

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

Otimização do processo produtivo no setor de usinagem: o estudo de caso em uma empresa do setor de peças de reposição para colheitadeiras e tratores.

Ricardo Tamogami

TCC-EP-85-2010

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

Otimização do processo produtivo no setor de usinagem: o estudo de caso em uma empresa do setor de peças de reposição para colheitadeiras e tratores.

Ricardo Tamogami

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador: Professor Daily Morales

**Maringá - Paraná
2010**

RESUMO

Este trabalho refere-se ao estudo dos processos e do *layout* do setor de usinagem de uma indústria de implementos agrícolas no ramo de metal-mecânica, a fim de se introduzir tópicos sobre a cultura *Lean Manufacturing* e de conversão de *setup* interno em *setup* externo, com objetivo de reduzir: os atrasos de processo, o *lead time* de produção e o tempo de *setup*, e assim, conseqüentemente, aumentar a eficiência e eficácia produtiva, reduzindo os atrasos nas entregas e o *lead time* de produção, garantindo uma maior vantagem competitiva da empresa diante a concorrência.

Palavras-chave: redução de *lead time*, *Lean Manufacturing*, *layout* industrial, redução de atrasos nos processos produtivos.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	v
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE GRÁFICOS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO DE CASO	1
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS GERAIS	2
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 OS PROCESSOS PRODUTIVOS	4
2.2 O CUSTO	5
2.3 AS ATIVIDADES E OS DESPERDÍCIOS	6
2.4 O <i>LAYOUT</i> FABRIL	7
2.5 OS PROCESSOS PRODUTIVOS E O TEMPO DE <i>SETUP</i>	8
3 DESENVOLVIMENTO	10
3.1 METODOLOGIA	10
3.2 O ESTUDO DE CASO	11
3.2.1 <i>PRODUTOS</i>	11
3.2.2 <i>PROCESSOS</i>	12
3.2.2.1 A COLETA DE DADOS	14
3.2.2.2 AS CAUSAS DE ATRASOS	17
3.2.2.3 ATRASOS POR <i>SETUPS</i> , POR PROCESSOS E POR EQUIPAMENTOS	18
3.2.2.4 AS SOLUÇÕES E A NOVA METODOLOGIA DE PROCESSO	20
3.2.2.5 A COLETA DE DADOS NA NOVA METODOLOGIA	22
3.2.2.6 OS RESULTADOS NA NOVA METODOLOGIA	25
3.2.3 <i>O SETOR DE USINAGEM E O LAYOUT INDUSTRIAL</i>	26
3.2.3.1 O SETOR DE USINAGEM	26
3.2.4 <i>O LAYOUT INDUSTRIAL</i>	30
3.2.4.1 O ESTUDO DO <i>LAYOUT</i> ANTIGO	30
3.2.4.2 A PROPOSTA DO NOVO <i>LAYOUT</i>	35
3.2.4.3 COMPARAÇÃO <i>LAYOUT</i> ANTIGO VS NOVO <i>LAYOUT</i>	39
4 CONCLUSÃO	41

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ARMÁRIO PARA FERRAMENTAS	21
FIGURA 2 - SERRA FITA.....	26
FIGURA 3 - TORNO CNC 1	26
FIGURA 4 - TORNO CNC 2	27
FIGURA 5 - TORNO CNC 3	27
FIGURA 6 - TORNO CNC 4	28
FIGURA 7 - CENTRO DE USINAGEM	28
FIGURA 8 - GERADORA DE DENTES HORIZONTAL (EIXOS).....	29
FIGURA 9 - GERADORA DE DENTES VERTICAL (ENGRENAGENS).....	29
FIGURA 10 - LAYOUT EM U DO SETOR DE USINAGEM.....	30
FIGURA 11 - NOVO <i>LAYOUT</i>	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - MOTIVOS DE ATRASO	13
TABELA 2 - CAUSAS DE ATRASOS NOS PROCESSOS.....	17
TABELA 3 - DISTÂNCIA LINEAR PERCORRIDA	32
TABELA 4 - CUSTO DO TRANSPORTE.....	34
TABELA 5 - CLASSIFICAÇÃO ABC PELO CUSTO DO TRANSPORTE.....	34
TABELA 6 - DISTÂNCIA PERCORRIDA ENTRE PROCESSOS DAS 7 PRIMEIRAS PEÇAS DA CLASSIFICAÇÃO ABC.....	35
TABELA 7 - DIAGRAMA DE AFINIDADES.....	36
TABELA 8 - DISTÂNCIA LINEAR PERCORRIDA POR CADA PEÇA.....	38
TABELA 9 - NOVO CUSTO DE TRANSPORTE.....	39

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PORCENTAGEM DE ATRASOS.....	17
GRÁFICO 2 - % DE ATRASOS POR MÁQUINA.....	19
GRÁFICO 3 - PORCENTAGEM DE ATRASOS.....	20
GRÁFICO 4 - NOVA PORCENTAGEM DE ATRASOS.....	25
GRÁFICO 5 - METROS PERCORRIDOS.....	40
GRÁFICO 6 - CUSTO DO TRANSPORTE.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS

CNC	Controle Numérico Computadorizado (<i>Computer Numeric Control</i>)
KG	Kilogramas
L	Litros
MIN	Minutos
mm	Milímetros
Nº	Número

1 INTRODUÇÃO

A acirrada competitividade no setor metal-mecânico aliada as peculiaridades do ramo de peças de reposição, trás grandes desafios á produção. Devido à concorrência, é necessário trabalhar com uma margem de lucro relativamente baixa, visto à complexidade dos processos produtivos, por isso, o aumento da eficiência e da produtividade, além da redução do *lead time* são fatores cruciais para àqueles que querem continuar competitivos.

Através do tema proposto no projeto, o setor de usinagem pode aumentar sua eficiência produtiva e conseqüentemente diminuir os custos de produção e o *lead time*, que impactam diretamente na competitividade da empresa dentro do mercado.

Segundo Campos (1992), para que as empresas prosperem dentro deste contexto de mudanças constantes, é necessário o desenvolvimento produtos melhores, mais baratos, mais seguros e de entrega rápida quando comparados aos seus concorrentes. Existe pouca probabilidade de sobreviver ou prosperar se não existir uma constante preocupação com a redução de custos.

De acordo com Ramo (1980) a produtividade é um dos principais problemas que devem ser solucionados no ramo industrial, considerando fatores como eficiência, eficácia, dimensionamento de equipamentos e de pessoal.

1.1 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO DE CASO

A pesquisa será realizada no setor de usinagem de uma empresa do ramo de metal-mecânica. Esta empresa está no mercado de peças de reposição para colheitadeiras e tratores há mais de trinta anos. Localizada em Maringá, a empresa fornece seus produtos para todos os estados do Brasil e alguns países da América do Sul como Bolívia e Paraguai. O foco principal do trabalho é o setor de usinagem devido à potencialidade de se desenvolver um ganho produtivo e uma redução no *lead time* na produção de peças do setor citado através da melhoria do processo. Além disso, o setor de usinagem é o mais complexo setor da fábrica, seus produtos devem ser precisos e seus processos possuem uma gama extensa de variáveis a ser considerada. O estudo para o desenvolvimento de um *layout*, o dimensionamento de alguns

fatores de produção e a utilização de algumas ferramentas da cultura *Lean Manufacturing* e da filosofia *Kaizen* trariam um ganho significativo para os problemas acima citados.

O maior problema encontrado no estudo de caso é a baixa eficiência produtiva do setor de usinagem, que, em muitos casos aumenta o *lead time*, causando atrasos na data de entrega dos pedidos.

1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

A aplicação da ferramenta *lean manufacturing* se limitará a alguns pontos, pois o segmento da empresa estudada possui algumas particularidades que apenas estudos muito detalhados trariam soluções avançadas para a resolução desses problemas.

Há alguns obstáculos que podem ser citados: a empresa não possui um sistema de informações implementado em seu setor produtivo, seu *mix* de produtos produzidos ultrapassa o valor de 3.000 itens, há grande sazonalidade nas vendas (safras e entre safras) e o problema de se dimensionar os estoques por se tratar de uma empresa de peças de reposição.

Visando delimitar e definir os parâmetros para a aplicabilidade das ferramentas e métodos citados, o trabalho irá englobar o estudo dos processos de cinco peças de cada segmento do setor de usinagem, estas peças serão definidas através de sua importância para o volume de vendas.

1.3 OBJETIVOS GERAIS

O presente trabalho tem como objetivo aumentar a eficiência produtiva e reduzir o *lead time* do setor de usinagem da empresa acima descrita para reduzir os prazos de entrega e, também, reduzir os atrasos. Além de introduzir novas ferramentas da cultura *Lean Manufacturing* e a filosofia *Kaizen*.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Apresentar um *layout* industrial que seja adequado ao setor de usinagem da empresa citada visando à otimização dos processos, redução da movimentação de materiais e mão-de-obra para o aumento da produtividade e conseqüentemente a redução do lead time;
- Apresentar soluções para a redução do tempo de preparação (*setup*) das máquinas;
- Introduzir algumas ferramentas da cultura *Lean Manufacturing*.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Um dos objetivos operacionais das empresas é o diferencial na fabricação de seus produtos, como Martins (1998) cita, para obter este diferencial, há várias diretrizes, dentre elas o custo. O custo talvez seja a maior vertente para se obter uma vantagem competitiva, pois este é o fator decisório do consumidor, assim, qualquer redução deste, trará grandes benefícios à empresa.

Contador (2004) descreve sobre a competitividade das organizações e que para alcançar novos mercados e manter os velhos consumidores, há um grande desafio para o setor de manufatura dentro de uma empresa, pois este setor deve atuar reduzindo custos, aumentando a qualidade de seus produtos, obtendo uma rápida e segura forma de entrega, sem atrasos, além de ser flexível o suficiente para mudar as estratégias quando a empresa não estiver seguindo o caminho correto. Todas estas citadas, visam aumentar a vantagem competitiva no mercado. O mais importante dentre as características acima citadas, é saber quais os clientes mais valorizam e atuar nestas, pois muitos fatores são inversos a outros, como por exemplo, a dificuldade de se produzir com excelência e manter o preço igual ao do mercado concorrente convencional.

Como Martins e Laugeni (2005) citam, os atrasos na entrega consistem em atrasos de entrega de pedidos quando há disponibilidade de recursos (tanto de materiais como de pessoas e

equipamentos) para beneficiá-los. E, atualmente é um grande fator competitivo para as empresas do ramo de manufatura.

2.1 OS PROCESSOS PRODUTIVOS

De acordo com Harrington (1993), o processo produtivo de um produto industrial genérico pode custar cerca de 10% do valor do produto, e este tem sido o foco da visão da estrutura organizacional por processos principal foco do esforço de otimização nas empresas. Por outro lado, os processos que dão suporte aos processos produtivos podem ser responsáveis por cerca de 50% do custo dos produtos, e somente nas últimas duas décadas passaram a receber maior atenção (GONÇALVES, 2000a).

Como Gonçalves (2000b) cita em seu trabalho, algumas empresas estão se organizando por processos no esforço para mudar de patamar em termos de desempenho empresarial, atendimento às expectativas dos clientes e ao resultado para os acionistas. Desta forma, terão maior eficiência na obtenção do seu produto ou serviço, melhor adaptação à mudança, melhor integração de seus esforços e maior capacidade de aprendizado.

De acordo com Contador (2004), processo é uma seqüência de atividades, que acontece na maioria das vezes de forma organizada e estruturada, onde as entradas são transformadas em saídas para o consumidor intermediário ou final, gerando valor agregado, também se pode dizer que o processo é um conjunto de causas que produzem defeitos. Por isso é necessário um estudo mais profundo dos processos, visando sempre à melhoria, tanto qualitativamente quanto quantitativamente.

