



Fernando Sidinei Hernandes

**IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA PARA OTIMIZAÇÃO DO
SETUP EM UM CENTRO DE USINAGEM**

Horizontina

2015

Fernando Sidinei Hernandes

**Implementação da Proposta para Otimização do Setup em um
Centro de Usinagem**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Sirnei Cesar Kach, Me.

Horizontina

2015

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Implementação da Proposta para Otimização do Setup em um Centro de Usinagem”

Elaborada por:

Fernando Sidinei Hernandes

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

**Aprovado em: 05/11/2015
Pela Comissão Examinadora**

**Mestre. Sirnei Cesar Kach
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Especialista. Leonardo Teixeira Rodrigues
FAHOR – Faculdade Horizontina**

**Administrador. Magnos R. Stamm.
Diretor - M.R.Stamm & Cia Ltda.**

**Horizontina
2015**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda a minha família, em especial a minha esposa Denise e minha filha Mariana, que sempre estiveram ao meu lado para que eu chegasse até esse momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado me abençoando.

A toda a minha família e em especial a minha esposa pelo incentivo e pela compreensão durante essa caminhada. Aos meus pais, que sempre me deram carinho e incentivo, mostrando sempre que com honestidade e perseverança enfrentamos todos os obstáculos da vida.

Aos colegas, que juntos passamos pelos mesmos obstáculos, e soubemos superá-los nos momentos difíceis, compartilhando do mesmo sonho.

A empresa M.R.Stamm em especial ao proprietário, Magnos R. Stamm que sempre me auxiliou nesses anos e em especial nesse trabalho pela ajuda e paciência para chegar ao resultado final.

Agradeço ao professor Sirnei Cesar Kach, Me. orientador deste trabalho, que apontou caminhos e possibilidades a seguir, pelas valiosas dicas, pela calma e pela partilha do saber.

Aos professores, que nos ajudaram a ampliar os conhecimentos, compartilhando as suas experiências profissionais e de vida, apoiando-nos em nossos problemas.

Por fim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram e ou fizeram parte desta trajetória.

“Se você encontrar um caminho sem obstáculos, ele provavelmente não leva a lugar nenhum.”

Frank Clark

RESUMO

As empresas do ramo metal mecânico enfrentam grandes oscilações, no ramo de prestação de serviços em usinagem, não são diferentes, com uma atual conjuntura econômica nacional enfrentando dificuldades. As empresas estão na busca de redução de custos olhando para todos os lados, e com isso diminuem seus estoques, e aumentam o número de lotes, o que aumenta as preparações de máquinas. Este trabalho foi desenvolvido em uma pequena empresa do setor metal mecânico situada na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, empresa que presta serviços no ramo de usinagem, mais especificamente em torneamento, fresamento e fabricação de dispositivos. A empresa apresenta um constante crescimento e está investindo em máquinas e tecnologias, vem se estruturando e fortalecendo em um mercado competitivo. A elaboração do trabalho teve foco em um centro de usinagem de comando numérico computadorizado CNC, o estudo parte da necessidade de redução de tempos, onde a análise dos tempos de paradas na troca de ferramentas ou dispositivos poderiam ser melhorados. O objetivo geral, portanto é a redução de setup e por consequência aumento de produtividade, para tanto, a metodologia utilizada consiste em uma pesquisa-ação, onde primeiramente realiza-se a fundamentação teórica e posteriormente à aplicação dos conceitos baseados em informações fornecidas pela empresa. A proposta de melhoria consiste em criar um procedimento padrão para operação da máquina, melhorar a comunicação entre programação e operador, criando um padrão na criação dos programas CNC, criação de um sistema de alinhamentos para dispositivos, permitindo que se faça o zeramento somente no desenvolvimento do item, e que na utilização posteriores somente se faça a fixação o mais rápido possível. A aplicação da melhoria proposta foi efetivada e avaliada com os resultados anteriores a implementação e pode-se observar reduções importantes nas paradas de máquinas. Portanto conclui-se que se obteve uma redução significativa no setup que está evidenciado na discussão de resultados, e que em muitos problemas consegue-se fazer melhorias sem grandes investimentos e, somente avaliando e trabalhando o processo produtivo se atinge importantes melhorias.

Palavras-chave: *Setup*. CNC. Aumento da Produtividade.

ABSTRACT

The mechanical metal sector companies face major fluctuations in the business of providing services in machining, aren't different, with a current national economic situation facing difficulties. Companies are in cost-cutting search looking everywhere, and thereby reduce their inventories, and increase the number of lots, which increases the machines preparations. This study was conducted in a small company in the mechanical metal sector located in the northwest of the State of Rio Grande do Sul, a company that provides services in the machining industry, more specifically in turning, milling and manufacturing devices. The company has a constant growth and is investing in machinery and technologies, has been structuring and strengthening in a competitive Market. The preparation of the study was focused on a center of numerical control machining CNC, the study of the need to reduce the time where the analysis of charts from time to exchange tools or devices could be improved. The overall objective therefore is to reduce setup and consequently increase productivity, therefore, the methodology consists of an action research, which first carried out the theoretical foundation and after the application of the concepts based on information provided by the company. The proposed improvement is to create a standard procedure for machine operation, improve communication between programming and operator, creating a pattern in the creation of CNC programs, creating a system of alignments for devices, allowing them to make ment zero only in development of the item, and the subsequent use only the fixing is done as quickly as possible. The application of the proposed improvement has been carried out and evaluated in the previous implementation and results can be seen significant reductions in machine downtime. Therefore it is concluded that there was obtained a significant reduction in the setup and in many problems improvements can be made without large investments and only evaluating and working the production process is reached important improvements.

Keywords: Setup. CNC. Increased Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista externa empresa M.R.Stamm.....	23
Figura 2 – Vista interna empresa M.R.Stamm.....	24
Figura 3 – Organograma M.R. Stamm	26
Figura 4 – Fluxo do processo produtivo M.R. Stamm	27
Figura 5 – Gráfico tempo médio de <i>setup</i>	28
Figura 6 – Gráfico velocidades de deslocamento de cada máquina	29
Figura 7 – Fluxograma do processo no centro de usinagem	31
Figura 8 – Medição de ferramentas na máquina	33
Figura 9 – Alinhamento do dispositivo	34
Figura 10 – Fluxograma fabricação item R208790-1	35
Figura 11 – Diagrama de fluxo de processo	36
Figura 12 – Fluxograma do processo no centro de usinagem	38
Figura 13 – Cabeçalho programa CNC antigo	39
Figura 14 – Cabeçalho programa CNC implementado.....	40
Figura 15 – Prateleira com identificação dos dispositivos	41
Figura 16 – Guia para alinhamento de dispositivos.....	42
Figura 17 – Encaixe na base da máquina	43
Figura 18 – Fluxograma do processo.....	44
Figura 19 – Diagrama fluxo de processo.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Amplitude dos serviços da empresa M.R. Stamm.....	25
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	USINAGEM CNC	14
2.2	PREPARAÇÃO DE MÁQUINA (<i>SETUP</i>).....	15
2.3	SISTEMA TRF (TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS)	18
2.4	FLUXOGRAMA DE PROCESSOS	19
3	METODOLOGIA	20
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	20
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	22
4.1	HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	22
4.2	APRESENTAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO ATUAL.....	27
4.3	DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO CENTRO DE USINAGEM VMC 1066	30
4.4	PROPOSTA PARA MELHORIA DE SETUP NO CENTRO DE USINAGEM.....	37
4.4.1	Padronização das atividades realizadas no dia-a-dia	37
4.4.2	Normatização para programas CNCs e dispositivos de fixação de peças	38
4.4.3	Sistema de fixação dos dispositivos e padronização de ponto zero.....	41
4.5	RESULTADOS ATINGIDOS COM A IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS.....	44
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	APÊNDICE A: TABELA PARA REGISTRO DE <i>SETUP</i>	50
	ANEXO A: ORDEM DE PRODUÇÃO SERIADA DO ITEM R208790-1	51
	ANEXO B: ORDEM DE PRODUÇÃO SERIADA, LADO 02 – DESENHO	52

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, a competitividade entre as empresas esta acirrada em todos os segmentos econômicos e na área metal mecânico não é diferente. As empresas que realizam serviços de usinagem veem constantes mudanças em todos os aspectos. Buscam-se avanços tecnológicos, melhorias e aperfeiçoamento dos seus processos produtivos, reduzindo perdas e objetiva-se o aumento dos lucros da empresa.

Este trabalho busca apresentar análises de dados reais e bibliográficos que servirão como embasamento para identificarmos se há necessidade de um sistema troca rápida de ferramentas e de um procedimento padrão para fixação dos dispositivos.

Com objetivo de angariar dados e analisar o processo produtivo atual, analisou-se todo o processo de fabricação no setor de usinagem CNC da empresa. Foi analisada em um determinado período de tempo, a produção de diversos itens produzidos desde os mais simples até os mais complexos.

A empresa estudada está situada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, presta serviços de usinagem, mais especificamente em torneamento, fresamento e fabricação de dispositivos. A empresa possui três tornos, uma fresadora e um centro de usinagem, ambos com comando numérico computadorizado.

A máquina objetivo deste estudo é responsável por executar a usinagem de itens sequenciados, por ter maior rapidez na troca de ferramentas e maior flexibilidade na usinagem dos itens. Segundo o responsável pela produção e programação da produção da empresa, a mesma está sobrecarregada, pois atende uma demanda de trabalho alta, precisando reduzir desperdícios para não somente gerar maior rendimento, mas também atender o volume de itens que a empresa possui.

Neste estudo, utilizou-se a metodologia de pesquisa-ação, a qual se caracteriza como um método qualitativo de abordagem de problemas realizado em estreita associação entre uma ação e a resolução de um problema coletivo. Neste tipo de pesquisa, os pesquisadores e os participantes representativos da situação estão envolvidos de maneira cooperativa e participativa (MIGUEL, 2010).

A conjuntura de mercado leva a empresa a analisar seu negócio a fim de conhecer e determinar seus pontos a serem melhorados. Diante disso, a proposta de otimização do *setup* do centro de usinagem, irá diminuir tempo de máquina parada e, tornar a empresa mais competitiva?

1.1 JUSTIFICATIVA

O trabalho se justifica pela oportunidade de estruturação da empresa possibilitando uma situação de maior competitividade, atender a demanda necessária na usinagem dos itens, não atrasando a data de entrega, fidelizando clientes, reduzindo custos de fabricação e, na busca da melhoria contínua. Por outro lado mostrar para a empresa o importante fato de conhecer e diferenciar os tempos internos e externos na redução de tempo e de máquina parada.

Em uma organização existem muitos obstáculos que necessitam ser superados, como exemplo o *setup* externo que simplesmente é a antecipação de uma atividade de preparação enquanto a máquina está em produção, não necessitando parar a manufatura das peças enquanto não estiver com todo sistema preparado (SHINGO, 2000).

O principal ponto analisado foi o grande tempo gasto com preparação, máquina com alto valor agregado e crescimento da demanda da produção de itens.

1.2 OBJETIVOS

Perante situação encontrada na empresa em estudo, definiu-se o seguinte objetivo geral: implementar proposta de melhoria no processo de produção identificando os problemas inerentes ao processo de usinagem.

Com base nisso foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver conhecimento literário quanto aos principais conceitos que envolvem usinagem CNC;
- Evidenciar no processo de usinagem CNC, qual máquina tem o maior desperdício de tempo de preparação;
- Analisar o sistema de produção do centro de usinagem, bem como identificar as problemáticas existentes;
- Propor e implementar a melhoria para redução de *setup* no centro de usinagem.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A elaboração da revisão de literatura estará relacionada com a redução de tempo do *setup* em um centro de usinagem e vem fundamentar a construção deste trabalho, conceituando e abordando teorias ligadas ao assunto.

