



# REVISTA Gestão & Produção

INCENTIVANDO SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS  
DISSEMINANDO CONHECIMENTO



ISSN 2594-7281

Vol. 03 (Nº 01) Ano 2019. Págs. 02-17

## REDUÇÃO DE SETUP DE MÁQUINAS NO SETOR DE USINAGEM

### *MACHINE SETUP REDUCTION IN THE MACHINING SECTOR*

*André Francisco Arruda SOTERIO<sup>1</sup>, Otavio Pinto de SOUZA<sup>1</sup>, Elson MARTINS<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia Assessoritec, Matriz – Rua Marquês de Pombal, 287 – Iriiriú, Joinville – SC, 89227-110.

Recebido: 08/10/2018 – Aprovado: 21/11/2018

#### **RESUMO**

Com a crescente demanda do mercado e a alta concorrência, se faz necessário a cada dia uma adequação da empresa em relação a sua produção a fim de atender as necessidades dos clientes.

Considerando uma empresa de usinagem, o tempo de ciclo para ser produzida uma determinada peça é de extrema importância já que quanto mais se produzir em menos tempo mais lucro a empresa terá, por isso o setup de máquinas, ou seja, a troca de produção de uma peça para outro tipo deve ser o mais otimizado possível a fim de ter menos tempo de máquina parada.

Alguns principais aspectos avaliados para este trabalho acontecer foram: muito tempo gasto com preparação de máquina, máquinas com um valor alto parado envolvido neste processo e crescente aumento de demanda de todas as peças.

**Palavras-chave:** Redução de setup, otimização, automatização do processo.

#### **ABSTRACT**

With the growing demand of the market and the high competition, it is necessary every day to adapt the company in relation to its production in order to meet the customer's needs.

Considering a machining company, the cycle time to produce a given part is extremely important since the more it is produced in less time the more profit the company will have, so the machine setup, i.e. the change of production of One part for another type should be as optimized as possible in order to have less downtime. Some key aspects evaluated for this work to happen were: a lot of time spent on machine preparation, machines with a high downtime involved in this process and increasing demand for all parts.

**Keywords:** Setup reduction, optimization, process automation.

## 1.INTRODUÇÃO

A busca constante por estarem sempre competitivas no mercado força as empresas se adequarem as exigências impostas pelos clientes, muitos desses necessitam de fornecedores que consigam suprir suas necessidades com flexibilidade, sabendo que no mercado globalizado as mudanças ocorrem com muita frequência e por isso deve-se estar sempre aberto as mudanças.

Essa concorrência faz com que as empresas busquem melhorias e formas de estar cada dia mais atraente para chamar para si clientes desejosos para investir, o diferencial na maioria das vezes é valores e a capacidade de suprir a demanda exigida. Para alcançar esses objetivos as empresas tendem a investirem em técnicas para redução do custo de fabricação, desde simples melhorias produtivas até grandes transformações em estruturas no chão de fábrica. A necessidade colocada pelo cliente é essencial para a manutenção da empresa no mercado competitivo, superar esta barreira torna-se uma vantagem muito grande perante seus concorrentes diretos.

Para satisfazer o cliente, o principal aspecto a ser avaliado é o tempo de perda na produção, caso contrário à demanda colocada não será alcançada, a redução do tempo de setup de máquinas é essencial para a empresa ser competitiva na produção de seus produtos, por tratarem-se produtos com baixo valor agregado.

Este trabalho de conclusão visa à redução do tempo de setup de máquinas através de algumas melhorias de processos no decorrer das trocas de modelos e também de métodos de trabalho em uma usinagem, reduzindo o tempo de parada de máquinas, contribuindo consideravelmente para a empresa ser ainda mais competitiva na produção de seus produtos. Essa troca, ou setups de uma peça para outra leva algum tempo para ser realizada já que retirar uma peça em processo e colocar um modelo totalmente diferente sem afetar a qualidade e a produção da fábrica deve ser cuidadosamente executado, por isso a antecipação de alguns procedimentos se faz necessário para a redução do tempo de máquina parada.

Nesse contexto o estudo realizado, levando em consideração tempo de máquina parada, valor de mão de obra e todo custo envolvido para a confecção da peça, vai mostrar através do tempo de redução o ganho em tempo e produtividade. Avaliando as paradas que a empresa sofre para esse procedimento, observou-se que prevendo algumas tarefas o resultado seria satisfatório e o retorno considerável. Como otimizar os tempos de setup nas máquinas a fim de ter o menor tempo possível, máquina parada?

Otimizar os tempos de preparação de máquinas, procedimentos e ferramentas no processo de usinagem através de diversas melhorias no ambiente produtivo. Desenvolver uma metodologia de setup; diminuir o tempo de máquina parada para a troca de setup; estudar e avaliar melhorias a serem implantadas durante todo o processo de setup, criando um procedimento padrão para o mesmo. A finalidade de otimizar um processo é a redução ou eliminação de desperdícios de tempo

e recursos no processo produtivo, gastos desnecessários, gargalos durante a produção e erros, interferindo no objetivo do processo rápido, com maior eficiência.