Já Ritzman e Krajewski (2004) definem como processo, qualquer tipo de atividade ou conjunto de atividades que, partindo de um insumo, transforma-os em um produto ou serviço acabado para atender os clientes. Sendo os insumos recursos humanos (trabalhadores, gerentes, operários, operadores entre outros), capital (equipamentos e instalações), materiais (matéria-prima e materiais de consumo), serviços (terceirizados ou não), imóveis e energia.

Para se analisar um processo, segundo Contador (2004), é necessário utilizar o ponto de vista do cliente, partindo dos vários planos estratégicos ou cenários da empresa, além disso, deve-

se mapear os fatores mais importante e selecionar aqueles que precisam de mais atenção, visando atuar sobre estes a fim de reduzir seus problemas e otimizar suas operações.

2.2 O CUSTO

Slack (2002) discorre três grandes áreas diretamente ligadas ao custo: a mão de obra, as instalações, tecnologias e equipamentos e os materiais de consumo.

Porém Shingo (1996) adiciona outro fator essencial e diretamente impactante no custo dos produtos acabados: os processos. Os processos são vistos como a transformação de matéria-prima em produtos acabados, já as operações são vistas como as interações dos operadores com os equipamentos no tempo e espaço.

De acordo com Slack (2002) as operações desempenham importante papel no gerenciamento de tempo, custos e capacidade. Para se obter resultados positivos nestas área, Slack (2002) cita que as operações devem possuir alta qualidade, ter baixo tempo de processo, alta confiabilidade e de preferência serem flexíveis.

Shingo (1996) por sua vez, cita dois tipos de operações: aqueles que agregam valor e aqueles que não agregam valor. As operações que não agregam valor são qualquer atividade que não contribui para o fluxo de operações, tais quais esperas e movimentações. Por sua vez, os processos que agregam valor, são aqueles que transformam os insumos diretamente, ou seja, o processamento de matéria-prima para transformação em componentes, subprodutos ou produtos acabados.

Contador (2004) diz que o primeiro passo para se obter uma metodologia operacional de gerenciamento por processos é visar e ressaltar as características das necessidades dos clientes, identificando onde deve-se agir dentro dos processos produtivos, depois disso, é necessários estabelecer os responsáveis pela melhoria, e os responsáveis a desenvolver as atividades levantadas, através do gerenciamento de equipes. O próximo passo é definir parcerias ou planos estratégicos junto aos fornecedores, para aumentar a confiabilidade nestes.

Decidido as partes com os fornecedores, é necessário desenvolver um fluxograma com os processos e subprocessos, para que fique explicito os processos que serão otimizados. Depois

disso, vêm à necessidade de se obter informações sobre o desempenho, então, introduz-se o controle de indicadores de eficácia e eficiência, só após a verificação das melhorias no processo é que se cria uma padronização sobre eles, visando continuar de forma sustentável a melhoria neste e em outros processos produtivos.

2.3 AS ATIVIDADES E OS DESPERDÍCIOS

Para Martins (1998) processos e operações em muitos casos consomem recurso que nem sempre agregam valor ao produto acabado, assim o objetivo da Administração da Produção é gerenciar estas atividades de forma eficaz.

Uma destas atividades que não agrega valor é, segundo Shingo (1996), a movimentação ou transporte de materiais, assim, para que ocorra melhorias reais, é necessário eliminar, tanto quanto possível, a função de transporte através do aprimoramento do layout dos processos.

Além transporte e movimentação de materiais, Costa Junior (2008) cita outros cinco desperdícios que levam a falta de eficiência no processo produtivo:

- a. o desperdício da superprodução: alto tempo de *setup* e *layout* fabril inadequado levam a super-dimensionamento dos lotes de produção;
- b. desperdício de tempo disponível (espera): a falta de sincronização e balanceamento no fluxo de atividades leva a formação de filas de material;
- c. desperdício do processamento em si: geralmente existe a preocupação em como fazer com que as operações sejam realizadas mais rapidamente, sem verificar a real necessidade se aquilo deve ser feito. Por isso da importância em se realizar o mapeamento do fluxo de valor nas atividades produtivas, buscando simplificar ou reduzir o número de atividades necessárias para a produção de um determinado produto;
- d. desperdício de estoque disponível (estoque): altos estoques precisam de muito espaço físico, envolvendo altos para a estocagem de materiais;

e. desperdício de produzir produtos defeituosos: tudo o que é produzido fora da especificação leva a uma perda, ou seja, desperdiça tempo, dinheiro, máquinas e pessoas. A implementação de um sistemas de inspeção (por exemplo: poka-yoke) contra falhas é uma excelente ferramenta para eliminar esse tipo de desperdício.

2.4 O LAYOUT FABRIL

Quanto ao *layout* fabril, Slack (2002) cita a importância de se escolher o arranjo físico que mais se adéque as características e variedades de operação de manufatura.

Além da escolha de um *layout* ideal, ainda, como cita Contador (2004), é necessário se estabelecer uma modulação que atenda o tipo de sistema produtivo estudado, com o objetivo de se reduzir a movimentação de materiais e insumos. Segundo Pereira Filho (2002), um gerenciamento que aconteça de forma eficiente deste processo de movimentação interna ou fluxo interno de materiais, composto pela a armazenagem, permite a redução de custos através da redução de material ou produtos estáticos dentro do ambiente fabril, que não agrega valor.

Já Gaither e Frazier (2004) dizem que o foco principal de se planejar ou modificar o *layout* de um setor de produção é minimizar os custos de processamento, logística e estocagem do mesmo.

Como Gaither e Frazier (2004) citam, estudos de *layout* industrial visam soluções com o intuito de melhorar o processo de trabalho, usar eficientemente a mão de obra, promover o conforto e a segurança do empregado, minimizar a movimentação de materiais e pessoas, normalmente pela aproximação de equipamentos e pontos de estocagem, fazer uso econômico da área, maximizar a flexibilidade e a produtividade. Estudos de *layout* industrial se aplicam à otimização de instalações existentes, expansões, transferência de instalações ou projeto de novas instalações.

Como Davis (2001) cita em seu trabalho, um *layout* que atende as necessidades de uma organização deve possuir as seguintes características:

- a. manter um fluxo produtivo contínuo, com as áreas de trabalho próximas umas das outras;

- b. possuir uma movimentação reduzida de materiais, mantendo um mínimo volume de estoque entre as áreas de trabalho;
- c. garantir uma boa visibilidade e o controle do chão de fábrica;
- d. evitar ou minimizar o retorno de materiais durante o processo produtivo;
- e. facilitar os ajustes de arranjo físico, tendo em mente a possibilidade de expansão futura.

Shingo (1996) cita em sua pesquisa três grandes benefícios para o dimensionamento correto de um *layout*, são estes: economia nos custos de transportes entre os processos; eliminação de excesso de espera entre os processos e assim a redução dos custos da mão de obra quanto a estas esperas; e redução dos estoques dos produtos acabados.

Martins e Laugeni (2005) por sua vez, cita que o desenvolvimento correto de um *layout* industrial, estabelecendo os centros produtivos da melhor forma possível, minimiza muito os custos, principalmente os custos de transporte relacionados ao processos que não agregam valor.

2.5 OS PROCESSOS PRODUTIVOS E O TEMPO DE *SETUP*

De acordo com Shingo (1996), as peças em espera são amortecedores ou pulmões dentro de um processo produtivo, essas, fazem com que a incerteza e as variabilidades da produção diminuam, porém, aumentam o *lead time* e geram superprodução, por isso devem ser evitadas quando possível e reduzidas ao máximo quando necessárias.

De acordo com Harrington (1993), o processo produtivo de um produto industrial genérico pode custar cerca de 10% do valor do produto, e este tem sido o foco da visão da estrutura organizacional por processos principal foco do esforço de otimização nas empresas. Por outro lado, os processos que dão suporte aos processos produtivos podem ser responsáveis por cerca de 50% do custo dos produtos, e somente nas últimas duas décadas passaram a receber maior atenção (GONÇALVES, 2000a).

Como Gonçalves (2000b) cita em seu trabalho, algumas empresas estão se organizando por processos no esforço para mudar de patamar em termos de desempenho empresarial, atendimento às expectativas dos clientes e ao resultado para os acionistas. Desta forma, terão maior eficiência na obtenção do seu produto ou serviço, melhor adaptação à mudança, melhor integração de seus esforços e maior capacidade de aprendizado.

Dentro de quase todas as operações do setor de usinagem há o fator tempo de preparação (*setup*), este tempo, de acordo com Gaither (2004) é o tempo de se configurar a máquina para uma etapa diferente daquela realizada anteriormente, este procedimento tem como objetivo a troca de materiais a serem transformados, troca de ferramentas e obtenção de informações técnicas.

Martins e Laugeni (2005), consideram como tempo de *setup* o tempo gasto para preparação ou o tempo necessário para colocar o equipamento em condições de se produzir uma nova unidade de produto sendo este intermediário ou acabado com qualidade para produção em massa.

Diminuindo o tempo de *setup*, segundo Pereira (2002), os lotes econômicos podem ser menores e desta forma haverá menos material em processo, reduzindo os estoques de peças em produção, além disso, o tempo anteriormente gasto em *setup*, agora poderá ser usado em tempo de ciclo, aumentando assim a produtividade.

Uma das alternativas para a redução do tempo de *setup* foi desenvolvida por Shigeo Shingo, que observou que a tarefa de *setup* pode ser dividida em duas, classificando-as em *setup* interno e externo. Shingo definiu *setup* interno como sendo a preparação da máquina que só pode ser feita com a mesma sem trabalhar, ou seja, onde ocorre uma ociosidade do recurso. Já *setup* externo, foi definido como sendo a preparação que pode ser feita com a máquina funcionando. A transformação de *setup* interno em *setup* externo trás muitas vantagens, dentre elas: aumentar as taxas de utilização de máquina e a capacidade produtiva, produzirem em pequenos lotes, melhorar o nivelamento da produção e aumentar a flexibilidade de produção.

3 DESENVOLVIMENTO

A pesquisa será realizada com base científica em uma instituição privada com fins lucrativos do setor metal-mecânico, mais detalhadamente, o setor de usinagem desta empresa. Esta é uma pesquisa exploratória explicativa, ou seja, um estudo de caso. Apesar da utilização de bases científica e dados estatísticos da empresa, muitas sugestões ou propostas poderão não ser aplicadas por alguma inviabilidade, assim sendo, os resultados serão explicados descritivamente, sem a aplicabilidade prática.

3.1 METODOLOGIA

A aplicabilidade de algumas técnicas no ramo escolhido (peças de reposição para colheitadeiras e tratores) pode ser inviável, quando isto acontecer, os detalhes desta inviabilidade serão informados detalhadamente.

Os dados estatísticos relacionados ao setor comercial e financeiro serão levantados através do sistema de informações da empresa. Algumas informações podem vir diretamente dos funcionários ou gerentes de suas respectivas áreas.

Os dados fabris serão obtidos através de fichas técnicas ou do conhecimento dos encarregados de produção. Além disso, os tempos de processamento serão medidos através de cronometragens. Estes dados serão posteriormente levantados e apontados em planilhas para facilitar a leitura e a organização.

Muitos dados poderão ser correlacionados para facilitar a visualização do foco que a pesquisa deve tomar em determinados meios e tempos. Outros dados terão apenas caráter explicativo ou dissertativo, assim, estes dados serão detalhados com base teórica para a compreensão daqueles que não são intimamente ligados ao assunto.

3.2 O ESTUDO DE CASO

3.2.1 PRODUTOS

Os produtos comercializados pela empresa têm como foco principal peças de reposição para colheitadeiras. Como a quantidade de peças e de componentes são muito grandes, a pesquisa e o desenvolvimento do trabalho terá como foco os 7 principais produtos da linha de “eixos” (Quadro 1) e os 8 principais produtos da linha de “engrenagens” (Quadro 2) baseados na curva ABC de vendas das últimas 5 safras, estes produtos englobam os principais processos envolvidos no setor de usinagem da empresa, além disso, os produtos escolhidos representam aproximadamente 20% do acumulado do total faturado por suas respectivas famílias. Os códigos das peças foram “maquiados” para preservar as informações estratégicas da empresa.