Primeiramente serão abordados assuntos referentes à usinagem CNC, em seguida conceitos e ou exemplos para reduzir tempos na preparação de máquinas, considerações sobre troca rápidas de ferramentas observando os tempos internos e externos. Na pesquisa também poderá ser analisados pontos discutidos em outras empresas, que tiveram sucesso em seus trabalhos de redução dos tempos e custos, bibliografias o assunto, com citações de autores em suas publicações referentes ao *setup*.

2.1 USINAGEM CNC

Para Diniz et al (2003), os itens ou peças que são resultantes de processos como o de fundição, conformação e soldagem, podem ser produzidas com o dimensional próximo das medidas finais, ou seja, não tem uma tolerância tão apertada e pode ser controlada nos seus processos. Há produtos que necessitam de tolerâncias menores após sair dos processos de origem, passam por operações de remoção de material até atender objetivo final. Para atender as devidas aplicações, esse processo de remoção de material precisa alcançar baixas tolerâncias especificadas, o que caracteriza o processo de usinagem.

A usinagem pode ser realizada com máquinas convencionais, com controle numérico e máquinas numéricas computadorizadas, acrescentando diferentes tarefas operacionais, como as funções de usinagem comuns à tornos, fresadoras, plainas. Na indústria também se usa máquinas com controle numérico computadorizado chamado de CNC, em um modo geral, as operações básicas de usinagem podem ser: torneamento, fresamento, furação e retificação (PIMMEL; SEVERO E GUIMARÃES, 2013).

Para Darvin (2003), as máquinas por comando numérico são aquelas que não memorizam os programas e que cada vez que for utilizar deve-se fazer a leitura novamente. Com os comandos numéricos computadorizados o CNC, são máquinas que necessitam de uma única leitura do programa, e a mesma memoriza na

memória da máquina. Na atualidade normalmente se usa um computador para passar programas para as máquinas, melhorando significativamente a comunicação.

Na usinagem se atinge uma gama de processos de fabricação para dar forma ou transformar um componente ou matéria prima em um produto através da remoção de material. O material removido se transforma em cavaco, e quando o processo é automatizado controlado por um computador entende-se por usinagem CNC (SILVA, 2011).

Processos de usinagem envolvem operações de corte que permitem remover excessos de um material bruto com auxílio de uma ferramenta até que este resulte em uma peça pronta que, posteriormente, irá compor algum engenho mecânico que, por sua vez, farão parte de bens duráveis. Nestas operações de corte são geradas aparas que se costumam chamar de cavacos. Assim, processos de usinagem, invariavelmente, implicam na geração de cavacos. (SOUZA, 2011, p. 5).

Na maioria das vezes em que a indústria aplica usinagem, ela é usada para transformar blocos metálicos fundidos, forjados ou pré-moldados em uma geometria como assim desejar, tem tamanho e acabamento especificados de acordo com as necessidades de projeto. Quase todos os produtos manufaturados possuem características que precisam ser usinados, muitas vezes com grande precisão, podendo dizer que é um dos processos mais importantes do sistema de manufatura, agregando valor ao produto final (SOUZA, 2011).

2.2 PREPARAÇÃO DE MÁQUINA (SETUP)

Segundo Shingo (2000), muitos gestores de indústrias consideram uma produção diversificada como seus grandes desafios. Uma compreensão que confunde características de demanda com o fornecimento, pois, a característica da demanda com produção diversificada de baixo volume significando muitos produtos oferecidos em que a quantidade de cada tipo de peças é pequena. Cenário onde as empresas precisam de uma demanda diversificada, operações de setup para troca de itens a serem produzidos, surge a possibilidades de observar o problema em relação a setup.

Para analisar os setups Shingo (2000), descreve alguns pontos:

- Inicialmente podem existir itens parecidos, apesar dos produtos não serem iguais, as ferramentas e peças utilizadas no processo, pode ser igual e permanecer constantes, sem necessidade de troca na fabricação de mais de um item.
- Em segundo lugar, podem possuir itens similares de *setup*. Produtos diferentes, mas com forma ou geometria similar onde, por exemplo, seria necessário ajustar somente a placa do torno, tornando o *setup* muito simples.
- Quando a demanda permitir uma antecipação da produção, devem-se unir lotes para reduzir o número, aumentando a quantidade de peças por lotes.
- Sempre que possível diminuir a dependência de fazer, errar para depois acertar, eliminar melhorias de processo onde operações são baseadas em suposições, em melhorias de operações as ações simplificadas tem maior acerto, diminuir as mudanças tende a diminuir os problemas de setup.

A busca de diminuição dos tempos de *setup* para troca de um lote para outro, tem objetivo operar com lotes pequenos sem perder a produtividade e qualidade. Também produzir vários tipos de itens em um mesmo turno, com isso reduzir os custos relacionados com a preparação das máquinas (SHINGO, 1996).

Para Harmon e Peterson (1991), empresas buscam redução de tempos de preparação, observando os *setups* de máquinas, foi identificado ser possível reduzir o tempo de troca de ferramenta de um número de horas de dois para um dígito, ou seja, reduzir o tempo de troca o máximo possível.

A redução de tempo para substituir uma peça na máquina é importante por três razões (HARMON; PETERSON, 1991):

- O custo de setup é alto, os lotes produzidos também são altos, que por consequência faz aumentar os estoques. No momento em que se reduz o setup pode se diminuir o tamanho dos lotes tornando possível produzir diariamente a quantidade necessária para atender à determinada demanda, apresentando diminuição nos investimentos para manter grandes estoques.
- Com técnicas rápidas e simples de troca de ferramentas, diminuem-se as possibilidades de erros na regulagem de ferramentas e instrumentos. Os novos métodos de setup reduzem substancialmente os defeitos, ao mesmo tempo em que se dá agilidade ao processo.

- Se as máquinas trabalham de segunda a domingo, 24 horas por dia, ou quase isso, a redução de tempo de setup possibilitará provavelmente o ganho de capacidade adicional, adiando a compra de novas máquinas.

Ainda para Harmon e Peterson (1991), os *setups* podem ser *setup offline* que seriam fora da linha, ou aqueles que poderiam ser feitos enquanto a máquina estivesse trabalhando, *setup mainline*, direto na linha de produção, auxiliando na preparação da usinagem do próximo item. No segundo conceito seria o *setup mainline*, quando a máquina está parada na troca de itens, uma preparação que dependeria da máquina parada para troca de itens, para os autores os tempos de troca não mudaria o *setup*.

De acordo com Goldacker e Oliveira (2008), o *setup* tem o propósito de diminuir os tempos de perdas e a ociosidade, com objetivo de aumentar a produtividade, reduzindo os custos das operações, e aumentar o lucro das empresas.

Para Shingo (2000), historicamente os gestores das empresas consideram como seus grandes desafios a gestão de uma produção diversificada e de pequenas quantidades, com objetivo de solucionar estes problemas as empresas optam por diminuir os tipos e aumentar as quantidades. De maneira geral na atualidade esta estratégia é ilimitada, onde empresas diminuem seus estoques e aumentam a diversidade para oferecer maior quantidade de modelos para seus clientes, como exemplos, as montadoras de veículos.

Com a impossibilidade de manter números de lotes grandes e adequar-se a uma produção de itens variados e de pequenas quantidades, Shingo (2000), cita alguns pontos na redução de tempos de *setups*:

- Desenvolver as habilidades individuais dos operadores, deixando-os mais confiantes a realizar suas tarefas e, fazer suas atividades com maior rapidez;
- Diminuir ao máximo a dependência de tentativas de acertos e erros, o fazendo para acertar, e sim fazer certo da primeira vez;
- Deixar as operações o mais simples possível, agrupando itens semelhantes, reduzindo a dificuldade de preparação fazendo estudo prévio das operações antes de colocar em produção;

2.3 SISTEMA TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

Para Shingo (2000), o conceito de sistema de troca rápida de ferramentas começa com o entendimento inicial sobre *setup* interno e *setup* externo, onde os mesmos são operações clássicas do dia a dia de um sistema de produção. O *setup* interno pode ser definido como operações realizadas quando a máquina estiver parada, exemplo seria na troca de dispositivo, após usinar um item e a usinagem do lote seguinte. Já o *setup* externo seriam as operações enquanto a máquina estiver trabalhando, poderia ser identificação e movimentação do próximo dispositivo a ser colocada na máquina, ou preparação das ferramentas que serão utilizadas para usinar o lote posterior, tudo que pode ser realizado externamente enquanto a máquina está operando.

Wiese (2007) explica que *setup* interno é onde ocorrem operações que podem somente ser realizadas quando a máquina está parada, e *setup* externo aquelas situações em que podem ser realizadas quando a máquina está em operação, não necessita de que a máquina esteja parada.

Segundo Shingo (2000), existem algumas maneiras para verificar os processos de fabricação, uma delas é realizar este tipo de estudo por amostragem do trabalho e se aconselha para cada item produtivo que se tenha algumas repetições. Outra opção é estudar a situação existente entrevistando os operadores. Já outro método extremamente efetivo é acompanhar o processo de fabricação e filmar todo o roteiro, após isso mostrar a filmagem para os operadores e dar oportunidade de sugerir melhorias, as ideias levantadas são muito valiosas.

O alvo da troca rápida de ferramentas (TRF) é a diminuição e a simplificação do *setup*, através da redução ou eliminação das perdas relacionadas à operação. Na prática, a TRF é desdobrada em estratégias e técnicas de implantação, sendo esses os objetos de estudo desta seção (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2003).

No processo de melhoria no tempo de troca de ferramentas Shingo (2000) propõe quatro estágios dispostos a seguir:

- Avaliar a situação atual de *setup*, com participação de todos os envolvidos no processo, apontando os pontos cruciais e também os passíveis de mudança;
- Diferenciar as operações de *setup* interno e externo, considerado o passo mais importante da implantação da TRF, analisando o que pode ser antecipado à parada;

- Analisar o *setup* com o intuito de verificar a possibilidade de converter operações de *setup* interno em externo;
- Realizar análise de cada ação das operações de *setup* interno e externo, buscando sua racionalização por meio da eliminação de ajustes e operações do *setup*;

2.4 FLUXOGRAMAS DE PROCESSOS

Fluxogramas de processo tem objetivo mostrar uma sequência operacional, utilizando figuras e símbolos gráficos, a sua utilização pode facilitar análise de um trabalho. Também pode ser utilizado pelos Diretores de empresas para verificar os seus sistemas produtivos, e talvez implantar melhorias em seus processos produtivos (PEINADO; GRAEML, 2007).

Oliveira (2002), fluxograma pode ser definido como uma técnica que aplica uma metodologia com símbolos, deixando claro e preciso o fluxo da produção, mostrando toda a sequência operacional, bem como analisando o desempenho.

Segundo Peinado e Graeml (2007), a simbologia utilizada é:

- Elipse: indica o início ou final de um processo;
- Círculo: indica operação, é quando se modifica um objeto em qualquer de suas características, ou atividade que agrega valor ao item;
- Seta: mostra quando ocorre a transferência de um item de um lugar para outro, ou simplesmente movimentação;
- Meia elipse: mostra quando é necessária a espera, ou parada intencional, permanece aguardando o próximo encaminhamento;
- Quadrado: indica a inspeção, necessidade de um item ser inspecionado, sendo a quantidade ou condição de qualidade;
- Triângulo para cima: indica armazenamento, é quando o item ou lote fica armazenado;

Segundo Oliveira (2002), os fluxogramas evidenciam o processo como um todo, mostra as origens e o destino das operações, facilitando a visualização do processo como um todo.