## **2. SISTEMA *JUST- IN-TIME* (JIT)**

O JIT segundo OHNO (1997) baseia-se como principal ideia de produzir somente o necessário, no momento necessário e na quantidade necessária, requer um alto desempenho em todos os níveis da produção, mantendo sempre a qualidade da produção alta, pois desvios causados por falta da mesma irão reduzir o fluxo de materiais.

*Just in time* vem do termo em inglês, que significa literalmente “na hora certa” ou “momento certo”. Desenvolvida principalmente nas fabricas de carros, como a Toyota, onde o estoque de matérias-primas é mínimo possível e o suficiente para poucas horas de produção, para isso os fornecedores precisam ser treinados e para realizar as entregas de pequenos lotes na frequência desejada.

É um sistema de controle ou administração da produção que gerencia tudo que é produzido no chão de fábrica a fim de reduzir estoques. Através desse sistema as peças somente são usinadas se já estiverem vendidas, ou se já tiver um pedido de compra, evitando o acúmulo de peças no estoque da fábrica.

Algumas vantagens do JIT se mostram através dos custos que levando em conta os valores já pagos nos equipamentos, matéria-prima, a mão de obra empregada, a hora máquina custos de ferramentas, entre outros, o JIT, busca que os custos de cada um destes fatores sejam reduzidos ao essencialmente necessário.

Nesse conceito, o planejamento e a responsabilidade dos responsáveis pela produção resultam na redução de desperdícios através dos tempos de setup, interno e externo, além da redução dos tempos de movimentação, dentro e fora da empresa. Os problemas com a qualidade ficam cada vez menor, pois com o baixo estoque evita os possíveis defeitos estarem acumulados pela fábrica. Os colaboradores recebem treinamentos constantes em suas respectivas áreas, principalmente a verificação da qualidade das peças, diferenciando o que é uma peça com qualidade e como produzi-la. Se um lote inteiro for gerado de peças defeituosas, o tamanho reduzido dos lotes minimizará o número de peças afetadas.

A flexibilidade do sistema em tempos envolvidos no processo e trabalhadores contribuindo para que o sistema produtivo seja mais flexível em relação às variações dos produtos. A manutenção de estoques baixos contribui para um modelo de produto pode ser mudado sem que haja muitos componentes obsoletos. Esse baixo nível de estoque e a redução dos tempos permitem que o ciclo de produção seja curto e o fluxo veloz, permitindo entregar os produtos em vários prazos mais curtos.

A confiabilidade das entregas é maior devido a manutenção preventiva e da flexibilidade dos colaboradores, tornando o processo mais eficaz e robusto, permitindo identificar rapidamente os problemas que poderiam comprometer a confiabilidade, permitindo sua imediata resolução. Em contrapartida o JIT, tem a desvantagem na flexibilidade do sistema produtivo, quanto a variedade de produtos e a variação da demanda a curto prazo.

Necessita de uma demanda estável, um balanceamento seguro dos recursos, tendo um fluxo de peças baixos e contínuo. Caso contrário, uma variedade muito grande de produtos e componentes, o fluxo não será contínuo e sim intermitente, gerando altos estoques em processo para cada item, principalmente considerando-se a demanda de cada um.

A grande variedade de produtos contraria a filosofia do sistema gerando uma complexidade dos roteiros de produção. O princípio geral de transformação de processo produtivo numa linha contínua de fabricação e montagem de produtos fica prejudicado se um conjunto de roteiros preferenciais não pode ser estabelecido. A redução do estoque do sistema pode aumentar o risco de interrupção da produção em função de problemas de administração da mão de obra. Da mesma forma, o risco de paralisação por quebras de máquinas também é aumentado.

## **2.1. RÁPIDA DE TROCA FERRAMENTAS (TRF)**

Para ser possível obter ganhos de produtividade e reduções de custos, é necessário realizar a administração eficiente dos próprios recursos produtivos. A utilização de ferramentas da Produção Enxuta, assim como pessoas qualificadas, é uma forma de administrar os próprios recursos produtivos e aumentar a competitividade para garantir sua permanência no mercado (SANTOS; SANTOS, 2007; PARANHOS, 2007).

A TRF visa à redução do tempo de produção em linha de montagem, reduzindo significativamente o tempo de trocas e ajustes entre a produção entre diferentes tipos de peças, a principal forma de verificar essa redução é através do tempo entre a última peça boa de um lote e a primeira boa do próximo lote.

O Sistema Toyota de Produção surgiu após a Segunda Guerra Mundial, no Japão, com o objetivo de retomar a atividade industrial e reconstruir o país, sob o comando de Taichi Ohno da Toyota, que buscava uma forma alternativa ao sistema de produção já utilizado em todo o mundo. Surgiu então, uma nova filosofia, métodos e conceitos de gestão de produção e recursos humanos, a produção enxuta (CLETO, 2002; CORRÊA, CORRÊA, 2009).