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TOTAL SAFRAS		%	% Acumulado
			QTDE	TOTAL R\$		
1	EIXO01	PONTA DE EIXO	154	R\$ 63.413,64	4,57%	4,57%
2	EIXO02	EIXO DO BATEDOR CENTRAL	111	R\$ 44.086,15	3,18%	7,76%
3	EIXO03	PONTA DE EIXO DIREITA	102	R\$ 41.098,22	2,96%	10,72%
4	EIXO04	EIXO DO MOTOR	189	R\$ 37.089,66	2,68%	13,40%
5	EIXO05	EIXO DO BATEDOR DIREITO	84	R\$ 33.311,40	2,40%	15,80%
6	EIXO06	EIXO DO BATEDOR ESQUERDO	101	R\$ 32.901,59	2,37%	18,17%
7	EIXO07	EIXO DO CARACOL SEM FIM	590	R\$ 31.578,34	2,28%	20,45%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
TOTAL FATURADO PELA FAMÍLIA DOS EIXOS:				R\$ 1.386.183,21		

Quadro 1 - Principais Produtos da Família dos Eixos Fabricados

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	TOTAL SAFRAS		%	% ACUMULADO
			Q TDE	R\$		
1	ENGRENAGEM01	ENGRENAGEM Z-8 ASA 60	1.820	R\$ 60.765,79	3,56%	3,56%
2	ENGRENAGEM02	ENGRENAGEM Z-20 ASA 60	1.922	R\$ 49.978,99	2,93%	6,49%
3	ENGRENAGEM03	ENGRENAGEM Z-29 ASA 80	654	R\$ 47.689,19	2,79%	9,28%
4	ENGRENAGEM04	ENGRENAGEM Z-8 ASA 60 ALONGADA	1.223	R\$ 43.648,42	2,56%	11,83%
5	ENGRENAGEM05	ENGRENAGEM Z-30 ASA 80	597	R\$ 42.085,36	2,46%	14,30%
6	ENGRENAGEM06	ENGRENAGEM Z-60 ASA 50	538	R\$ 41.971,41	2,46%	16,76%
7	ENGRENAGEM07	ENGRENAGEM Z-25 ASA 80	291	R\$ 36.496,04	2,14%	18,89%
8	ENGRENAGEM08	ENGRENAGEM Z-30 ASA 60	814	R\$ 35.647,33	2,09%	20,98%
:	:	:	:	:	:	:
TOTAL FATURADO PELA FAMÍLIA DAS ENGRENAgens:				R\$ 1.707.572,32		

Quadro 2 - Principais Produtos da Família das Engrenagens Fabricadas

Os Apêndices 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 representam as Fichas Técnicas da família dos eixos, enquanto os Apêndices 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 representam as Fichas Técnicas da família das engrenagens, estas fichas são geradas pelo sistema que anteriormente recebeu alimentação da área técnica que desenha e preenche a ficha de cadastro de produtos. As Fichas Técnicas possuem dados como: o código do fabricante, a descrição do produto, seu peso bruto e líquido, a pasta que contém o desenho técnico da peça (endereço físico), a quantidade de matéria-prima e material de consumo e em qual seqüência estes materiais são utilizados, bem como a engenharia do processo que contém os tempos padrões de *setup* e processos.

Uma vantagem ao se escolher estas peças para o estudo de caso, é que estas possuem uma rotatividade grande, ou seja, vendem em quantidades significativas e precisam ser repostas no estoque e assim são fabricadas constantemente, facilitando o estudo de seus processos.

3.2.2 PROCESSOS

Os tempos padrões dos processos são determinados pela média de tempo retirada nos dois últimos lotes produzidos, este tempo tolera uma margem de +/- 5% para *setups* e +/- 10% para processos e dentro desta faixa são considerados tempos normais e não alteram a medida de

eficiência e/ou eficácia do processo. Caso o tempo coletado pelo sistema seja 5% menor que o tempo padrão, é feito um estudo para reconsiderar este tempo visando manter o índice de medida de eficiência correto.

O Apêndice 16 demonstra uma ficha elaborada com o intuito de acompanhar o tempo de processo produtivo na prática, ou seja, os tempos são retirados através de um cronômetro manualmente passo a passo durante os processos de cada um dos itens apresentados no Quadro 1 e 2.

Também é elaborada uma ficha (Apêndice 17) cujo objetivo é quantificar e qualificar os erros para, posteriormente, saber onde atuar a fim de reduzir os atrasos de processo. Assim, são determinados 7 tipos de “motivos” para os atrasos, estes, podem ser observados na Tabela 1.

Estes “motivos” são determinados através de uma observação prévia no setor e só então estes são qualificados nestas categorias pré-determinadas.

Tabela 1 - Motivos de atraso

CÓDIGO	MOTIVO
1	DIFICULDADE DE AJUSTE
2	ERRO HUMANO
3	FALTA DE FERRAMENTA
4	FALTA DE PROGRAMAÇÃO DA MÁQUINA
5	FERRAMENTARIA INADEQUADA
6	TEMPO PADRÃO INDEVIDO
7	OUTROS (ESPECIFICAR)

Descrição dos motivos do atraso:

- 1 – dificuldade de ajuste do equipamento, ou seja, a máquina não consegue obter o ajuste com a precisão correta, fazendo com que o operador tenha que “reduzir” a velocidade do processo de usinagem, o que aumenta o tempo de processamento;
- 2 – erro humano erro por parte do operador, tanto fisicamente quanto na programação do equipamento (qualquer tipo de causa: desatenção, falta de treinamento, distração, entre outros);

- 3 – falta de ferramenta, em muitas situações o operador perde tempo procurando as ferramentas necessárias para realizar o processo, ocasionando atrasos;
- 4 – falta de programação da máquina acontece quando o equipamento “perdeu” sua programação padrão, então é necessário que o operador reajuste-o;
- 5 – ferramentaria inadequada, ou seja, o operador precisa utilizar uma ferramenta que não satisfaz 100% aquela determinada situação;
- 6 – tempo padrão inadequado, ou seja, no tempo padrão o operador não consegue realizar determinado processo (exemplo: operador faz o processo de forma correta e sem interrupções e ainda assim continua fora do tempo padrão);
- 7 – outros, motivos não relacionados anteriormente.

3.2.2.1 A COLETA DE DADOS

Obtém-se o Quadro 3 para os itens da família dos eixos e o Quadro 4 para os itens da família das engrenagens através dos dados de tempos coletados na prática. Sendo o tempo de processos dado por:

$$\text{Tempo de processo} = \frac{\text{tempo de processamento do lote}}{\text{quantidade de peças do lote}}$$

Onde,

Tempo de processo é o tempo efetivo do início da operação até o final;

Tempo de processamento do lote é o tempo efetivo desde o início até o final do processamento do lote de peças;

Quantidade de peças do lote é o total de peças a ser processada no lote.

CÓDIGO DO PRODUTO	ATIVIDADE	EQUIPAMENTO	TEMPO PADRÃO (MIN)		TEMPO COLETADO (MIN)		% TEMPO PADRÃO/COLETADO	
			SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO
EIXO 01	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:10:05	00:02:01	99,17%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:34:50	00:03:05	71,77%	97,30%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:24:55	00:02:02	100,33%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:15:00	00:41:03	00:14:53	97,44%	100,78%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:21:02	00:03:02	95,09%	65,93%
	BANHAR OLÉO	MANUAL		00:02:00		00:02:05		96,00%
EIXO 02	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:01:00	00:10:03	00:01:03	99,50%	95,24%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:23	00:03:02	98,49%	65,93%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:27:07	00:02:05	73,76%	96,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:19:53	00:01:01	100,59%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:15	00:02:01	98,77%	99,17%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:02		98,36%
EIXO 03	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:10:10	00:02:05	98,36%	96,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:39:16	00:03:05	63,67%	97,30%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:24:19	00:02:01	102,81%	99,17%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:15:00	00:41:20	00:15:15	96,77%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:29:55	00:02:03	66,85%	97,56%
	BANHAR OLÉO	MANUAL		00:02:00		00:02:01		99,17%
EIXO 04	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:10:02	00:02:01	99,67%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:24:50	00:03:00	100,67%	100,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:24:57	00:03:03	100,20%	65,57%
	USINAR CONVENCIONAL	TORNO CONV.	00:10:00	00:05:00	00:10:01	00:05:01	99,83%	99,67%
	BANHAR OLÉO	MANUAL		00:02:00		00:01:59		100,84%
EIXO 05	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:01:00	00:10:09	00:01:01	98,52%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:57	00:03:05	96,34%	64,86%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:02	00:02:00	99,83%	100,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:30:06	00:01:01	66,45%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:01:00	00:24:59	00:01:03	100,07%	95,24%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:19:52	00:02:01	100,67%	99,17%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:03		97,56%
EIXO 06	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:01:00	00:10:03	00:01:02	99,50%	96,77%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:29:59	00:03:03	83,38%	65,57%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:25:01	00:03:04	79,95%	65,22%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:20:21	00:01:02	98,28%	96,77%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:01:00	00:25:21	00:01:01	98,62%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:16	00:02:02	98,68%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:06	00:01:59	99,50%	100,84%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:01		99,17%
EIXO 07	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:09:53	00:02:01	101,18%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:24:49	00:03:01	100,74%	99,45%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:35:20	00:02:00	70,75%	100,00%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:19:55	00:03:01	100,42%	66,30%
	BANHAR OLÉO	MANUAL		00:01:00		00:01:02		96,77%

Quadro 3 - Tempo Padrão por Tempo Coletado (eixos)

CÓDIGO DO PRODUTO	ATIVIDADE	EQUIPAMENTO	TEMPO PADRÃO (MIN)		TEMPO COLETADO (MIN)		% TEMPO PADRÃO/COLETADO	
			SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO
ENGRENA-GEM01	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:02:00	00:20:05	00:02:01	99,59%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:24:50	00:02:05	100,67%	96,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:35	00:02:02	97,17%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:05:00	00:41:01	00:04:53	97,52%	102,39%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:02	00:02:02	99,87%	49,18%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:24:52	00:02:05	100,54%	48,00%
ENGRENA-GEM02	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:03	00:02:03	99,75%	97,56%
	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:02:00	00:20:05	00:02:03	99,59%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:27	00:02:30	98,23%	80,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:25:02	00:02:05	79,89%	96,00%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:07:00	00:41:08	00:07:10	97,24%	97,67%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:24:55	00:01:01	100,33%	98,36%
ENGRENA-GEM03	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:23	00:01:00	98,49%	100,00%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:21:03	00:02:02	95,01%	98,36%
	JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:02		96,77%
	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:03:00	00:19:55	00:03:05	100,42%	97,30%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:29:50	00:02:01	83,80%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:25:23	00:02:04	98,49%	96,77%
ENGRENA-GEM04	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:10:00	00:40:25	00:10:20	98,97%	96,77%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:24:57	00:01:02	100,20%	96,77%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:57	00:01:03	96,34%	95,24%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:19:57	00:01:01	100,25%	98,36%
	JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:01		98,36%
	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:03:00	00:20:02	00:03:03	99,83%	98,36%
ENGRENA-GEM05	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:02:00	00:24:59	00:02:49	100,07%	71,01%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:25:22	00:02:03	98,55%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:29:03	00:01:01	68,85%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:41:01	00:08:08	97,52%	98,36%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:57	00:01:01	96,34%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:24:59	00:01:00	100,07%	100,00%
ENGRENA-GEM06	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:06	00:01:02	99,50%	96,77%
	JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:02		96,77%
	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:20:00	00:03:00	00:20:12	00:03:05	99,01%	97,30%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:16	00:02:03	98,94%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:01	00:02:53	99,92%	69,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:40:29	00:08:01	98,81%	99,79%
ENGRENA-GEM07	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:21	00:00:59	98,62%	101,69%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:24:57	00:01:01	100,20%	98,36%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:03	00:01:02	99,75%	96,77%
	JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:01		98,36%
	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:20:00	00:03:00	00:20:00	00:03:01	100,00%	99,45%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:02:00	00:35:11	00:02:00	71,06%	100,00%
ENGRENA-GEM08	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:20:00	00:02:00	00:20:10	00:02:02	99,17%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:41:03	00:07:53	97,44%	101,48%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:20	00:01:02	98,68%	96,77%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:20	00:01:35	98,68%	63,16%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:22	00:01:26	98,20%	69,77%
	JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:01		98,36%
ENGRENA-GEM09	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:20:00	00:03:00	00:20:17	00:03:00	98,60%	100,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:02:00	00:24:49	00:02:02	100,74%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:20:00	00:02:00	00:20:15	00:02:45	98,77%	72,73%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:40:33	00:08:03	98,64%	99,38%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:20	00:01:01	98,68%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:57	00:01:02	96,34%	96,77%
ENGRENA-GEM10	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:03	00:01:30	99,75%	66,67%
	JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:00		100,00%

Quadro 4 - Tempo Padrão por Tempo Coletado (engrenagens)

Pode notar-se que na relação tempo padrão por tempo coletado há vários tempos que não atendem os requisitos acima citados, são os tempos em destaque nos Quadros 3 e 4.