3 METODOLOGIA

Com objetivos da pesquisa e o embasamento teórico definido, define-se então o procedimento metodológico de pesquisa, que tem a função de determinar os parâmetros utilizados no desenvolvimento do estudo, bem como aspectos relevantes no processo para chegar aos objetivos finais.

Na metodologia de pesquisa-ação são relacionadas às principais etapas na execução do trabalho, com algumas informações pertinentes, abordando as principais características da metodologia aplicada.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

O trabalho inicia com a pesquisa literária, em uma busca aprofundada sobre usinagem CNC, trocas rápidas de ferramentas, setups, caracterizadas pelo incremento de conhecimentos especializados na área de estudo, através de livros, periódicos e artigos, que contribuam com o embasamento necessário para a proposta de implementação da otimização de melhoria no centro de usinagem.

Na pesquisa exploratória e, dando sequência ao estudo com a pesquisa de campo, no qual se buscou identificar exemplos em indústrias ou empresas que possuam sistemas de trocas rápidas com diferentes instrumentos, forma para analisar com quais equipamentos já existe no mercado.

Em seguida, se direcionou no estudo detalhado do processo que é realizado atualmente pela empresa, conferindo in loco a realização das atividades, observando como estas são realizadas, as informações que os operadores possuem e quais as dificuldades encontradas pelos mesmos.

Na busca da melhoria no processo de troca rápida, pesquisou-se por alternativas, ferramentas possíveis de se implantar e auxiliar no processo. Pesquisando em empresas maiores que possuem maior tecnologia com processos mais desenvolvidos, foi necessário o levantamento de custos para implementação e redução de tempos nos setups, os quais foram pesquisados em uma empresa que presta serviço na referida área, os valores para implementação dos mesmos, simulação de quanto seriam as reduções, e de quanto realmente a empresa deveria investir, e em quanto tempo teria o retorno do investimento.

A pesquisa foi analisada e evidenciada através de gráficos, fluxogramas e, diagrama do fluxo de processo. Ao apresentar as melhorias na redução de setup, serão considerando os ganhos, e agilidade no processo, melhorias na comunicação interna, com um clima mais agradável entre colaboradores da empresa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo tem-se o objetivo de apresentar um breve histórico da empresa, relatando desde a sua criação, evolução ao passar dos anos, e caracterização da organização no momento atual. Também será mostrado o processo produtivo atual e fatores que influenciam no processo de produção do setor de usinagem CNC. Com base em planilha de dados coletada na empresa, apresentar estudo evidenciando qual célula apresenta maior tempo de máquina parada. Após definir o foco principal da pesquisa, analisar o processo detalhado desta célula, e propor implementar uma melhoria para os pontos falhos, objetivando reduzir o tempo de setup.

4.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa fonte deste estudo está no mercado de prestação de serviços há 15 anos, ela foi criada em março de 2000, pelo Sr. Arlindo Theo Stamm, que após ser desligado da empresa John Deere por motivo de aposentadoria começa o pequeno empreendimento com suas atividades voltadas à prestação de serviços de manutenção, recondicionamento e instalação de máquinas industriais. Com nome de SR Maquinas a empresa iniciou suas atividades nos fundos de um prédio locado, na Rua Uruguai nº. 457 uma área de 20 metros quadrados.

No ano de 2004 a empresa adquiriu algumas máquinas operatrizes: dois tornos e uma fresadora convencional. Com aquisição destas máquinas, passou a oferecer alguns serviços de usinagem. Para que estas máquinas fossem instaladas teve necessidade de um espaço maior e mudou-se para o endereço na Rua Uruguai nº. 367, com um prédio locado em uma área total de 280 metros quadrados. Trabalho prestado com base em uma experiência profissional de mais de vinte e cinco anos de experiência na área, que aos poucos vai crescendo e conquistando cada vez mais clientes.

No ano de 2009 a empresa começa a mudar o foco de seus serviços continuando no ramo metal mecânico, mas apenas na prestação de serviços na usinagem de peças, fabricação de dispositivos e no atendimento a não conformidade de clientes. A partir deste momento com a ausência do proprietário fundador passam a assumir a empresa os dois filhos como sócios proprietários,

mudando o nome para M.R. Stamm & Cia Ltda, deixando o SR Máquinas como fantasia para não perder totalmente sua identidade. Com a ampliação dos serviços e aquisição de novas máquinas a empresa muda seu endereço para a Rua Piratini nº 470, onde se encontra instalada em um prédio locado de aproximadamente 800 metros quadrados, conta com um quadro de 20 colaboradores, além dos proprietários, na Figura 01, imagem da vista frontal da empresa.

Figura 01 - Vista externa empresa M.R.Stamm.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Na Figura 01, é a imagem da vista frontal da empresa, para quem chega é visão principal que se tem da chegada. Segundo os sócios proprietários, eles preferem investir em novas tecnologias em vez de investir em marketing, também o prédio é alugado o que no qual investir resultaria resultados somente em curto prazo. Na Figura 02, imagem interna da empresa, onde mostra o setor de usinagem CNC, setor onde é o foco do estudo.

Figura 02 - Vista interna empresa M.R.Stamm.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

A imagem da Figura 02 mostra parte do setor de usinagem CNC, as máquinas organizadas na forma que melhor se adapta a estrutura do prédio e organização da produção, onde as fresadoras ficam uma de frente para outra e os tornos próximos um dos outros, facilitando a cooperação entre colaboradores.

No Quadro 01 mostra a amplitude dos serviços, no qual pode ser ressaltando a grande evolução da empresa ao passar dos anos, tendo uma pequena diversificação dos seus serviços, o que a torna uma empresa cada vez mais competitiva.

Quadro 1 – Amplitude dos serviços da empresa M.R. Stamm.

Empresa: M.R. STAMM		
AMPLITUDE DOS SERVIÇOS		
	PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	FABRICAÇÃO DE DISPOSITIVOS
Extensão da linha de serviços	Prestação de serviços de manutenção e instalação de máquinas.	Fabricação de dispositivos de furação
	Prestação de serviços de usinagem em torno convencional.	Fabricação de dispositivos de montagem
	Prestação de serviços de usinagem em torno CNC.	Fabricação de ferramentas de estampo e de dobras
	Prestação de serviços de usinagem em fresadoras CNC.	
	Prestação de serviços em centro de usinagem CNC.	

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Para o Quadro 01, é importante ressaltar que a empresa esta buscando uma evolução com o passar dos tempos, e os serviços prestados tendem a aumentar, agregando conhecimentos e crescimentos profissional e pessoal.

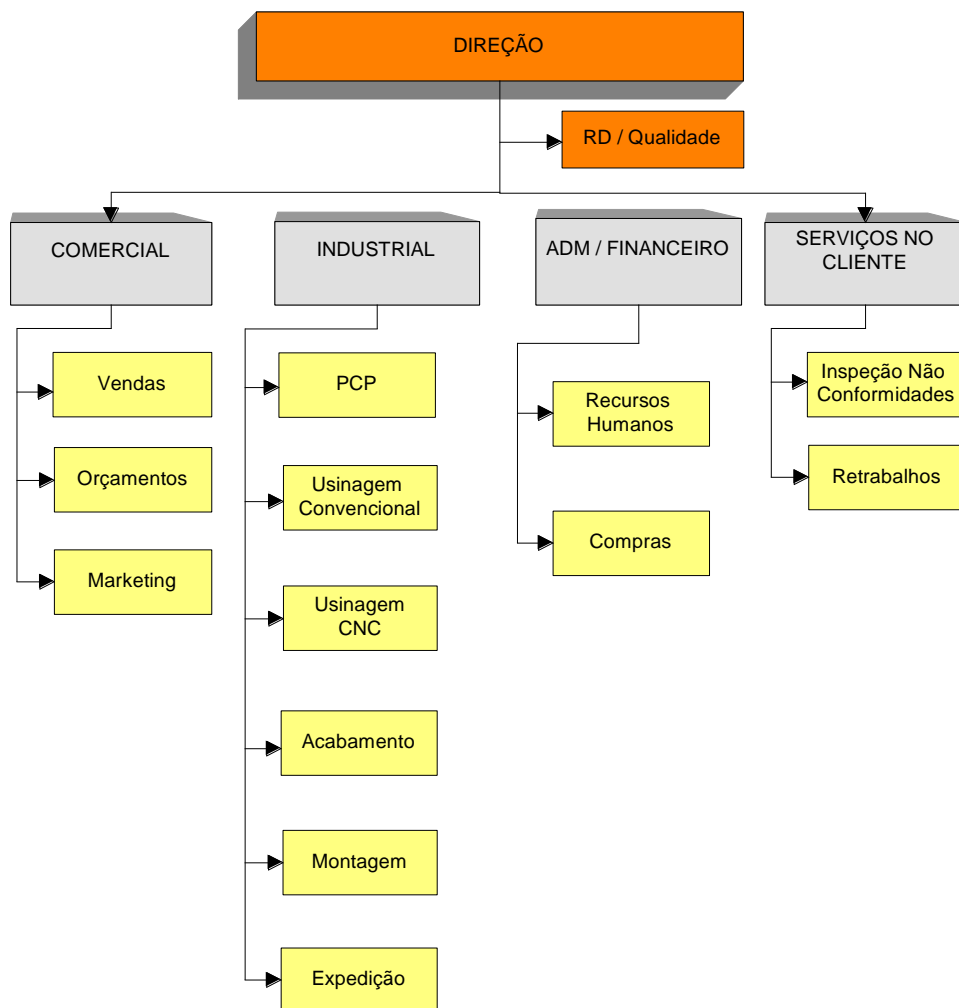
A seguir destacam-se a missão, visão, negócio e valores relacionados à M. R. Stamm:

- Missão: “oferecer serviços e produtos para empresas do segmento metal mecânico, automotivo e agrícola, disponibilizando recursos e desenvolvendo soluções para atender a necessidade de seus clientes, com qualidade, agilidade e respeito ao meio ambiente”.
- Visão: ser referência no seu ramo de atuação, buscando constantemente ampliar os serviços e produtos que satisfaçam as necessidades dos clientes, com tecnologia e qualidade, conquistando novos mercados e o crescimento da empresa.
- Negócio: “soluções em produtos e serviços em usinagem customizados ao cliente”.

- Valores: busca contínua da melhoria dos serviços e produtos, valorização dos colaboradores, simplicidade, ética, transparência, qualidade, competência, comprometimento.

A empresa possui estrutura definida, conforme Figura 03, onde a Direção é responsável e controla todos os processos e a qualidade, estando no topo de todos os processos como controle da qualidade. Os processos comercial, industrial, administrativo, financeiro e serviços ao cliente vêm subdivididos, para estruturar a empresa da melhor forma possível, em um processo produtivo definido pela Direção da empresa como o ideal para suas necessidades.

Figura 03 - Organograma M.R.Stamm.



