelecimento de gráficos que demonstraram o desempenho dos períodos considerados, para tornar mais didático e objetivo o estabelecimento de conclusões acerca da aplicabilidade da metodologia utilizada.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 HISTÓRICO DA EMPRESA

A empresa onde se realizou este estudo tem mais de 40 anos de fundação. Instalada em Novo Hamburgo, tem uma unidade fabril de 40.000 m², com área construída de 17.000m², e produz componentes metálicos e plásticos para os mercados de moda e peça técnica.

Segundo o *site* que a empresa mantém na *Internet*, utilizando processos de estampagem – de latão e aço – e injeção de zamac², é considerada uma das principais fornecedoras de componentes da América Latina. Conta com uma equipe de aproximadamente 250 colaboradores, divididos em 8 departamentos. Para melhor atender as demandas do mercado, foram criadas duas unidades estratégicas de negócio (UEN): a UEN de Moda e a UEN de Peças Técnicas. A divisão em duas unidades estratégicas ocorreu para o atendimento às necessidades diferenciadas para cada segmento: a Moda privilegia rapidez e acabamento, enquanto que a Peça Técnica prima por tecnologia e resistência. Dentro deste universo, a empresa possui, conforme seu departamento comercial, um portfólio com mais de 30.000 itens, que são produzidos sob encomenda.

A UEN de Moda atua junto aos segmentos calçadista, acessórios e confecção, fornecendo uma ampla gama de componentes de funções estruturais e decorativas, sendo alguns exemplos mostrados na figura 7 a seguir. Já a Unidade de Peças Técnicas trabalha desde o projeto até o produto final, para as linhas de automação industrial, metais sanitários, eletrônica, pneumática, informática, elétrica, jardinagem, entre outras, como mostra a figura 8.

² Zamac: liga metálica composta de zinco (mais de 95%), alumínio, cobre e magnésio (compondo os três últimos a fração restante), muito utilizada em injeção por suas características de fluidez, maleabilidade e custo.



Figura 7 - componentes de moda

Fonte: empresa



Figura 8 - componentes para Peça Técnica

Fonte: Empresa

Como observa-se na figura 7 e 8, é ampla a gama de componentes produzidos pela empresa: ilhoses, rebites, fivelas, bridões, cravos, entre outras peças, compõe a linha de moda. Já a linha de peça técnica contempla volantes, cruzetas, válvulas, pontes, conectores, etc.

Conforme o histórico mantido pela organização, no último ano a empresa produziu 324.000 milheiros de peças. O milheiro é a unidade de produção e venda dos produtos fabricados. Desse montante, boa parte atendeu o mercado de moda, que corresponde a 80% do total de faturamento da empresa, sendo o segmento mais representativo. Segundo o departamento comercial e o de marketing, o ciclo de vida de produtos voltados para este mercado gira em torno de 3 meses. No entanto, a empresa mantém todos os itens do portfólio ativos, pois nada impede que uma referência antiga seja utilizada pelos clientes na montagem de coleções de moda atuais. Como o mercado de moda é muito dinâmico, o prazo de entrega médio dos componentes para este segmento gira em torno de 5 dias. Este é um prazo padrão exigido pelos clientes, que nas pesquisas de satisfação realizadas anualmente, elencaram os seguintes fatores como decisivos para a realização da compra (respectivamente): prazo de entrega, preço e qualidade.

Já o mercado técnico trabalha em condições diferenciadas, pois se propõe a criar parcerias com o fornecimento. Normalmente, fecham-se pedidos com prazos de entrega longos e particionados, com entregas semanais ou quinzenais a partir de uma data pré-estabelecida no início da negociação. Um pedido pode demorar até um ano para ser totalmente fechado, dependendo do total de peças demandado. Nos últimos dois anos, a linha mais representativa desta UEN foi a de metais sanitários, impulsionada principalmente pelo aquecimento do mercado de construção civil, conforme se verificam nos históricos da empresa e o que se discutiu como cenário externo para a revisão do planejamento estratégico 2010/2014.

Como detalhado no fluxograma macro a seguir, mostrado na figura 9, o processo produtivo inicia-se com a confecção das peças nos setores de origem, conhecidos na empresa como “mini-fábricas”, seguindo para o acabamento e seleção e embalagem.

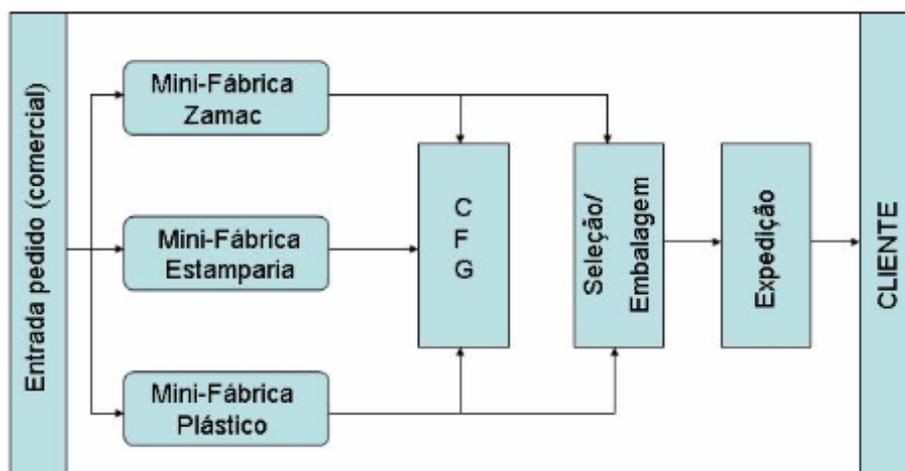


Figura 9 - fluxograma simplificado do processo

Fonte: empresa

O setor de injeção de zamac possui duas tecnologias distintas de produção, atuando com uma liga metálica com matriz de zinco (98% zinco, teores variados de cobre, magnésio e alumínio). É responsável por cerca de 60% do volume de produção da fábrica, processando uma média de 1.200 ton/ano da liga.

Injeta sob pressão com moldes de aço, em 6 injetoras, em modelos similar ao ilustrado pela figura 10, de 50 ton de pressão de fechamento, 2 de 25 ton de fechamento e 1 de 150 ton de fechamento. Conforme o departamento de Engenharia de Produto da empresa, as características dimensionais das peças determinam em qual pressão de fechamento serão injetadas. Normalmente, para essa tecnologia de injeção são alocados os modelos produtivos de grande escala, com um volume de produção considerável e necessidade de velocidade na fabricação, de maneira a diluir o custo de fabricação do molde.



Figura 10 - exemplo de injetora de zamac sob pressão.

Fonte: www.agratti.com

A figura 11 mostra um exemplo de molde de injeção em aço.



Figura 11 - exemplo de molde de aço para injeção de zamac sob pressão

Fonte: empresa

Para pequenos volumes de produção, confecção de protótipos ou para peças cujo tempo de confecção do molde ou características dimensionais não permitam fidedignidade ao

projeto, é utilizada a injeção sob centrifugação em moldes de silicone. A figura 12 mostra uma parte de um molde de silicone e a injetora centrífuga.



Figura 12 – exemplo de molde de silicone e uma injetora centrífuga

Fonte: empresa

Na figura 12, observa-se na centrífuga os pratos de alumínio onde os discos de silicone são depositados, um a um, e substituídos a cada injetada. A plataforma circular onde os pratos estão dispostos é giratória, de maneira a levar o disco de silicone para a parte de trás da máquina, onde encontra-se o cadinho que vaza o material fluido para as cavidades do molde.

O processo de injeção é mais artesanal, necessitando da intervenção do operador para cada injetada. O molde, em relação a matriz de aço, é mais barato, porém tem uma durabilidade menor e sem possibilidade de manutenção: após encerrada sua vida útil, é descartado. Dentro da mini-fábrica, além da injeção, existem sub-atividades necessárias, como o desgalhe o peneiramento. Após injetados, os lotes de peças de ambos os processos seguem para o Centro de Fornecimento Galvânico. Ainda existem atividades de mão-de-obra intensiva, como montagens e acabamentos manuais, que são realizadas em ateliers terceirizados, que são controlados pelo setor denominado Distribuição.

De acordo com o departamento de Planejamento e Controle de Produção (PCP) da empresa, como concentra boa parte da produção da fábrica, a Mini-fábrica de Zamac é considerada como processo puxador, dando ritmo ao restante da produção. Embora as outras mini-fábricas também liberem produção para o restante do processo, é o Zamac que determina prioridades de produção, fluxos e filas de espera, baseado em sua demanda. Como a demanda neste setor é superior pela característica de seus pedidos, e devido à procura do mercado, normalmente há filas de espera para injeção e desgalhe.