A peça codificada “ENGRENAGEM08” não foi fabricada durante o período de coleta de dados, por isso não aparece no Quadro 4 e não será utilizado como base de estudo.

3.2.2.2 AS CAUSAS DE ATRASOS

Após as observações e as coletas de dados, chega-se ao resultado apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Causas de atrasos nos processos.

CÓDIGO	MOTIVO	OBSERVAÇÕES	EIXO	FREQUÊNCIA			%	% ACUMULADO
				ENGRENAGENS	TOTAL			
3	FALTA DE FERRAMENTA		3	4	7	25,00%	25,00%	
5	FERRAMENTARIA INADEQUADA		4	3	7	25,00%	50,00%	
1	DIFICULDADE DE AJUSTE		3	3	6	21,43%	71,43%	
2	ERRO HUMANO		1	3	4	14,29%	85,71%	
4	FALTA DE PROGRAMAÇÃO DA MÁQUINA		1	1	2	7,14%	92,86%	
6	TEMPO PADRÃO INDEVIDO		1	0	1	3,57%	96,43%	
7	OUTROS (ESPECIFICAR)	MÁQUINA QUEBROU DURANTE AJUSTE	0	1	1	3,57%	100,00%	
				TOTAL	28			

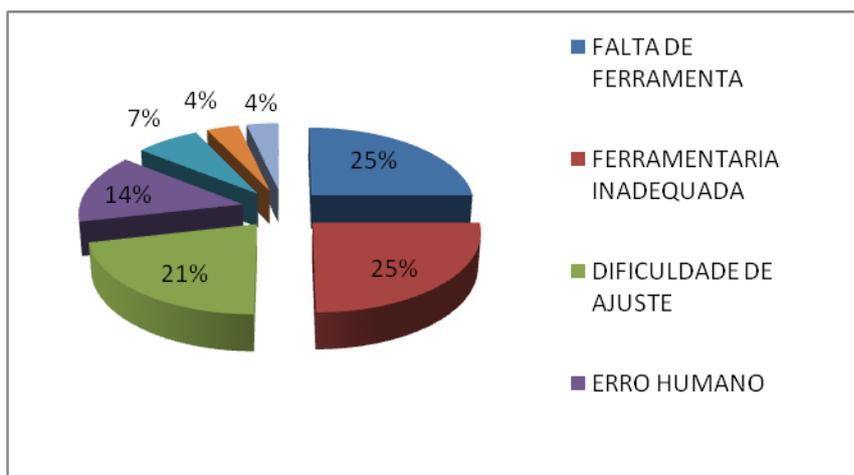


Gráfico 1 - Porcentagem de Atrasos

Conforme se pode observar pelo Gráfico 1, as grandes causas de atrasos são provenientes principalmente das inconformidades das ferramentas (falta de ferramentas e feramentaria

inadequada), a dificuldade de ajuste e posteriormente o erro humano. Através da Tabela 2, pode-se observar que ao sanar estes quatro problemas, 85,71% dos motivos de atrasos em relação ao tempo padrão seriam resolvidos, ou ao menos reduzidos.

3.2.2.3 ATRASOS POR *SETUPS*, POR PROCESSOS E POR EQUIPAMENTOS

Através do Quadro 5 pode-se verificar a porcentagem de atrasos nos *setups* e nos processos em relação aos atrasos em geral e no Quadro 6 pode-se perceber em quais equipamentos (e conseqüentemente quais operadores) estes atrasos acontecem com mais freqüência. Assim, nota-se que os atrasos acontecem com mais freqüência nos equipamentos: Torno CNC 1, Centro de Usinagem e Torno CNC 2 e que atuando na melhoria destes equipamentos, processos e operadores estaríamos sanando cerca de 85% dos problemas.

EQUIPAMENTO	TEMPO		% TEMPO PADRÃO/COLETADO		FREQUÊNCIA	
	SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO
TORNO CNC 4	-	00:02:02	-	49,18%		1
CENTRO USINAGEM	-	00:02:05	-	48,00%		1
TORNO CNC 1	-	00:02:30	-	80,00%		1
TORNO CNC 1	00:25:02	-	79,89%	-	1	
TORNO CNC 1	00:29:50	-	83,80%	-	1	
TORNO CNC 3	-	00:02:49	-	71,01%		1
TORNO CNC 2	00:29:03	-	68,85%	-	1	
TORNO CNC 1	-	00:02:53	-	69,36%		1
TORNO CNC 3	00:35:11	-	71,06%	-	1	
CENTRO USINAGEM	-	00:01:35	-	63,16%		1
CENTRO USINAGEM	-	00:01:26	-	69,77%		1
TORNO CNC 3	-	00:02:45	-	72,73%		1
CENTRO USINAGEM	-	00:01:30	-	66,67%		1
TORNO CNC 1	00:34:50	-	71,77%	-	1	
CENTRO USINAGEM	-	00:03:02	-	65,93%		1
TORNO CNC 1	-	00:03:02	-	65,93%		1
TORNO CNC 1	00:27:07	-	73,76%	-	1	
TORNO CNC 1	00:39:16	-	63,67%	-	1	
CENTRO USINAGEM	00:29:55	-	66,85%	-	1	
TORNO CNC 2	-	00:03:03	-	65,57%		1
TORNO CNC 1	-	00:03:05	-	64,86%		1
TORNO CNC 2	00:30:06	-	66,45%	-	1	
TORNO CNC 1	00:29:59	00:03:03	83,38%	65,57%	1	1
TORNO CNC 1	00:25:01	00:03:04	79,95%	65,22%	1	1
TORNO CNC 2	00:35:20	-	70,75%	-	1	
CENTRO USINAGEM	-	00:03:01	-	66,30%		1
TOTAL (%):					42,86%	57,14%

Quadro 5 - Atrasos no Setup e no Processo

EQUIPAMENTO	FREQUÊNCIA	% FREQUÊNCIA	% FREQUÊNCIA ACUMULADA
TORNO CNC 1	13	46,43%	46,43%
CENTRO USINAGEM	7	25,00%	71,43%
TORNO CNC 2	4	14,29%	85,71%
TORNO CNC 3	3	10,71%	96,43%
TORNO CNC 4	1	3,57%	100,00%
TOTAL:	28		

Quadro 6 - Frequências de Atrasos por Equipamento

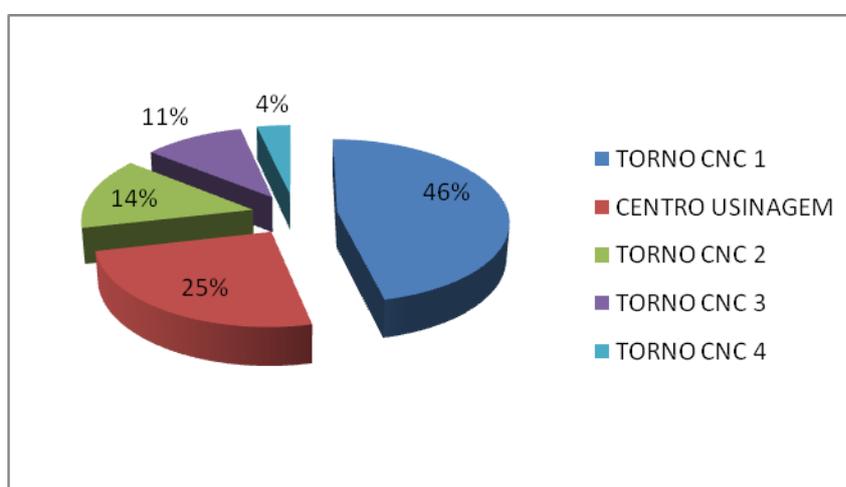


Gráfico 2 - % de Atrasos por Máquina

Assim sendo, através dos dados levantados e demonstrados no Gráfico 2, pode-se chegar a conclusão que se deve atuar sobre os equipamentos: Torno CNC 1, Torno CNC 2 e Centro de Usinagem e deve-se levar em consideração, principalmente, as inconformidades quanto as ferramentas, a dificuldade de ajuste e o erro por parte do operador. Desta forma tem-se um escopo de atuação mais limitado dos problemas facilitando assim ao atuar na resolução dos mesmos para obter-se uma eficiência mais elevada.

Ao final da análise chega-se a conclusão que foram coletados 86 amostras de tempo de *setup* e 86 amostras de tempo de processo e entre estes, 13,95% dos tempos de *setup* e 18,60% dos tempos de processo estavam atrasados em relação ao tempo padrão, obtendo o Gráfico 3.

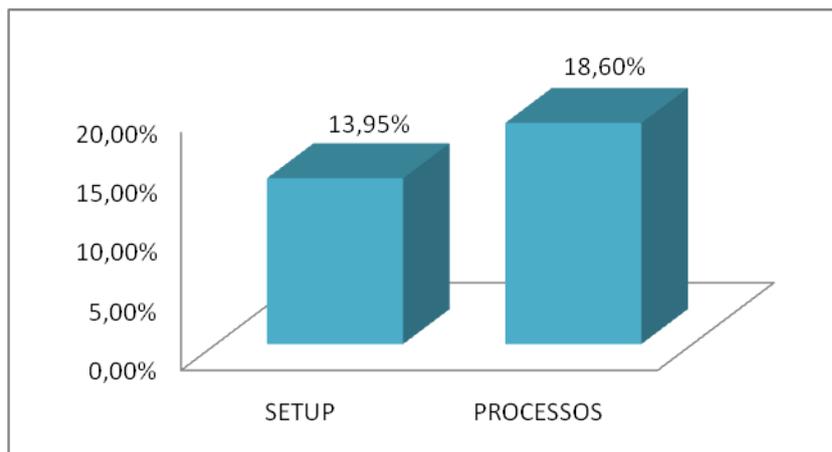


Gráfico 3 - Porcentagem de Atrasos

3.2.2.4 AS SOLUÇÕES E A NOVA METODOLOGIA DE PROCESSO

Para reduzir os problemas de ferramentas, foi desenvolvido um balcão/armário de aço com três gavetas e duas portas, onde seria guardado um jogo de chaves *Allen*, um jogo de chaves de boca, alicates diversos, paquímetro, trena e algumas das matrizes mais utilizadas no setor de usinagem, cada uma das máquinas possui um balcão/armário equipado, facilitando o operador no acesso as ferramentas necessárias antes e durante os processos de usinagem.