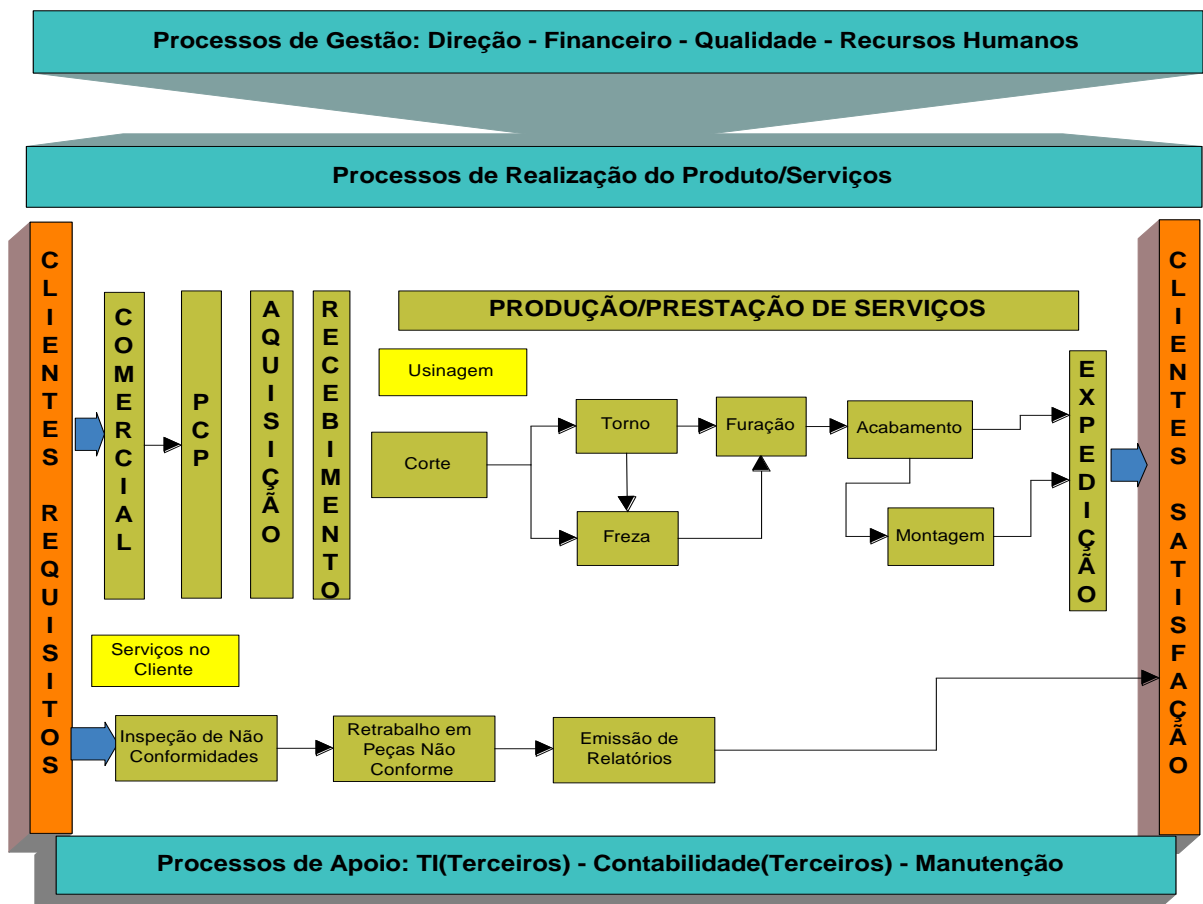
Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

No ano de 2015 buscando fidelizar e buscar novos clientes, com foco na melhoria constante da qualidade de seus serviços e processos, a empresa está buscando a certificação de qualidade ISO 9001:2008, para a qual tem objetivo de até o final do ano estar certificada.

4.2 APRESENTAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO ATUAL

O processo produtivo da empresa atualmente está basicamente dividido entre usinagem CNC, usinagem convencional, ferramentaria que é a montagem e manutenção dos dispositivos, prestação de serviços de qualidade e retrabalhos de peças não conformes de clientes. Na Figura 04 pode ser observado o fluxo do processo produtivo, que de maneira geral contempla todo o fluxo de produção da empresa.

Figura 04 - Fluxo do processo produtivo M.R.Stamm.

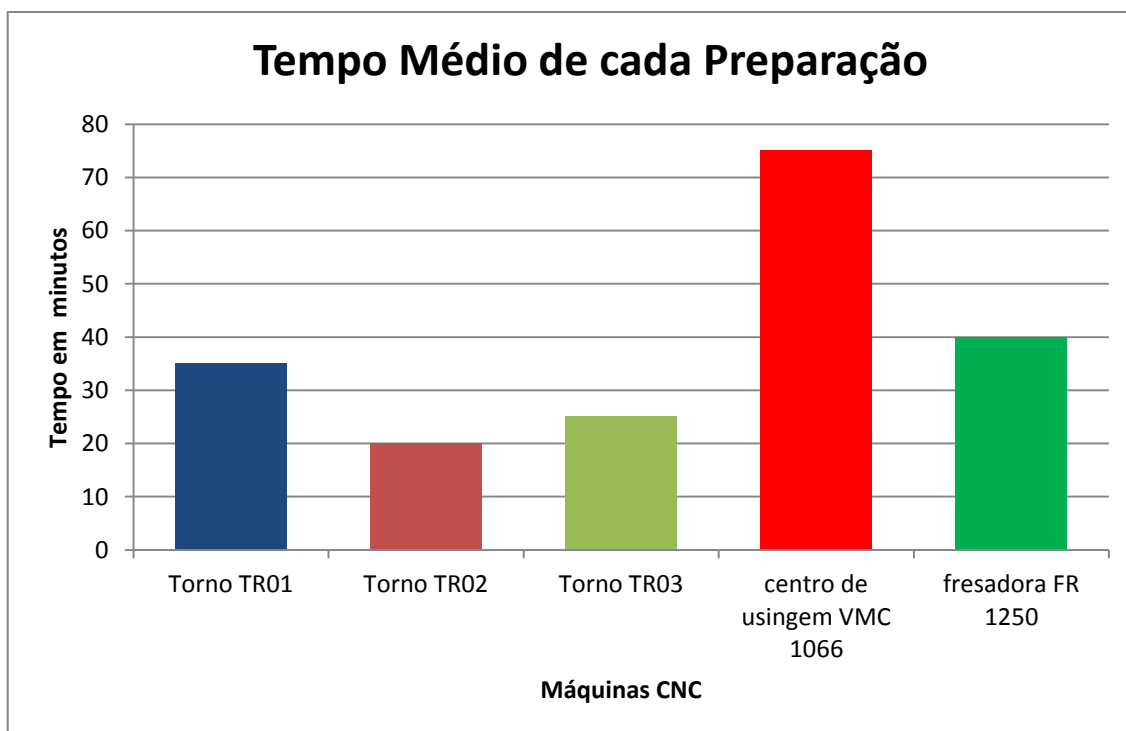


Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

A usinagem CNC fonte deste estudo envolve três tornos, centro de usinagem e uma fresadora. O processo produtivo no setor de usinagem CNC conta com 10 operadores divididos em dois turnos de trabalho, setor onde o pesquisador atua em funções técnicas de responsável e programador da produção.

A base da pesquisa foi nos meses de junho, julho e meados do mês de agosto de 2015, para início da pesquisa foram observados os tempos de parada entre a troca de um item para outro, e o tempo médio de preparação de cada máquina. Para juntar os tempos de parada, o operador de cada máquina anotou com auxílio de tabela para registros de *setup* conforme Apêndice A. Dos tempos coletados foram excluídos os cinco maiores tempos e os cinco menores. Destes tempos foram excluídos cinco maiores e cinco dos menores, para fazer uma média de tempo. Conforme Figura 05.

Figura 05 - Gráfico tempo médio de *setup*.

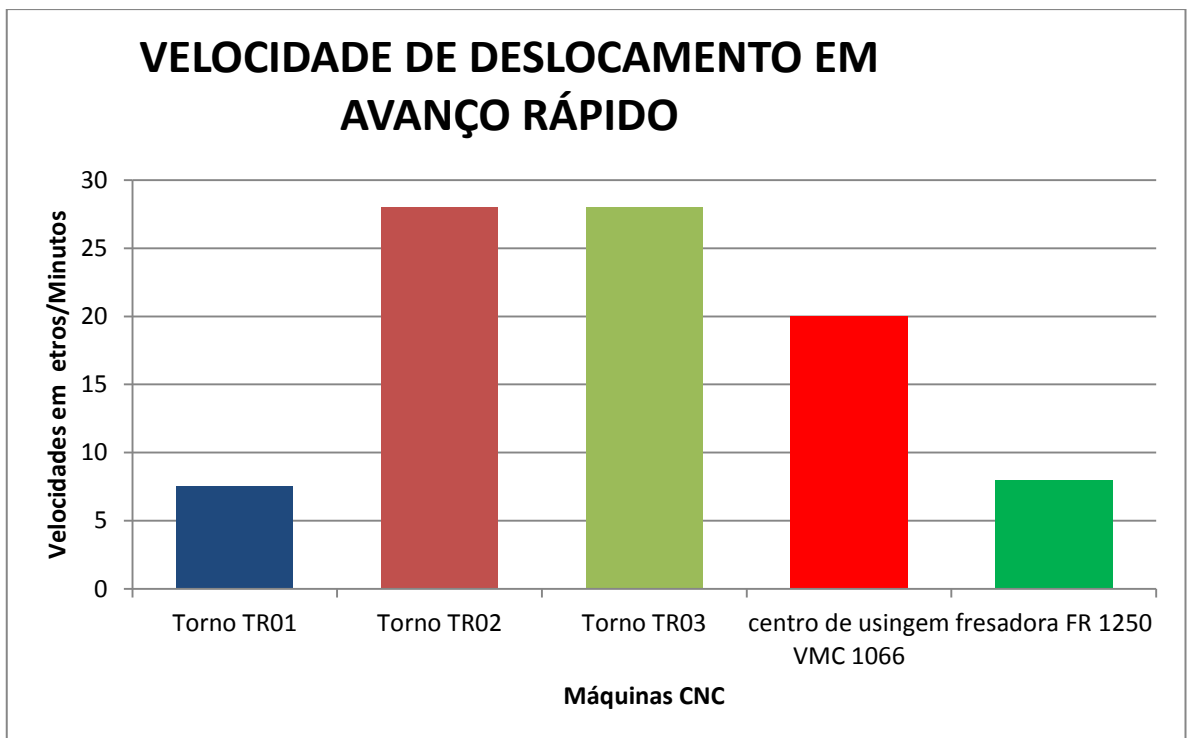


Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

A usinagem com tornos CNC abrange na maioria dos casos itens seriados, tendo o sistema de fixação placas com castanha universal ou em caso de geometria diferenciadas castanhas desenvolvidas de acordo com a necessidade. As

ferramentas usadas nos tornos normalmente não necessitam de trocas, ou são de no máximo duas ferramentas. Também podem ser diferenciadas as velocidades de deslocamento das máquinas que pode ser visualizado na Figura 06.

Figura 06 - Gráfico velocidade de deslocamento de cada Máquina.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

A diferenciação de tempos listados na Figura 06 é de que o torno TR01 é uma máquina um pouco maior e mais lenta, o seu deslocamento em movimentos rápido é de 8 m/min. O torno TR02 tem o *setup* mais rápido, com deslocamento de 28 m/min. Um diferencial de possuir *preset* ou braço para medições de ferramentas automáticas o qual além de dar velocidade na medição de ferramentas da qualidade, deixando a ferramenta sem ajustes posteriores. O torno TR03 é uma máquina com características semelhantes ao TR02, porém não possui *preset* de ferramentas, o que deixa mais lento o processo e normalmente precisa de correções posteriores. A fresadora FR1250 é a máquina que usina praticamente itens não seriados, necessitando de uma experiência maior dos operadores. Os tempos de *setup* têm em media quarenta minutos ou menos, o qual se explica por tratar-se de itens especiais e a máquina não possuir magazine de ferramentas.