A Mini-fábrica de Estamparia produz componentes metálicos por processos de conformação progressiva em chapas de aço e latão, utilizando prensas rápidas. Este setor é voltado basicamente ao mercado de moda, produzindo peças como cravos, ilhoses, arruelas e enfeites diversos. Pelas características intrínsecas ao seu processo, a Estamparia não possui sub-atividades, enviando diretamente suas peças ao acabamento. Por ano, essa mini-fábrica processa cerca de 50 toneladas de material laminado, de aço (40 ton/ano) e latão (10 ton/ano).

A Mini-fábrica de Plástico trabalha com 8 injetoras de várias capacidades de injeção, utilizando os mais variados tipos de polímeros. Os mais comuns são o PVC, o policarbonato, o ABS – que, para o mercado de moda, é muitas vezes vendido banhado – e o acetato. Como a Mini-fábrica de Plástico é considerada filial, inclusive localizada em outro *site*, esta não foi considerada neste estudo.

No Centro de Fornecimento Galvânico - CGF, as peças recebem acabamento por galvanoplastia³ de metais como cobre, níquel e cromo. Contando com três linhas galvânicas (rotativa, estática moda e estática técnica) e uma linha de metalização de ABS, o CFG possui uma ampla gama de acabamentos finais possíveis, desde os mais comuns – níquel e cromo – até acabamentos nobres – ouro e prata. O CFG organiza-se internamente considerando como um sub-setor a Galvano Rotativa (banhos rotativos) e outro como Galvano Estática (que congrega as linhas de banho estático de moda e de peça técnica e a metalização plástica). O CGF possui ainda mais um subsetor de vernizes e pintura, que conta com tecnologias de vernizes base solvente e pintura cataforética. Todas as linhas deste setor operam com grande quantidade de mão-de-obra, posto que nenhuma delas é automática. Existe deste a mão-de-

³ *Galvanoplastia*: processo de deposição eletrolítica de metais para proteção anticorrosiva do substrato e acabamento visual diverso à superfície, desde brilhantes até acetinados, com uma ampla gama de cores.

obra comum, em atividades simples como engate de peças em gancheiras⁴, como exemplificado na figura 13, até a especializada, representada pelo operador de galvanica ou verniz, como mostrado na figura 14. Peças de grande valor agregado, grande área dimensional e muita exigência visual, como os componentes para o mercado de bolsas são banhadas na Galvano Estática, e recebem tratamento eletrolítico quase que individualizado.



**Figura 13 - engancheamento de peças para banho
estático Fonte: empresa**

Na figura 13, observa-se o trabalho manual intenso representado pelo engate, pois cada gancheira, que é a grade verde onde são fixas as peças, comporta cerca de 150 unidades de componentes metálicos. Em geral, em uma mesa de engate, trabalham 4 pessoas. Já na operação da linha, representada pela figura 14, trabalham apenas 2 operadores.

⁴ *Gancheira*: instrumento de fixação de peças para banhos eletrolíticos estáticos; ela possui os elementos de fixação de tal forma que permitem a passagem da corrente elétrica pela peça, fazendo assim com que ocorra a deposição.



Figura 14 - exemplo de operação manual de banho estático

Fonte: empresa

A figura 14 mostra a dinâmica de trabalho do banho estático. A operação da linha, com as movimentações das gancheiras entre os tanques de banho, carregamentos e descarregamentos, é totalmente manual.

A linha de banho rotativa, por sua vez, embora também uma linha manual, opera com menos mão-de-obra, pois trabalha com sistema à granel, em tambores rotativos. Para essa linha são direcionadas as peças pequenas, de pouca área e pouca massa, sem detalhes e com baixa exigência em relação ao visual. Nela, são banhados os componentes mais comuns e tradicionais, como cravos, ilhoses e botões, que tem baixo valor agregado.

4.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Inicialmente, buscou-se conhecer o processo de porta-a-porta da fábrica, o que gerou o mapa atual mostrado na figura 15.

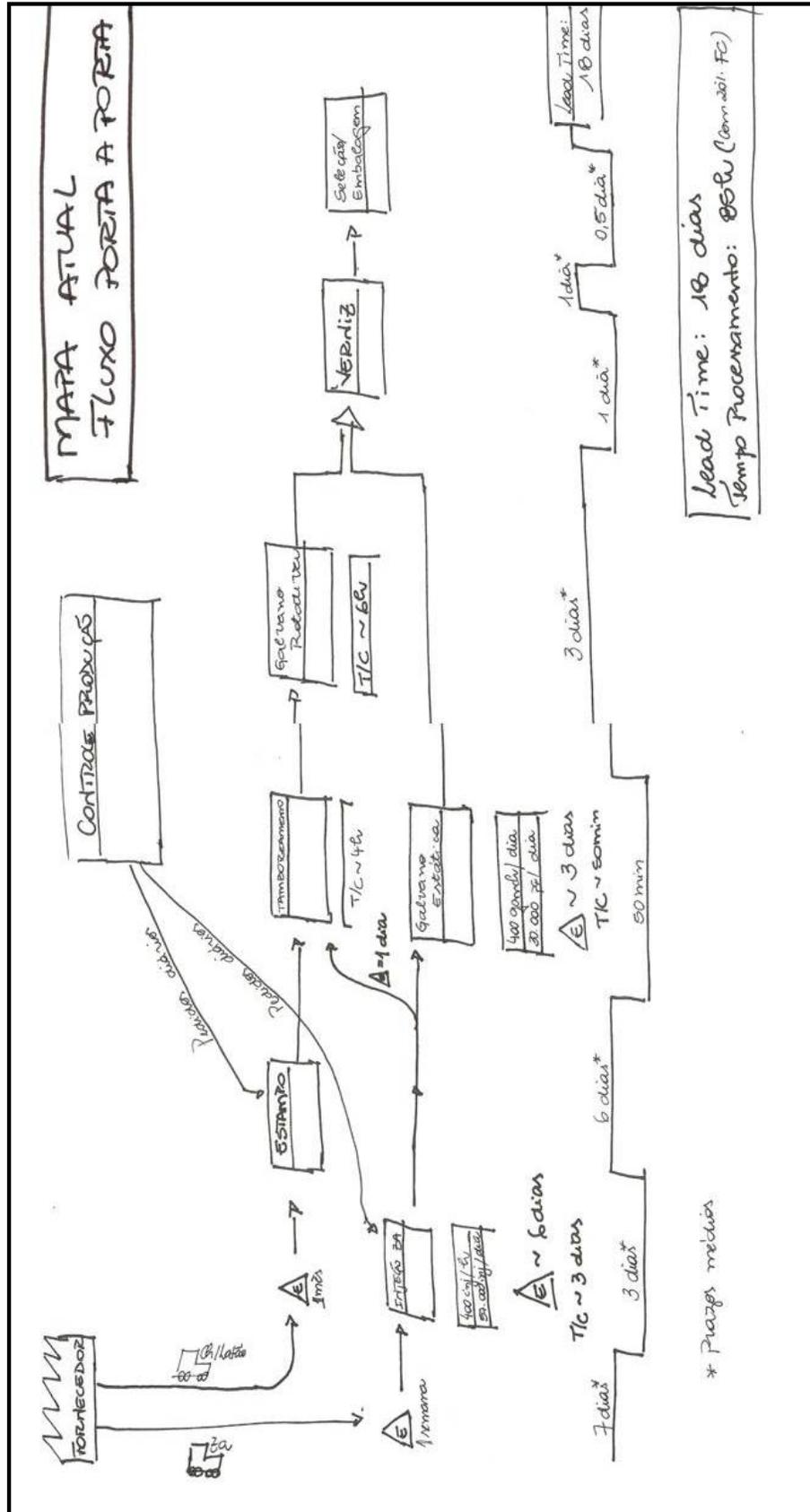


Figura 15 - Mapa atual do fluxo porta-a-porta
 Fonte: elaborado pela autora

Como percebe-se na figura 15, o tempo de processamento é muito menor que o lead-time de fabricação do produto. Outra frente de trabalho buscou analisar os dados de representatividade no faturamento da empresa e acuracidade de entrega, demonstrada na tabela 1.

Indicador		Geral fábrica	Zamac	Estamparia	Plástico	
ACURACIDADE DE ENTREGA	meta	91%	91%	91%	91%	
	realizado 2008	79%	72,15%	85,40%	85,20%	
	acompanhamento trimestral/2008	1º Tri	62,90%	49,30%	74,40%	73,07%
		2º Tri	79,40%	73,20%	84,97%	80,70%
		3º Tri	87,23%	85,30%	89,97%	92,30%
4º Tri		87,96%	85,10%	92,40%	94,86%	
PRAZO MÉDIO DE ENTREGA	meta (dias)	9	12	7	12	
	realizado 2008	11	18	7	10,5	

Tabela 1 - indicadores consolidados 2008 quanto aos requisitos de entregas de produção

Fonte: empresa

Como percebe-se, pelos dados da tabela 1, o desempenho geral do Zamac foi o menos satisfatório, inclusive “puxando” o desempenho geral da fábrica para baixo nos requisitos de entrega de produção. O prazo médio de entrega, por exemplo, que apresentou desempenho 50% menor do que o esperado para o Zamac, provocou um resultado geral da fábrica para o mesmo indicador 20% abaixo do esperado. A análise do mapa atual também demonstrou que havia dois pontos de geração de estoque intermediário e espera: na Mini-fábrica de Zamac e na Galvano Estática. Assim, foi definido que seria realizado, neste estudo, o mapeamento dos subprocessos representados por estas duas áreas. Foi gerado, então, o mapa futuro apresentado na figura 16. Essa definição abrange uma grande fatia da produção, pois peças fabricadas em zamac representam 57% do faturamento total da fábrica. Do montante representado por este percentual, cerca de 60% do zamac injetado é banhado por processo estático.