A partir de 1969, na Toyota a TRF evolui sendo nomeada Single Minute Exchange of Die (Troca de Ferramentas em um Minuto), englobando uma série de novas técnicas para a redução dos tempos de setup. Esse sistema foi mais tarde adotado por todas as fábricas da Toyota, tornando-se um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção (STP) (SHINGO, 1996). Segundo Shigeo Shingo se a troca rápida de ferramentas for adotada, podem-se esperar os seguintes

benefícios:

Ao reduzir os tempos de setup, as taxas de operações da máquina aumentarão. A produção em pequenos lotes reduz significativamente os estoques de produtos acabados e a geração de estoques entre processos intermediários. (SHINGO, 1989, p.148). Shingo (2000) propôs o processo de melhoria no tempo de troca de ferramentas constituído de quatro estágios:

- 1) Estágio estratégico: Consiste em expor a alta gerência as alterações significativas no processo de manufatura da empresa. Necessita-se dos registros inicial dos tempos e o percentual da redução alcançada, cronogramas de implantações, as atividades de implantação, os responsáveis por cada atividade e o tempo previsto para a conclusão.
- 2) Estágio Preparatório: Definir o produto que irá ser produzido, os tempos gastos para a usinagem, verificando os possíveis gargalos, onde será definido qual área mais analisada para a redução. Separar o que é setup interno, qual tem que ser feito com a máquina parada, e setup externo, ou seja, o que pode ser feito sem parar a máquina, como separar as ferramentas, dispositivos, materiais de medições.
- 3) Estágio Operacional: Onde ocorrem as atividades operacionais ao setup da peça a ser produzida, avaliando o tempo gasto para a troca do modelo, verificando a possibilidade de realizar com a máquina em funcionamento, o que pode ser feito em paralelo, colocar tudo que envolve o setup perto para diminuir ao máximo o tempo gasto. O ideal seria a eliminação do setup, se viável, automatizar onde o custo dessa implantação seja baixo, a fim desse tempo gasto seja o mínimo possível.
- 4) Estágio de Consolidação: Todos os processos da empresa, a redução deve estar alinhada a todos, os esforços de todos os colaboradores para evitar os desperdícios de tempos em setups. O alinhamento dos esforços evita desperdício de tempo e capital em ações que não tenham como resultado a melhoria dos tempos de setup e, conseqüentemente, a melhoria global do processo (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

Pode se considerar como vantagens da TRF a redução dos tempos de setup, o tempo de operação da máquina aumenta. Os estoques de produtos acabados e a geração de estoques entre processos são reduzidos e a produção consegue se precaver às possíveis variações da demanda, por meio de ajustes para adequar-se a mudanças nas exigências de modelo e ao tempo de entrega.

## **2.2 KAIZEN**

O Kaizen é uma palavra originária do Japão que significa mudança para melhor, melhoria contínua na vida em geral, sendo ela pessoal, familiar, social e no trabalho. Na empresa, o programa Kaizen é adotado a fim de baixar os custos e melhorar a produtividade. Por volta dos

anos 50, os japoneses retomam as ideias de administração de Taylor, aprimorando o conceito. O tempo é um requisito indispensável de competitividade e eliminar os desperdícios existentes na empresa é essencial.

O kaizen se inicia a partir da identificação dos problemas que podem ser descobertos por meio de avaliações, estudos, gráficos. Pode ser identificar tanto um problema já estabelecido e conhecido, como também um problema com possível potencial, neste caso, a ação pode ser considerada como preventiva.

Depois de avaliado ou detectado o problema, precisa-se investigar a causa raiz, tendo o cuidado de verificar todas as alternativas, após pesquisar as melhorias que melhores se encaixam. Existem alguns mandamentos relacionados ao Kaizen:

- Todo e qualquer desperdício deve ser eliminado;
- Todos devem estar envolvidos no processo de melhorias, pois todos podem melhorar;
- As melhorias devem ser realizadas em ações que não gerem alto investimento financeiro;
- Ser viável dentro de qualquer local da empresa;
- Todas as melhorias devem ser evidenciadas para que todos fiquem por dentro das ações, sendo o mais transparente possível;
- As ações devem ser feitas onde se tenha um retorno significativo;
- Único objetivo é a melhoria dos processos da fábrica;
- Melhor ambiente de trabalho através da orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe e incentivo a pratica de sugestões, sabendo que sempre é possível melhorar.
- Aprendizado na prática
- O Programa pode gerar alguns retornos para a empresa que justificam sua implementação como uma melhoria na qualidade dos produtos, reduzindo os desperdícios e aumentando a produtividade.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia escolhida foi a de pesquisa experimental, onde através de alguns setups executados pode-se realizar um controle sobre as condições de troca de modelos, cronometrado os tempos de cada procedimento e junto do engenheiro da empresa avaliado cada situação que envolve a troca de modelo.

O setor estudado possui cerca de três máquinas de usinagem onde são produzidos cerca de 20 modelos diferentes de peças. Todos os modelos de peça sofreram um pedido de aumento do cliente, que tornaram a máquina uma restrição produtiva do setor, pois antes do aumento a produção era realizada no regime de um único turno de trabalho, e após o aumento de demanda,

necessita-se de diversas melhorias para a fabricação destes produtos, descartando a aquisição de mais um equipamento para a usinagem destes itens e horas extras dos funcionários.