Cada operador é responsável por suas ferramentas, caso aconteça a perda de alguma ferramenta, é descontado 50% do valor da ferramenta do bônus de produtividade do funcionário para reposição da mesma, ou seja, o funcionário paga metade e empresa paga a outra metade do valor da ferramenta extraviada, caso a ferramenta estrague, esta deve ser repostada em um prazo de 10 dias sob responsabilidade da empresa. Estas normas foram acordadas tanto por parte dos colaboradores quanto por parte da diretoria para garantir que exista responsabilidade mútua empresa/funcionário.

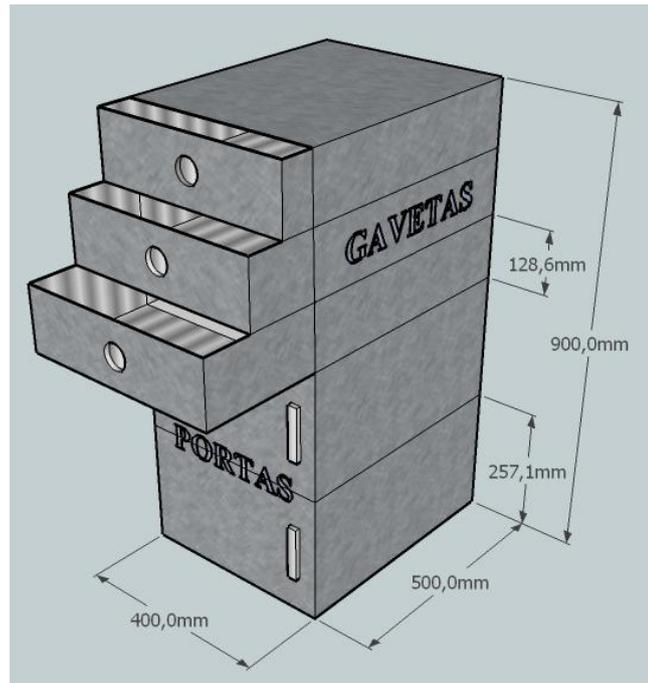


Figura 1 - Armário para Ferramentas.

Todos os operadores da fábrica tiveram uma palestra ministrada pelo SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) sobre a importância da utilização prática dos cinco sentidos da qualidade (5'S). Na palestra foram abordados tópicos sobre os conhecimentos necessários para o desempenho e a manutenção adequada funções dos funcionários, relevando a importância de se manter a organização, limpeza, asseio e ordem no trabalho através da mudança de hábito. Uma característica importante deste programa é que é de fácil entendimento, porém a dificuldade é manter os novos hábitos e atitudes por um longo tempo de maneira sustentável.

De acordo com Silva (2001), o Programa 5Ss tem como objetivo inicial a melhoria do ambiente de trabalho, nos sentidos físico (*layout* da organização) e mental (mudança de paradigmas das pessoas). O programa tem como objetivo secundário, adequar de forma organizada, o espaço físico da empresa, a fim de se otimizar os espaços e melhorar o ambiente evitando desperdícios. Outro fator importante é que o programa auxilia na parte psicológica das pessoas, as quais se tornam mais comprometidas com o processo e com a empresa.

Os operadores dos equipamentos: Torno CNC 1, do Centro de Usinagem e do Torno CNC 3 participaram de um treinamento oferecido pelo fornecedor de serviço de manutenção das

máquinas que eles desenvolvessem um conhecimento menos genérico em relação as máquinas operadas. Assim, estes, teriam um conhecimento e um domínio mais aprofundado sobre o equipamento que operam,

Outro tópico abordado foi a conversão do *setup* externo em *setup* interno, ou seja, os processos de preparação que devem ser executadas necessariamente com o equipamento parado (troca de matrizes e pré-programação do *software* do equipamento) e os processos de preparação que podem ser feitos com máquina funcionando (transporte das matrizes, transporte da matéria-prima e preparação do gabarito).

Para tentativa de melhoria de um sistema de conversão de *setup* interno em *setup* externo, a empresa disponibilizou um dos seus colaboradores (operador do equipamento Centro de Usinagem) para este sistema com o objetivo de reduzir o tempo de *setup*. Assim, os seguintes passos foram determinados:

1º passo: o operador deve iniciar a preparação das matrizes, da matéria-prima e do gabarito antes de iniciar os processos de *setup* da máquina, essa preparação deve acontecer durante o processo de usinagem da peça subsequente a que será usinada (*pré-setup*);

2º passo: o operador, com todo equipamento (matrizes, matéria-prima e gabarito) necessário, inicia efetivamente o processo de *setup*;

3º passo: após o início do processo de usinagem da primeira peça, o operador continua a realizar ajustes no *software* da máquina.

O operador foi instruído a seguir os 3 passos durante os processos em sua máquina. Observando os procedimentos acima citados, ficou evidente que o balcão/armário foi um diferencial muito positivo para o desenvolvimento da metodologia, pois foi um recurso importante ao se separar as ferramentas e matrizes de usinagem.

3.2.2.5 A COLETA DE DADOS NA NOVA METODOLOGIA

Após todas as modificações na metodologia dos processos, os tempos de *setup* e processamento foram novamente retirados para serem comparados com os dados anteriores e

assim verificar se o resultado da nova metodologia operacional é ou não eficaz. A metodologia para a coleta dos dados foi a mesma utilizada anteriormente utilizando o Apêndice 16. Os novos dados coletados são apresentados nos Quadros 7 e 8.

Os dados grifados em azul nos Quadros 7 e 8 representam os tempos de setup que possuem uma melhora significativa (% tempo padrão/tempo coletado maior que 104%).

CÓDIGO DO PRODUTO	ATIVIDADE	EQUIPAMENTO	TEMPO PADRÃO (MIN)		TEMPO COLETADO (MIN)		% TEMPO PADRÃO/COLETADO	
			SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO
EIXO01	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:10:05	00:02:01	99,17%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:25:35	00:03:05	97,72%	97,30%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:27:55	00:02:02	89,55%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:15:00	00:41:03	00:14:53	97,44%	100,78%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:19:02	00:02:02	105,08%	98,36%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:05		96,00%
EIXO02	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:01:00	00:10:03	00:01:02	99,50%	96,77%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:23	00:02:02	98,49%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:21:07	00:02:02	94,71%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:20:50	00:01:01	96,00%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:15	00:02:02	98,77%	98,36%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:02		98,36%
EIXO03	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:09:59	00:02:01	100,17%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:27:16	00:03:05	91,69%	97,30%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:24:19	00:02:01	102,81%	99,17%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:15:00	00:41:22	00:15:30	96,70%	96,77%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:19:00	00:02:03	105,26%	97,56%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:01		99,17%
EIXO04	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:10:05	00:02:03	99,17%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:24:55	00:03:36	100,33%	83,33%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:24:57	00:02:05	100,20%	96,00%
	USINAR CONVENCIONAL	TORNO CONV.	00:10:00	00:05:00	00:10:01	00:05:06	99,83%	98,04%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:01:59		100,84%
EIXO05	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:01:00	00:10:10	00:01:21	98,36%	74,07%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:57	00:02:01	96,34%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:02	00:02:03	99,83%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:22:20	00:01:02	89,55%	96,77%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:01:00	00:24:59	00:01:01	100,07%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:18:52	00:02:01	106,01%	99,17%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:03		97,56%
EIXO06	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:01:00	00:10:03	00:01:01	99,50%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:40	00:02:03	97,40%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:50	00:02:02	96,00%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:22:30	00:01:01	88,89%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:01:00	00:25:21	00:01:01	98,62%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:01	00:02:02	99,92%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:19:00	00:01:59	105,26%	100,84%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:02:00		00:02:01		99,17%
EIXO07	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:10:00	00:02:00	00:09:53	00:02:02	101,18%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:03:00	00:24:49	00:03:01	100,74%	99,45%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:25:03	00:02:02	99,80%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:19:55	00:02:12	100,42%	90,91%
	BANHAR ÓLEO	MANUAL		00:01:00		00:01:02		96,77%

Quadro 7 - Tempo Padrão por Tempo Coletados Nova Metodologia Operacional (eixos)

CÓDIGO DO PRODUTO	ATIVIDADE	EQUIPAMENTO	TEMPO PADRÃO (MIN)		TEMPO COLETADO (MIN)		% TEMPO PADRÃO/COLETADO	
			SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO	SETUP	PROCESSO
ENGRENA-GEM01	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:02:00	00:21:10	00:02:01	94,49%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:24:50	00:02:05	100,67%	96,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:35	00:02:02	97,17%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:05:00	00:42:01	00:04:53	95,20%	102,39%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:02	00:01:01	99,87%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:23:52	00:01:01	104,75%	98,36%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:03	00:02:03	99,75%	97,56%
ENGRENA-GEM02	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:02:00	00:20:20	00:02:01	98,36%	99,17%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:23	00:02:02	98,49%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:50	00:02:02	96,00%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:07:00	00:41:08	00:07:10	97,24%	97,67%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:26:59	00:01:01	92,65%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:23:23	00:01:00	106,91%	100,00%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:02:00	00:20:21	00:02:02	98,28%	98,36%
JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:02		96,77%	
ENGRENA-GEM03	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:03:00	00:20:01	00:03:02	99,92%	98,90%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:59	00:02:03	96,22%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:25:58	00:02:30	96,28%	80,00%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:10:00	00:40:25	00:10:20	98,97%	96,77%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:24:57	00:01:02	100,20%	96,77%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:00	00:01:05	100,00%	92,31%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:18:57	00:01:01	105,54%	98,36%
JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:01		98,36%	
ENGRENA-GEM04	OXICORTE	OXICORTE	00:20:00	00:03:00	00:20:02	00:03:03	99,83%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:02:00	00:24:59	00:02:02	100,07%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:25:00	00:02:00	00:25:23	00:02:02	98,49%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 2	00:20:00	00:01:00	00:28:03	00:01:02	71,30%	96,77%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:41:00	00:08:00	97,56%	100,00%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:43	00:01:01	97,21%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:24:55	00:01:01	100,33%	98,36%
	ABRIR CHAVETA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:05	00:01:01	99,59%	98,36%
JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:02		96,77%	
ENGRENA-GEM05	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:20:00	00:03:00	00:20:13	00:03:06	98,93%	96,77%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:25:00	00:02:00	00:25:18	00:02:02	98,81%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 1	00:20:00	00:02:00	00:20:02	00:01:55	99,83%	104,35%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:40:40	00:08:05	98,36%	98,97%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:30	00:01:01	98,04%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:23:57	00:01:01	104,38%	98,36%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:03	00:01:02	99,75%	96,77%
JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:01		98,36%	
ENGRENA-GEM06	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:20:00	00:03:00	00:20:05	00:03:03	99,59%	98,36%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:02:00	00:25:03	00:02:00	99,80%	100,00%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:20:00	00:02:00	00:20:10	00:02:19	99,17%	86,33%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:41:03	00:07:53	97,44%	101,48%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:20	00:01:01	98,68%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:20	00:01:01	98,68%	98,36%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:22	00:00:59	98,20%	101,69%
JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:01		98,36%	
ENGRENA-GEM07	CORTAR SERRA	SERRA FITA	00:20:00	00:03:00	00:20:17	00:03:31	98,60%	85,31%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:25:00	00:02:00	00:24:44	00:02:03	101,08%	97,56%
	USINAR CNC	TORNO CNC 3	00:20:00	00:02:00	00:20:12	00:02:02	99,01%	98,36%
	GERAR DENTES	GERADORA	00:40:00	00:08:00	00:40:22	00:08:00	99,09%	100,00%
	CHANFRAR	TORNO CNC 4	00:25:00	00:01:00	00:25:10	00:01:01	99,34%	98,36%
	FURAR	CENTRO USINAGEM	00:25:00	00:01:00	00:25:33	00:01:00	97,85%	100,00%
	FAZER ROSCA	CENTRO USINAGEM	00:20:00	00:01:00	00:20:01	00:01:01	99,92%	98,36%
JATEAR	MANUAL		00:01:00		00:01:00		100,00%	

Quadro 8 - Tempo Padrão por Tempo Coletado Nova Metodologia Operacional (engrenagens)

3.2.2.6 OS RESULTADOS NA NOVA METODOLOGIA

Para explicitar a porcentagem de atrasos antes e depois do estudo efetuado é apresentado o Gráfico 4.