No mapa proposto, ilustrado na figura 16, decidiu-se trabalhar nos tempos de espera, uma das grandes perdas encontradas pelo mapeamento neste caso, sem dedicar-se a melhorias de processo. As grandes esperas estavam relacionadas à formação de estoque em processamento entre os processos de injeção de Zamac e Galvano Estática e entre Galvano Estática e Verniz. Estes estoques mostram problemas de fluxo. Os processos citados anteriormente foram considerados, então, como gargalos de produção.

Ora, de acordo com a Teoria das Restrições, se, num sistema organizacional temos problemas de fluxo, pode-se comprometer as entregas de produção. Uma maneira de equacionar essa situação é identificar os gargalos de produção, ou seja, os recursos cuja capacidade produtiva é menor ou igual à demanda. A capacidade da fábrica, portanto, seria a capacidade do gargalo (ou da associação de mais de um gargalo) (GOLDRATT e COX, 1997).

Fez-se uma leitura mais detalhada dos processos que compreendiam as atividades destes setores, considerando: 1 - os produtos que este setor produz como uma família; 2 - e os processos onde esses produtos passam.

4.2.1 Mapeamento na Mini-fábrica de Zamac

A partir do mapa da figura 15, desenhou-se o mapa de fluxo de valor da Mini-fábrica de Zamac, que é apresentado na figura 17.

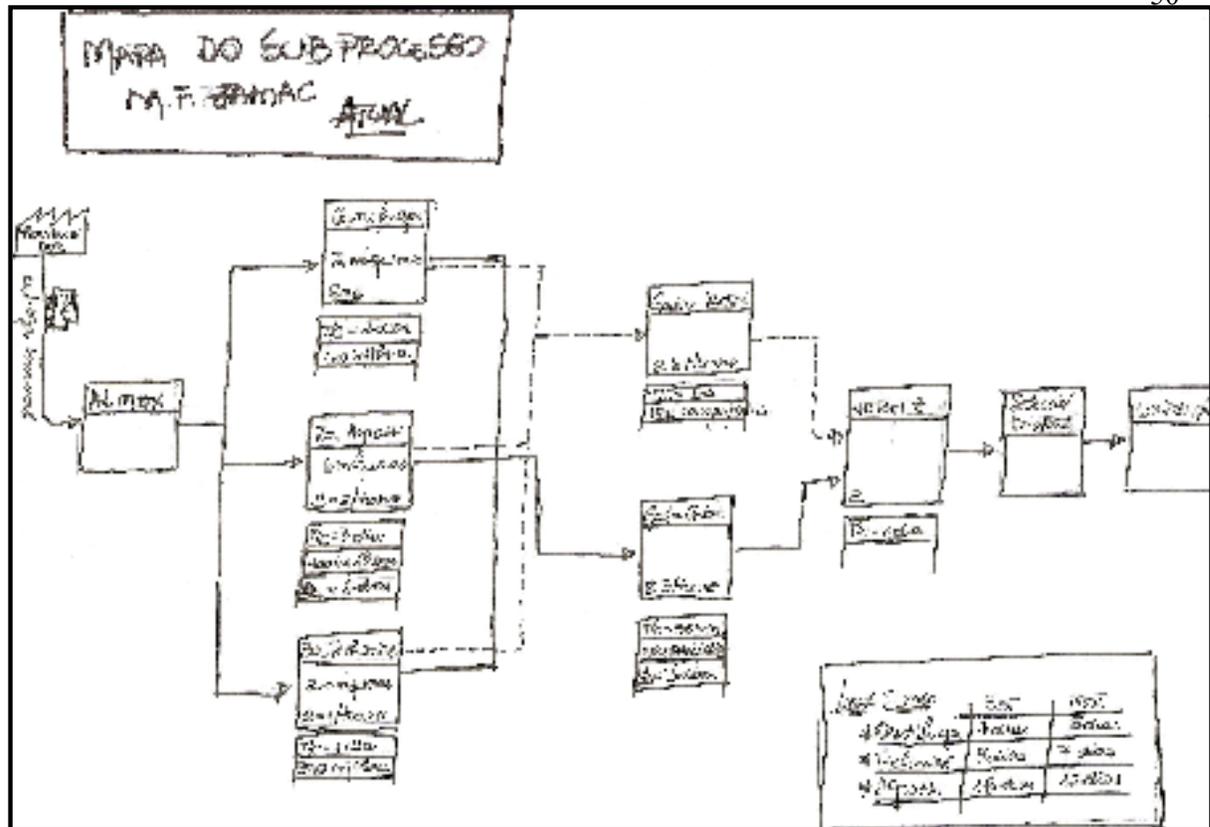


Figura 17 - Mapa do subprocesso de Zamac

Fonte: elaborado pela autora

Com o mapa inicial da figura 17 em mãos, percebeu-se que se deveria focar ainda mais nos subprocessos de injeção Agratti e de Desgalhe. Foi desenhado o mapa do estado atual do processo de injeção Agratti, que é ilustrado na figura 18.

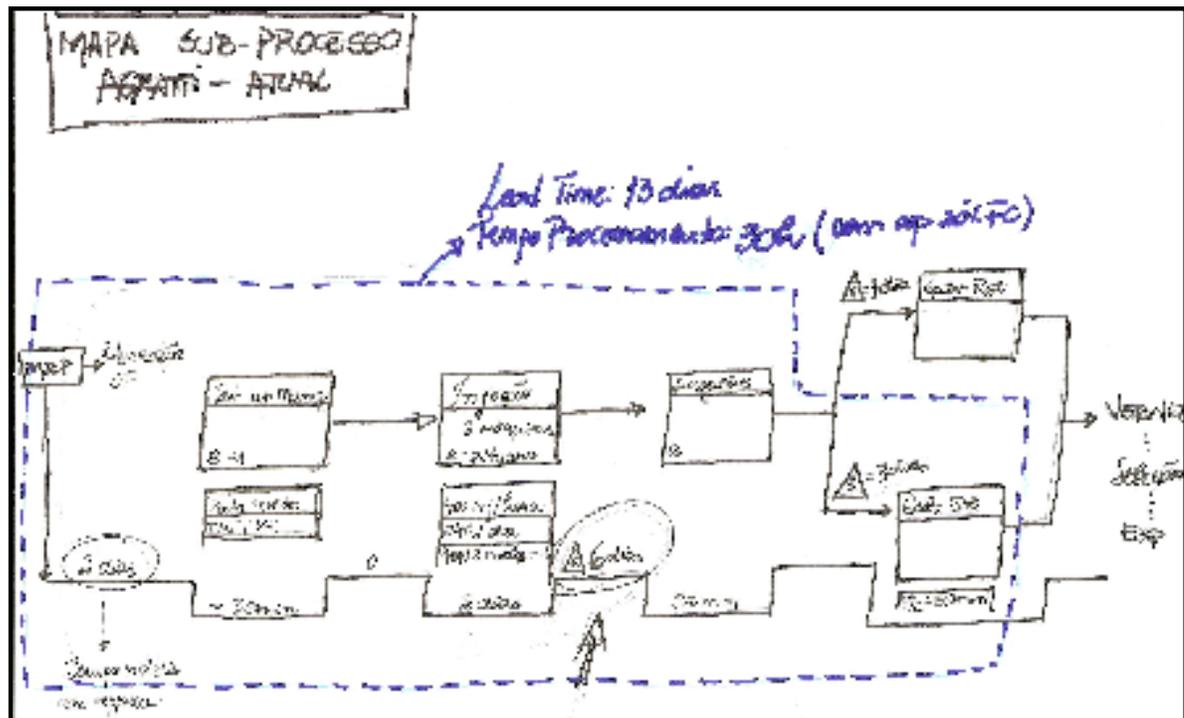


Figura 18 - Mapa do subprocesso Agratti

Fonte: Elaborado pela autora

A figura 19 mostra que o operador deve buscar a matriz no kanban de matrizes, espaço (área) de atuação que é representado pelo círculo H (em preto) no *layout*. Identificada a matriz, o operador deve então colocá-la na máquina, ajustando-a com auxílio das ferramentas que estão dispostas no magazine próximo à injetora (círculo A – verde, do mesmo anexo). Deve ainda alimentar o sistema com lingotes de zamac (círculo B, rosa), inspecionar as primeiras peças que saírem e trocar as caixas coletoras quando estas estiverem cheias (círculo C/D, amarelo), e monitorar o processo, após as variáveis estarem de acordo com os padrões estabelecidos de qualidade de injeção (círculo E – laranja).

