

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
MBA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO E LOGÍSTICA

SAMUEL MEDEIROS ADAMI

**ANÁLISE DE MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE
FUNDIDOS SOB A ÓTICA DO MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO**

Porto Alegre,

2011

SAMUEL MEDEIROS ADAMI

ANÁLISE DE MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE
FUNDIDOS SOB A ÓTICA DO MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão da Produção e Logística, pelo MBA em Porto Alegre, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Orientador: Prof. Doutor Luis Henrique Rodrigues

Porto Alegre,

2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: meu pai, José Cerineu Adami; minha mãe, Teresa Medeiros Adami e meus irmãos Alexandre Medeiros Adami e Simone Medeiros Adami, pelo amor, apoio, compreensão e incentivo permanentes.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Doutor Luis Henrique Rodrigues** pela atenção, ensinamentos, e competência em repassar seus conhecimentos.

A todos os **Professores** que ministraram aulas durante o curso, pelos ensinamentos transmitidos ao longo do MBA.

Aos meus **colegas de curso, Lucas Grigol, Mário Almeida, Rafael Turatto e Roger Osorto** pelos momentos agradáveis que passamos ao longo desses 15 meses.

A **Empresa Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos Ltda.**, por permitir e ajudar no desenvolvimento da pesquisa.

Ao **Sr. Nelson José Tódero**, Gerente Industrial da Hidro Jet, pelos ensinamentos, competência, atenção, dedicação, apoio e amizade dispensados a minha pessoa desde meu ingresso na empresa.

E à minha família, principalmente minha mãe, **Teresa Medeiros Adami**, pelo amor e apoio incondicional em todas as circunstâncias da minha vida.

RESUMO

A busca por maior competitividade, causada pela globalização da economia, tem gerado uma intensa movimentação em busca de redução de perdas e melhorias contínuas nos processos e operações das organizações industriais. Esse fenômeno exige das organizações a luta permanente por melhorias de gestão que possam ser traduzidas em ganhos de qualidade, produtividade e eliminação de desperdícios. A partir dessa visão o presente trabalho buscou aplicar conceitos mundialmente conhecidos, como o mecanismo da função produção e a lógica das perdas que foram desenvolvidos pela Toyota Motor Company, com o objetivo de identificar e eliminar desperdícios no sistema produtivo de uma empresa de fundidos. O método utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi o estudo de caso, utilizando a observação participante e a pesquisa documental como técnicas para a coleta de dados. Com a aplicação das ferramentas do mecanismo da função produção foi possível identificar as perdas existentes no processo de fabricação da empresa em estudo e sugerir melhorias que eliminariam ou reduziriam as mesmas.

Palavras-chave: Mecanismo da função produção, lógica das perdas e processo de fabricação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: A estrutura em rede da produção.	11
Figura 2: Simbologia de identificação de processos.	12
Figura 3: Fluxograma do processo atual.....	23
Figura 4: Máquina sopradora cold box.....	28
Figura 5: Carrossel para processo de rebarbação.	28
Figura 6: Máquina Disamatic.	29
Figura 7: Moldes produzidos na Disamatic.....	29
Figura 8: Ferramental com modelos da peça P-22688.	30
Figura 9: Processo de vazamento dos moldes.	30
Figura 10: Linha de transporte automática.	31
Figura 11: <i>Check out</i>	31
Figura 12: Processo de quebra de canais.	32
Figura 13: Processo de rebarbação I.....	33
Figura 14: Processo de rebarbação II.	33
Figura 15: Torno de usinagem CNC.....	34
Figura 16: Processo de preparação.	34
Figura 17: Gancheiras para zincar peças.	35
Figura 18: Processo de zincagem.	35
Figura 19: Fluxograma atual resumido.....	36
Figura 20: Novo fluxograma do processo.	42
Figura 21: Novo fluxograma resumido.	46
Figura 22: Comparação Fluxo atual x Fluxo proposto.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E QUESTÃO DE PESQUISA	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo geral.....	9
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
1.3 JUSTIFICATIVA	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 O MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO.....	11
2.1.1 A Função processo	11
2.1.2 A Função operação	13
2.2 MELHORIA DE PROCESSO.....	13
2.2.1 Melhoria do processo	13
2.2.2 Melhoria da inspeção.....	14
2.2.3 Melhoria do transporte	14
2.2.4 Melhoria no estoque	15
2.3 MELHORIA DAS OPERAÇÕES.....	16
2.3.1 Melhoria na preparação e pós-ajuste	16
2.3.2 Melhoria nas operações principais.....	16
2.3.3 Melhoria nas folgas.....	16
2.4 ELIMINAÇÃO DAS PERDAS.....	17
3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	19
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	19
3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE	19
3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	19
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	20
3.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	21
4 O ESTUDO DE CASO	22
4.1 APRESENTAÇÃO GERAL DO PROCESSO	22
4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO.....	23
4.3 IDENTIFICANDO AS PERDAS.....	37
4.3.1 Perdas no transporte	37
4.3.2 Perdas por fabricação de produtos defeituosos	38
4.3.3 Perdas por espera	39
4.3.4 Perdas por estoque.....	39
4.4 MELHORIAS SUGERIDAS	40
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA E QUESTÃO DE PESQUISA

Para enfrentar os desafios da competitividade em um mercado cada vez mais globalizado, as empresas necessitam de um processo de melhoria continuo e que esteja conectado as mutações que ocorrem no ambiente de negócios.

Este trabalho, levando em consideração a afirmação acima, vai analisar possíveis melhorias que podem ser realizadas no processo de produção da empresa Hidro Jet, focando nos aspectos do Mecanismo da Função Produção (MFP).

A Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos Ltda. conta com duas unidades fabris: Usinagem e Zincagem, localizada na cidade de Feliz/RS, e a fundição que fica na cidade de Porto Alegre/RS. Nesta unidade são fundidos os produtos destinados ao segmento elétrico (eletroferragens), mecânico e automotivo, utilizando sistemas de moldagem em areia verde. Com uma estrutura de 10 mil metros quadrados, a Hidro Jet emprega mais de 500 colaboradores e produz peças que são comercializadas nas Américas, Europa, África e Oceania.

A produção de equipamentos para mineração de ouro e diamante, bem como equipamentos para irrigação foram as primeiras atividades desenvolvidas pela Hidro Jet, em 1980, quando foi fundada, na idade de Caxias do Sul, um dos principais pólos industriais do país. Mais tarde, buscou no desenvolvimento de peças para a indústria automotiva e eletroferragens para isoladores elétricos, o atual foco do seu negócio. É considerada uma das maiores produtoras individuais de eletroferragens do mundo.

Para que a empresa possa continuar o seu desenvolvimento e crescimento ela precisa melhorar continuamente os seus processos internos, e se tratando de uma organização industrial, o principal processo que gera valor é o de produção. Este trabalho se desenvolveu com base nesta situação e sob a ótica do Mecanismo da Função Produção (MFP), que segundo Antunes et al. (2008), é a ferramenta de análise central do Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvida por Shigeo Shingo, e que ajuda a compreender sistema de produção como uma rede de processos e operações.

Para Shingo (1996a), produção é uma rede de processos e operações, onde um processo é visualizado como o fluxo de materiais no tempo e no espaço, sendo a transformação da matéria-prima em um produto acabado e onde uma operação é visualizada

como o trabalho realizado para efetivar a transformação, sendo a interação do fluxo de equipamentos e operadores no tempo e no espaço.

Entendendo este mecanismo e mapeando o processo atual tornou-se possível detectar perdas inerentes aos processos e operações da empresa em estudo. Novamente, segundo Shingo (1996), perda é qualquer atividade que não contribui para a realização das operações, ou seja, são atividades que geram custos e que não agregam valor aos produtos.

Uma das principais perdas combatidas pelo STP é a espera, pois acarreta uma série de conseqüências problemáticas na fábrica, como longos tempos de atravessamento e o aumento do nível de defeitos e retrabalhos (ANTUNES et al.,2008).

Com isso busca-se com este trabalho eliminar as perdas mapeadas por intermédio da utilização do Mecanismo da Função Produção e assim responder o seguinte questionamento:

Quais as perdas existentes no atual processo de produção da empresa e qual seria o impacto das propostas de melhorias no mesmo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Mapear o processo atual, buscando a identificação e contabilização das perdas, de forma agregada, no processo produtivo da empresa Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos Ltda..

1.2.2 Objetivos específicos

- a) propor o redesenho do processo produtivo a partir das perdas identificadas no estudo;
- b) analisar as propostas de melhoria sugeridas, fazendo um comparativo entre o fluxo do sistema produtivo atual e o redesenho realizado.

1.3 JUSTIFICATIVA

A escolha desse problema de estudo justifica-se tanto pela sua importância global, sendo um assunto que influencia na competitividade de qualquer organização industrial, quanto pela atual necessidade da empresa em estudo, que apresenta problemas no seu processo de fabricação, gerando perdas significativas para a organização.

Neste contexto, os conceitos de eliminação de perdas a partir de melhorias nos processos e nas operações oriundos das teorias de Shingo (1996), bem como o Mecanismo da Função Produção serão de extrema importância para a empresa Hidro Jet realizar as melhorias necessárias e assim aumentar a sua competitividade.

Para qualquer indústria, o processo de fabricação é a principal atividade e onde deve ter maior concentração de esforço com o objetivo de melhorar continuamente. A utilização de metodologias propostas pelo Sistema Toyota de Produção – STP é cada vez mais comum nas empresas, independente do ramo de atuação. Com esta visão, busca-se a partir deste trabalho, implantar soluções existentes na STP e assim proporcionar maiores ganhos para a empresa em estudo, interpretando os conceitos do Mecanismo da Função Produção e colocando em prática como forma de melhoria nos processos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para o embasamento teórico do estudo de caso serão utilizados os conceitos oriundos do STP, tendo como base a bibliografia do autor Shingo (1996).