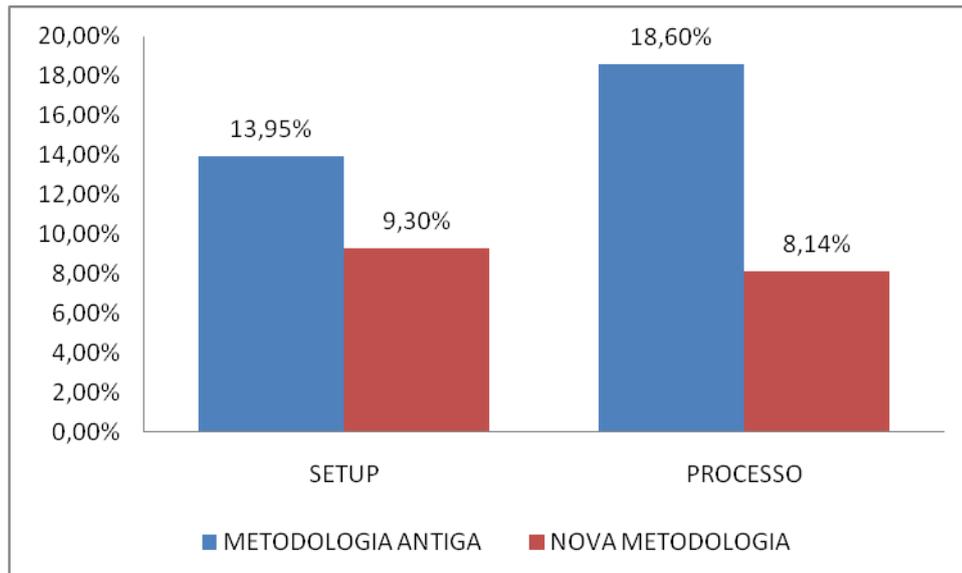


Gráfico 4 - Nova Porcentagem de Atrasos

Nota-se uma redução de 4,65% de atrasos nos *setups* e 10,46% de atrasos em relação aos processos. Um ganho significativo na redução dos tempos de processo e *setup*.

Outro fator a ser considerado é que os tempos coletados nas operações que envolvem o Centro de Usinagem apresentam um ganho em relação ao tempo padrão de *setup*, ou seja, de todos os tempos coletados, 21 deles correspondem ao processo de *setup* do Centro de Usinagem e destas 21 amostras 8 delas possuem uma eficiência (relação tempo coletado/tempo padrão) maior que 104% , uma parcela de 38,09% de amostras que possuem um ganho de no mínimo 4% de eficiência. Concluindo desta forma que a metodologia operacional de se transformar o *setup* interno em *setup* externo é eficaz.

3.2.3 O SETOR DE USINAGEM E O *LAYOUT* INDUSTRIAL

3.2.3.1 O SETOR DE USINAGEM

O setor de usinagem da empresa é composto por uma máquina serra fita (Figura 2), quatro tornos CNC (Figura 3, 4, 5 e 6), um centro de usinagem (Figura 7), uma geradora de dentes horizontal (eixos) (Figura 8) e uma geradora de dentes vertical (engrenagens) (Figura 9).



Figura 2 - Serra fita

Fonte: Site do fabricante (FRANHO)



Figura 3 - Torno CNC 1



Figura 4 - Torno CNC 2



Figura 5 - Torno CNC 3



Figura 6 - Torno CNC 4



Figura 7 - Centro de Usinagem

Fonte: Site do fabricante (ROMI)



Figura 8 - Geradora de dentes horizontal (eixos)



Figura 9 - Geradora de dentes vertical (engrenagens)

Os tornos CNC's possuem características que o diferenciam um dos outros, por isso, o processo, na maioria das vezes, deve acontecer no torno especificado pela sua Ficha Técnica, esta escolha na compra dos tornos, tem como objetivo ampliar os recursos técnicos para

fabricação de um *mix* de produção mais completo. No estudo, os processos seguiram 100% os dados das Fichas Técnicas.

3.2.4 O LAYOUT INDUSTRIAL

3.2.4.1 O ESTUDO DO LAYOUT ANTIGO

O setor de usinagem é relativamente bem organizado e possui um *layout* em U, porém este *layout* (Figura 10) não provém de um estudo com base teórica, mas apenas pela observação e por conhecimento empírico. Como citado na fundamentação teoria, o estudo correto do *layout* pode trazer benefícios tais como redução da movimentação e o dimensionamento correto das áreas de manutenção e operação. Estes benefícios, em muitos os casos, são subjetivos, ou seja, não podem ser contabilizados em dados estatísticos, porém fazem parte de uma cultura *Lean*.

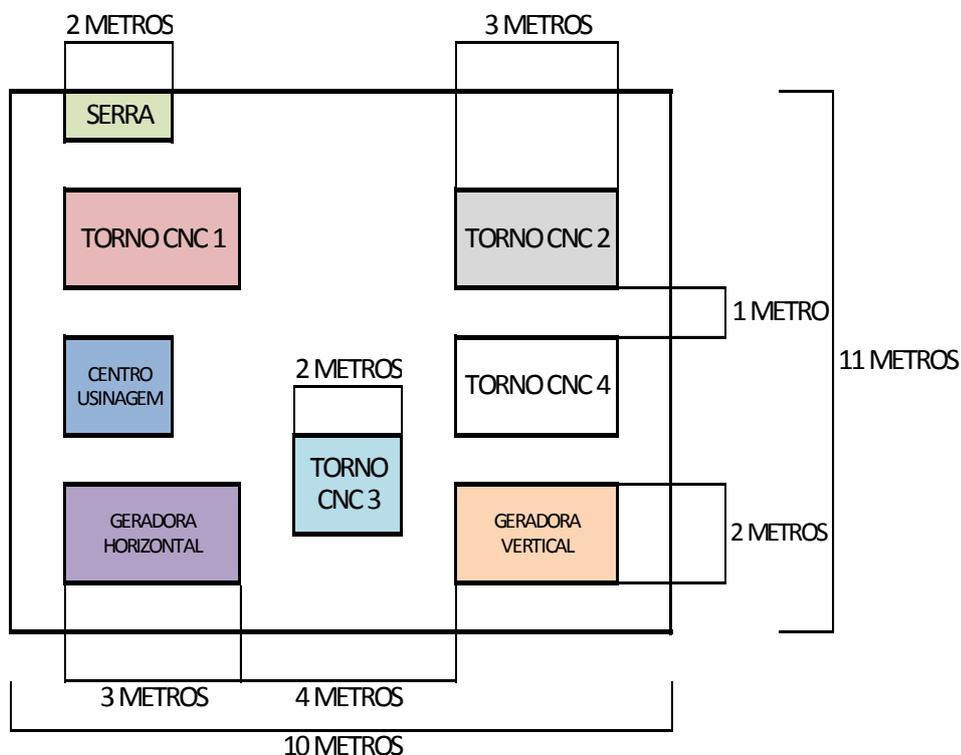


Figura 10 - Layout em U do setor de usinagem.

Conforme observamos, o *Layout* apresentado pela Figura 10 não apresenta a máquina de oxicorte, pois este tipo de máquina libera um pó de aço muito fino, proveniente do corte da chapa que pode, eventualmente, entrar em outras máquinas e danificá-las, por isso, este equipamento fica isolado em um setor independente, então, no estudo, o processo de oxicorte será desconsiderado. Outro processo que possui uma particularidade é o processo de usinagem feito em torno convencional, pois este equipamento é, quase exclusivamente, utilizado no processo de elaboração de matrizes para prensas, por isso, o mesmo, fica no setor de ferramentaria, por inviabilidade de se alterar o local de instalação do equipamento, este processo não fará parte do estudo.

Para melhor visualização dos processos relacionados com os tipos de peça, é elaborado uma Carta de Processos Múltiplos, ilustrado no Apêndice 18. O Quadro 9 demonstra a distância linear percorrida em metros de um determinado processo para outro.

EQUIPAMENTOS	DISTÂNCIA (M)									
	SERRA FITA	OXICORTE	TORNO CNC 1	TORNO CNC 2	TORNO CNC 3	TORNO CNC 4	CENTRO DE USINAGEM	GERADORA HORIZONTAL	GERADORA VERTICAL	TORNO CONVENCIONAL
SERRA FITA	X	-	2	6	8	9	7	10	11	-
OXICORTE	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
TORNO CNC 1	X	X	X	4	4	5	3	4	8	-
TORNO CNC 2	X	X	X	X	4	1	7	8	4	-
TORNO CNC 3	X	X	X	X	X	1	2	2	2	-
TORNO CNC 4	X	X	X	X	X	X	5	5	1	-
CENTRO DE USINAGEM	X	X	X	X	X	X	X	1	6	-
GERADORA HORIZONTAL	X	X	X	X	X	X	X	X	4	-
GERADORA VERTICAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
TORNO CONVENCIONAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Quadro 9 - Distância Linear Processo X Processo

Combinando a informação proveniente da Carta de Processos Múltiplos (Apêndice 18) com a distância linear percorrida pelas peças durante os vários processos que estas atravessam,

podemos chegar ao resultado obtido na Tabela 3. Considerando a fabricação de um lote de cada uma das 14 peças estudadas, por exemplo, a fabricação de um lote do EIXO01 percorreria cerca de 15 metros entre os processos de usinagem e assim sucessivamente.

Tabela 3 - Distância Linear Percorrida

PEÇA	DISTÂNCIA LINEAR PERCORRIDA (M)
EIXO01	15
EIXO02	9
EIXO03	15
EIXO04	6
EIXO05	17
EIXO06	8
EIXO07	13
ENGRENAGEM01	14
ENGRENAGEM02	14
ENGRENAGEM03	14
ENGRENAGEM04	14
ENGRENAGEM05	16
ENGRENAGEM06	16
ENGRENAGEM07	16
TOTAL (M):	187

De acordo com Martins e Laugeni (2005) o aspecto quantificável para a avaliação de um *layout* é dado pelo custo do transporte dos materiais avaliado por:

$$\text{Custo do Transporte} = \sum C_{ij} \times D_{ij} \times Q_{ij}$$

Onde:

- C_{ij} = Custo para transportar uma unidade entre a origem i e o destino j
- D_{ij} = Distância entre a origem i e o destino j
- Q_{ij} = Quantidade (ou volume) transportada entre a origem i e o destino j

No estudo de caso, o custo para transportar uma unidade (C_{ij}) será considerado constante independente do tipo de peça movimentada, pois o transporte é feito pelo mesmo operador, livre da peça que está em processo. Já a quantidade transportada (Q_{ij}) será determinada pelo

produto da multiplicação do peso bruto da peças pela média das vendas das últimas 5 safras (Quadro 1 e 2).

Logo o custo do transporte será dado por:

$$\text{Custo de Transporte} = D_{ij} \times MV \times PB$$

Onde,

MV = Média de vendas das 5 últimas safras

PB = Peso bruto (KG)

As variáveis do custo de transporte são avaliadas da seguinte forma:

- **Peso Bruto:** o peso é a variável que define a quantidade de matéria-prima que caminha entre os processos, por isso, quanto mais pesado for a peça, maior será o custo de transporte, visto a dificuldade de se transportar peças com uma intensidade alta de peso são maiores;
- **Média de venda das últimas cinco safras:** é o fluxo com que os materiais circulam, ou seja, quando maior a quantidade de vendas maior será a necessidade de fabricação, e assim, maior será a quantidade de peças em circulação durante os processos de beneficiamento.

Assim obtemos os dados da Tabela 4.