➤ Operações auxiliares à injeção: cabe ao operador, nos intervalos de suas observações do monitoramento de processo, providenciar a busca de caixas vazias para troca (círculo F – vermelho, na figura 19) e de paletes de lingotes para a alimentação do seu conjunto de máquinas (círculo G – rosa, na figura 19)

➤ Operações de desgalhe: A figura 20 a seguir ilustra uma visão geral do processo.



Figura 20 - visão geral subprocesso Desgalhe

Fonte: empresa

A figura 20 mostra as várias etapas do subprocesso de desgalhe, e nela percebe-se o grande uso de mão-de-obra intensiva e o deslocamento não-linear que a matéria-prima segue. Essa movimentação manual é uma das grandes limitações do processo, embora não se encontrem alternativas economicamente viáveis para substituí-la.

As operações de desgalhe estão descritas no na carta de processo apresentada na Tabela 2 a seguir:

Carta de Processo								
Desgalhe – ZAMAC								
Lote de transferência: 2 caixas de galhos = ½ caixa de peças;								
Tempo (min)	Distância (m)	Operação	Transporte	Inspeção	Atraso/Espera	Armazenamento	Agrega valor?	Descrição
0.5	30.0		X					Buscar peças na injetora
8.0	0.0	X						Quebrar galhos em tambor
2	0	X						Varrer peças do chão
0.2	3.0		X					Encaminhar peças para separação do galho
3.0	0.0	X						Separar galho das peças
2	0	X						Varrer peças do chão
0.2	3.0		X					Encaminhar peças para aguardar peneira
25.0	0.0				X			Aguardar separação na peneira
0.1	2.8		X					Encaminhar peças para peneirar
25.0	0.0	X						Peneirar
0.3	5.8		X					Encaminhar peças para contagem
1.5	0.0			X				Contar peças na balança
0.5	5.8		X					Encaminhar peças para aguardar próxima operação
Totais								
Distância total (m)					50.4			
Tempo total (min)					68.3			
Tempo Agregação de valor (min)					0.0			0.00%

Tabela 2 – Detalhamento do processo Desgalhe - atual

Fonte: Elaborado pela autora

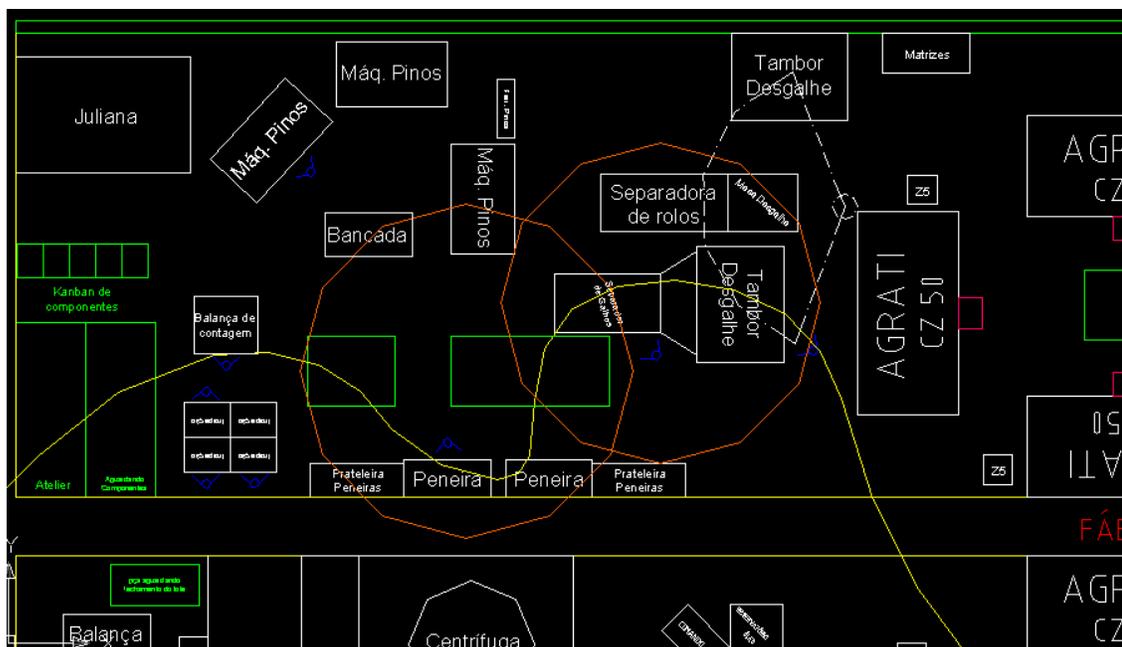


Figura 22 - Detalhamento das alterações de *layout* propostas para o Desgalhe

Fonte: Elaborada pela autora

A figura 22 mostra, de maneira esquemática, as seguintes adequações:

- mudança de posição dos tambores de desgalhe, mostrado na figura 22, colocando-os quase em linha com a separadora de rolos, ilustrado pela figura 23 a seguir.



Figura 23 - operador varrendo em frente ao tambor de desgalhe

Fonte: empresa



Figura 24 - máquina separadora de rolos

Fonte: empresa

Na figura 23, é ilustrado um tambor de desgalhe, onde os galhos de peças são introduzidos para que, por atrito, se separem as peças dos canais de injeção e das bolsas de ar. Já a figura 24 ilustra a máquina separadora de rolos, onde ocorre uma espécie de peneiramento, para separação dos canais de injeção das peças e bolsas. O alinhamento desses dois equipamentos minimizou as operações de manuseio de caixas.

- colocação de um sistema elevador de carga, para alimentação dos tambores de desgalhe e da separadora de rolos, de modo que um único operador possa operar todos os equipamentos; como esta melhoria precisa de aprovação orçamentária da diretoria, não foi possível efetuá-la dentro do prazo englobado neste estudo.

- mudança de posição das peneiras e das prateleiras de chapas peneiradoras, numa posição de vantagem em relação ao espaço de espera de peças utilizado (maior), e em seqüência com o sistema de separação de galhos;

- mudança de posição da balança de contagem, colocando-a em local de fácil acesso e de acordo com a seqüência do fluxo.;

- mudança das áreas de espera (em verde tracejado na figura 22).

Com as melhorias implementadas, mediu-se novamente a distância percorrida pela matéria-prima dentro do desgalhe e o tempo utilizado nesta atividade por lote de transferência. A tabela 3 a seguir mostra as melhorias obtidas.

Carta de Processo									
Desgalhe – ZAMAC									
Lote de transferência: 2 caixas de galhos = ½ caixa de peças;									
Pas so #	Tempo (min)	Distânc ia (m)	Opera ção	Trans porte	Ins peção	Atraso/Espera	Armazenamento	Agrega valor?	Descrição
1	0.5	21.0		X					Buscar peças na injetora
2	6.0	0.0	X						Quebrar galhos em tambor
3	3.0	0.0	X						Separar galho das peças
4	0.1	2.0		X					Encaminhar peças para aguardar peneira
5	15.0	0.0				X			Aguardar separação na peneira
6	0.1	2.0		X					Encaminhar peças para peneirar
7	25.0	0.0	X						Peneirar
8	0.1	2.0		X					Encaminhar peças para contagem
9	0.1	2.0		X					Buscar peças para inspeção
11	1.5	0.0			X				Contar peças na balança
12	0.2	3.0		X					Encaminhar peças para aguardar próxima operação
Totais									
Distância total (m)						32.0			
Tempo total (min)						51.6			
Tempo Agregação de valor (min)						0.0	0,0	%	

Tabela 3 – Detalhamento do processo de Desgalhe com as adequações propostas

Fonte: elaborado pela autora

Observando a tabela 3, evidencia-se que houve diminuição na distância percorrida de 50 para 32 metros – uma melhoria de 36%. O tempo de permanência dentro do desganche caiu para 51,6 minutos – 25% de melhoria.

4.2.2 Mapeamento na Galvano Estática

Analisando o fluxo de trabalho do processo de Banho Estático, apresentado na figura 25 e melhor visualizado no anexo 5, percebe-se que o *layout* não é o adequado, tendo em vista o início do processo (o primeiro banho é sempre de desengraxante, o tanque representado pelo retângulo amarelo).