O centro de usinagem VMC 1066 foi à máquina que se destacou negativamente, pois, foi o maior tempo de *setup* alcançando, uma hora e quinze minutos, sendo que a máquina possui magazine para 24 ferramentas e oferece deslocamento rápido de 28 m/min está com tempo de preparação bastante elevado, por isso justifica-se o trabalho da busca de otimização de redução de *setup* neste centro de usinagem.

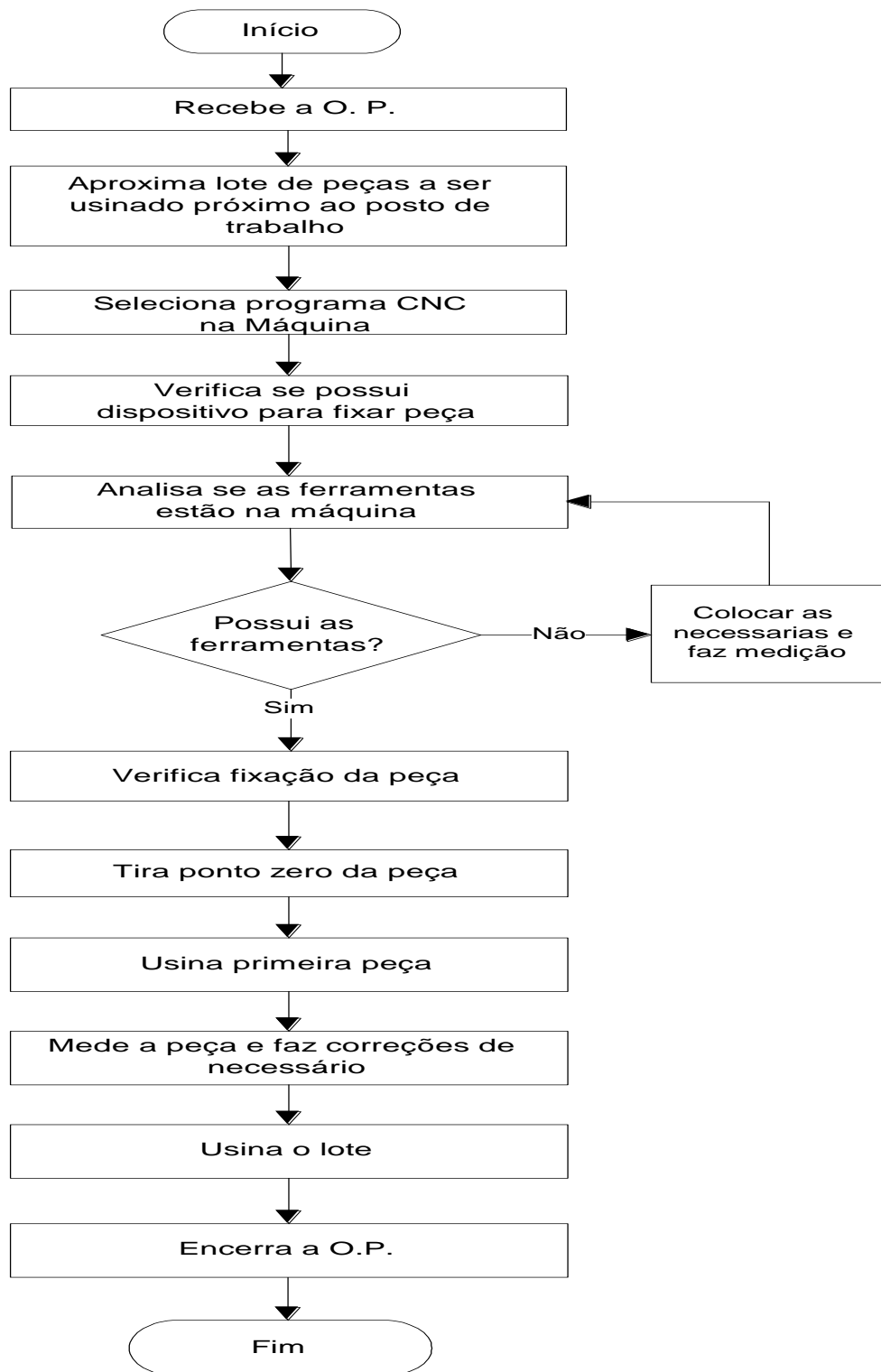
4.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO CENTRO DE USINAGEM VMC 1066.

A empresa conta com uma produção variada de itens seriados e não seriados, para os não seriados a empresa considera os itens que provavelmente irão ser produzidos somente uma vez, e os seriados são itens que se repetem conforme a necessidades dos clientes.

Para entender o que ocorre na produção do centro de usinagem inicia-se analisando o processo com o operador fazendo a manutenção preventiva diária, tarefa que é desempenhada com a função de prevenir paradas desnecessárias durante o turno de trabalho. O sistema de produção da máquina é planejado pelo responsável da produção, que programa a fábrica conforme a necessidade gerada pelo PCP, e disponibiliza as ordens de produção na máquina conforme demanda.

Com objetivo de verificar as atividades realizadas na máquina foi acompanhado a rotina que o operador desempenha no seu dia a dia, com isso foi criado o fluxograma do processo produtivo conforme Figura 07, que mostra as atividades desenvolvidas para usinar um lote de peças qualquer.

Figura 07 - Fluxograma do processo no centro de usinagem.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Na sequência segue descrição do fluxograma do processo produtivo do centro de usinagem:

a) Recebe a ordem de produção do responsável pela produção, na qual constam as atividades a serem desenvolvidas pelo operador, quantidade, código do cliente e da peça, medidas e registros de controle de inspeções. Sua utilização visa garantir a qualidade do item, para que esteja conforme as especificações do desenho, que está no verso da ordem, sendo a forma de o operador visualizar o item que será usinado. A ordem de produção pode ser visualizada no Apêndice B, ordem de produção para itens seriados.

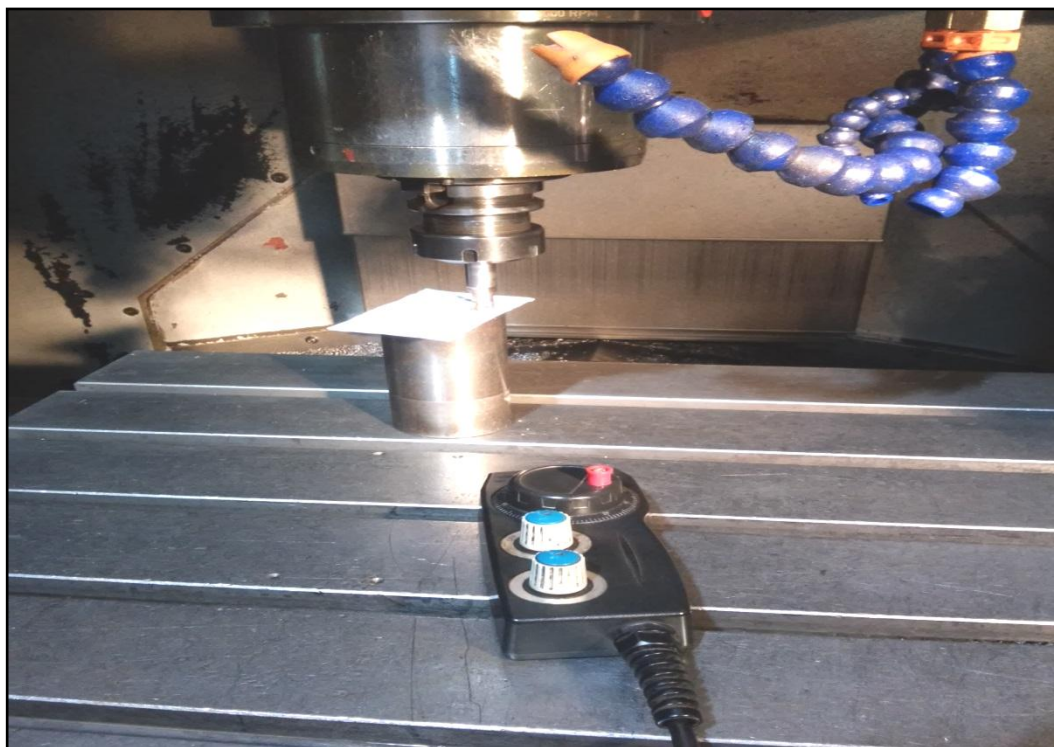
b) Aproximar o lote a ser usinado até o seu posto de trabalho, esta atividade aproxima as peças ao lado da máquina, para que ao usiná-las não seja necessário se deslocar para buscar uma peça por vez, e sim todas estarem ao alcance.

c) Selecionar o programa CNC, que normalmente está na memória da máquina. O operador busca através da ordem produção o código do item e nome do cliente, que para usinar a peça é necessário carregar o programa, e colocar em modo automático.

d) Verificar se possui dispositivo, para o item a ser usinado, utilizando dispositivo para fixar a peça. Verificar com o programador ou responsável pela produção como é a fixação desta peça no dispositivo, caso tenha dúvida.

e) Analisar as ferramentas necessárias e fazer *preset*, com base no programa CNC que especifica as ferramentas necessárias para execução da atividade. Cabe ao operador conferir no magazine as ferramentas que já estão na máquina e as que por algum motivo não estiverem. Após isso, colocar as mesmas na máquina, e fazer a medição para que todas estejam corretas. A forma de medição das ferramentas pode ser visualizada na Figura 08.

Figura 08 - Imagem medição de ferramentas.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Para a imagem da Figura 08, mostra a forma real de como o operador mede as ferramentas na máquina, ou seja, cada vez que necessário colocar uma nova ferramenta ele precisa medir, é utilizado um bloco padrão para fazer as medições, o operador aproxima a ferramenta a ser medido e com um papel encosta a ferramenta do padrão e quando o papel estiver preso ele dá o comando na máquina dizendo que a altura está correta, este procedimento é demorado, mas necessário.

f) Verifica a posição da peça, para dar início à usinagem quando o operador analisa a posição em que a peça vai ser posicionada na mesa da máquina, ou como o dispositivo será fixado. Fazer o alinhamento do dispositivo ou peça com relógio comparador, garantindo o alinhamento conforme os eixos de deslocamento da máquina, verificando na imagem da Figura 09.

Figura 09 - Imagem alinhamento do dispositivo.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

A Figura 09 mostra a forma de alinhamento do dispositivo, toda vez que for colocar um dispositivo na máquina ele deve ser alinhado, com o auxílio de um relógio comparador o operador faz o ajuste do dispositivo, se o mesmo não estiver centrado com o eixo da máquina não consegue produzir as peças corretamente.

g) Tirar ponto zero da peça consiste em referenciar um ponto de partida da peça para a máquina, ou seja, tirar medidas de ponto zero no eixo x, y, z, que são os eixos relativos aos deslocamentos da máquina. Para este zeramento o operador encosta uma ferramenta com diâmetro conhecido nas fases da peça e faz o processo de medição.

h) Usinar a primeira peça, onde o operador faz todas as operações com avanço reduzido conferindo se todos os ajustes estão corretos, evitando assim possíveis erros e colisões. Nesta máquina se faz em diversos itens e cada um tem suas particularidades conforme especificações dos desenhos.

i) Verificar a primeira peça produzida, onde o operador inspeciona todas as cotas indicadas no desenho, anota as medidas críticas solicitadas na ordem de

produção e caso necessário executa as devidas correções diretamente na máquina ou com ajuda do programador.