Tabela 4 - Custo do Transporte

PEÇA	PESO BRUTO (KG)	DISTÂNCIA LINEAR PERCORRIDA (M)	MÉDIA DE VENDAS DAS 5 ÚLTIMAS SAFRAS	CUSTO DO TRANSPORTE
EIXO01	36,3	15	31	16.770,60
EIXO02	33,8	9	22	6.753,24
EIXO03	30,3	15	20	9.271,80
EIXO04	15,2	6	38	3.447,36
EIXO05	35,3	17	17	10.081,68
EIXO06	33,3	8	20	5.381,28
EIXO07	5,5	13	118	8.437,00
ENGRENAGEM01	1,1	14	364	5.605,60
ENGRENAGEM02	2	14	384	10.763,20
ENGRENAGEM03	5,5	14	131	10.071,60
ENGRENAGEM04	1,1	14	245	3.766,84
ENGRENAGEM05	1,9	16	119	3.629,76
ENGRENAGEM06	2,5	16	108	4.304,00
ENGRENAGEM07	2,1	16	58	1.955,52

Para saber quais peças possuem os custos de transportes mais elevados e conseqüentemente quais processos devem ficar mais próximos uns dos outros a fim de reduzir os custos, obtemos uma classificação ABC das peças estudadas, apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação ABC pelo Custo do Transporte

PEÇA	CUSTO DO TRANSPORTE	%	% ACUMULADO
EIXO01	16.770,60	16,73%	16,73%
ENGRENAGEM02	10.763,20	10,74%	27,47%
EIXO05	10.081,68	10,06%	37,53%
ENGRENAGEM03	10.071,60	10,05%	47,57%
EIXO03	9.271,80	9,25%	56,82%
EIXO07	8.437,00	8,42%	65,24%
EIXO02	6.753,24	6,74%	71,98%
ENGRENAGEM01	5.605,60	5,59%	77,57%
EIXO06	5.381,28	5,37%	82,94%
ENGRENAGEM06	4.304,00	4,29%	87,23%
ENGRENAGEM04	3.766,84	3,76%	90,99%
ENGRENAGEM05	3.629,76	3,62%	94,61%
EIXO04	3.447,36	3,44%	98,05%
ENGRENAGEM07	1.955,52	1,95%	100,00%
TOTAL:	100.239,48		

Somando a distância linear percorrida pelas 7 primeiras peças da classificação apresentada na Tabela 5 que equivalem a 71,98% dos custos de transporte, obtendo-se assim a Tabela 6.

Tabela 6 - Distância Percorrida Entre Processos das 7 Primeiras Peças da Classificação ABC.

EQUIPAMENTOS	DISTÂNCIA (M)								
	SERRA FITA	OXICORTE	TORNO CNC 1	TORNO CNC 2	TORNO CNC 3	TORNO CNC 4	CENTRO DE USINAGEM	GERADORA HORIZONTAL	GERADORA VERTICAL
SERRA FITA	X	-	10	0	0	0	0	0	0
OXICORTE	X	X	-	-	-	-	-	-	-
TORNO CNC 1	X	X	X	16	0	0	0	0	16
TORNO CNC 2	X	X	X	X	4	0	21	16	0
TORNO CNC 3	X	X	X	X	X	0	0	0	0
TORNO CNC 4	X	X	X	X	X	X	10	0	2
CENTRO DE USINAGEM	X	X	X	X	X	X	X	2	0
GERADORA HORIZONTAL	X	X	X	X	X	X	X	X	0

3.2.4.2 A PROPOSTA DO NOVO LAYOUT

Analisando a Tabela 6 em conjunto com a Carta de Múltiplos Processos disponível no Apêndice 18, obtemos a Tabela 7 com o Diagrama de Afinidades, onde os códigos de afinidade são:

A – Muito Importante;

B – Importante;

C – Normal.

Tabela 7 - Diagrama de Afinidades.

EQUIPAMENTOS	DISTÂNCIA (M)								
	SERRA FITA	OXICORTE	TORNO CNC 1	TORNO CNC 2	TORNO CNC 3	TORNO CNC 4	CENTRO DE USINAGEM	GERADORA HORIZONTAL	GERADORA VERTICAL
SERRA FITA	X	-	C	C	C	C	C	C	C
OXICORTE	X	X	-	-	-	-	-	-	-
TORNO CNC 1	X	X	X	A	C	C	C	B	A
TORNO CNC 2	X	X	X	X	C	C	A	A	B
TORNO CNC 3	X	X	X	X	X	C	C	C	C
TORNO CNC 4	X	X	X	X	X	X	B	C	B
CENTRO DE USINAGEM	X	X	X	X	X	X	X	C	C
GERADORA HORIZONTAL	X	X	X	X	X	X	X	X	C

Há inviabilidade de se alterar plenamente o formato do *layout* do setor de usinagem devido às instalações elétricas e as tubulações de ar comprimido já instalados nos locais das máquinas, por isso o arranjo em formato “U” deve ser mantido.

Através do Diagrama de Afinidades (Tabela 7), é sugerido um *layout* para tentativa de redução de movimentação entre os processos. Este *layout* é apresentado na Figura 11. Outro fator levado em consideração é a limitação do espaço físico do setor, que inviabiliza a determinação de áreas de acesso que facilitem a manutenção e a retirada dos resíduos da usinagem, por isso a única mudança feita será alterar as posições das máquinas visando unicamente reduzir a movimentação.

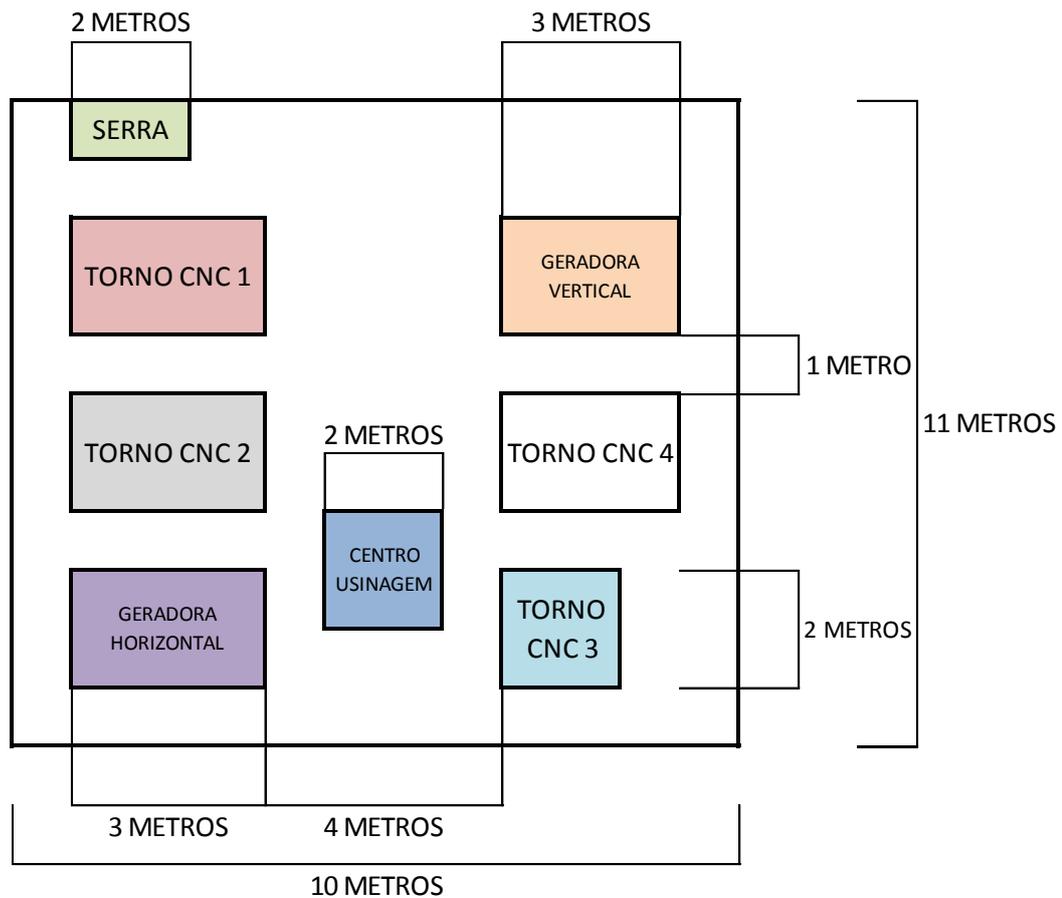


Figura 11 - Novo Layout

A máquina Serra é mantida no mesmo local, pois a matéria prima fica próxima desta e assim é necessário mantê-la neste mesmo local, ao contrário seria necessário movimentar todo o estoque de matéria-prima ou aumentaria a movimentação do material para o processo.

Como pode-se notar, o Torno CNC 1 se aproximou do Torno CNC 2 e da Geradora Vertical, da mesma forma que o Torno CNC 2 se aproximou da Geradora Horizontal e do Centro de Usinagem, pois estas máquinas possuem alta afinidade de processo. E, na medida do possível, tenta-se aproximar as máquinas que possuem afinidades desejáveis.

O Quadro 10 demonstra a distância linear percorrida em metros de um determinado processo para outro processo no novo layout sugerido, para isso é utilizada a mesma metodologia anteriormente praticada para determinação das distâncias lineares no layout antigo.

EQUIPAMENTOS	DISTÂNCIA (M)									
	SERRA FITA	OXICORTE	TORNO CNC 1	TORNO CNC 2	TORNO CNC 3	TORNO CNC 4	CENTRO DE USINAGEM	GERADORA HORIZONTAL	GERADORA VERTICAL	TORNO CONVENCIONAL
SERRA FITA	X	-	1	6	12	8	9	8	6	-
OXICORTE	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
TORNO CNC 1	X	X	X	1	8	5	7	4	4	-
TORNO CNC 2	X	X	X	X	5	4	1	1	5	-
TORNO CNC 3	X	X	X	X	X	1	1	4	4	-
TORNO CNC 4	X	X	X	X	X	X	1	5	1	-
CENTRO DE USINAGEM	X	X	X	X	X	X	X	5	1	-
GERADORA HORIZONTAL	X	X	X	X	X	X	X	X	9	-
GERADORA VERTICAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
TORNO CONVENCIONAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Quadro 10 - Distância Linear Processo X Processo no Novo Layout

Combinando a informação proveniente da Carta de Processos Múltiplos (Apêndice 18) com a distância linear percorrida pelas peças durante os vários processos que estas mesmas atravessam no novo *layout*, podemos chegar ao resultado obtido na Tabela 8.

Tabela 8 - Distância Linear Percorrida por Cada Peça

PEÇA	DISTÂNCIA LINEAR PERCORRIDA (M)
EIXO01	8
EIXO02	2
EIXO03	8
EIXO04	2
EIXO05	8
EIXO06	3
EIXO07	3
ENGRENAGEM01	6
ENGRENAGEM02	6
ENGRENAGEM03	6
ENGRENAGEM04	12
ENGRENAGEM05	7
ENGRENAGEM06	18
ENGRENAGEM07	18
TOTAL (M):	107

Avaliando o custo de transporte no novo *layout* obtemos a Tabela 9.

Tabela 9 - Novo Custo de Transporte

PEÇA	PESO BRUTO (KG)	DISTÂNCIA LINEAR PERCORRIDA (M)	MÉDIA	CUSTO DO TRANSPORTE
			DE VENDAS DAS 5 ÚLTIMAS SAFRAS	
EIXO01	36,3	8	31	8.944,32
EIXO02	33,8	2	22	1.500,72
EIXO03	30,3	8	20	4.944,96
EIXO04	15,2	2	38	1.149,12
EIXO05	35,3	8	17	4.744,32
EIXO06	33,3	3	20	2.017,98
EIXO07	5,5	3	118	1.947,00
ENGRENAGEM01	1,1	6	364	2.402,40
ENGRENAGEM02	2	6	384	4.612,80
ENGRENAGEM03	5,5	6	131	4.316,40
ENGRENAGEM04	1,1	12	245	3.228,72
ENGRENAGEM05	1,9	7	119	1.588,02
ENGRENAGEM06	2,5	18	108	4.842,00
ENGRENAGEM07	2,1	18	58	2.199,96
TOTAL:				48.438,72

3.2.4.3 COMPARAÇÃO *LAYOUT* ANTIGO VS NOVO *LAYOUT*

Para efeitos de comparação, teoricamente, no *layout* antigo, seriam percorridos 187 metros para fabricação de um lote de cada uma das 14 peças do estudo de caso, já no novo *layout*, o total percorrido seria de 107 metros (Gráfico 5). Enquanto o custo no *layout* antigo seria de 100.239,48 unidades de custo de transporte e no novo *layout* seria de 48.438,72 unidades de custo de transporte considerando a média de vendas das últimas 5 safras e o peso bruto da peça como as variáveis para ambas situações (Gráfico 6).