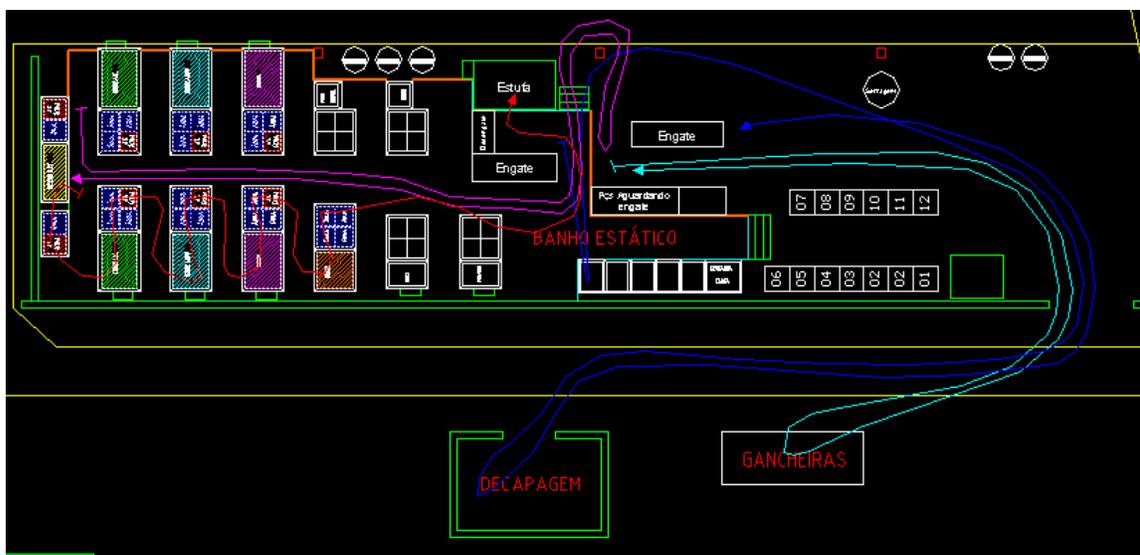


Figura 25 - Mapa atual Galvano Estática

Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 25, ilustra-se os deslocamentos, demonstrados pelas setas vermelha e rosa, que o operador percorre para realizar a operação completa do banho estático. A considerar que o operador realiza esses deslocamentos sucessivamente ao longo de sua jornada de trabalho, percebe-se que realmente este *layout* não é adequado. Não obstante, o fator complicador para esta adequação é sem dúvida o *layout* hidráulico, uma intrincada rede de tubulações que traz água limpa ao processo e lança os efluentes à Estação de Tratamento de Efluentes. Alterações nesta base determinariam uma alteração total na estrutura física, com construção de um novo parque.

Contudo, percebem-se dois grandes movimentos nas atividades do Banho Estático: a busca das gancheiras nos suportes, que ficam fora da área da Galvano, num corredor externo, e o transporte das gancheiras até a Decapagem, para limpeza. A busca das gancheiras, mostrada na figura 25, é representada pela seta em azul claro e o transporte até a Decapagem pela seta em azul escuro. Esses movimentos são realizados por um único colaborador, que é responsável apenas por esses transportes. Ele consegue movimentar apenas duas gancheiras de cada vez. Cada batelada de trabalho, no entanto, requer a entrada de 12 gancheiras (6 em cada linha de banho) e a saída de outras 12.

Trazer o suporte das gancheiras para junto à área da Galvano Estática, dado o espaço físico requerido por ele, seria inviável. Ainda assim, teria-se as movimentações até a Decapagem, que possui uma estrutura de tanques e exautores apropriados para o trabalho com ácidos pesados. Então, se propôs a abertura de uma porta, no meio da linha, em local de fácil acesso, e que interligasse a Galvano Estática ao corredor lateral. A figura 26 mostra o desenho desta adequação, onde, como na figura 25, a movimentação para busca das gancheiras é representada pela seta azul clara e o transporte das gancheiras até a decapagem pela seta azul escura.

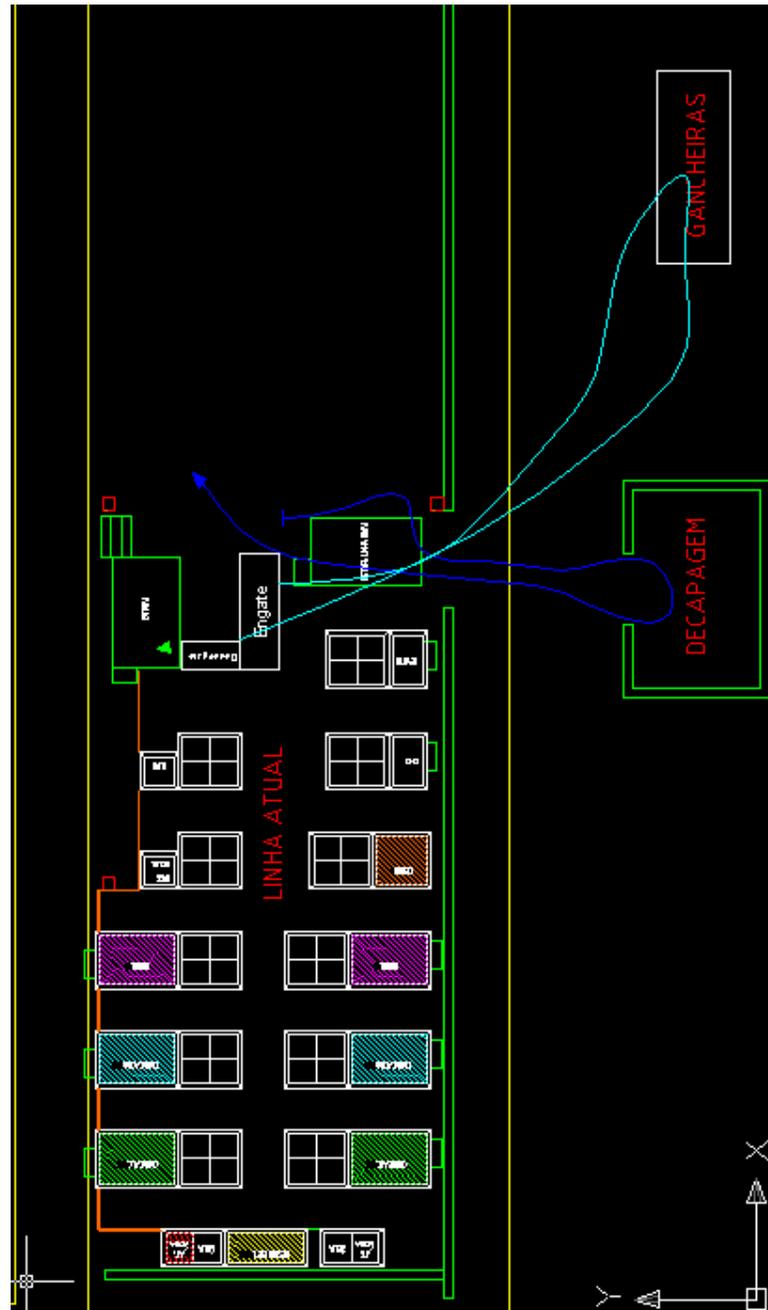


Figura 26 - mapa proposto para movimentação das gancheiras mostrando a abertura na parede lateral
 Fonte: elaborado pela autora

O grande ganho, nesta proposta, é sem dúvida na distância percorrida pelo operador, como demonstrado na tabela 4.

<i>Para 2 gancheiras</i>	Deslocamentos (m)		
	<i>antes</i>	<i>depois</i>	<i>redução</i>
Decapagem	80	22	73%
Busca gancheiras	50	30	40%
<i>Considerando batelada (12gancheiras)</i>	Deslocamentos (m)		
	<i>antes</i>	<i>depois</i>	<i>redução</i>
Decapagem	480	132	73%
Busca gancheiras	300	180	40%

Tabela 4 - análise dos deslocamentos para busca de gancheiras e transporte delas até a decapagem

Fonte: elaborado pela autora

Na tabela 4, percebe-se que a redução do espaço percorrido pelo operador foi, de uma maneira global, maior que 50%. Esse operador estaria com seu tempo otimizado, e poderia ser utilizado para outras atividades. Foi considerado que, devido ao tamanho da gancheira, o operador consegue transportar duas unidades de cada vez, uma em cada braço. O transporte manual tem vantagens em relação a carrinhos ou suportes, pois eliminam as atividades de carregamento/descarregamento.

4.2.3 Análise dos resultados

As adequações propostas, baseadas no que diz Shingo (1996) a respeito da melhoria de *layout* ser pré-condição fundamental para estabelecer o fluxo, geraram grandes melhorias percentuais. Essas melhorias, contudo, foram realizadas em atividades cujo impacto global leva algum tempo a ser percebido, pois consideram os lotes de transferência de cada setor (caixa, no caso da Mini-fábrica de Zamac, e batelada, no caso da Galvano Estática. Por isso, acompanhou-se durante o ano de 2009 os resultados referentes aos requisitos de entrega de produção já monitorados pela empresa, para enxergar os benefícios das adequações ao longo do tempo. Os indicadores acompanhados são sistematicamente acompanhados pela empresa,

o que inclusive garante uma base de comparação sólida com o referencial anterior, mostrado na tabela 1. Foram considerados na comparação apenas os indicadores referentes ao desempenho geral da empresa e ao desempenho da Mini-fábrica em estudo, que são apresentados na tabela 5 a seguir.