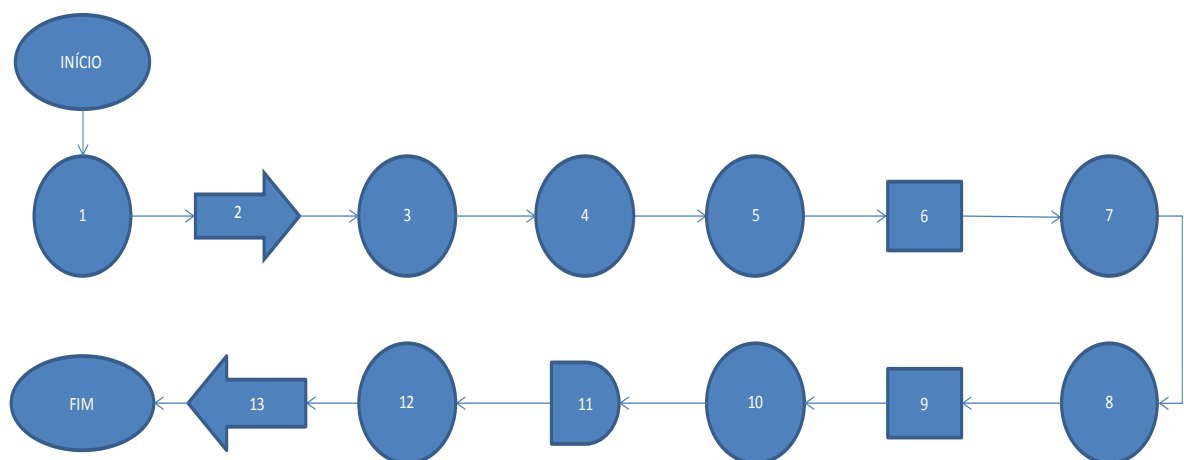
j) Usinar todo o lote, após aprovação da primeira peça. Na ordem de produção são anotadas as medidas das primeiras duas peças e a última, mas o operador inspeciona as peças conforme a tabela de frequência de inspeção ou no mínimo uma a cada dez peças fabricadas.

l) Encerrar a ordem de produção ocorre no final da usinagem de todo o lote, onde realizam as anotações finais, encaminhando o mesmo para outra operação, ou acabamento e armazenagem. Quando necessário comunica-se o responsável da produção encerrando as atividades do referido lote na ordem de produção.

Na análise do processo produtivo do centro de usinagem, pode-se verificar que o processo não é extenso. Porém os tempos de *setups* são muito maiores que o restante das máquinas da empresa. Além de analisar o processo no seu dia-dia no fluxograma da Figura 07, foi verificado o processo de um item, que no geral refere-se a uma usinagem normal sem maiores complexidades.

A criação do fluxo deste item é com objetivo de evidenciar um diagrama do fluxo de processo, para isso é analisado a Figura 10, fluxograma de fabricação do item com código R208790-1. A ordem de produção deste item pode ser visualizada no Anexo A, ordem de produção seriada e, Anexo B desenho do referido item.

Figura 10 - Imagem Fluxograma fabricação item R208790-1.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

O fluxograma de fabricação do item R208790-1 faz referência à produção de qualquer item que seja usinado na máquina, nele podem ser observadas atividades de operações, transportes, inspeções e paradas. A Figura 11 mostra o diagrama de fluxo de processo, evidenciando informações citadas na Figura 10.

Figura 11 - Imagem Diagrama de fluxo de processo.

DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO												
Processo:	Usinagem			Local:	centro de usinagem							
Produto:	Item cod. R208790-1 Quantidade = 50 peças			Analista:	Fernando S. Hernandez							
N°	Descrição da atividade	tempo agrega	Tipo de atividade/duração									
			O tempo	⇨ tempo	D tempo	□ tempo	▽ tempo					
1	Recebe O.P.		1	3	0	0	0	0				
2	Aproxima lote de peças a ser usinado		0		1	5	0	0				
3	Seleciona programa CNC na Máquina	2	1	2	0	0	0	0				
4	Verifica se possui dispositivo para fixar peça		1	5	0	0	0	0				
5	Analisa se as ferramentas estão na máquina / coloca o que for necessário		1	45	0	0	0	0				
6	Verifica a fixação da peça		0		0	0	1	5				
7	Tira ponto zero da peça		1	20	0	0	0	0				
8	Usina primeira peça	7	1	7	0	0	0	0				
9	Inspecciona a primeira peça e faz correções se necessário		0		0	0	1	13				
10	Espera liberação da qualidade		0		0	1	10	0				
11	Usina todo o lote	175	1	175	0	0	0	0				
12	Encerra a O.P.		1	10	0	0	0	0				
13	Leva peças para área de inspeção		0		1	10	0	0				
Total		184	8	267	2	15	1	10	2	18	0	0

Resumo da operação

Atividade		O	⇨	D	□	▽	Total	Índice de aproveitamento:	59%
Itens	Quantidade	8	2	1	2	0	13		
	%	62%	15%	8%	15%	0%	100%		
Tempos	Valor	267	15	10	18	0	310	Data:	14/07/15
	%	86%	5%	3%	6%	0%	100%		

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

No diagrama de fluxo de processo, mostrado na Figura 11, observa-se um índice de aproveitamento de 59%, onde os números mostram algumas perdas em movimentação e espera que podem ser reduzidas. Também paradas para medições, ações importantes para garantia que os itens sejam usinados corretamente. Os pontos que estão se destacando são as operações que somam 86% do tempo de processo total, porém nem todos estes podem ser considerados úteis, como por exemplo, o tempo de preparação ou setup somam 72 minutos, o qual comprova o tempo alto de setup desta máquina. Procurar se possui dispositivo de fixação da peça a ser usado também é um tempo que pode ser considerado alto, um tempo a ser economizado.

No período da pesquisa pode-se observar que, o número de peças dos lotes está ficando menor, os clientes da empresa vem reduzindo seus estoques de segurança. O item analisado nas Figuras 10 e 11 refletem a realidade da produção da empresa com lotes médios de 50 peças. Nos casos em que os lotes são maiores, os *setups* poderiam ser diluídos e considerados um índice de aproveitamento maior, mas não é o que acontece na realidade da empresa, ao menos no atual momento da pesquisa, o que pode variar de um período para outro.

4.4 PROPOSTA PARA MELHORIA DE SETUP NO CENTRO DE USINAGEM VMC1066

Com objetivo geral de colaborar com a melhoria contínua dos processos da M.R. Stamm, nas etapas anteriores foi elaborado um referencial teórico pertinente à melhoria na preparação de máquinas e, abordagem da situação atual da empresa. No que se refere à situação atual do processo produtivo desta máquina está descrito no item 4.3, que o tempo de preparação de um item para outro está elevado.

Conforme Shingo (2000), as preparações podem ser reduzidas, buscando um número menor do que dez minutos. Após estes estudos, busca-se a diminuição dos tempos de preparação da máquina, com ações descritas na sequência.

4.4.1 Padronização das atividades realizadas no dia-dia.

Com o acompanhamento das atividades realizadas pelo operador foi criado um fluxograma do processo produtivo da máquina conforme imagem na Figura 07. Porém analisou-se que o operador não realizava as suas ações sempre da mesma forma, ou seja, mesma sequência, o que acaba gerando um tempo maior para executar a atividade correta. Com objetivo de padronizar as ações do dia-dia realizadas pelo operador, a primeira melhoria foi disponibilizar o fluxograma para o operador, obedecer à sequência operacional de suas rotinas diárias, conforme pode ser verificado na Figura 12, onde evidencia que o fluxograma do processo produtivo do centro de usinagem, está fixado na máquina. O objetivo desta ação é diminuir tempo de espera, ou realizar atividade desnecessária que não estava na ordem correta, proporcionando retrabalhos posteriores.

Figura 12 - Fluxograma do processo no centro de usinagem.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Na Figura 12, evidencia-se a disposição do fluxo desenvolvido para as atividades do operador, e objetivando treinar e orientar o mesmo, desenvolver habilidades na rotina diária de operações.

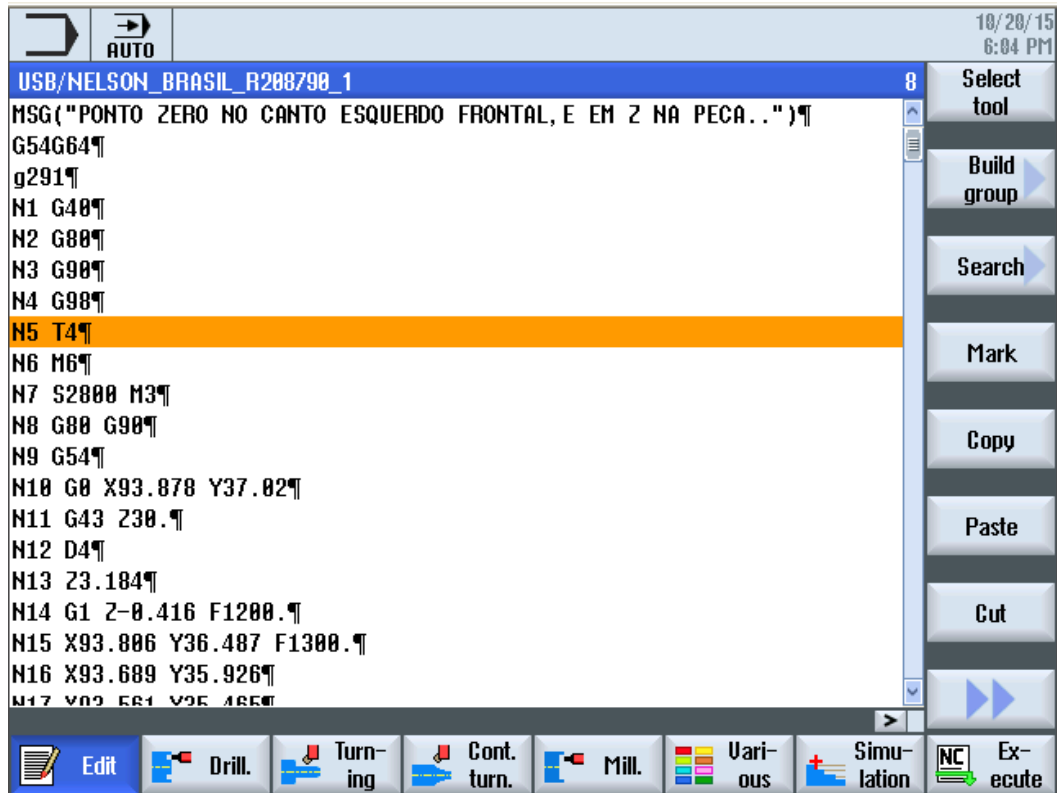
4.4.2 Normatização para programas CNCs e dispositivos de fixação de peças.

A segunda melhoria possível de ser adaptada ao sistema produtivo da empresa é no momento de planejar a programação e execução do item a ser usinado. Foi verificado que o operador perde mais ou menos 50 minutos para selecionar o programa na máquina e analisar quais ferramentas serão usadas (Figura 11). Caso existam dispositivos para fixar as peças, também faltam informações ou estas informações são difíceis de encontrar.

Para resolver este problema, realizou-se um *benchmarking* em empresas do ramo, de maior porte e que já possuem um método para programação e comunicação entre operador e programador. Nas Figuras 13 e 14 respectivamente

podem ser visualizados o antigo e o novo formato de cabeçalho padrão para programas para o centro de usinagem.