Por um período foi realizado uma análise da situação e feito um levantamento da quantidade de preparações (setups) realizadas mensalmente nas três máquinas, Esses setups são feitos conforme o pedido gerado pelo cliente, dependendo da quantidade de peças solicitadas ele ocorre com certa rapidez, caso contrário, se consegue prever qual a disponibilidade da máquina e a urgência das entregas. As peças fabricadas pelos processos de fundição, conformação ou até mesmo por soldagem, podem ser obtidas já com o dimensional próximo das medidas as quais se deseja quase sempre se necessita de operações complementares para alcançar o dimensional especificado para suas devidas aplicações. As operações de acabamento realizadas na peça para alcançar baixas tolerâncias dimensionais de produtos através de remoção de cavaco, excesso de material chamam-se operações de usinagem. De acordo com STEMMER (1992).

Usinar uma peça é dar forma a uma peça bruta em um objeto que exerça uma função essencial, ou seja, é um procedimento tendo a finalidade de dar forma a uma matéria-prima por meio de máquinas com ferramentas através de comandos automatizados ou manuais.

O processo de usinar uma peça pode ser realizado através de corte feito pela ferramenta designada para o mesmo, os meios mais usuais são torneamento e fresamento. Processos de usinagem por abrasão da qual são utilizados materiais abrasivos para a retirada de materiais. Ex. retificação e lapidação, ou processos não convencionais, tendo como exemplo os processos elétrico, químico, térmico, hidrodinâmico e laser.

Segundo DINIZ et al. (2003), nos dias atuais, máquinas com comandos computadorizados de altíssimas velocidades de remoção de cavaco já são produzidas e industrializadas no mundo inteiro. Para realizar o processo de usinagem, basicamente precisa-se da ferramenta, da máquina e a peça a ser usinada. Os conhecimentos minuciosos desses sistemas podem reduzir muito o tempo envolvido e o dinheiro investido, já que os programas feitos podem ser cada vez mais otimizados, ferramentas mais rápidas, com dados de corte mais elevados. O processo mais utilizado nessas máquinas de usinagem é o CNC (sigla CNC, do inglês *Computer Numeric Control*), um sistema que permite o controle das máquinas.

O processo mais dinâmico de fabricação e o que trouxe maior impacto para a indústria mecânica no século XX, constituindo o maior desenvolvimento para a automatização de máquinas operatrizes de usinagem, além de infinitas outras aplicações possíveis em outras áreas da fabricação e outros processos. MACHADO (2006):

A tecnologia CNC começou a ser desenvolvida em 1945 pelo empresário americano Dr. John T. Parson através da necessidade de produzir hélices de helicópteros com maior rapidez e qualidade, Parson desenvolveu um método de posicionamento para fazer o contorno de difícil

geometria das hélices, utilizando o conceito numérico de coordenadas em fresamento. Para aprimorar o conceito de comando numérico, foi criado um departamento de pesquisa e desenvolvimento que, de acordo com MACHADO (2006), foi um dos primeiros a utilizar as máquinas de cartões perfurados para realizar cálculos de engenharia aplicada.

Devido ao sucesso da pesquisa, em 1948 o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), começou a desenvolver o conceito para aplicação em máquinas operatrizes com o objetivo de proporcionar maior agilidade de produção, possibilitando a usinagem de peças com alto grau de complexidade a um baixo custo de fabricação.

Hoje são máquinas indispensáveis na produção de peças com tolerâncias extremamente apertadas, com a tecnologia cada vez mais avançada, as empresas necessitam de equipamentos que consigam desenvolver um produto com características quase que perfeitas

#### **4. HISTÓRICO DA EMPRESA**

A empresa está voltada ao ramo metalúrgico, presente na cidade de Joinville há cinco anos. Uma empresa originária italiana, fundada em 1979 pelos irmãos Giacommo e Janculano na Sicília, desde então, seu crescimento tem sido constante, recentemente, a empresa foi transferida para uma nova planta produtiva localizada em San Giorgio Canavese (Turim), Itália, cobre uma área de 110.000 metros quadrados, dos quais 11.000 interiores. Líder na área de engenharia mecânica de precisão e usinagem de blocos e cabeçotes, viu-se a necessidade de abrir uma nova filial, ao analisar o mercado global se entendeu que no Brasil seria o país ideal devido ao mercado abrangente.

No Brasil, iniciou a sua atividade em 2012 especializou-se em usinagem de precisão no campo, executou processos para concluir o processamento da matéria-prima para o produto acabado. Corresponde com o objetivo principal das necessidades do cliente, em termos de qualidade do produto a ser entregue a tempo, mesmo quando esses pedidos são colocados como urgentes de clientes fora dos programas.

Os principais produtos usinados abrangem: Suportes de elevação da cabine e suportes de motor; Apoios de qualquer espécie; Suportes completos da bomba de injeção; Coletores de escape, coletores de líquido de arrefecimento; Polias tensores de correia, polias; Cubos de roda montados, cubos de roda planeta; Arbustos rolamento; Volantes, cabeçotes; Placas de base para motores de baixa potência, médio e alto; A política da empresa tem como:

Missão: Contribuir para o sucesso da empresa e clientes, por meio do fornecimento de produtos usinados e serviços de alto valor, colaborando para a realização dos objetivos de nossos funcionários e apoiando as comunidades em que atuamos.