2.1 O MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO

Este conceito será a base para a realização deste trabalho, sendo uma ferramenta totalmente eficaz para mapear sistemas produtivos, que inovou ao tratar a produção como uma rede de processos e operações, conforme Figura 1. Para Shingo (1996), descobridor desta teoria, os sistemas produtivos devem ser visualizados como uma rede que envolve no eixo X os processos e no eixo Y as operações, ou seja, uma combinação dos fluxos de materiais, no tempo e no espaço, e do fluxo de pessoas e equipamentos, no tempo e no espaço (ANTUNES et al., 2008).

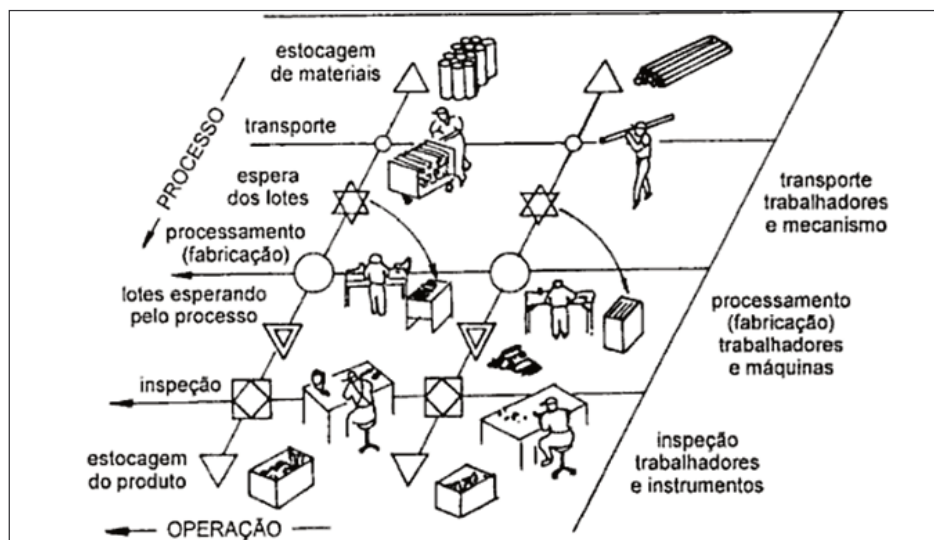


Figura 1: A estrutura em rede da produção.
Fonte: Shingo (1996a).

2.1.1 A Função processo

“Processo é um fluxo integrado de materiais do início ao final da produção” (ANTUNES et al., 2008, p.82).

É a transformação de matéria-prima em produto semi-acabado ou produto acabado, podendo também ser descrito como o fluxo do objeto de trabalho no tempo e no espaço.

Abaixo segue os elementos que compõe a função processo segundo Shingo (1996a) e em seguida pode-se visualizar na Figura 2 a simbologia utilizada para cada elemento.

- a) processamento: é a transformação do objeto de trabalho, uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem de um produto);
- b) inspeção: comparação do produto com um padrão estabelecido;
- c) transporte: movimentação de materiais ou produtos, pode-se tratar também como a alteração na posição ou localização de materiais dentro da fábrica;
- d) espera: tempo em que não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte. Segundo Antunes et al (2008), a espera ou estocagem pode ser subdividida em quatro categorias:
 - espera entre processos: é quando um lote inteiro aguarda para receber o processamento, um exemplo é quando o lote aguarda devido ao equipamento ou máquina estar ocupada com outro produto;
 - espera dos lotes: é quando peças aguardam o término do processamento do total do lote para seguir ao próximo passo ou operação, ou seja, enquanto uma determinada peça esta sendo processada, as demais peças do mesmo lote estão em condições de espera;
 - armazenagem de matérias-primas;
 - armazenagem de produtos acabados: normalmente são estoques criados para garantir a pronta entrega.






SÍMBOLO	OPERAÇÃO	DEFINIÇÃO DA OPERAÇÃO
	Processamento	Uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem).
	Inspeção	Comparação com um padrão estabelecido.
	Transporte	Movimento de materiais ou produtos; mudanças nas suas posições.
 Espera do processo	 Espera do lote	Espera
		Período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte. Espera do processo – Um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou transportado. Espera do lote – Durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. As peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado. Este fenômeno também ocorre na inspeção e no transporte.

Figura 2: Simbologia de identificação de processos.
 Fonte: Shingo (1996a).

2.1.2 A Função operação

Para Shingo (1996a) as operações são o segundo pilar das atividades de produção, sendo o acompanhamento dos equipamentos e operadores no tempo e no espaço.

A seguir serão apresentados os elementos que constituem a função operação e suas respectivas definições segundo os autores Shingo (1996a) e Antunes et al. (2008):

- a) preparação e pós-ajuste: são operações realizadas antes e depois da produção de cada lote, basicamente a mudança de ferramentas e dispositivos;
- b) operações principais: são aquelas operações úteis que são repetidas para cada item, são diretamente ligadas ao processamento em si, inspeção, transporte e espera. Podem ser subdivididas em duas categorias, as operações essenciais, que seriam o processamento em si e as operações auxiliares, que seriam as operações que se encontram imediatamente antes e depois da realização das atividades ligadas as operações essenciais;
- c) folgas marginais: é o tempo em que o operador não está executando nem uma operação de preparação, nem uma operação principal. Podem ser divididas em folgas relativas ao pessoal e folgas não-relativas ao pessoal. A primeira está relacionada às necessidades fisiológicas e psicológicas dos trabalhadores e englobam folgas por fadiga e para higiene pessoal. A segunda está relacionada aos aspectos não humanos das tarefas, como folgas das próprias operações (lubrificação, limpeza, etc.) e folgas entre as operações (peças atrasadas, parada de máquinas, etc.).

2.2 MELHORIA DE PROCESSO

Para Shingo (1996a), toda proposta de melhoria em processos deve analisar os seus cinco elementos: processo, inspeção, transporte, esperas de processo e esperas de lote.

2.2.1 Melhoria do processo

Segundo Shingo (1996a), o processo pode ser melhorado de duas formas, sendo a primeira através da engenharia de valor, que questiona como o produto pode ser redesenhado para manter a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação. A segunda

forma consiste em melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da engenharia de produção ou da tecnologia de fabricação, que questiona como a fabricação do produto pode ser melhorada.

2.2.2 Melhoria da inspeção

Segundo Shingo (1996a), existem dois tipos de inspeção, aquela que simplesmente identifica e classifica os defeitos a partir de uma inspeção final, ou seja, não atua na correção do problema e aquela que tem como objetivo alertar a ocorrência do defeito para que medidas sejam tomadas para corrigir o método ou a condição de processamento.

O primeiro tipo de inspeção é chamado de inspeção por julgamento, sendo a que descobre os defeitos e que segundo Shingo (1996a), para haver melhoria no processo de inspeção é importante migrar para o segundo tipo de inspeção descrito acima, a inspeção informativa, que faz com as ocorrências de defeitos sejam reduzidas, isso porque identificam os defeitos antes do término dos processos, gerando a possibilidade de correção.

2.2.3 Melhoria do transporte

A melhoria no transporte deve ser visualizada com o propósito de eliminação do mesmo, pois conforme Shingo (1996a) trata-se de um processo que não agrega valor ao produto, sendo apenas um custo adicional ao processo. As melhorias devem ser focadas na análise do layout e não na melhoria da operação transporte, ou seja, o ideal é fazer alterações nas posições das máquinas e pessoas com objetivo de eliminar o transporte e não investir em equipamentos ou tecnologias que melhorem o trabalho de transporte, como empilhadeiras, correias transportadoras, calhas de transporte e outros.

Somente após serem esgotadas as possibilidades de melhoria no layout é que se deve pensar em melhorar a operação de transporte.

2.2.4 Melhoria no estoque

Esta melhoria esta relacionada a eliminação as duas principais esperas, a espera de processo e a espera de lote.

- a) eliminação das esperas de processo: estas esperas referem-se tanto a lotes de produtos não processados aguardando o processamento quanto a acúmulos de estoque excessivo a ser processado ou entregue. Esse estoque excessivo pode ser gerado devido a programação utilizar taxas de defeito superestimadas, provocando excesso de produção, gerando uma espera entre processos desse excedente produzido. Outra forma de geração de estoque esta relacionada ao seqüenciamento de produção, que ocorre quando a produção se antecipa à programação, produzindo muito cedo e assim gerando esperas entre os processos (SHINGO, 1996a);
- b) eliminação das esperas de lote: essa espera é causada pela necessidade de se esperar pelo processamento de todo o lote antes de iniciar o próximo processo, ou seja, fora o item que esta em processamento, todos os demais que fazem parte do lote estão em espera. Para eliminar esse tipo de espera, o Sistema Toyota de Produção incentiva o uso do lote de transferência unitário, onde cada peça após o seu processamento segue imediatamente para a próxima operação, sem a necessidade de aguardar o processamento do restante do lote.

Mas, segundo Shingo (1996a), para isso ser viável é necessário atuar em melhorias no transporte, focando na adequação do layout e posteriormente em meios de transportes mais eficientes, tais como processos sucessivos colocados lado a lado ou conectados por correias.

Outro fator importante a ser analisado são as trocas de ferramentas, que são incentivadoras dos grandes lotes de produção, ou seja, devido aos altos tempos de preparação e trocas de ferramenta, os gestores optam por programar lotes maiores de produção e assim reduzir custos relativos ao setup.

2.3 MELHORIA DAS OPERAÇÕES

Segundo Shingo (1996a), as melhorias em relação às operações devem ser desenvolvidas com ênfase nos três componentes básicos da função operação: preparação e pós-ajuste, operações básicas e folgas marginais.