Desempenho 2009 da Minifábrica Zamac - Requisito: entregas de produção

Indicador		Geral fábrica	Zamac	
ACURACIDADE DE ENTREGA	meta	91%	91%	
	realizado 2009	86,78%	82,47%	
	acompanhamento trimestral/2008	1º Tri	85,97%	85,02%
		2º Tri	87,54%	81,92%
		3º Tri	86,71%	79,85%
4º Tri		86,9%	83,08%	
PRAZO MÉDIO DE ENTREGA	meta (dias)	9	12	
	realizado 2009	9	10	

Tabela 5 - Indicadores consolidados 2009 quanto ao requisito entregas de produção

Fonte: empresa

Percebe-se, analisando a tabela 5 anterior, que através das medidas adotadas, a Mini-fábrica de Zamac obteve uma boa regularidade na sua acuracidade de entrega, entre os trimestres analisados. Esses resultados superam o desempenho de 2008 nos quesitos considerados, principalmente se comparados o primeiro trimestre de 2008 com o respectivo do exercício 2009, exposto na tabela 5. Ainda percebe-se que o indicador Prazo Médio de Entrega para a Mini-fábrica de Zamac ficou 16,7% acima do previsto, o que resulta num prazo efetivo de entrega dois dias menor do que o estipulado.

Ao se colocar os resultados de 2009 frente aos de 2008, como demonstrado na tabela 6, percebe-se uma melhoria significativa no desempenho da família de peças estudada.

Zamac - comparação de desempenho			
indicador	2008	2009	variação %
acuracidade de entrega	72,15%	82,47%	14,3%
prazo médio entregas	18	10	45,6%

Geral fábrica - comparação de desempenho			
indicador	2008	2009	variação %
faturamento (milhões R\$)	27068	27731	2,4%
produção (milheiros pç)	200016	311037	55,6%
acuracidade de entrega	79%	86,78%	9,8%
prazo médio entregas	11	9	27,3%

Tabela 6 - comparativo dos resultados consolidados 2008x2009

Fonte empresa

O comparativo exposto na tabela 6 demonstra que, para a família de zamac, o prazo médio de entregas melhorou 45,6% após a realização das adequações, inclusive superando a meta proposta para este indicador em 2009. Esta evolução pode ser melhor acompanhada através do gráfico na figura 27.

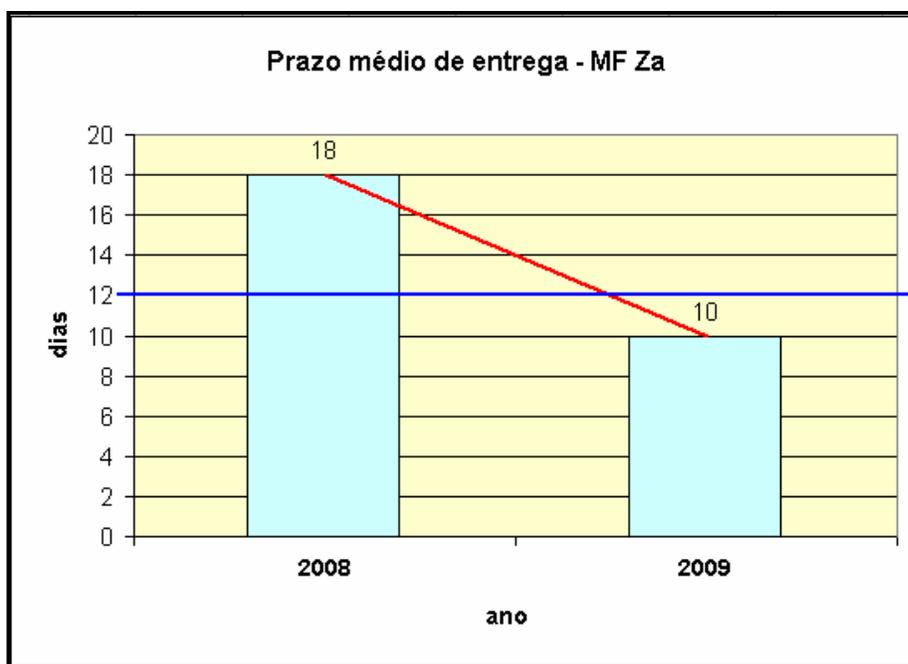


Figura 27- comparativo dos resultados consolidados 2008x2009 para Prazo de entrega

Fonte: elaborado pela autora

Como se percebe no gráfico anterior, a evolução do prazo de entrega foi extremamente significativa, mostrando uma linha de tendência que desloca-se de maneira decrescente.

A acuracidade de entrega da Mini-fábrica de Zamac melhorou 14,3%. A evolução deste indicador está demonstrada no gráfico da figura 28 a seguir.

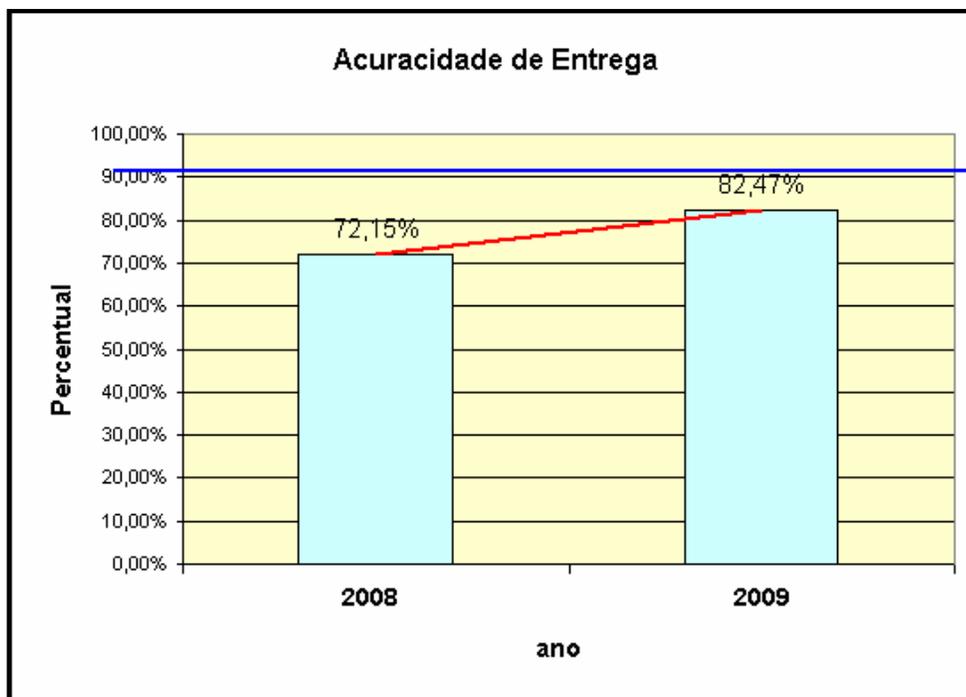


Figura 28 - comparativo dos resultados consolidados 2008x2009 para Acuracidade de entrega

Fonte: elaborado pela autora

O gráfico da evolução da acuracidade de entrega do Zamac mostra o quanto melhorou este indicador de desempenho. Ainda assim, a meta, de 91%, não foi atingida. Isso se justifica pelo fato de o número de milheiros produzidos em 2009 ser 55,6% superior a 2008; assim, muitos pedidos não conseguiram ser atendidos na data acordada com o cliente, mesmo com a significativa melhoria no prazo médio de entregas. O desempenho geral da fábrica para os requisitos de entrega de produção também teve melhora, impulsionado pelos bons resultados da Mini-fábrica de Zamac.

CONCLUSÃO

Percebe-se, no atual mercado globalizado, a necessidade das organizações em desenvolver atividades voltadas à melhoria contínua. Em meio a um cenário cada vez mais competitivo, as empresas se vêem obrigadas a buscar alternativas de otimizar processos e diminuir as perdas – ou caçar os desperdícios, como diz Shingo (1996). Apenas assim conseguem reduzir custos para se manterem saudáveis no mercado consumidor. A aplicação da metodologia do mapeamento de processo e fluxo de valor, com sucesso, pode significar um grande ganho de eficiência. E essa eficiência pode ser traduzida em vantagem competitiva para a empresa.

O presente estudo mostrou que pequenas alterações de *layout* e de dinâmica de trabalho trouxeram grandes benefícios. Essas adequações, que passavam despercebidas pela equipe de gestão mas foram observadas através do mapeamento de processo e fluxo de valor, traziam perdas de movimentação e espera, duas das grandes perdas enumeradas por Shingo (1996) na sua teoria das 7 perdas de processamento. Essas perdas refletiam desperdício de tempo, na permanência do lote tanto na Mini-fábrica de Zamac, que era de 6 dias, quanto na Galvano Estática, cuja espera pelo processamento era de 3 dias para a família considerada. Ora, esse desperdício de tempo refletia diretamente no prazo de entrega, que é fator determinante de compra salientado para a empresa pelo próprio cliente.