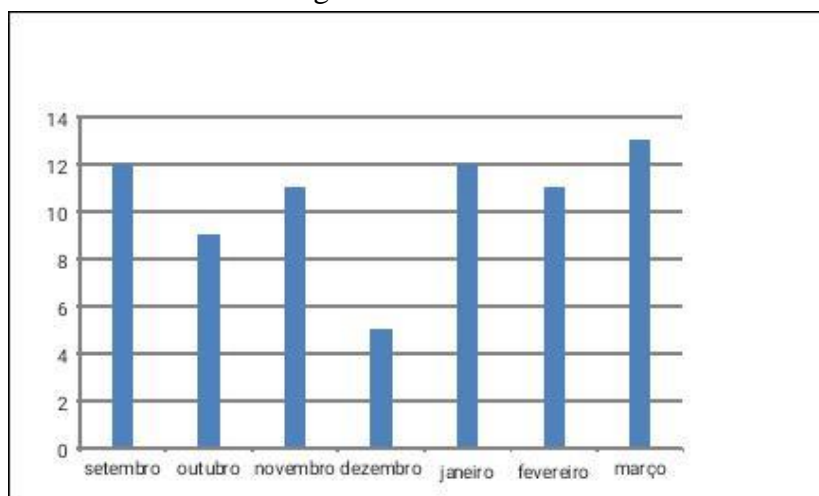
Visão: Ser líder global da indústria de usinagem, buscando ser a primeira opção dos clientes e empregador preferido.

Valores: As pessoas, saúde e segurança, excelência econômica, Meio ambiente e comunidade, Orientação ao cliente, Integridade, Comprometimento, Comunicação, aprendizagem e inovação.

## 5. FASE DA PESQUISA

A empresa tem como principais clientes a CNC Industrial, a Iveco, Schulz e Wetzel. O gerenciamento das quantidades de peças a ser entregues se dá por meio do sistema disponibilizado pelas empresas através de sites próprios, porém surgem imprevistos e/ou alterações que fazem necessário uma troca de modelo urgente, tendo grande impacto nas perdas de tempos. Estes resultados são apresentados na Figura 1.

Figura 1 - 05/2017



Fonte: O Autor (2018).

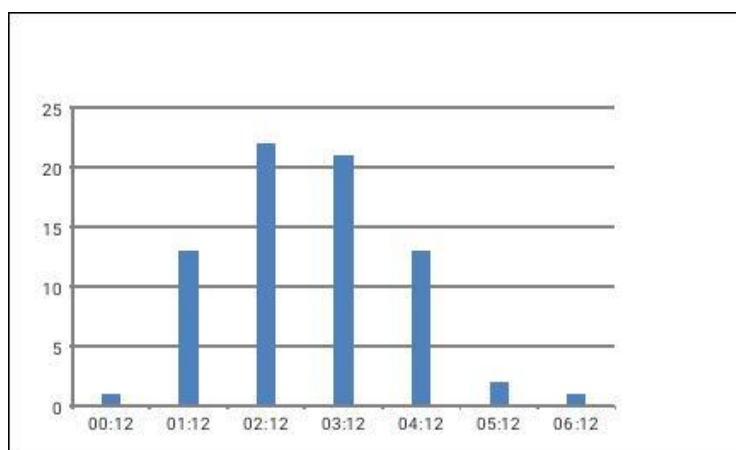
Durante o período avaliado, ou seja, sete meses existem variações de setups, alguns meses com mais trocas e outros menos, isso devido à demanda de cada cliente, mas pode se verificar um total de setenta e três trocas, dividindo por sete meses, temos uma média de quase onze preparações mensais.

O tempo médio gasto para realizar o setup, que engloba a separação das ferramentas, o dispositivo, empilhadeira, retirada das caixas de peças brutas ao redor da máquina gira em torno de três horas. O PCP (Planejamento e Controle de Produção) recebe a demanda do cliente sobre a quantidade das peças necessárias, repassa para o preparador de máquina que se tiver tempo hábil já adianta alguns procedimentos como seleção de dispositivo, separação das peças brutas no estoque, dispositivos de medições e as ferramentas, pressetando-as (medida de cada ferramenta, esse valor é digitado no corretor da máquina, onde a mesma compensa a distância entre a ferramenta e a peça evitando que a mesma colida), depois retira o dispositivo da peça atual e fixa

o da peça a ser produzida, coloca as ferramentas digitando os pressetes, insere no dispositivo uma peça bruta, seleciona o programa da peça na memória da máquina e começa a usinar com um avanço baixo para acompanhamento da primeira peça para que não haja nenhum imprevisto.

O avanço é o quanto de velocidade a ferramenta vai trabalhar em contato com a peça, e quanto tempo ela leva para se deslocar até a peça. Isso é importante para evitar possíveis colisões ou usinagem fora de posição. Esse tempo total avaliado é a parada da máquina entre a última peça “boa” de um modelo até a primeira peça “boa” do outro modelo preparado. Na Figura 2 podemos ver a distribuição destes tempos.