2.3.1 Melhoria na preparação e pós-ajuste

Segundo Shingo (1996a), a maneira mais eficaz de melhorar o setup é utilizando a troca rápida de ferramentas (TRF) ou a troca de ferramentas em um único toque (OTED). Esta metodologia sugere que há dois tipos de setup: setup interno e setup externo.

O setup interno são as operações que só podem ser executadas quando a máquina estiver parada e o setup externo são as operações que devem ser realizadas e concluídas enquanto a máquina ainda esta funcionando.

Para Shingo (1996a), a simples separação e organização das operações em internas e externas, podem reduzir o setup interno de 30 a 50%.

2.3.2 Melhoria nas operações principais

Como já visto anteriormente, as operações principais são divididas em operações essenciais, que são aquelas ligadas diretamente as operações de processamento, inspeção, transporte e estocagem e em operações auxiliares. A melhoria nas operações essenciais requer avanços em relação à tecnologia utilizada, ou seja, melhorar máquinas e equipamentos ou automatizar operações manuais. No caso da melhoria das operações auxiliares o foco é simplificar ou automatizar o carregamento e o descarregamento de peças ou matérias-primas na máquina (SHINGO, 1996a).

2.3.3 Melhoria nas folgas

As folgas relacionadas a uma tarefa ou área de trabalho devem ser analisadas detalhadamente na busca de oportunidades para melhorias, e a automação pode ser aplicada em muitas delas. Em seu livro, Shingo (1996a) cita exemplos de melhorias nas folgas de operação, tais como: lubrificação automática de máquinas e remoção automática de cavacos de usinagem.

Existem também outras formas de melhorar as folgas não relacionadas ao pessoal, como a realização de manutenção preventiva para evitar a quebra de máquinas e se tratando de folga entre operações, a utilização de alimentação automática de matérias primas e estocagem automática de produtos.

Em relação as folgas com pessoal, Shingo (1996a) afirma que o foco da melhoria deve estar no aperfeiçoamento dos métodos de trabalho e na busca da motivação e envolvimento do trabalhador, pois independente do nível de automação, as pessoas serão sempre uma parte essencial e vital da produção.

2.4 ELIMINAÇÃO DAS PERDAS

O mecanismo da Função Produção, por se tratar de uma ferramenta para mapear e analisar o fluxo dos processos permite uma clara visualização das perdas existentes nos processos produtivos, sendo estas classificadas em sete categorias segundo Ohno (1997) e Shingo (1996a) e conforme apresentadas abaixo:

- a) perdas por superprodução: para Shingo (1996a), existem dois tipos de perdas por superprodução, a quantitativa, que é quando ocorre a produção de um volume acima do programado ou requerido e a antecipada, que é a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, fazendo com que os itens fabricados aguardem para serem consumidos ou processados por etapas posteriores. Segundo Rodrigues, Antunes e Kannenberg (2005), as perdas por superprodução são as mais prejudiciais ao sistema produtivos pois ajudam a mascarar outras perdas e por esse motivo devem ser o foco principal das melhorias;
- b) perdas por transporte: são atividades que se relacionam diretamente às atividades de movimentação interna de material, que geram custo e não agregam valor, por isso devem ser eliminadas ou minimizadas ao extremo (RODRIGUES, ANTUNES E KANNENBERG, 2005);
- c) perdas no processamento em si: são atividades desnecessárias para que o produto adquira suas características necessárias conforme especificação do cliente. Pode ser um detalhe não visível no produto e que não tenha nenhuma funcionalidade na sua utilização, podendo assim ser descartado. Para se detectar tais perdas, podem-se utilizar duas perguntas básicas:

- Por que esse tipo de produto específico deve ser produzido?
 - Por que esse método deve ser utilizado em tal processamento?
- d) perda por fabricação de produtos defeituosos: são perdas geradas pela produção de produtos defeituosos ou que não atendam às especificações de qualidade requeridas pelo projeto. Estas perdas podem ser classificadas entre refugos e retrabalhos. Os refugos são todos os itens que não atendem as especificações de qualidade e não são recuperáveis e os retrabalhos são todas as unidades defeituosas, que não atendem as especificações de qualidade, mas que podem ser recuperadas e reaproveitadas (RODRIGUES, ANTUNES E KANNENBERG, 2005);
- e) perda no movimento: são aquelas oriundas de movimentos desnecessários dos trabalhadores quando estão realizando uma operação principal. Normalmente ocorrem por não haver métodos de trabalhos bem definidos, por má organização do posto de trabalho ou má estruturação do layout;
- f) Perda por espera: são perdas relacionadas ao tempo que trabalhadores e equipamentos não estão sendo utilizados de maneira produtiva. Shingo (1996a) distingue dois tipos de perdas por espera:
- Perda por espera de processo: aquela que ocorre quando um lote inteiro permanece esperando a liberação e/ou a disponibilidade do recurso, enquanto o lote precedente é processado, inspecionado ou movimentado.
 - Perda por espera de lote: aquela que ocorre quando os itens de um lote esperam até que o processamento de todo o lote seja concluído.
- g) Perda por estoque: esta relacionada a existência de estoques elevados de matérias-primas, produtos em processos e de produtos acabados, acarretando custos financeiros e perdas de oportunidades de negócio (RODRIGUES, ANTUNES E KANNENBERG, 2005).

Segundo Shingo (1996a), a diminuição dos estoques é o principal instrumento para diminuir o tempo de atravessamento, sendo mais efetiva do que o tempo de processamento em si.

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Nesta pesquisa foi realizado um estudo de caso, com o objetivo de mapear os processos produtivos da organização através do mecanismo da função produção, identificando perdas existentes e propondo melhorias em relação à localização, fluxos de materiais e tecnologia de gestão.

O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que permite o estudo de fenômenos em profundidade dentro de seu contexto, sendo especialmente adequado ao estudo de processos, explorando fenômenos com base em vários ângulos (ROESCH, 2009).

O forte dos estudos de caso, segundo Hartley (apud ROESCH, 2009), é a capacidade de explorar processos à medida que eles acontecem nas organizações.

Este tipo de pesquisa pode utilizar diversas fontes de dados, incluindo tanto instrumentos quantitativos quanto qualitativos, mesmo que muitos autores tratem o estudo de caso como sendo uma pesquisa de cunho qualitativa.

3.2 DEFINIÇÃO DA UNIDADE DE ANÁLISE

O estudo de caso foi realizado na área de produção da empresa Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos Ltda., iniciando a pesquisa na filial localizada em Porto Alegre e terminado na matriz situada na cidade de Feliz. Para realizar o mapeamento do processo, foi escolhido um produto que representa a maior parte dos processos realizados na empresa. O processo desse item foi analisado a partir da primeira operação até a chegada na expedição da matriz.

3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Para a obtenção dos dados necessários para entender o processo atual de produção da Hidro Jet sob a ótica do mecanismo da função produção, foram utilizadas as técnicas de observação participante, que segundo Roesch (2009), pode ser utilizada de duas maneiras dentro das organizações empresariais: de forma encoberta, quando o pesquisador se torna um empregado da empresa e de forma aberta, quando o pesquisador tem autorização para observar, entrevistar e participar do ambiente de trabalho em estudo.

As observações foram realizadas com objetivo de mapear o fluxo do processo produtivo de uma peça produzida pela empresa, percorrendo os setores que participam do processo nas duas unidades da organização.

Além desta, utilizou-se a pesquisa qualitativa para coleta de dados dividida em duas etapas: o levantamento de fontes primárias e secundárias. Como fonte primária foi utilizada a técnica de coleta de dados através de uma pesquisa no sistema ERP da Hidro Jet, onde foram extraídas informações sobre o roteiro de fabricação e estrutura da peça em estudo. As fontes secundárias foram obtidas através de pesquisa/revisão bibliográfica de alguns dos principais autores que abordam o mecanismo da função produção, tendo Shingo (1996) como o principal autor para embasar o estudo.

3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

Após a coleta de dados é preciso transformá-los em informações úteis, evidências para se obter conclusões analíticas convincentes e assim eliminar interpretações alternativas (YIN, 1989).

A partir da análise de documentos da empresa foi possível obter informações reais dos processos, tempos e recursos necessários para a fabricação dos produtos da organização.

Após analisar os dados e relacionar com informações obtidas através da observação e do próprio conhecimento do autor do trabalho, foi possível realizar o mapeamento do processo de fabricação da Hidro Jet e poder assim alcançar o objetivo final deste trabalho através da sugestão de melhorias.

Para a realização do trabalho foram seguidas as seguintes etapas:

- a) revisão bibliográfica: pesquisa com foco nos conceitos do mecanismo da função produção, ferramenta desenvolvida por Shigeo Shingo e utilizada no sistema Toyota de produção para mapeamento de sistemas produtivos;
- b) definição do escopo: nessa etapa identificou-se o objetivo principal do trabalho, servindo como base para direcionar o estudo de caso;
- c) mapeamento do processo: nessa etapa foram levantados dados referentes ao processo produtivo da peça p-22688 nas duas unidades fabris da empresa em estudo, utilizando as técnicas de observação e pesquisa documental;
- d) contabilização das perdas: a partir de identificadas, foi possível estimar os custos referentes às perdas contabilizáveis do processo produtivo atual;

- e) priorização das perdas: com base nos custos de cada perda foi realizada a ordenação das mesmas, focando o trabalho nas perdas que causam maiores prejuízos para a organização;
- f) propor o redesenho do processo: nessa etapa foram sugeridas melhorias no sistema produtivo atual buscando eliminar as perdas encontradas;
- g) comparação entre processo atual e o novo processo proposto: nessa etapa foi realizada uma comparação entre os processos, reforçando a importância das melhorias propostas;
- h) formalização do trabalho em um documento formal.

3.5 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Nesta seção, serão apresentadas as limitações que foram encontradas pelo autor na realização do trabalho. Estas limitações são dificuldades apresentadas no momento da pesquisa e elaboração do estudo, como o difícil acesso a dados e informações da organização em estudo, a falta de tempo, a abrangência da pesquisa, entre outras.