Com as adequações realizadas, que permitiram pequenos ganhos incrementais em cada lote de transferência dentro dos processos considerados, o prazo de entrega para a família avaliada, que era de 18 dias, caiu para 10 dias, refletindo uma melhoria de 45,6%. Essa melhoria no Prazo médio de entrega reflete também um outro conceito importante: o quanto o tempo de não-agregação de valor foi eliminado, de maneira a melhorar a eficiência do processo global da Mini-fábrica de Zamac e da Galvano Estática. Embora ainda não seja o ideal de mercado, que conforme a pesquisa de satisfação realizada pela fábrica junto aos seus clientes é de 5 dias, e que foi o desenhado no mapa de estado futuro, já é muito mais factível e

competitivo o prazo alcançado com a melhoria do que o obtido no exercício anterior. O novo prazo abre margem inclusive para negociações comerciais, frente à melhoria alcançada.

Segundo a fábrica, cada dia de faturamento arrecada em média R\$ 150.000,00. Considerando que a melhoria no prazo médio de entregas permite que um número maior de peças serão entregues no mesmo tempo de 18 dias do exercício de 2008, pode-se dizer que a fábrica obteve um potencial para faturar cerca de R\$ 1.200.000,00 a mais nesses 18 dias.

Obviamente, a ferramenta tal e qual concebida não pode ser aplicada, posto que foi elaborada para uma indústria de montagem, aliada aos conceitos de produção enxuta. As adaptações necessárias foram o uso de *softwares* de desenho para a elaboração de *layouts*, na contra-partida da recomendação de Rother e Shook (1999) para desenhar à mão e à lápis os fluxos, e o uso de outras técnicas, como a cronometragem/cronanálise. Alguns conceitos da ferramenta, como o *próprio takt-time*, nem chegaram a ser analisados, pois as pequenas alterações óbvias do *layout* permitiram grandes ganhos. É provável que, na próxima rodada de melhorias, esses conceitos sejam solicitados, já que parte-se do pressuposto do refinamento da prática.

Outra adaptação requerida, pela complexidade do processo envolvido, foi o uso de diferentes unidades de transferência, que compuseram o *pich*⁵ de cada processo. Como a natureza das atividades de cada setor analisado é diferente, suas unidades de transferência também diferem. Para o Zamac, a unidade adequada definida foi a caixa de peças, que representa o lote. Já para a Galvano Estática, foi definida a batelada de 12 gancheiras, que é o número de elementos que podem ser processados juntos no banho, como unidade de transferência.

Uma limitação do trabalho, também ligada ao fato de encontrarem-se oportunidades de melhorias gritantes aos olhos dentro do processo, foi não observar-se a ótica da demanda do cliente externo de uma forma plena. O cliente externo foi avaliado através do filtro do PCP, considerando que através das ordens de produção que o PCP envia para a fábrica o cliente explicita suas necessidades: o que quer, o quanto quer e em que prazo.

⁵ *Pich*: unidade de transferência que permita uma retirada compassada regularmente do processo puxador

O fato da condução deste estudo de caso ser realizada por uma colaboradora da empresa, que serviu como gerente do fluxo de valor, facilitou a dinâmica de trabalho. A visão holística desenvolvida ao longo da carreira dentro da empresa permitiu que se vissem as interações do processo global não de forma lúdica, mas prática. Assim, a definição dos pontos a focar já saiu na arrancada do estudo de caso, e foram sendo confirmadas ao longo do desenho dos mapas de estado atual. Outra questão relacionada é o fato do estabelecimento de vínculos de confiança com os colaboradores envolvidos, pois a gerente do fluxo de valor já era pessoa do convívio no cotidiano da empresa. Assim, as adequações sugeridas dadas foram bem recebidas, o que permitiu debates em relação ao que seria mais indicado para o desenho do mapa futuro. Esse estreitamento de relações também garantiu o comprometimento na realização das adequações propostas.

Contudo, da mesma forma que a condução do mapeamento foi tranquila pelo relacionamento da gerente do fluxo de valor com os colaboradores, o fato de ser colaboradora de carreira pode ter de alguma maneira prejudicado a identificação dos pontos falhos. Os vícios adquiridos ao longo do tempo podem ter tendenciado a tomada de ações; uma maneira de evitar essa possibilidade seria montar uma equipe multidisciplinar para o mapeamento, identificando um terceiro (consultor ou mesmo professor) para a função de gerente do fluxo de valor.

Em face aos expressivos ganhos obtidos com o mapeamento de processo e fluxo de valor nos requisitos de entrega de produção para a família de peças de Zamac injetado banhado por processo estático, postula-se algumas recomendações para trabalhos futuros:

- realizar mais uma rodada de mapeamento de processo e fluxo de valor na família de peças considerada neste estudo de caso, com foco na acuracidade de entrega, para que se atinja a meta proposta de 91% (já que, embora se tenha melhorado em 14,3%, a meta do exercício não foi atingida) e verificando a demanda do cliente externo, que não foi considerada neste estudo;

- realizar rodada de mapeamento de processo de processo e fluxo de valor para as mini-fábricas de Estamparia e Plástico, pois ambas, embora apresentando desempenho superior ao Zamac, não alcançaram a meta proposta de 91% de acuracidade de entrega (o

requisito de produção de Prazo médio de entrega é bem administrado nestas duas Mini-fábricas);

- realizar mapeamento de processo e fluxo de valor associado a estudos de *layout* para as demais linhas do Centro de Fornecimento Galvânico, principalmente aquelas que utilizam mão-de-obra intensiva (verniz PU e verniz cataforese), com foco nas perdas por deslocamento, espera de lote e transporte;

- realizar estudo global de *layout*, posto que a observação cotidiana durante o trabalho de mapeamento de processo e fluxo de valor demonstrou erros clássicos de fluxo de matéria-prima dentro da fábrica (deslocamentos truncados) e disposição pouco otimizada de setores e de equipamentos e máquinas dentro do espaço físico de cada departamento.

Assim, verificando-se os resultados do estudo de caso, pode-se concluir que o objetivo geral proposto para este trabalho, que era o de realizar mapeamento de processos e fluxo de valor em caráter experimental em uma indústria metalúrgica de componentes para moda, foi atingido. As melhorias obtidas, que mostram que a situação problema foi contornada, mostram também que a obtenção de benefícios com o uso da metodologia de mapeamento de processo e fluxo de valor para indústrias de processos complexos é perfeitamente factível.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, Alexandre. **Aplicando Lean em indústrias de processo**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/117/aplicando-lean-em-industrias-de-processo.aspx>>. Acesso em 20/04/2009.

FERRO, José Roberto. **A essência da ferramenta “mapeamento de fluxo de valor”**. Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>>. Acesso em 20/04/2009.

GAITHER, Norman; FRAIZER, Greg.. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Thompson, 2002.

JAPAN HUMAN RELATIONS ASSOCIATION. **O livro das idéias: o moderno japonês de melhoria e o envolvimento total dos funcionários**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997

LIMA, Emanuel Edwan de. **Desperdícios, conheça e elimine-os**. Disponível em: <http://www.ogerente.com.br/novo/colunas_ler.php?canal=13&canallocal=45&canalsub2=183&id=1854>. Acesso em 20/09/2009.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 2004.

MULLER, Cláudio J. **Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/383_SistemaToyotaGeral.pdf>. Acesso em: 15/01/2010

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do Trabalho Científico – Métodos e Técnicas de Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2009.