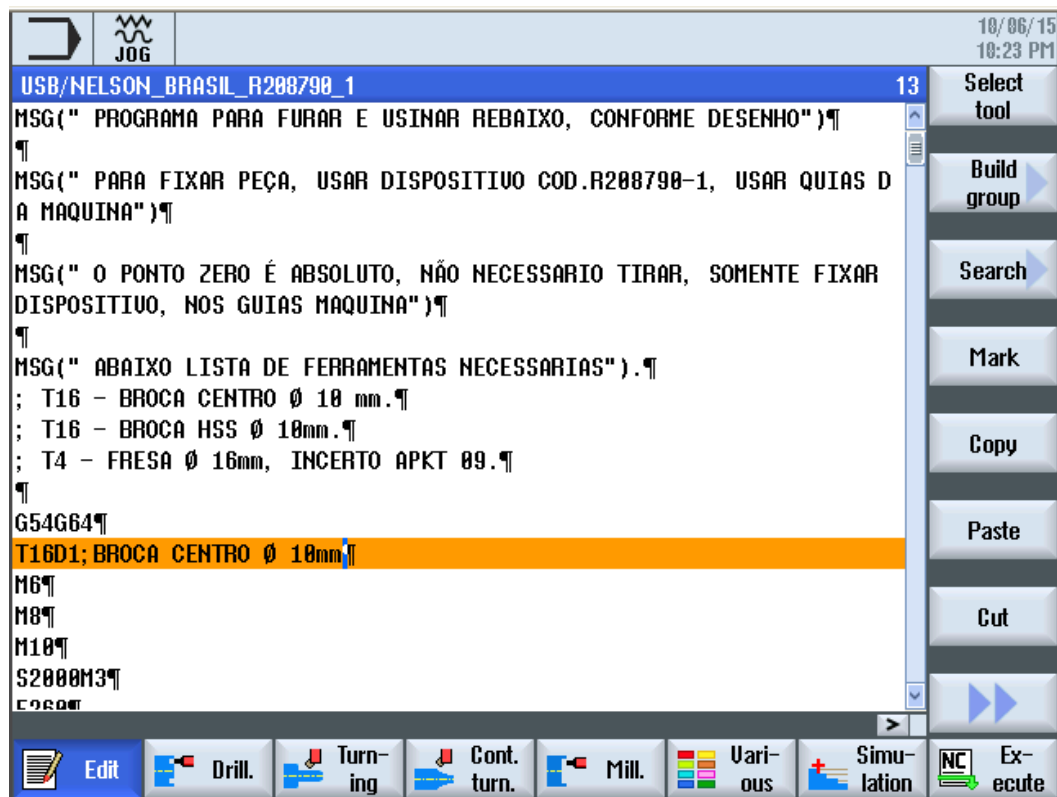
Figura 13 - Imagem do cabeçalho programa CNC antigo.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

A Figura 13 mostra a forma de como os programas são gerados antes da sugestão de melhoria, as informações sendo passadas informalmente, nada por escrito, ficando difícil de obter as informações, ou até mesmo por não lembrar na hora de efetuar a regulagem causa uma procura no programa, ou solicitar informações ao programador.

Figura 14 - Imagem do cabeçalho programa CNC implementado.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Na Figura 14 mostra o novo modelo de cabeçalho do programa a ser usado, para comunicação entre programação e operador, facilitando a visualização das informações, com maior rapidez e nitidez, a perda de tempo é menor, pois o operador visualiza as informações e segue o fluxo normal para fabricação do item, diminuindo o tempo de parada, buscando informações, e ainda eliminando dúvidas iniciais contribuindo para melhoria da qualidade da usinagem.

Outro ponto proposto a ser melhorado, é a identificação da forma de fixar o dispositivo. Este além de ser identificado no programa, o dispositivo terá gravado o código do item a ser usinado e, criado uma prateleira próxima à máquina. Prateleira identificada para que de acordo com a necessidade de usar o dispositivo não haja desperdício de tempo na procura, sendo de fácil visualização conforme imagem da Figura 15, onde pode ser visualizada prateleira identificada com o dispositivo identificado.

Figura 15 - Imagem prateleira com identificação dos dispositivos.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Na imagem da Figura 15, mostra os dispositivos utilizados na máquina organizados e tendo um local definido, o que antes não existia. Também a identificação do dispositivo, para que ao precisar usar, seja de fácil identificação.

4.4.3 Sistema de fixação dos dispositivos e padronização de ponto zero.

O terceiro ponto a ser aperfeiçoado é a forma de fixar dispositivos, e definir o ponto zero da peça ou dispositivo. Conforme a situação atual, em todo início de processo perde-se aproximadamente 20 minutos até iniciar a usinagem da primeira peça. Analisando o processo da empresa, identificou-se que o operador passa relógio comparador para alinhamento do dispositivo, e cada lote de peças é necessário tirar um novo ponto zero.

Pesquisaram-se formas de reduzir estes tempo e conforme Shingo (2000) deve-se observar as maneiras de fixação, e padronização das ações, como usar

parafusos padrões, arruelas em formato de U, guias em dispositivos para mais rápido se tirar as peças, e reduzir os tempos que não agregam valor ao item.

Com objetivo de reduzir tempos de alinhamento foi proposto à colocação de guias nos dispositivos, e um encaixe na mesa da máquina, que garantam o alinhamento com a mesma. Estes guias modelo podem ser visualizados nas Figuras 16 e 17 respectivamente, como proposta para utilização na base do dispositivo e, encaixe na base da máquina.

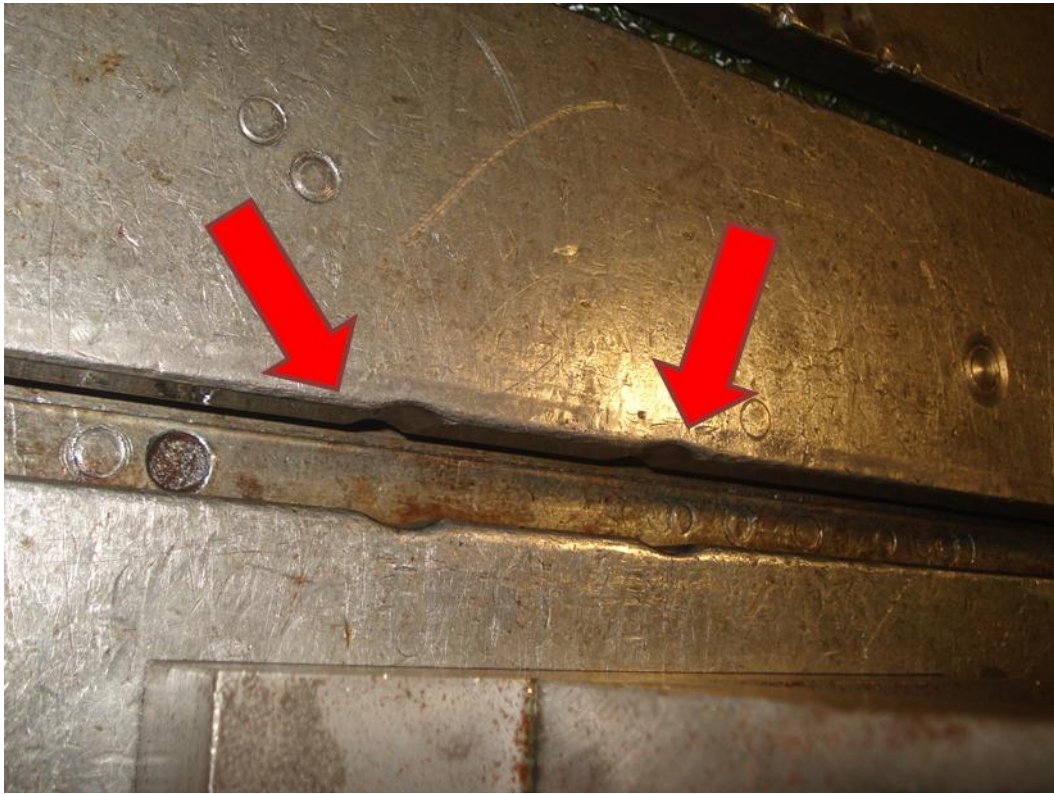
Figura 16 – Imagem dos guias para alinhamento de dispositivos.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Na Figura 16 mostra os dois guias propostos para alinhamento dos dispositivos na mesa da máquina, os mesmos tem uma tolerância de usinagem de 0,03mm, ou seja, três centésimos de milímetros, a qual garante que o dispositivo fique alinhado com os eixos da máquina. Os guias serão planejados na no desenvolvimento do dispositivo.

Figura 17 – Imagem dos encaixes da base da máquina.



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

A imagem da Figura 17 são encaixes na mesa da máquina, estes realizados para encaixar os guias dos dispositivos a ser fixado. Esta pequena usinagem na base da máquina não afetara a qualidade do equipamento e dará uma agilidade enorme ao processo de fixação dos dispositivos.

Com a instalação de guias na base dos dispositivos se elimina o processo de utilizar relógio comparador para alinhar e centralizar o dispositivo. Este processo de alinhamento é importante para manter a qualidade das peças, com o método de alinhamento por guias se utiliza uma folga de três centésimos, o qual pode ser corrigido caso necessário na usinagem da primeira peça.

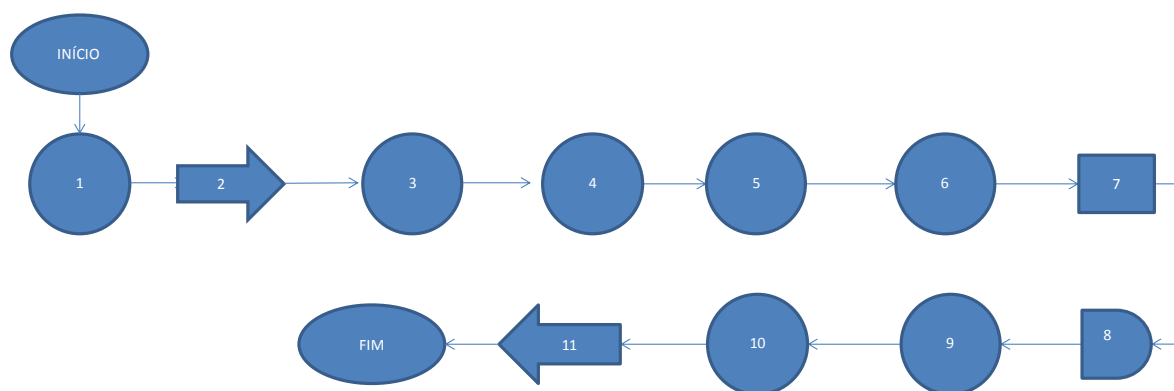
Ainda com relação aos guias de fixação consegue-se fazer o zeramento permanente. Quando o item está em desenvolvimento pela área de programação, a mesma elabora uma forma de definir um ponto zero absoluto, ou seja, para cada item, um código que será utilizado com referência aos guias da máquina, o qual referencia o ponto zero na primeira vez que o item for usinado, garantindo que não seja necessário tirar ponto zero novamente a cada vez que for usinado um novo lote.

Com a fixação de dois guias, garante-se que o dispositivo seja colocado sempre no mesmo lugar, permitindo que tenha qualidade e agilidade na fixação dos mesmos.

4.5 RESULTADOS ATINGIDOS COM A IMPLANTAÇÃO DAS MELHORIAS

Ao longo do trabalho efetuaram-se três importantes melhorias já citadas anteriormente e, para monitorar os resultados obtidos foram acompanhados e registrados os novos tempos com fluxograma de processo que pode ser visualizado nas Figuras 18 e 19, fluxograma de processo e diagrama do fluxo de processo, respectivamente.