A primeira delimitação encontrada na realização deste estudo de caso está ligada à abrangência da pesquisa, pois o estudo teve foco no processo produtivo de apenas um item produzido pela empresa em estudo, representando uma família de produtos do segmento de eletroferragens. Por esse motivo não pode servir como base fiel para outros itens de outros segmentos.

Outra limitação ficou por conta dos tempos de cada processo, que pelo curto espaço de tempo, obrigou o autor do trabalho a estimar os mesmos com base no seu conhecimento e também a partir dos tempos cadastrados no roteiro de fabricação do item em estudo.

Na realização do estudo não foram consideradas possíveis paradas de máquinas em decorrência de manutenção, podendo esta situação alterar alguns dados em relação aos tempos de espera no processo produtivo da empresa.

Em relação aos investimentos necessários para realizar as melhorias sugeridas pelo estudo, não foi desenvolvido nenhum estudo de viabilidade econômica, sendo o foco da pesquisa a identificação e mensuração das perdas atuais do sistema produtivo da empresa.

Por último, a não aplicação da pesquisa na prática também pode ser considerada uma limitação, sendo que todas as melhorias sugeridas ainda não foram testadas e implementadas na empresa em estudo.

4 O ESTUDO DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO GERAL DO PROCESSO

Como já descrito anteriormente, a Hidro Jet possui duas unidades fabris. A matriz da empresa localiza-se na cidade de Feliz/RS e lá são realizadas as operações de acabamento final dos produtos elaborados em sua filial, que se localiza na cidade de Porto Alegre/RS. Na Filial as peças são produzidas pelo processo de moldagem em areia verde, possuindo 3 linhas de moldagem, sendo 1 linha automatizada que utiliza a máquina Disamatic, e duas linhas mecanizadas. O processo de derretimento é realizado por 3 unidades de fusão, cada uma possuindo 2 cadinhos com capacidade para derreter 2.000 kg de metal.

Além desses dois processos, existe o processo de macharia, onde são fabricados os machos, que são elementos refratários colocados no molde para definir uma cavidade ou espaço vazio no produto final. Na Hidro Jet são utilizados três processos distintos na fabricação dos machos: processo *cold box*, processo CO2 e processo Shell.

Após a produção do macho, o mesmo é colocado no molde de areia e este conjunto recebe o ferro líquido derretido pelas unidades de fusão, seguindo por uma linha contínua de rolagem automática onde ocorrem as operações de desmoldagem, quebra dos canais de ligação, jateamento para limpeza superficial das peças, inspeção, contagem/identificação e armazenagem.

O processo de desmoldagem ocorre por meio de um equipamento chamado de *check-out*, que por vibração retira o molde de areia, ficando apenas a peça em ferro fundido. Quando são produzidas mais de uma peça no molde, as mesmas possuem um canal de alimentação, que é por onde o ferro líquido escoar e assim preenche as peças dentro do molde, formando o que chamamos de árvore ou conjunto de peças.

Após a desmoldagem este conjunto de peças segue na linha contínua e chega ao setor de quebra de canais, onde são retirados os canais de alimentação e assim desfazendo os conjuntos. Esse processo é realizado com alicates hidráulicos ou de maneira manual. Após esse processo, as peças não estão mais ligadas e seguem para o processo de jateamento externo com a utilização de um jato de granalha contínuo, onde é retirado o excesso de areia que ainda se encontra nas peças.

Terminado o jateamento, as peças chegam à etapa de inspeção final, onde as peças conformes são colocadas em caixas de ferro e enviadas para a expedição, sendo contadas, identificadas e armazenadas. As peças não conformes são separadas e refugadas.

A Hidro Jet utiliza transporte próprio para enviar as peças da filial para a matriz. Este transporte ocorre normalmente duas vezes por dia, ou seja, duas cargas de peças brutas são enviadas diariamente para processamento.

Chegando à unidade de Feliz, as peças são retiradas da carreta e encaminhadas para o processo de rebarbação. Após este processo, os itens são enviados para o processamento da próxima operação, dependendo do seu roteiro de fabricação. No caso do item em estudo, a próxima operação é a usinagem do diâmetro externo utilizando tornos CNC. A próxima etapa é a zincagem através do processo de galvanização a fogo, retornando na seqüência para ser novamente usinada, só que agora a operação é no diâmetro interno da peça, sendo a última operação essencial realizada no produto. As movimentações internas dos itens são realizadas com o auxílio de empilhadeiras, paleteiras manuais e talhas.

4.2 FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO

A partir da observação do autor do trabalho e com o auxílio de informações obtidas do roteiro de fabricação da peça P-22688, foi possível elaborar um fluxograma de processo retratando detalhadamente as informações descritas acima. Conforme Rodrigues, Antunes e Kannenberg (2005), fluxograma de processo é um documento que reúne dados principais que representam os fluxos de cada produto e componentes, tais como a seqüência de atividades, o tamanho dos lotes trabalhados, os tempos e distâncias correspondentes, entre outros aspectos.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
154 Kg	16		Macharia	Filial Poa	Realizar a mistura de areia. A mistura de areia é matéria-prima para fabricar o macho, então, se um macho pesa 0,350 Kg, para fazer 440 machos serão necessários 154 Kg de mistura. Esta operação é restrita a 120 Kg por mistura realizada, logo será necessário realizar 2 operações que levam em média 8 minutos cada.	Misturador de areia
	4		Macharia	Filial Poa	Operador abastece a máquina sopradora. Só é possível abastecer 120 Kg de cada vez, levando em média 2 minutos cada abastecimento.	Manual
440 machos	122		Macharia	Filial Poa	Operação de soprar macho. É utilizado um ferramental onde são produzidos 8 machos a cada sopro, ou seja, são necessários 55 sopros para produzir 440 machos. Cada sopro leva em média 2,2 minutos.	Sopradora Cold Box
	44		Macharia	Filial Poa	Operador abre a caixa de macho, retira os machos produzidos e coloca no carrossel	Manual
			Macharia	Filial Poa	20 machos são refugados, cerca de 4,5% de perda.	

Figura 3: Fluxograma do processo atual.






FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
420 machos	5		Macharia	Filial Poa	Espera de processo. Machos aguardam para serem rebarbados.	
	56		Macharia	Filial Poa	Machos são rebarbados e colocados em mesas transportáveis. Cada macho leva em média 0,133 minuto para ser rebarbado (8 segundos)	Manual
	56		Macharia	Filial Poa	Espera de lote. Enquanto todos os machos do lote não estão prontos a mesa não é enviada para a próxima etapa.	
	8		Macharia	Filial Poa	A mesa com os machos são transportadas para o setor de moldagem	Manual
	480		Moldagem	Filial Poa	Espera de processo. Machos aguardam para serem utilizados em média 8 horas.	
	3		Moldagem	Filial Poa	Transporte dos machos para a máquina de moldagem.	Mesas transportáveis
	5		Moldagem	Filial Poa	Espera de processo. Machos aguardam para serem colocados nos moldes.	
105 moldes	12,6		Moldagem	Filial Poa	Operação de moldagem do lado A. Nesta operação é utilizado um ferramental com 4 modelos, ou seja, a cada operação são produzidas 4 peças. Para fazer 420 peças são necessários 105 moldes lado A, onde cada operação leva em média 0,12 minuto (7,2 segundos)	Disamatic
	17,5		Moldagem	Filial Poa	Operador da máquina de moldar Disa coloca os machos na máquina. É necessário 1 macho para fazer 1 peça, sendo 4 machos para fazer um molde. Em média leva 0,167 minuto (10 segundos) para colocar os machos em um molde.	Manual
105 moldes	12,6		Moldagem	Filial Poa	Operação de moldagem do lado B e fechamento. Nesta operação é utilizado um ferramental com 4 modelos, ou seja, a cada operação são produzidas 4 peças. Para fazer 420 peças são necessários 105 moldes lado B, onde cada operação leva em média 0,12 minuto (7,2 segundos)	Disamatic
	19		Moldagem	Filial Poa	Transporte do molde para ser vazado com ferro liquido através da linha de rolagem automatica	Linha automatica
	17,5		Moldagem	Filial Poa	Vazamento dos moldes com ferro liquido. Cada molde leva em média 0,167 minuto (10 segundos)	Panelas vazadoras
	47		Moldagem	Filial Poa	Transporte dos moldes vazados até a etapa de desmoldagem através da linha de rolagem automatica	Linha automatica
	35		Desmoldagem	Filial Poa	Os moldes são destruídos por vibração, ficando apenas as peças e seus canais de alimentação (conjuntos). Cada molde leva em média 0,333 minuto para ser desmoldado (20 segundos).	Check-out
105 conjuntos	40		Desmoldagem	Filial Poa	As peças são transportadas para o setor de quebra de canais	Linha Automática
	14		Quebra	Filial Poa	Quebra dos canais de ligação das peças, onde cada conjunto leva em média 0,133 minuto (8 segundos) para ser quebrado.	Manual

Figura 3: Fluxograma do processo atual (continuação).


















FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
420 peças	5		Quebra	Filial Poa	As peças são transportadas para o jato de granalha	Linha automática
	20		Quebra	Filial Poa	As peças são jateadas externamente passando por um jato de granalha contínuo.	Jato de granalha
	10		Quebra	Filial Poa	As peças são transportadas para a inspeção	Linha Automática
	70		Expedição	Filial Poa	Peças são inspecionadas, as conformes são colocadas em caixas de ferro padrão da empresa e as não conformes são colocadas em caixas de refugo. Essa etapa leva em média 0,167 minuto (10 segundos) por peça.	Manual
			Expedição	Filial Poa	São refugadas 16 peças, cerca de 3,8 % de perda.	Paleteiras
	70		Expedição	Filial Poa	Espera de lote. Enquanto todas as peças que estão saindo do jato e sendo inspecionadas a caixa não é transportada para a próxima etapa do processo.	
404 peças	2		Expedição	Filial Poa	Peças conformes são transportadas para contagem e pesagem	Paleteiras
	3		Expedição	Filial Poa	Pesagem e contagem das peças	Balança contadora
	5		Expedição	Filial Poa	Espera de processo. Caixa aguarda a chegada da empilhadeira.	
	0,5		Expedição	Filial Poa	Peças são transportadas para local de armazenagem	Empilhadeira
	1		Expedição	Filial Poa	Armazenagem das peças	Empilhadeira
	840		Expedição	Filial Poa	Espera de processo. As peças aguardam para serem carregadas na carreta em média 14 horas.	
	1		Expedição	Filial Poa	Peças são carregadas na carreta.	Empilhadeira
	20		Expedição	Filial Poa	Peças aguardam o término do carregamento da carreta.	
	90		Expedição	Filial Poa	Transporte de Porto Alegre para Feliz. O trajeto possui 90 Km, considerando uma velocidade média de 60 Km/h, o tempo total em média fica em 90 minutos.	Carreta da Hidro Jet
	5		Recebimento	Matriz Feliz	Retirada das peças da carreta e encaminhamento ao processo de rebarbação	Empilhadeira
	120		Rebarbação	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam em média 2 horas para ter o processo de rebarbação iniciado.	

Figura 3: Fluxograma do processo atual (continuação).

















FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
	350		Rebarbação	Matriz Feliz	Peças são rebarbadas e colocadas em caixas novamente. Cada peça leva em média 0,866 minuto (52 segundos) para ser rebarbada.	Esmeril
	349		Rebarbação	Matriz Feliz	Espera de lote.	
	5		Rebarbação	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
	3		Rebarbação	Matriz Feliz	Peças são transportadas para o setor de usinagem	Empilhadeira
	960		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam para serem usinadas em média 16 horas.	
	252		Usinagem	Matriz Feliz	Usinagem da primeira operação. Cada peça leva em média 0,633 minuto (38 segundos) para ser usinada externamente.	Torno CNC
			Usinagem	Matriz Feliz	São refugadas 8 peças, cerca de 1,98% de perda.	
	251		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de lote.	
	3		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
396 peças	2		Usinagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas em caixas para o setor de zincagem	Paleteira / Empilhadeira
	53		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são preparadas e colocadas em cestos. Cada peça leva em média 0,133 minuto (8 segundos) para ser preparada.	Manual
	10		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam em média 10 minutos para ter o processo de decapagem iniciado.	
	33		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são decapadas. São necessários 3 cestos para decapar 396 peças e cada um leva em média 11 minutos nesta etapa.	Tanques
	10		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas para a área de enganchamento. Neste processo as peças são colocadas em estruturas metálicas para serem colocadas dentro do forno de zincagem.	Talhas
	66		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são enganchadas. Em cada gancheira são colocadas 6 peças, então são necessárias 66 gancheiras. O tempo para enganchar 6 peças é em média 1 minuto.	Manual
	0,5		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de processo.	
	66		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são banhadas no zinco. O tempo para banhar uma gancheira é em média 1 minuto.	Forno de zincagem

Figura 3: Fluxograma do processo atual (continuação).














FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
	198		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são retiradas do banho de zinco, passando pelo batimento das gancheiras para retirada de excessos e colocação no tanque de água para resfriamento. O tempo para realizar esta etapa é em média 3 minutos por gancheira.	Manual
	66		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são retiradas da água e colocadas na mesa para inspeção final. Tempo dessa etapa fica em torno de 1 minuto por gancheira.	Manual
	79		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são inspecionadas e colocadas em caixas. Cada peça leva em média 0,2 minuto (12 segundos) minuto para ser inspecionada e colocada na caixa.	Manual
	79		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de lote.	
	5		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
	2		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas para o setor de usinagem	Paleteiras
	960		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam para serem usinadas em média 16 horas.	
	283		Usinagem	Matriz Feliz	Usinagem da segunda operação. Cada peça leva em média 0,714 minuto (43 segundos) para ser usinada internamente.	Torno CNC
			Usinagem	Matriz Feliz	São refugadas 4 peças, cerca de 1% de perda.	
	282		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de Lote.	
	5		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
	3		Usinagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas para a expedição	Paleteira / Empilhadeira
392 peças	10		Expedição	Matriz Feliz	A caixa é contada, identificada e armazenada.	Balança contadora

Figura 3: Fluxograma do processo atual (continuação).

Analisando o fluxograma apresentado na Figura 3 é possível identificar os elementos que compõe o processo fabril da Hidro Jet e visualizar o impacto de cada um em relação ao tempo total de processamento do produto em estudo. Esta análise iniciou na unidade de Porto Alegre onde foram descritos os processos de fundição e terminou na expedição da unidade de Feliz, relatando todos os processos de acabamento final da peça. O fluxograma mostra que o tempo total médio para realização de todos os processos é de mais de 4 dias.

Como se pode observar, o processo de fabricação do item em estudo inicia com a produção do macho. Este processo é realizado em máquinas sopradoras, neste caso chamadas

de sopradoras *cold box* (Figura 4) devido ao processo utilizado. Depois de soprado, o macho é colocado em um carrossel (Figura 5) para receber o processo de rebarbação e ser armazenado em mesas transportáveis.



Figura 4: Máquina sopradora cold box.



Figura 5: Carrossel para processo de rebarbação.

Antes de iniciar a próxima etapa do processo aparece a primeira grande espera, são em média 480 minutos que os machos aguardam para serem utilizados no processo de moldagem,

O processo de moldagem foi realizado na máquina automatizada Disamatic (Figura 6 e Figura 7), onde são moldados os dois lados do molde em areia verde, formando a figura do produto. Para processar esta operação a máquina recebe dois ferramentais onde estão estampados os modelos da peça que será fabricada, a Figura 8 mostra um lado da ferramenta do item em estudo. A máquina molda o primeiro lado do molde e em seguida são colocados

os machos, que possuem a função de moldar as cavidades internas da peça, após é moldado o outro lado do molde e ocorre a união dos mesmos.



Figura 6: Máquina Disamatic.



Figura 7: Moldes produzidos na Disamatic.



Figura 8: Ferramental com modelos da peça P-22688.

Após a etapa de moldagem, o molde parece um bloco de areia e é transportado via uma linha de rolagem automática para as etapas seguintes do processo, onde no final desta linha irá sair o produto pronto para ser expedido. Esta informação é de suma importância pois mostra que após o processo de moldagem, o produto é processado sem esperas e sem geração de estoques, ou seja, são realizadas apenas operações e o transporte automático, aumentando significativamente a representatividade dos tempos de operação em relação ao tempo total de processamento.

A próxima etapa é o vazamento dos moldes, neste processo o ferro que foi derretido em um dos 6 cadinhos de fusão é derramado dentro do molde, preenchendo as cavidades e dando forma ao produto. Este processo pode ser visualizado na Figura 9.



Figura 9: Processo de vazamento dos moldes.

Depois de vazados, os moldes seguem pela linha automática (Figura 10), passando pelo processo de desmoldagem, onde é utilizado um equipamento chamado de *check out* (Figura 11), que por vibração separa as peças do molde de areia, seguindo apenas o conjunto de peças ligado pelos canais de alimentação e ligação.



Figura 10: Linha de transporte automática.



Figura 11: *Check out*.

O próximo processo é a quebra de canais, desfazendo o conjunto de peças com alicates hidráulicos ou manualmente com o auxílio de martelos (Figura 12). A partir desta etapa as peças seguem individualmente e são transportadas até o processo de jateamento externo, que tem como objetivo retirar a areia que fica incrustada nas peças, fazendo uma limpeza superficial. Para realizar esta operação é utilizado um jato de granalha contínuo.



Figura 12: Processo de quebra de canais.

Após saírem do jato, as peças seguem pela linha e chegam ao processo de inspeção final, onde são analisadas com o objetivo de identificar possíveis defeitos. As peças não conformes são colocadas em uma caixa específica para refugos e as conformes são colocadas em caixas de ferro padrão da empresa para seguirem adiante. Nesta etapa é identificada uma espera de lote de 70 minutos, isso porque a caixa com as peças não pode seguir para o processo de armazenagem enquanto todos os itens não forem inspecionados.

Em seguida, a caixa com as peças é pesada e contada com o auxílio de uma balança contadora e armazenada na expedição da fundição. Neste momento é identificada uma nova espera de processo relevante, a caixa aguarda em média 14 horas para ser transportada para a matriz da empresa. Outro ponto importante é o tempo do transporte de transferência, que leva em média 1,5 horas para percorrer o trajeto de 90 km entre a cidade de Porto Alegre e a cidade de Feliz.

Chegando na matriz, ocorre uma nova espera de processo, as peças aguardam em média 2 horas para ter o processo de rebarbação iniciado. Nesta operação são retiradas todas as rebarbas geradas na moldagem do item (Figura 13 e 14), principalmente pelos canais de alimentação, que depois de retirados ainda deixam imperfeições no produto.



Figura 13: Processo de rebarbação I.



Figura 14: Processo de rebarbação II.

Terminado o processo de rebarbação as peças são levadas para o processo de usinagem. O item em estudo sofre duas operações de usinagem em tornos CNC (Figura 15), primeiro é usinado o diâmetro externo da peça e depois de zincada é usinado o diâmetro interno.



Figura 15: Torno de usinagem CNC.

Neste momento se pode verificar uma nova espera considerável no processo de fabricação. As peças aguardam em média 16 horas para ter o processo de usinagem iniciado. Essa situação ocorre devido a dois motivos principais: falta de sincronia na programação da fábrica, ou seja, o item foi programado para ser produzido na fundição, mas não havia máquinas disponíveis quando chegou na matriz ou produção antecipada, fazendo com que o item aguarde a sua vez para ser usinado.