RITZMAN, Larry; KRAJEWSKI, Lee. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

VICENZI, Luciano. **O pensamento estratégico frente à crise financeira global**. 2009. Disponível em: <<http://liderestrategico.wordpress.com/2009/03/18/o-pensamento-estrategico-frente-a-crise-financeira>>. Acesso em: 15/01/2010

YIN, Robert K.. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

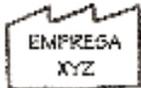
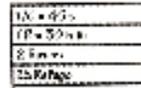
WOMAK, J.P. e JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ANEXOS

ANEXO 1
EXEMPLOS DE ÍCONES PARA
USO EM MAPAS DE PROCESSO
E FLUXO DE VALOR
(Fonte: Rother e Shook, 1999)

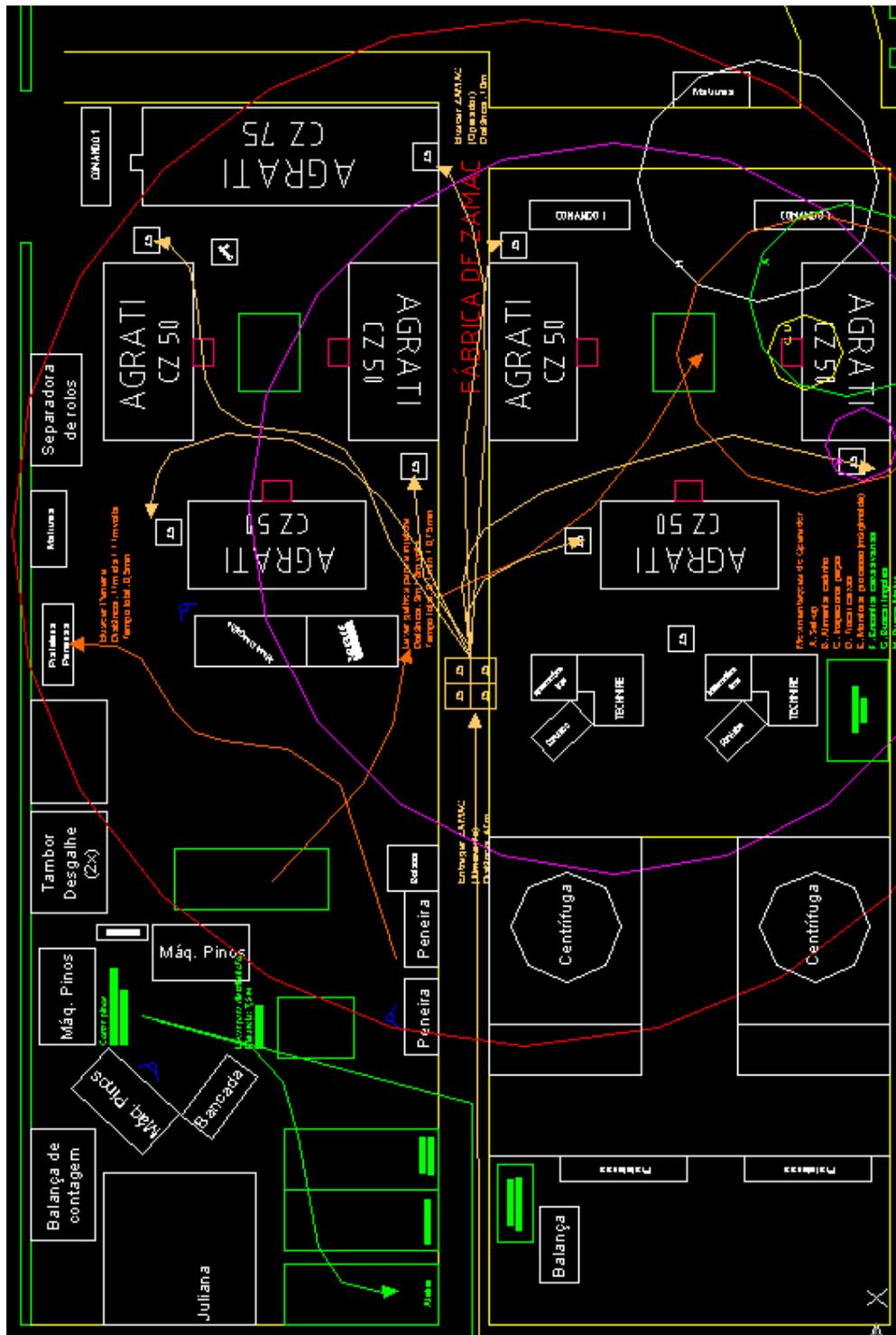
Apêndice A – Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor

Os ícones e símbolos para mapear os estados atual e futuro são de três categorias: Fluxo de Material, Fluxo de Informação e Ícones Gerais.

Ícones de Materiais	Representa	Notas
	Processo	Uma caixa de processo equivale a uma área de fluxo. Todos os processos devem ser identificados. Também usado para departamentos como o de Controle de Produção.
	Fontes Externas	Usado para mostrar clientes, fornecedores e processos de produção externos.
	Caixa de Dados	Usado para registrar informações relativas a um processo de manufatura, departamento, cliente etc.
	Estoque	Quantidade e tempo devem ser anotados.
	Entrega via Caminhão	Anotar a frequência de entregas.
	Movimento de materiais de produção: <u>EMPURRADO</u>	Material que é produzido e movido para frente antes do processo seguinte precisa gerenciar baseado em uma programação.
	Movimento de produtos acabados para o cliente	
	Supermercado	Um estoque controlado de peças que é usado para a programação da produção em um processo anterior.

ANEXO 2
LAY-OUT DE SETUP
DA MATRIZ

(Fonte: elaborado pela autora)



ANEXO 3
DETALHAMENTO DO *LAY-OUT*
DO DESGALHE – ATUAL -

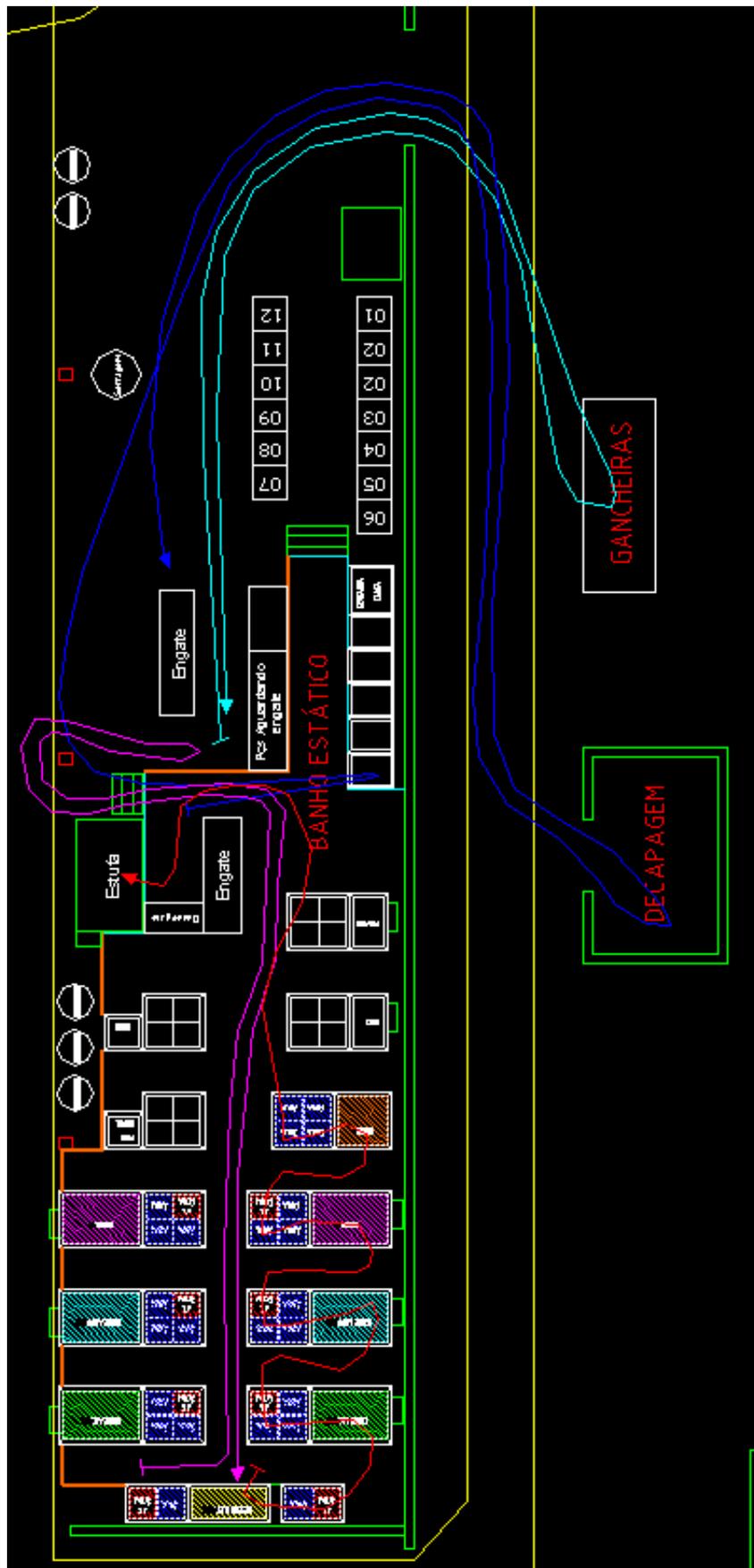
(Fonte: elaborado pela autora)

ANEXO 4
DETALHAMENTO DO *LAY-OUT*
DO DESGALHE – PROPOSTO -

(Fonte: elaborado pela autora)

ANEXO 5
DETALHAMENTO DO *LAY-OUT*
DA GALVANO ESTÁTICA – ATUAL -

(Fonte: elaborado pela autora)



ANEXO 6
DETALHAMENTO DO *LAY-OUT*
DA GALVANO ESTÁTICA – PROPOSTO -

(Fonte: elaborado pela autora)