Figura 2 – Tempos dos setups.



Fonte: O autor (2018).

Depois destes levantamentos realizados, foi abordado cada passo e apontados possíveis melhorias, operação por operação, para que possam ser feitas otimizações (se possíveis) em cada um dos itens conforme listado abaixo:

Antes de qualquer intervenção é necessário a limpeza de máquina, pois durante a usinagem de um lote de peças a máquina e o dispositivo ficam em más condições para o trabalho e a realização do setup, além de que o dispositivo aonde a peça irá fixada não pode conter nenhuma sujeira (cavaco).

Após inicia-se a retirada do dispositivo da máquina com o auxílio da empilhadeira, levando-o para a sala discriminada para isso. Algumas possíveis melhorias para esta operação é: Implantar uma talha nas máquinas para agilizar o processo de troca e uma talha na sala de dispositivo e criar um carrinho para movimentação do dispositivo;

Buscar a lista de ferramentas junto ao engenheiro referente à peça a ser usinada, procurar as ferramentas dentro do armário (às vezes, ocorre de uma ferramenta destinada àquela peça estar sendo usado em outra máquina, o preparador deve então disponibilizar um cone e montar outra ferramenta), após a seleção das ferramentas, são transportadas por um carrinho até a sala da tridimensional onde está localizado o pressetados e afere cada uma delas anotando os valores correspondentes na lista, depois insere uma a uma no magazine da máquina e digita o pressete no

painel. Algumas possíveis melhorias para estas operações: Compra de ferramentas específicas para facilitar o tempo de troca; gravar os códigos das peças nas ferramentas facilitando a busca dentro do armário; posicionar as ferramentas por código das peças dentro do armário. Colocadas cada ferramenta no magazine inicia-se a procura no CN do programa correspondente à peça.

A usinagem da primeira peça do novo produto que começará a ser fabricado se dá início. Esta peça é usinada com cuidado para que não haja problemas maiores durante a usinagem (colisão ou falta de alguma operação). Esta peça sempre é usinada com o potenciômetro (controle de avanço da máquina) com a porcentagem de avanço bastante reduzida para evitar problemas.

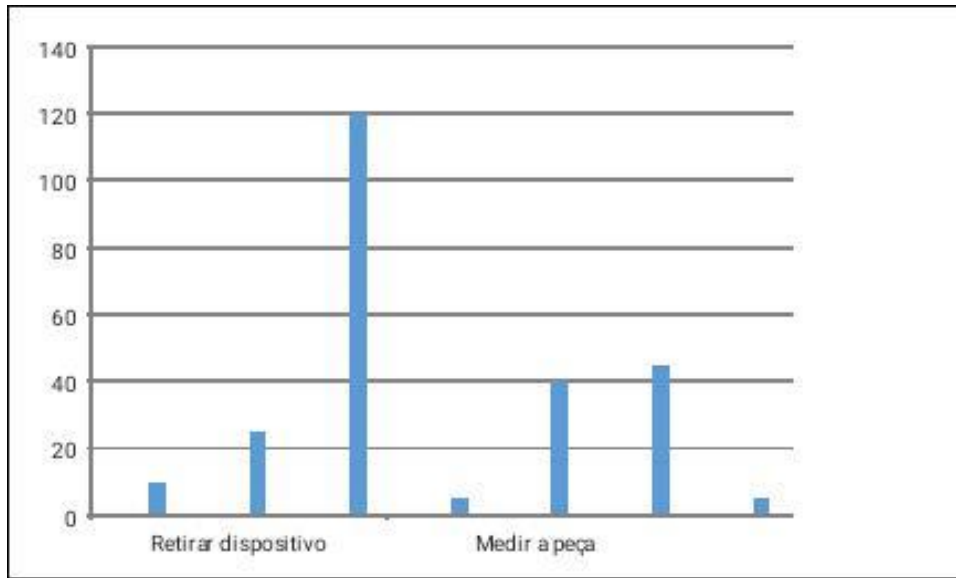
As peças saem da máquina, após ser rebarbadas e limpadas são deslocadas para a sala da metrologia, onde contém todos os calibradores necessários para a aferição das peças na máquina tridimensional, que através de sensores com ponteiras de mercúrio consegue uma medição mais precisa, podendo chegar até sete microns. Hoje a empresa não possui nenhum calibrador na máquina para a verificação das medidas especificadas pelo cliente, por isso a cada novo setup ela vai para a metrologia. Algumas melhorias para estes pontos: Confeccionar calibradores para a medição de algumas cotas de desenho; criar um programa otimizado medindo apenas as cotas críticas, podendo assim levar menos tempo para a liberação do setup, pois as outras cotas serão medidas pelos calibradores; confeccionar dispositivo para fixação da peça, a fim de fixar com maior facilidade na máquina tridimensional.

Eventuais correções, o preparador analisa as medições da peça gerada na tridimensional e corrige as coordenadas na máquina através do comando CNC. Eles são corrigidos em dois eixos: o transversal e o longitudinal.