Depois de sofrerem a primeira operação de usinagem as peças são encaminhadas para o setor de zincagem, passando pela etapa de preparação (Figura 16), onde as peças são analisadas visualmente e se identificada alguma imperfeição é realizado um retrabalho para correção. Depois de preparadas as peças são colocadas em cestos e transportadas para o processo de decapagem e zincagem.



Figura 16: Processo de preparação.

Para serem zincadas as peças são colocadas em gancheiras (Figura 17), que são estruturas metálicas onde podem ser colocadas 6 peças da peça em estudo. A gancheira é mergulhada no zinco derretido em um dos 4 fornos existentes na Hidro Jet (Figura 18).



Figura 17: Gancheiras para zincar peças.



Figura 18: Processo de zincagem.

Depois de realizado todo o processo de zincagem, as peças são inspecionadas e colocadas em uma caixa novamente para serem transportadas para o setor de usinagem.

Já no setor de usinagem, as peças aguardam novamente em média 16 horas para serem processadas.

Nos dois processos de usinagem há uma espera de lote devido ao fato de que a caixa com as peças só é movimentada após o término do processamento de todos os itens do lote, gerando um total de 533 minutos ou 8,88 horas de espera de lote nestas operações.

Terminando o processo de usinagem, as peças são transportadas para expedição, onde serão contadas, identificadas e armazenadas.

Para melhor analisar os tempos de cada elemento do processo e seus impactos, foi elaborado um quadro, que pode ser visualizado na Figura 19, onde consta o somatório dos tempos e o percentual que cada um representa em relação ao tempo total de processamento.

Elemento	Símbolo	Tempo (Min)	Tempo (h)	% em relação ao tempo total
Processamento	○	1753,2	29,22	26,32%
Transporte	○	249,5	4,16	3,75%
Espera Lote	⊛	1107	18,45	16,62%
Espera Proc..	∇	3403,5	56,73	51,09%
Inspeção	◇	149	2,48	2,24%
Total		6662,2	111,04	100,00%

Figura 19: Fluxograma atual resumido.

Como pode ser visto, o tempo total de processamento é de 6662,2 minutos ou 4,63 dias. Deste total, 1753,2 minutos são referentes ao processamento em si, representando 26,32% do tempo total. A alta representatividade do processamento é reflexo do processo utilizado na unidade de fundição. Neste processo, a partir da operação de moldagem, o fluxo é determinado por uma linha automatizada, que leva o produto para cada processo de forma contínua, evitando estoques e também as esperas, bem como o fato do processo estar sendo mapeado a partir desta operação e não sendo consideradas as quebras dos equipamentos.

O próximo elemento de maior impacto é a espera, tanto a de processo, que consumiu 3403,5 minutos, representando 51,09% do tempo total, quanto a por lote, que consumiu 1107 minutos, representando 16,62% do tempo total de processamento. A perda por espera, que foi a mais significativa, esta representada em três pontos principais no fluxo fluxograma, na expedição da fundição e antes das duas operações de usinagem na matriz. Como descrito anteriormente, a primeira espera tem como causa a necessidade de transferência do lote entre as unidades, fazendo com que os itens aguardem a disponibilidade de transporte, a segunda espera esta vinculada a deficiência no balanceamento e sincronização da produção, onde os itens foram processados nas etapas antecedentes e no momento de serem processados na usinagem não havia disponibilidade de máquinas.

O processo de transporte demandou 249,5 minutos, em relação ao tempo total do processo não foi uma perda significativa, porém a sua necessidade, mais precisamente a necessidade do transporte entre as unidades da empresa é a causa principal da maior espera de

processo identificada na fundição, gerando a necessidade de outros processos que não seriam necessários caso não houvesse esse transporte, como será explicado na seqüência do trabalho. E por último ficou o processo de inspeção, que demandou 149 minutos, representando 2,24% do tempo total de processamento.

Com base nas informações estratificadas do fluxograma torna-se possível fazer a relação com o conceito de perdas de Shingo (1996). Conforme Rodrigues, Antunes e Kannenberg (2005), se tratando de melhorias e seus impactos sobre o sistema produtivo, o Mecanismo da Função Produção deixa claro que o maior impacto ocorre com melhorias no processo e não nas operações, isso porque são os fluxos de processos que permitem atingir as principais metas da produção. Com base nesse conceito, o foco de identificação das perdas será nos processos e não nas operações.

4.3 IDENTIFICANDO AS PERDAS

Tomando como base o conceito de perdas de Ohno (1997) e Shingo (1996), onde são definidas 7 categorias básicas, foram identificadas 4 perdas no processo produtivo da empresa em estudo.

4.3.1 Perdas no transporte

Segundo Rodrigues, Antunes e Kannenberg (2005), estas perdas devem ser eliminadas ou minimizadas ao extremo. Para processar um lote de 392 peças da peça P-22688 foram necessários 249,5 minutos de transporte, sendo consideradas as movimentações internas de cada unidade da empresa e também o tempo de transporte referente à transferência das peças da unidade de Porto Alegre para a unidade de Feliz.

As perdas no transporte automatizado da unidade de fundição representam 48,5% do total de tempo gasto com transporte, são 121 minutos percorridos na linha de rolagem automática, porém a maior parte desse transporte é necessário e foi projetado idealizando conseqüências relacionadas com o processo de fabricação de peças fundidas. Os moldes depois de vazados precisam resfriar lentamente para que as características do ferro fiquem dentro da especificação solicitada pelo cliente. Por este motivo, este tempo de transporte não pode ser eliminado, podendo causar refugos e/ou retrabalhos com tratamentos térmicos especiais.

Nesse processo de transporte, apenas a etapa entre a quebra de canais de alimentação e a inspeção final das peças poderia ser eliminada. Essa ação reduziria para 106 minutos o tempo total desse processo de transporte, cerca de 12% de redução.

Outra perda significativa acontece com o transporte que transfere as peças entre as unidades, consumindo 90 minutos ou 36,7% do tempo total gasto com transporte. Além de ajudar a aumentar o tempo de processamento dos produtos, este transporte gera outra perda, a perda por espera de processo, pois são realizadas apenas duas viagens diárias entre as unidades, fazendo com que muitas peças aguardem horas desnecessárias na expedição.

Além disso, existe um custo para manter esse transporte diário. Considerando uma média de todos os gastos com transporte do primeiro semestre de 2011, sendo contabilizado o salário com encargos do motorista da carreta, os gastos com combustível e com manutenção do caminhão, se pode estimar um custo mensal com transporte no valor de R\$ 10.311,58.

Por fim, mais de 38 minutos são gastos com movimentações manuais entre processos, representando cerca de 15% do tempo total de transporte.

4.3.2 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Como descrito anteriormente o processo de fabricação do produto em estudo inicia pela produção dos machos. Na produção dos machos foram refugados 20 itens de um total de 440 produzidos, representando 4,5% de perda. Como o macho do item em estudo pesa 0,347 Kg e o custo médio de fabricação da macharia é de R\$ 1,02/kg, foi perdido nesta etapa um total de R\$ 7,08.

No processo de fundição foram refugadas 16 peças, representando 3,8% de perda, considerando que cada peça pesa 2,02 Kg, foram refugados 32,32 Kg de peças por lote. O custo de fabricação na fundição é em média R\$3,50/Kg, então houve uma perda de R\$ 113,12 na produção do lote.

No processo de acabamento final das peças, considerando os processos de rebarbação, usinagem e zincagem, foram refugadas 12 peças, representando 2,97% de perda por refugo. Tendo como base um custo de fabricação da matriz de R\$ 3,20/Kg, mais o custo de fabricação da fundição, o valor da perda para produzir o lote ficou em R\$ 80,04.

Resumindo, foram produzidas inicialmente 440 peças, representando um peso total de 888,80Kg, deste total foram refugadas 48 peças ou 96,96Kg, gerando um custo total de R\$ 200,24 para produzir o lote e representando um refugo total de 10,9%.

Considerando que a empresa produz em média 700.000,00 Kg por mês e utilizando os percentuais de refugo do item em estudo, bem como suas características, a perda mensal pode ser estimada em R\$ 5.462,00 na macharia, R\$ 93.100,00 na fundição e R\$ 64.000,00 na matriz. No total há uma perda de R\$ 162.562,00 por mês.

4.3.3 Perdas por espera

A perda mais representativa no sistema produtivo atual da Hidro Jet é a perda por esperas. As esperas de processo consumiram 3.403,5 minutos, ou seja, 51,09% do tempo total do processo. Além de elevarem o tempo total de processamento, este fenômeno gera outra perda, a perda por estoques que será descrita em seguida. As esperas de lote representaram 16,62% do tempo de processo, demandando 1.107 minutos. O total de tempo gasto com esperas foi de 4.510,5 minutos, resultando em 67,70% do tempo de processo de fabricação do lote.

4.3.4 Perdas por estoque

Esta perda é consequência das esperas de processo, principalmente na unidade de Feliz onde o fluxo não é contínuo e o produto passa por diversos processos. Quando a caixa com peças está em espera é gerado um estoque, ocupando espaço físico e gerando gastos com movimentações desnecessárias.

Na unidade de Porto Alegre, a principal espera que gera estoque ocorre na expedição quando a caixa com as peças em estado bruto aguarda o transporte para ser transferida para o processo de acabamento. Como a Hidro Jet possui apenas uma carreta para fazer esta movimentação, este processo é realizado no máximo duas vezes por dia, além disso, o volume de produção diário demanda apenas essa quantidade de movimentação. Com isso muitos produtos são produzidos e podem aguardar até 24 horas para serem transferidos, gerando estoque.

4.4 MELHORIAS SUGERIDAS

As melhorias sugeridas foram focadas no objetivo de reduzir o lead time, que pode gerar inúmeros benefícios para a empresa, melhorando a sua performance em relação aos tempos de entrega e níveis de estoque, tornando-se mais competitiva em seu mercado de atuação.