Figura 18 – Fluxograma do Processo



Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

No fluxograma de processo da Figura 18, verifica-se que foi eliminado do processo duas atividades com relação a fluxograma inicial Figura 10. Com a melhoria do processo, observa-se que a atividade de verificar fixação da peça foi juntada com a atividade selecionar o programa CNC na máquina, onde o operador consegue visualizar as duas informações de uma só vez. E a segunda melhoria foi em que o operador esperava ser definida a fixação das peças, está eliminada, pois esta informação está clara no cabeçalho do programa. Com informações claras e eficientes se reduz o tempo de operação e a espera.

Figura 19 – Diagrama Fluxo de Processo

DIAGRAMA DE FLUXO DE PROCESSO									
Processo:		Usinagem			Local:		centro de usinagem		
Produto:		Item cod. R208790-1 Quantidade = 50 peças			Analista:		Fernando S. Hernandez		
N°	Descrição da atividade	tempo agrega	Tipo de atividade/duração						
			O tempo	⇒ tempo	D tempo	□ tempo	▽ tempo		
1	Recebe O.P.		1 3	0	0	0	0	0	
2	Aproxima lote de peças a ser usinado		0	1 5	0	0	0	0	
3	Seleciona programa CNC na Máquina / verifica metodo de fixar peça / dispositiv	4	1 4	0	0	0	0	0	
4	Analisa se as ferramentas estão na máquina / coloca o que for necessario		1 15	0	0	0	0	0	
5	Tira ponto zero da peça		1 2	0	0	0	0	0	
6	Usina primeira peça	7	1 7	0	0	0	0	0	
7	Inspeciona a primeira peça e faz correções se necessario		0	0	0	1 13	0	0	
8	Espera liberação da qualidade		0	0	1 10	0	0	0	
9	Usina todo o lote	175	1 175	0	0	0	0	0	
10	Encerra a O.P.		1 10	0	0	0	0	0	
11	Leva peças para area de inspeção		0	1 10	0	0	0	0	
Total		186	7 216	2 15	1 10	1 13	0 0	0 0	

Resumo da operação

Atividade	O	⇒	D	□	▽	Total	Índice de aproveitamento:
Itens	Quantidade	7	2	1	1	0	
	%	64%	18%	9%	9%	0%	
Tempos	Valor	216	15	10	13	0	Data: 18/09/15
	%	85%	6%	4%	5%	0%	

Fonte: Desenvolvido pelo Autor, 2015.

Complementando as informações com o diagrama fluxo de processo na Figura 19, detalham-se as informações retiradas do processo produtivo. Comprova-se desta forma em números que as alterações sugeridas têm impacto positivo, sendo que o índice de aproveitamento das operações que agregam valor ao item aumentou em 14%, ou seja, de 59% passou para 73%.

Outro fator positivo é que foi reduzido o tempo de *setup* em 29%, em relação à Figura 05 onde o *setup* médio era de 75 minutos. Redução significativa deixando o *setup* da máquina próximo a todas as máquinas CNC da empresa, dando uma regularidade ao processo, não tendo uma oscilação tão grande em apenas um equipamento.

Com os dados relacionados à eficiência da proposta de melhoria no processo do centro de usinagem CNC, mostrou-se como melhoria significativa a busca de redução dos desperdícios de tempo, sendo que os objetivos do estudo foram alcançados com sucesso.

5 CONCLUSÕES

O ramo metal mecânico de uma forma geral, está passando por um período de instabilidade, onde o cenário nacional é de insegurança. Fato este, que não é diferente da realidade da empresa, onde os seus clientes estão há cada dia reduzindo estoque, lotes de produção estão diminuindo as quantidades. O setor de usinagem é um setor muito competitivo, onde todas as melhorias são bem vindas, o que ajuda a empresa tornar-se mais competitiva no mercado, e possuir uma capacidade de resposta cada vez mais rápida.

A empresa M.R. Stamm, sempre se preocupa em atender seus clientes da melhor maneira possível, e investe em novas tecnologias, adquirindo máquinas e ferramentas novas com alta competitividade, visando à execução e qualidade dos seus serviços.

O objetivo geral do estudo foi atingido, onde foram propostas e implementadas melhorias ao processo, que podem ser conferidas no item 4.3 resultado atingido com a implantação das propostas de diversas melhorias.

Destacam-se também os objetivos específicos, onde o primeiro é de aumentar o conhecimento literário e os principais conceitos sobre usinagem, embasando-os conceitualmente, estes conforme capítulo 2, nos itens 2.1, 2.2 e 2.3.

O segundo objetivo específico, identificar no processo de usinagem CNC, qual máquina tem o maior desperdício de tempo de preparação, foi atingido de acordo com explanação no capítulo 4.2.

Para o terceiro objetivo específico, analisar o sistema de produção do centro de usinagem, bem como identificar as problemáticas existentes, poderão ser alcançados conforme proposta do item 4.3.

O quarto e último objetivo específico, propor melhoria para redução de *setup* no centro de usinagem, apresenta como sugestão a implantação de melhorias citadas nos item 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3.

Deve-se destacar o principal propósito deste trabalho na busca por redução de *setup*, onde sua proposta evidencia como resultado uma diminuição de aproximadamente 29% no tempo de máquina parada, se considerar uma média de dois *setups* diários, pois podem oscilar. Desta foram chega-se a um número de aproximadamente 40 preparações mensais, identificando uma perda em torno de 50

horas em um mês de trabalho, sendo que com a implementação da proposta este número cai para aproximadamente 14 horas.

Números expressivos que além da empresa gerar mais renda, fica mais competitiva e com capacidade de reação para atender seus clientes com maior agilidade.

Portanto, este trabalho contribuiu para o aprendizado e crescimento profissional, mostrou que sem grandes investimentos podem-se melhorar os processos das empresas, atingir importantes resultados em melhorias que muitas vezes passam despercebidas ou não são dadas as devidas importâncias. Com isso finaliza-se este trabalho com significativa melhoria no *setup* do centro de usinagem CNC.

Para trabalhos futuros pode-se pesquisar a viabilidade de um investimento financeiro na compra de equipamentos para *preset* automático usado na medição das ferramentas e ou, aquisição de mais suportes de ferramentas, para reduzir a substituição de ferramentas da máquina. Entretanto este trabalho fica aberto a novas pesquisas com a possibilidade e utilização de novas ideias de outros pesquisadores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

DARVIN, Cibele A. de Castro D. **OS BENEFÍCIOS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA FERRAMENTARIA DE UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: UTILIZANDO O CONCEITO DE USINAGEM EM ALTA VELOCIDADE DE CORTE**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 10, nº 3, p. 51-59, julho/setembro 2003.

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

FOGLIATTO, F.S.; FAGUNDES, P.R.M. **Laboratório de Otimização de Produtos e Processos da escola de Engenharia (LOOP)**. Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

GOLDACKER, Fabiano; OLIVEIRA, Hélio Jerônimo. **Set-up: ferramenta para a produção enxuta**. FAE., Curitiba. n. 2. v. 11, p. 127-139, 2008.

HARMON, L Roy; PETERSON, Leroy D. **Reinventando a Fabrica**, Rio de janeiro: Editora Campus, 1991.

MIGUEL P. A. C.. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

OLIVEIRA, Jorge Wagner. **Sistema de Informação**. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/22755187/1481008806/name/Proc.Neg.Atividade.pdf>>. Acesso em: 12 outubro 2015.

PIMMEL, A. G. S.; SEVERO, E. A; GUIMARÃES, J. C. F. **Otimização do processo de Usinagem**. 3º Simpósio Científico de Graduação e Pós Graduação FTSG, 2013.

PEINADO, J.; GRAEML, A. **Administração da Produção: Operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicemP, 2007.

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

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de ferramenta**. 1º ed. Porto Alegre: editora Bookmann, 2000.


SHINGO, Shigeo. **O Sitema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. 2º ed. Porto Alegre: editora Bookman, 1996.

SILVA, F. Pinto. Usinagem de Espumas de Poliuretano e Digitalização tridimensional para fabricação **de Assentos personalizados para pessoas com Deficiência**. Tese para obtenção do título de Doutor em Engenharia, Universidade do Rio grande do Sul Escola de Engenharia programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Porto Alegre 2011.


SOUZA, Dr. André J. **Apostila Processos de Fabricação por usinagem, Parte 1 Fundamentos da Usinagem dos Materiais**. Universidade Federal do Rio grande do Sul, Escola de Engenharia Departamento de Engenharia Mecânica, 2011.

WIESE, Diogo. **Implantação do Conceito de Troca Rápida de Ferramentas no Setor de Usinagem em uma Empresa Produtora de Peças Automobilísticas.** Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Centro de Ciências Tecnológicas CCT, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. Joinville 2007.

APÊNDICE A: TABELA PARA REGISTRO DE SETUP

	TABELA PARA REGISTRO DE SETUP NA TROCA DE FERRAMENTAS Rev. 00-04/05/2015			MÁQUINA:
	DATA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE A SER DESENVOLVIDA	INÍCIO	
				Responsável da Execução

ANEXO A: ORDEM DE PRODUÇÃO SERIADA Do ITEM R208790-1

	ORDEM DE PRODUÇÃO				Nº: 6952
Código: R208790.1	Desc.: FLANGE	Quant.: 50,00	Modelo: R17Q1	Iniciar: 18/08/2015	Grupo: 20
Cliente: 0113	NELSON DO BRASIL INDUSTRIA METALURGICA LTDA	Pedido: 2287	Período: 3	Finalizar: 20/08/2015	
COMPONENTES					
Código	Descrição	Quant. Unit.	Quant. OF	Unid.	
R208790	FLANGE (CORTE LASER) MP	1.000	50,00	PC	

OPER.	T. OP.	MAQUINA	COD. BARRA	OPER.	T. OP.	MAQUINA	COD. BARRA
010	0	TR002 TR003		020	0	CU001 CU002	
TORNEAMENTO CNC: FACEAR, FURAR, USINAR INTERNO, VIRAR A PEÇA DEIXAR NO COMP. USINAR INTERNO (OBS: PROG: SIEMENS: NELSON_BRASIL_R208790.1)							
Data: ____/____/____		Qtde. Aprovada: _____		Data: ____/____/____		Qtde. Aprovada: _____	
NOME: _____		Qtde. Reprovada: _____		NOME: _____		Qtde. Reprovada: _____	
Peça/cota	13.6±0.2	11.50±0.2	39.2±0.1	48.9±0.05	5.34±0.15	8.26±0.13	
1ª Peça							
2ª Peça							
Última							
Peça/cota	2.1±0.15	20.0±1.00	10.0±0.2	57.88±0.15	53.23±0.15	53.02±0.15	
1ª Peça							
2ª Peça							
Última							
OPER.	T. OP.	MAQUINA	COD. BARRA	OPER.	T. OP.	MAQUINA	COD. BARRA

030	0	FC001 FC003	040	0	
ACABAMENTO: ESCAREAR Ø 10 (OBS: VERIFICAR EXISTENCIA DE REBARBAS) ELIMINAR REBARBAS DAJARMAZENAGEM: CONFERENCIA VISUAL REBARBAS,CONTAR, EMBALAR, IDENTIFICAR E ARMAZENAR AREAS FRESADAS					
Data: ____/____/____		Qtde. Aprovada: _____		Data: ____/____/____	
NOME: _____		Qtde. Reprovada: _____		NOME: _____	
Peça/cota	VISUAL		Peça/cota		
1ª Peça			1ª Peça		
2ª Peça			2ª Peça		
Última			Última		

PLANO DE CONTROLE				
Nº Op.	Especificação	Instrumento	Frequência	Final
010	Ø 48,90±0,05	RCI	1/5	

ANEXO B: ORDEM DE PRODUÇÃO SERIADA, LADO 02 – DESENHO.