Após todo esse processo, o responsável pela preparação da máquina para comprovar que este setup foi realizado de acordo com todas as características que o produto pede e está dentro de todas as medições estabelecidas no desenho da peça, assina o RAP (Registro de Acompanhamento do Processo) juntamente com o responsável pela qualidade. Se ocorrer da peça de setup estiver com as cotas fora das tolerâncias, o preparador deve retomar desde o início e usinar outra peça para ser medida até que esteja em condições de produção. A qualidade fica responsável para refugar ou liberar a peça.

Após ter sido feito o levantamento dos tempos gastos para cada operação, conforme Figura 4 e finalmente listadas possíveis melhorias que poderiam ser estudadas para posterior implantação das mesmas, foram listadas as sub-operações mais significativas quanto a perda de tempo no processo de preparação. Foi mostrado com detalhes à maneira com que irá propor as melhorias em cada grupo de atividades (ou pontos a serem melhorados).

Figura 3 – Tempo das sub-operações.



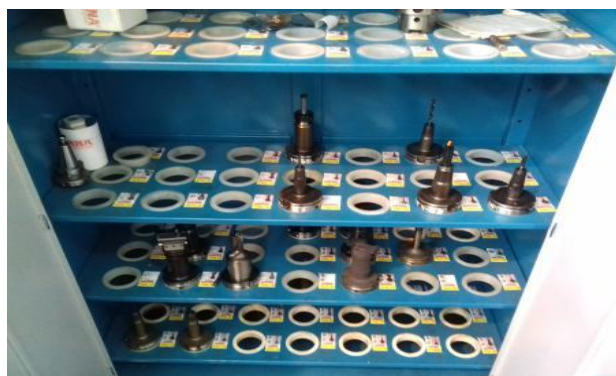
Fonte: O autor (2018).

A principal perda de tempo no setup das peças se dá na seleção das ferramentas no armário, onde muitas vezes ocorrem de estarem desmontadas, em outra máquina ou até quebradas. Outro fator é no pressetamento de cada uma delas, existem peças que tem até sessenta ferramentas, elevando o tempo de aferição.

A medição tridimensional, dependendo da peça pode levar até quarenta minutos, pois cada furo deve ser medido, cada cota evidenciada por falta de calibrador.

Três diferentes tipos de peças já foram implantados as respectivas ferramentas com seus nomes como mostra a Figura 4, cada uma delas está posicionada no armário com sua foto correspondente e sua posição, todas já pressetadas, sem a necessidade de aferição, apenas colocar no magazine da máquina, já que os pressetes ficam gravados na memória junto com o código de cada uma

Figura 4 - Armário de ferramentas com seus respectivos nomes.



Fonte: O autor (2021).

As ferramentas mais complexas, com pressetes mais específicos não são mexidas, mantendo-se original, evitando assim a necessidade de pressetar novamente. Dentro da sala da

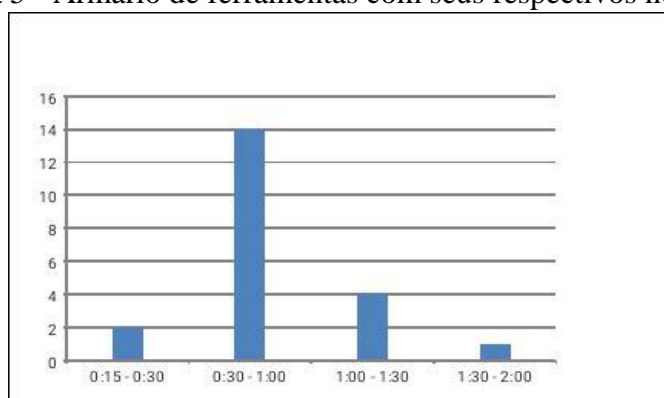
metrologia foi criada uma pasta contendo todas as listas de ferramentas e colocadas num gaveteiro distribuído pelos códigos das peças, reduzindo o tempo de busca.

O tempo de medição da peça ao ser enviada para a tridimensional depois da preparação é muito alto. Uma melhoria implantada foi à confecção de alguns calibradores medindo assim algumas cotas (deixando a máquina de medição por coordenadas apenas para medir a frequência que é pedida conforme plano de controle durante a produção). Para facilitar a fixação da peça na máquina tridimensional foi confeccionado um dispositivo para suportar a mesma, onde a ponteira sempre mede no mesmo ponto sem a necessidade de referenciar ao novo ponto, reduzindo consideravelmente o tempo

## 6.RESULTADOS

Após todas essas avaliações, em conjunto com o preparador e o engenheiro, foi analisado cada item e implantado as melhorias nas máquinas. Com estas melhorias implantadas foi realizado o estudo do tempo das preparações realizadas. A média dos tempos está mostrada na Figura 5.