Não houve proposta de melhoria em relação às perdas decorrentes do refugo, visto que este assunto exige uma pesquisa de nível mais técnico, não sendo o objetivo deste trabalho.

Analisando os números extraídos do fluxograma atual do processo, a perda mais significativa em relação ao tempo de processamento é a perda por espera de processo, porém esta perda está sendo alavancada pela distância entre as duas unidades de fabricação. Esta situação eleva o tempo total de transporte, gera um acúmulo de estoque e aumenta o tempo de espera de processo na fabricação dos produtos. Essas 3 perdas estão interligadas, pois a etapa em que a caixa com os produtos aguarda o transporte de transferência, gera uma espera que automaticamente gera um estoque deste produto por determinado tempo.

As perdas se iniciam no processo de inspeção final na fundição quando é necessário que todo lote seja inspecionado para poder seguir adiante. Se não houvesse a necessidade de transporte, ou seja, se o processo de fundição estivesse na mesma planta dos processos de acabamento, as peças poderiam ser inspecionadas e uma a uma poderia seguir para a etapa seguinte, que é o processo rebarbação, eliminando 70 minutos de espera de lote e 120 minutos de espera de processo. Além disso, as etapas de transporte para balança, pesagem e contagem, espera por empilhadeira e armazenagem na expedição não seriam mais necessárias, economizando 11,5 minutos. E por fim, os 840 minutos que a caixa aguarda o transporte em média, mais os 20 minutos de carregamento da carreta e os 90 minutos para percorrer o trajeto entre Porto Alegre e Feliz também seria eliminados.

No total seriam eliminados 1151,5 minutos se o processo de fundição fosse transferido para a planta situada na cidade de Feliz, um ganho de 22,05% em relação ao tempo de processamento dos produtos.

Analisando desta forma, ao eliminar o transporte de transferência das peças entre as unidades de produção, a empresa teria um ganho significativo em relação às esperas de processo, transporte, estoques e esperas de lote em determinadas etapas do processo, além de eliminar as despesas decorrentes desse transporte, que conforme descrito anteriormente, ultrapassam na média o valor de R\$ 10.000,00/mês.

Outra situação a ser melhorada é a espera de processo por falta de balanceamento de quantidade e de sincronização do fluxo entre operações, principalmente na unidade de Feliz. Esse fenômeno está estampado nos tempos de espera entre as operações de rebarbação e primeira usinagem e entre as operações de Zincagem e segunda usinagem, totalizando 1920 minutos, ou 28,82% do total do tempo de processamento. Estas esperas ocorrem por não haver um seqüenciamento correto entre a produção das peças na fundição e as operações de acabamento final, ou seja, muitos itens são produzidos e entregues pela filial, mas alguma operação da matriz não tem capacidade disponível naquele momento para processá-los. No caso do item em estudo, a operação de usinagem não está disponível nas duas etapas em que foi requisitada.

A melhoria deve ter foco no setor de planejamento, programação e controle da produção (PPCP). Atualmente o PPCP não realiza o seqüenciamento da produção, fazendo apenas o aceite do pedido e verificando a disponibilidade de capacidade de alguns processos, como moldagem, usinagem e zincagem, sendo que os dois últimos são verificados apenas com uma visão semanal, ou seja, dentro de uma semana pode haver dias com capacidade ociosa e dias com capacidade extrapolada.

Desta forma, a primeira melhoria a ser realizada está ligada à realização de um balanceamento de quantidade, melhorando a abrangência das informações de capacidade dos setores com maior restrição no processo de acabamento da matriz, permitindo uma visualização do percentual de ocupação diário. Com estas informações será possível realizar uma programação mais homogênea, sem altos e baixos durante a semana, reduzindo ou eliminando as esperas de processo.

A segunda melhoria está ligada à sincronização da produção, ou seja, depois de verificada a disponibilidade de capacidade dos recursos e alocar de forma homogênea a produção das peças, é necessário fazer o seqüenciamento desta produção.

Como a Hidro Jet investiu recentemente na implantação de um novo sistema ERP, a solução está no desenvolvimento e utilização do módulo de seqüenciamento de produção que já existe no software adquirido.

Com base nas perdas identificadas e nas melhorias sugeridas, foi elaborado um novo fluxograma, o qual pode ser visto na Figura 20.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
154 Kg	16	○ ↓	Macharia	Filial Poa	Realizar a mistura de areia. A mistura de areia é matéria-prima para fabricar o macho, então, se um macho pesa 0,350 Kg, para fazer 440 machos serão necessários 154 Kg de mistura. Esta operação é restrita a 120 Kg por mistura realizada, logo será necessário realizar 2 operações que levam em média 8 minutos cada.	Misturador de areia
	4	○ ↓	Macharia	Filial Poa	Operador abastece a máquina sopradora. Só é possível abastecer 120 Kg de cada vez, levando em média 2 minutos cada abastecimento.	Manual
440 machos	122	○ ↓	Macharia	Filial Poa	Operação de soprar macho. É utilizado um ferramental onde são produzidos 8 machos a cada sopro, ou seja, são necessários 55 sopros para produzir 440 machos. Cada sopro leva em média 2,2 minutos.	Sopradora Cold box
	44	○	Macharia	Filial Poa	Operador abre a caixa de macho, retira os machos produzidos e coloca no carrossel	Manual
		↓ ↓	Macharia	Filial Poa	20 machos são refugados, cerca de 4,5% de perda.	
420 machos	5	▽ ↓	Macharia	Filial Poa	Espera de processo. Machos aguardam para serem rebarbados.	
	56	○ ↓	Macharia	Filial Poa	Machos são rebarbados e colocados em mesas transportáveis. Cada macho leva em média 0,133 minuto para ser rebarbado (8 segundos)	Manual
	56	✱ ↓	Macharia	Filial Poa	Espera de lote. Enquanto todos os machos do lote não estão prontos a mesa não é enviada para a próxima etapa.	
	8	○ ↓	Macharia	Filial Poa	A mesa com os machos são transportadas para o setor de moldagem	Manual
	480	▽ ↓	Moldagem	Filial Poa	Espera de processo. Machos aguardam para serem utilizados em média 8 horas.	
	3	○ ↓	Moldagem	Filial Poa	Transporte dos machos para a máquina de moldagem.	Mesas transportáveis
	5	▽ ↓	Moldagem	Filial Poa	Espera de processo. Machos aguardam para serem colocados nos moldes.	
105 moldes	12,6	○ ↓	Moldagem	Filial Poa	Operação de moldagem do lado A. Nesta operação é utilizado um ferramental com 4 modelos, ou seja, a cada operação são produzidas 4 peças. Para fazer 420 peças são necessários 105 moldes lado A, onde cada operação leva em média 0,12 minuto (7,2 segundos)	Disamatic
	17,5	○ ↓	Moldagem	Filial Poa	Operador da máquina de moldar Disa coloca os machos na máquina. É necessário 1 macho para fazer 1 peça, sendo 4 machos para fazer um molde. Em média leva 0,167 minuto (10 segundos) para colocar os machos em um molde.	Manual
105 moldes	12,6	○ ↓	Moldagem	Filial Poa	Operação de moldagem do lado B e fechamento. Nesta operação é utilizado um ferramental com 4 modelos, ou seja, a cada operação são produzidas 4 peças. Para fazer 420 peças são necessários 105 moldes lado B, onde cada operação leva em média 0,12 minuto (7,2 segundos)	Disamatic
	19	○ ↓	Moldagem	Filial Poa	Transporte do molde para ser vazado com ferro líquido através da linha de rolagem automática	Linha automática

Figura 20: Novo fluxograma do processo.


















FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
	17,5		Moldagem	Filial Poa	Vazamento dos moldes com ferro líquido. Cada molde leva em média 0,167 minuto (10 segundos)	Panelas vazadoras
	47		Moldagem	Filial Poa	Transporte dos moldes vazados até a etapa de desmoldagem através da linha de rolagem automática	Linha automática
	35		Desmoldagem	Filial Poa	Os moldes são destruídos por vibração, ficando apenas as peças e seus canais de alimentação (conjuntos). Cada molde leva em média 0,333 minuto para ser desmoldado (20 segundos).	Check-out
105 conjuntos	40		Desmoldagem	Filial Poa	As peças são transportadas para o setor de quebra de canais	Linha Automática
	14		Quebra	Filial Poa	Quebra dos canais de ligação das peças, onde cada conjunto leva em média 0,133 minuto (8 segundos) para ser quebrado.	Manual
420 peças	5		Quebra	Filial Poa	As peças são transportadas para o jato de granalha	Linha automática
	20		Quebra	Filial Poa	As peças são jateadas externamente passando por um jato de granalha contínuo.	Jato de granalha
	10		Quebra	Filial Poa	As peças são transportadas para a inspeção	Linha Automática
	70		Expedição	Filial Poa	Peças são inspecionadas, as conformes são colocadas nas calhas que levam as peças para o processo de rebarbação e as não conformes são colocadas em caixas de refugo. Essa etapa leva em média 0,167 minuto (10 segundos) por peça.	Manual
			Expedição	Filial Poa	São refugadas 16 peças, cerca de 3,8 % de perda.	
	350		Rebarbação	Matriz Feliz	Peças são rebarbadas e colocadas em caixas novamente. Cada peça leva em média 0,866 minuto (52 segundos) para ser rebarbada.	Esmeril
	349		Rebarbação	Matriz Feliz	Espera de lote.	
	5		Rebarbação	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
	3		Rebarbação	Matriz Feliz	Peças são transportadas para o setor de usinagem	Empilhadeira
	120		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam para serem usinadas em média 2 horas.	
	252		Usinagem	Matriz Feliz	Usinagem da primeira operação. Cada peça leva em média 0,633 minuto (38 segundos) para ser usinada externamente.	Torno CNC
			Usinagem	Matriz Feliz	São refugadas 8 peças, cerca de 1,98% de perda.	