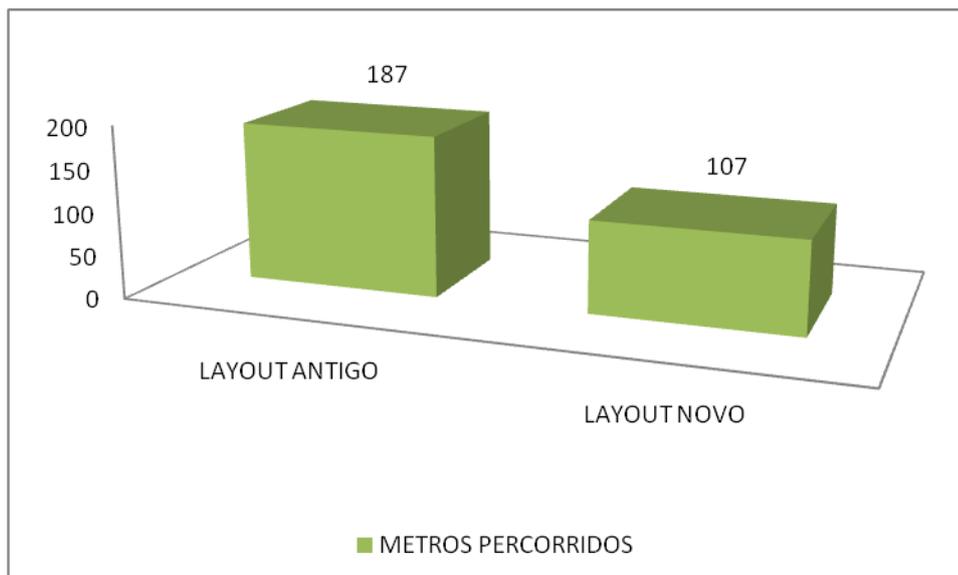


Gráfico 5 - Metros Percorridos

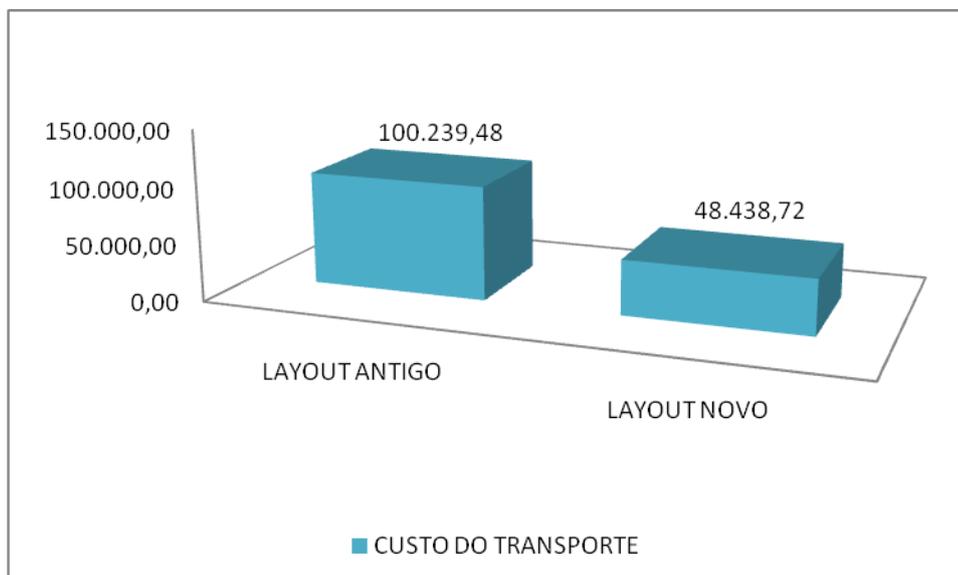


Gráfico 6 - Custo do Transporte

4 CONCLUSÃO

A indústria de autopeças que fabrica produtos paralelos aos originais vive uma dificuldade muito grande pela quantidade de concorrentes existentes no mercado, em contrapartida o potencial de consumo destes produtos é muito grande visto o atual patamar de crescimento econômico do setor agrícola no Brasil. Analisando estes fatores, chega-se a conclusão que é necessário reduzir custos para continuar competitivo no mercado e, além disso, reduzir tempos de processamento e conseqüentemente os prazos de entrega, para garantir uma vantagem competitiva.

Sendo a usinagem um dos processos mais importantes da indústria metal-mecânica, o seu estudo e melhoria é algo de extrema necessidade, porém sua otimização nem sempre é fácil, pois o número de variáveis envolvidas é muito grande, dificultando a obtenção de resultados positivos. Ao se introduzir técnicas científicas e empíricas com o objetivo de se melhorar os processos envolvidos neste setor, nota-se uma redução de atrasos e movimentação.

As alterações que envolvem o gerenciamento de ferramentas e a organização na fábrica, ajudam a evitar os desperdícios como tempo gasto ao se buscar ferramentas ou ao utilizá-las de forma inadequada vista a falta destes equipamentos corretos podendo ocasionar paradas de máquinas que causam grandes transtornos para a produção.

Pode-se concluir que há vários problemas sanados ao se introduzir técnicas para economia de tempo de processo visando reduzir os atrasos provenientes de motivos como: desorganização, desconhecimento de bases teóricas, falta de estudos específicos e estudos sobre o *layout* do setor estudado. Concluí-se ainda que um estudo mais aprofundado em relação à utilização da transformação do *setup* interno em *setup* externo traz benefícios para a redução do tempo padrão e tornando assim o processo de fabricação mais rápido e eficiente.

No estudo de caso nota-se uma redução de 4,65% nos atrasos dos processos de *setups* e 10,46% de atrasos em relação aos outros processos comparando as amostragens de tempos retirados antes da introdução da nova metodologia de trabalho, que inclui a transformação de *setup* interno em *setup* externo em uma das máquinas do setor de usinagem para fins experimentais e obtém-se sucesso, visto que foram coletadas 21 amostras nesta máquina e 8 delas possuem uma eficiência (relação tempo coletado/tempo padrão) maior que 104% , uma

parcela de 38,09% de amostras que possuem um ganho de no mínimo 4% de eficiência, comprovando a eficácia desta técnica.

Outro fator abordado no estudo de caso é a introdução de um novo layout industrial, baseado em um estudo de fluxo de movimentações, assim, teoricamente, através dos estudos elaborados, há uma redução de mais de 50% no custo de transporte do novo *layout*. Teoricamente, pois há certa dificuldade de se mensurar na prática quão grande foi a redução no custo de transporte e conseqüentemente os desperdícios provocados pelo excesso de movimentação.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, V. F. **TQC - Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Ottoni, 1992
- CONTADOR, C. A. **Avaliação da competitividade de empresas têxteis do pólo industrial de Americana**. Tese de Mestrado. FEM, Unicamp - U. Estadual de Campinas, Brasil, 2004.
- COSTA JUNIOR, Eudes Luiz. **Gestão em Processos Produtivos**. 1. ed. Curitiba: Editora Ibplex, 2008.
- BLACK, J. T. – **O projeto da fábrica com futuro**. 1º ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- DAVIS, Mark.; AQUILANO, Nivholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da administração da produção**. Trad.: Maria Teresa Correa de Oliveira. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo, Editora Pioneira, 2004.
- GONÇALVES, José Ernesto Lima. **As empresas são grandes coleções de processos**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 6- 19, jan./mar. 2000a.
- GONÇALVES, José Ernesto Lima. **Processo, que processo?** Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 8-19, out./dez. 2000b.
- HARRINGTON, H. James. **Aperfeiçoando processos empresariais**. São Paulo: Editora Makron Books, 1993.
- HUNTZINGER, JIM. **As Raízes do Lean: Treinamento dentro da Indústria: A Origem do Gerenciamento Japonês e do Kaizen**. Tradução: Odier T. S. de Araújo. Artigo publicado no site do Lean Institute Brasil (www.lean.org.br), 2002.
- MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo, Editora Saraiva, 1998.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 2º ed. São Paulo – SP Editora Saraiva, 2005.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo. Editora do IMAM. 1984.
- PEREIRA, Sidnei. **Melhoria da Produtividade do Processo de Usinagem de Uniões em Ferro Fundido Maleável Preto: um Estudo de Caso**. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <<http://tede.ufsc.br/teses/PEMC0953.pdf>> Acesso em 05/04/2010.
- PEREIRA FILHO, Orlandino Roberto. **Gerenciamento logístico do fluxo de Informações e Materiais em Unidade Industrial Aeronáutica**. Universidade de Taubaté, Taubaté – SP 2002.

Disponível em <www.ppga.com.br/mestrado/2002/pereira_filho_orlandino_roberto.pdf>
Acesso em: 17/05/2010.

RAMO, Simon. **The management of innovative technological corporations**. A Wiley-IntersciencePublication. John Wiley& Sons, Inc. New York, 1980.

ROCHA, Joel. **Uma breve explanação sobre torno CNC**. Mundo CNC.
Disponível em <<http://www.mundocnc.com.br/basic11.php>>
Acesso em: 09/09/2010

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

SILVA, C.E.S.; SILVA, D.C.; NETO, M.F. & SOUSA, L.G.M. **5S - Um programa passageiro ou permanente?** XXI ENEGEP, 2001.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo, Editora Atlas, 2002.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1999.

APÊNDICES

Apêndice 1: Ficha Técnica do produto codificado EIXO01

Apêndice 2: Ficha Técnica do produto codificado EIXO02

Apêndice 3: Ficha Técnica do produto codificado EIXO03

Apêndice 4: Ficha Técnica do produto codificado EIXO04

Apêndice 5: Ficha Técnica do produto codificado EIXO05

Apêndice 6: Ficha Técnica do produto codificado EIXO06

Apêndice 7: Ficha Técnica do produto codificado EIXO07

Apêndice 8: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAGEM01

Apêndice 9: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAGEM02

Apêndice 10: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAGEM03

Apêndice 11: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAJEM04

Apêndice 12: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAGEM05

Apêndice 13: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAGEM06

Apêndice 14: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAJEM07

Apêndice 15: Ficha Técnica do produto codificado ENGRENAGEM08

Apêndice 16: Modelo de Ficha de Acompanhamento de Processo

Apêndice 17: Modelo de Ficha de Acompanhamento de Processo

Apêndice 18: Carta de Processos Múltiplos.

		PEÇAS												
EQUIPAMENTOS	EIXO01	EIXO02	EIXO03	EIXO04	EIXO05	EIXO06	EIXO07	ENGRENAGEM01	ENGRENAGEM02	ENGRENAGEM03	ENGRENAGEM04	ENGRENAGEM05	ENGRENAGEM06	ENGRENAGEM07
SERRA FITA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OXICORTE														
TORNO CNC 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TORNO CNC 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TORNO CNC 3														
TORNO CNC 4														
CENTRO DE USINAGEM	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
GERADORA HORIZONTAL	4		4					4	4	4		4	4	4
GERADORA VERTICAL				4										
TORNO CONVENCIONAL														
PRODUÇÃO (UNID.)	154	111	102	189	84	101	590	1820	1922	654	1223	597	538	291

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196