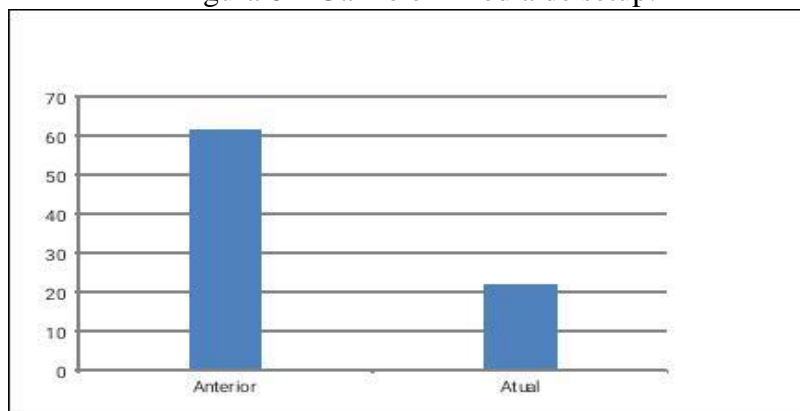
Figura 5 - Armário de ferramentas com seus respectivos nomes.



Fonte: O autor (2018).

Depois de implantado e aprovado por todos, foi feito levantamento de tempo de preparação da troca do dispositivo. Após a implantação de todas as melhorias propostas, feito o levantamento de todos os ganhos obtidos com esta série de otimizações no processo de preparação da máquina. Realizaram-se os estudos de tempo de todas as preparações ocorridas neste período de tempo. Foram realizadas nestes últimos dois meses um total de vinte e uma preparações, das quais os tempos gastos estão listados na Figura 05. O tempo médio das preparações reduziu na média de três horas (cento e oitenta minutos) por setup para média de sessenta e nove minutos. Uma redução de 64%. Considerando uma quantidade de vinte setups mensais em um ano de produção o setor teria a redução de 39,6 minutos de máquina parada para preparação em média por setup, conforme Figura 6.

Figura 6 – Ganho em média de setup.



Fonte: O autor (2018).

A redução dos tempos gastos em setups gera um aumento na produtividade e lucratividade da empresa, visto que o valor de hora cobrado por estas máquinas está na faixa de R\$180,00, considerando os vinte setups analisados nos últimos dois meses temos cerca de treze horas de máquinas paradas, um ganho de R\$2376,00.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da implantação das melhorias baseados no JIT, TRF e Kanban podem ser medidos pelo tempo de setup antes e após a implantação, avaliando o aumento em disponibilidade na linha de produção. A redução dos tempos de setup, que é de grande importância para a competitividade das empresas no ambiente competitivo e globalizado, possibilitando resposta rápida diante das mudanças do mercado.

Depois de todas as avaliações, do antes e dos ganhos já obtidos, ainda pode se verificar muitas melhorias que podem contribuir para a redução do setup das máquinas, bem como outros fatores que envolvem a produção como, por exemplo, o gerenciamento do PCP, distribuindo com maior rapidez aos envolvidos nas trocas programadas, possibilitando maior tempo para adiantar algumas etapas do setup.

Os tempos de produção diminuíram em média 15% por determinada linha de produto. Obtivemos um aumento da linha de produtos, novos produtos, com isso, a quantidade de itens produzidos aumentou, devido a redução do tempo de produção. Com o aumento da produtividade e de novas linhas de produtos, devido a redução do tempo de produção, teremos a possibilidade de nova contratação de mão de obra. Assim, criando novas oportunidades de emprego e gerando renda para novos trabalhadores.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **A teoria das restrições como balizadoras das ações visando a troca rápida de ferramentas.** Revisão Produção vol.03, nº02, pg 73-85,nov/1993.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações: Manufatura e Serviços: uma abordagem estratégica.** 2ed, 4 reimpr. São Paulo: Atlas, 2009, 690p.

COSTA JUNIOR, Eudes Luiz. **Gestão Em Processos Produtivos.**1.ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.

DINIZ, Anselmo Eduardo et al. **Tecnologia da usinagem dos materiais.** 3.ed. São Paulo: Artiber, 2003.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. **Troca Rápida de Ferramentas: Proposta Metodológica e Estudo de Caso.** Gestão & Produção. v.10, n.2, p.163-181, ago.2003.

<http://www.kitemes.com.br/2014/08/11/setup-de-maquina-tempo-perdido-ou-tempo-inv-estido/> Acessado em 16 de abril de 2017

<http://www.lean.org.br/workshop/34/setup-rapido.aspx> Acessado em 12 de abril de 2017.

<http://monografias.brasilecola.uol.com.br/administracao-financas/just-in-time.htm> Acessado em 06 de março de 2017

<http://www.nortegubisian.com.br/component/content/article/10-noticias/255-reducao-de-setup> Acessado em 12 de fevereiro de 2017

HURSON, Tim. **Pense Melhor: Um guia pioneiro sobre o pensamento produtivo.** São Paulo: DVS Editora, 2008.

MACHADO, A. **Descobrimto e aplicação do comando numérico CN. O mundo da usinagem.** São Paulo, v.4, n. 28, p.30, Maio/Junho 2006.

OHNO, T. **Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PARANHOS, Moacyr. **Gestão da produção Industrial.** 20 ed. Curitiba: Ibplex, 2007.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero.** Porto Alegre: Bookman 1996.

STEMMER, G. Erich. **Ferramentas de Corte II: brocas, alargadores, ferramentas de roscas, fresas, brochas, rebolos e abrasivos.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1992,

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, D.F., **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2000.