Figura 20: Novo fluxograma do processo (continuação).


















FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
	251		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de lote.	
	3		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
396 peças	2		Usinagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas em caixas para o setor de zincagem	Paleteira / Empilhadeira
	53		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são preparadas e colocadas em cestos. Cada peça leva em média 0,133 minuto (8 segundos) para ser preparada.	Manual
	10		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam em média 10 minutos para ter o processo de decapagem iniciado.	
	33		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são decapadas. São necessários 3 cestos para decapar 396 peças e cada um leva em média 11 minutos nesta etapa.	Tanques
	10		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas para a área de enganchamento. Neste processo as peças são colocadas em estruturas metálicas para serem colocadas dentro do forno de zincagem.	Talhas
	66		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são enganchadas. Em cada gancheira são colocadas 6 peças, então são necessárias 66 gancheiras. O tempo para enganchar 6 peças é em média 1 minuto.	Manual
	0,5		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de processo.	
	66		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são banhadas no zinco. O tempo para banhar uma gancheira é em média 1 minuto.	Forno de zincagem
	198		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são retiradas do banho de zinco, passando pelo batimento das gancheiras para retirada de excessos e colocação no tanque de água para resfriamento. O tempo para realizar esta etapa é em média 3 minutos por gancheira.	Manual
	66		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são retiradas da água e colocadas na mesa para inspeção final. Tempo dessa etapa fica em torno de 1 minuto por gancheira.	Manual
	79		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são inspecionadas e colocadas em caixas. Cada peça leva em média 0,2 minuto (12 segundos) para ser inspecionada e colocada na caixa.	Manual
	79		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de lote.	
	5		Zincagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
	2		Zincagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas para o setor de usinagem	Paleteiras
	120		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam para serem usinadas em média 2 horas.	

Figura 20: Novo fluxograma do processo (continuação).

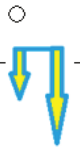
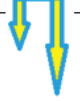




FLUXOGRAMA DO PROCESSO						
Quantidade	Tempo (min.)	Representação	Local	Empresa	Descrição	Equipamento
	283		Usinagem	Matriz Feliz	Usinagem da segunda operação. Cada peça leva em média 0,714 minuto (43 segundos) para ser usinada internamente.	Torno CNC
			Usinagem	Matriz Feliz	São refugadas 4 peças, cerca de 1% de perda.	
	282		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de Lote.	
	5		Usinagem	Matriz Feliz	Espera de processo. Peças aguardam transporte.	
	3		Usinagem	Matriz Feliz	Peças são transportadas para a expedição	Paleteira / Empilhadeira
392 peças	10		Expedição	Matriz Feliz	A caixa é contada, identificada e armazenada.	Balança contadora

Figura 20: Novo fluxograma do processo (continuação).

Analisando o novo fluxograma é possível verificar uma grande redução nos tempos de espera, principalmente nas esperas de processo, que baixaram de 3403,5 minutos para 758,5 minutos, uma redução de 77,71%. As esperas de lote diminuíram 8,13%, diminuindo de 1107 minutos para 1017 minutos.

A espera de processo que ocorria na expedição da fundição, totalizando 840 minutos foi eliminada a partir da unificação dos processos na planta da matriz da empresa, eliminando a necessidade de transporte, e assim a espera pelo mesmo. A espera de lote na inspeção final da fundição também foi eliminada, considerando que no novo fluxo o processo de fundição termina na inspeção e as peças já são encaminhadas para o processo de rebarbação, que deve ficar na seqüência da linha automatizada, eliminando também a espera de processo que acontecia depois da chegada das peças na matriz.

As operações que antecederiam o carregamento das peças na carreta também foram eliminadas. Com a primeira proposta de melhoria foram reduzidos 1157,5 minutos do total do tempo de processamento.

Ainda em relação às esperas, a proposta de melhoria referente ao balanceamento de quantidade e sincronização da produção propiciou uma redução de 1680 minutos nas esperas de processo que aconteciam antes dos processos de usinagem dos produtos.

O tempo de transporte diminuiu 39,08% com a eliminação do transporte de transferência.

Com a realização das melhorias sugeridas o tempo total de processamento poderia passar de 6662,2 minutos para 3824,7 minutos, uma redução de 42,59%. Com isso o lead time de produção do item em estudo passaria a ser 2,66 dias. Os dados descritos acima podem ser visualizados na Figura 21.

Elemento	Símbolo	Tempo (Min)	Tempo (h)	% em relação ao tempo total
Processamento	○	1748,2	29,14	45,71%
Transporte	○	152	2,53	3,97%
Espera Lote	✱	1017	16,95	26,59%
Espera Proc..	▽	758,5	12,64	19,83%
Inspeção	◇	149	2,48	3,90%
Total		3824,7	63,75	100,00%

Figura 21: Novo fluxograma resumido.

A redução do lead time traz inúmeros benefícios para as organizações industriais e não será diferente com a Hidro Jet. Com um lead time menor a empresa se torna mais competitiva por dois motivos principais e que estão conectados, primeiro pela redução automática dos estoques e segundo pela maior agilidade para responder a mudanças do mercado.

Ao reduzir o tempo total de processamento, os produtos podem ter seus processos de produção iniciados o mais próximo possível da data de suas entregas, isso faz com que fiquem menos tempo no estoque, fazendo com que a empresa corra menos riscos com alterações do mercado. Além disso, se pode aceitar pedidos com prazos menores de entrega, aumentando a competitividade da empresa perante os concorrentes.

Além de melhorar a agilidade, a redução dos estoques tem como consequência uma redução nos custos de fabricação, isso porque os custos com movimentações desnecessárias, com mão-de-obra e espaço físico serão reduzidos automaticamente.

Para melhorar a visualização das melhorias em relação aos tempos de cada elemento do processo, foi criada a Figura 22, que faz uma comparação entres os tempos do fluxo atual e os tempos do fluxo proposto pelo trabalho, juntamente com os percentuais de redução em cada um deles.

Elemento / Símbolo	Processamento ○	Transporte ○	Espera de lote ☆	Espera de processo ▽	Inspeção ◇	Tempo Total
Tempo Fluxo Atual (min.)	1753,2	249,5	1107	3403,5	149	6662,2
Tempo Fluxo Proposto (min.)	1748,2	152	1017	758,5	149	3824,7
Redução (min.)	5	97,5	90	2645	0	2837,5
Percentual de redução	0,29%	39,08%	8,13%	77,71%	0,00%	42,59%

Figura 22: Comparação Fluxo atual x Fluxo proposto.

Analisando a Figura 22 é possível visualizar os impactos causados pelas melhorias sugeridas no sistema produtivo da empresa. O tempo de processamento não apresentou alterações consideráveis, pois não foram realizadas melhorias nas operações do processo, havendo apenas a eliminação da operação de carregamento da carreta e a operação de pesagem e contagem das peças. A redução no tempo de espera de lote ficou em 90 minutos, representando uma melhoria de 8,13% e em relação aos tempos de inspeção, não houve alterações.

O processo de transporte passou de 249,5 minutos para 152 minutos, representando uma redução de 39,08%, resultado da eliminação do transporte de transferência. Essa ação, como descrito anteriormente, também foi de extrema importância para reduzir o tempo mais significativo do fluxo do processo atual da empresa, o tempo de espera de processo. Este elemento teve uma redução de 77,71%, passando de 3403,5 minutos para 758,5 minutos.

No total foram eliminados 2837,5 minutos do tempo de processamento do item em estudo, uma melhoria de mais de 42%.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o sistema produtivo da empresa Hidro Jet Equipamentos Hidráulicos a partir da utilização de uma ferramenta criada por Shingo (1996) e que é considerada de extrema utilidade para o STP, o Mecanismo da Função Produção, mostrando ser muito importante para auxiliar na identificação de perdas e na priorização das melhorias nos processos.

A partir do fluxograma do processo, foi possível fazer a identificação de desperdícios que prejudicam o processo de fabricação da empresa, propondo melhorias para cada situação.

A grande perda encontrada foi a perda por esperas, causada principalmente pela distância entre as duas unidades da empresa e pela falta de balanceamento e sincronia na produção das peças. Essa perda gera como consequência estoques elevados e um aumento significativo no lead time, aumentando custos e diminuindo a competitividade da empresa.

As melhorias propostas pelo estudo mostraram que é possível reduzir esta perda, tanto que no cenário proposto o lead time foi reduzido em mais de 40%, além de reduzir gastos com transporte e outros custos não considerados no estudo.

Por fim, este trabalho proporcionou ao autor adquirir novos conhecimentos práticos e aprimorar seus conhecimentos teóricos sobre o tema, consolidando ainda mais os conceitos aprendidos no ambiente acadêmico.

A respeito de sugestões para trabalhos futuros, seria de extrema utilidade aprofundar o estudo na melhoria do balanceamento e sincronização da produção, podendo envolver outras ferramentas do STP, como por exemplo, o Kanban.

Em relação à transferência da unidade de Porto Alegre, seria interessante realizar um estudo da viabilidade econômica desta melhoria, detalhando os investimentos necessários, bem como possíveis deduções vinculadas a venda de equipamentos antigos e possíveis reduções em relação à mão-de-obra, sendo que alguns setores não teriam a necessidade de serem transferidos pois já existem na planta de Feliz.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico; KLIPPEL, Marcelo; ALVAREZ, Roberto. **Sistemas de Produção: conceitos e praticas para projetos e gestão.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

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

RODRIGUES, Luis Henrique; ANTUNES, José A. V.; KANNEMBERG, Gustavo. **Gestão da Produtividade Aplicada aos Correios.** Brasília, 2005.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso.** – 3. Ed. – 5. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** Tradução de Eduardo Schann. – 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 1996a.

_____. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre: Artmed, 1996b.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.