

# UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE PRODUÇÃO EM MÁQUINA CNC

**Leonardo Bertolin Furstenau**

leonardofurstenau@mx2.unisc.br

**Liane Máhlmann Kipper**

liane@unisc.br

**Michele Kremer Sott**

micheleksott@hotmail.com

**Ana Julia Dal Forno**

anajudalforno@hotmail.com

**Rejane Frozza**

frozza@unisc.br



*O presente artigo tem como objetivo identificar possíveis perdas de produção devido às causas de parada de uma máquina CNC com especialidade em cortes de madeiras. A metodologia utilizada foi o estudo de caso com profundidade em seu contexto de realidade. Os resultados foram analisados a partir da utilização das seguintes ferramentas da qualidade: Diagrama de Pareto, Brainstorming, Diagrama de causa e efeito, Matriz GUT e para finalizar utilizou-se o 5W2H a fim de propor melhorias à organização. Os resultados encontrados apontam que as ferramentas da qualidade são fundamentais para identificação e solução de problemas nas indústrias em geral, pois neste estudo foi possível identificar que o tempo utilizado para outras atividades que não estão de encontro com o cronograma da produção totaliza em 37,5% do tempo de operação da máquina. O diagrama de Pareto evidenciou que o setup é a principal causa de interrupção da produção, representando em 25,6% dentre as causas identificadas. A aplicação do diagrama de Ishikawa seguido da matriz GUT demonstrou que a falha da comunicação interna, falta de manutenção e programação não otimizada são as principais causas raízes para as paradas de setup. Por fim, com a aplicação da ferramenta 5W2H foi possível estruturar planos de ações para solucionar os problemas identificados.*

*Palavras-chave: Ferramentas da qualidade, Causas de parada de máquina, Usinagem CNC.*

## 1. Introdução

Para atender as necessidades e expectativas dos clientes, as empresas buscam o desenvolvimento e o aperfeiçoamento constante de seus processos, com o intuito de disponibilizar no mercado produtos de qualidade, pois este fator é imprescindível para a própria sobrevivência da empresa no mercado atual (CHIAVENATO, 2014). Bornia (2010) afirma as empresas devem focar seus esforços na eliminação dos desperdícios, os quais são identificados desde materiais e produtos defeituosos, bem como processos que são inerentes ao processo de fabricação do produto, como movimentação de materiais e preparação de máquinas, sendo, portanto, todos os esforços econômicos que não agregam valor ao produto. Para Ohno (1997) o desperdício se refere a qualquer elemento da produção que aumenta o custo do produto sem agregação de valor no mesmo.

Neste contexto, a necessidade de aperfeiçoar os processos e aumentar a agilidade para resolução das causas de paradas das máquinas, objetivando aumentar o desempenho da mesma tem se mostrado extremamente importante nas indústrias. Segundo Veloso (1995) para averiguar o desempenho de uma máquina é necessário analisar as seguintes atividades: operação, *setup*, ociosidade e manutenção. Contador (1995) ressalta que a atenção deve ser concentrada nos tempos improdutivos de maior importância das máquinas mais utilizadas. Nesta perspectiva, com a intenção de identificar os motivos causadores das paradas de máquina, lança-se mão de uma série de ferramentas da qualidade para análise dos fatos e direcionamento de ações efetivas com objetivo de diminuir ou até mesmo eliminar estes fatores, segundo Peinado e Graeml (2007) tais ferramentas podem ser o Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, a ferramenta GUT (gravidade, urgência e tendência), bem como a ferramenta 5W2H.

Diante disto, o objetivo deste estudo foi identificar possíveis perdas de produção devido às causas de parada de uma máquina CNC com especialidade em cortes de madeiras. A relevância do estudo dá-se em função da preocupação dos gestores em relação ao tempo em que a máquina permanece parada. A empresa, situada na região central do Rio Grande do Sul, está 15 anos no mercado e tem como foco desenvolver tecnologias para sistemas de informação e entretenimento. A empresa conta com um parque tecnológico de 180 mil m<sup>2</sup> e uma equipe de 190 colaboradores.

## 2. Metodologia

A metodologia utilizada foi o estudo de caso, pois investigou-se um caso em profundidade em seu contexto de realidade (YIN, 2015). A coleta de dados ocorreu com a realização dos cinco procedimentos descritos a seguir: I) definição da estrutura conceitual; II) planejamento do estudo de caso; III) instrumento e método de coleta de dados; IV) análise dos dados; e V) geração do relatório de pesquisa (MIGUEL, 2007; PICCIRILLO, DE GENARO, CHIROLI e MELLO, 2016; YIN, 2015). Na etapa I foram realizadas revisões teóricas em artigos e livros sobre os seguintes tópicos: causas de paradas de máquinas, interrupções no processo produtivo e ferramentas da qualidade. Na etapa II definiu-se um único estudo de caso, com o intuito de analisar a fundo as problemáticas das paradas da máquina CNC. Na etapa III, foi realizado um levantamento do histórico de apontamentos do operador da CNC dos meses de abril, maio, junho e julho do ano de 2016 pelo sistema de apontamentos (apontado de forma manual pelo operador em terminais de apontamento), com o objetivo de analisar as principais causas de paradas da máquina. Após, foi realizada a média dos tempos de apontamento entre os meses estudados, em seguida os dados foram tabulados num formato decrescente de valores e percentuais, no que foi possível utilizar o Diagrama de Pareto objetivando identificar as possíveis causas de paradas da máquina e dentre elas a mais crítica. Após a ordenação dos principais motivos de parada de máquina, foi promovida uma sessão de *brainstorming* com os colaboradores envolvidos no processo de usinagem CNC, como operadores, líderes e programadores, com o intuito de analisar os dados levantados e identificar os possíveis causadores desses motivos e distribuí-los no Diagrama de Ishikawa de acordo com cada um dos 6M's que compõem a ferramenta. Para a etapa IV, buscou-se identificar as causas raízes mais críticas do processo a partir da aplicação da ferramenta GUT, a qual foi alimentada pelos 6M's do Diagrama de Ishikawa. Com os dados adquiridos pela aplicação das ferramentas acima descritas, para a etapa V aplicou-se a ferramenta 5W2H com o intuito de propor melhorias aos gestores da empresa estudada, bem como avaliar a implementação de tais melhorias.

## 3. Referencial teórico

### 3.1. Interrupções e paradas de máquinas no processo produtivo

Cechin (2000) e Linhares et al. (2012) afirmam que os principais fatores que influenciam no desempenho operacional das máquinas, em relação ao operador, são: tempo para alimentação como lanches, higiene pessoal, descanso, ida ao banheiro, o tempo de experiência

do operador, obstáculos referentes ao percurso das máquinas, bem como velocidade de deslocamento das máquinas e paradas para manutenção corretiva e preditiva.

Para Contador (1995) as interrupções nos processos produtivos são inevitáveis, pois são inerentes aos processos, como paradas para refeição, troca de produtos, regulagem de máquinas, entre outros. Estas interrupções ocasionam quedas na taxa de produção, perdas de materiais (TSAROUHAS, 2012) e quedas no ritmo dos operários, gerando uma inércia que acaba dificultando a retomada do ritmo normal de trabalho. Portanto, nos casos que não sejam possíveis eliminá-los, devem ao menos reduzir seu prolongamento (CONTADOR, 1995)

Esforços devem ser centralizados na redução dos tempos destas atividades como: redução do tempo decorrente da troca de turno; redução do tempo inativo decorrente da troca de produtos; redução da espera pelo serviço de manutenção; redução da espera pelo serviço de preparação; redução da espera pelo operador; redução dos tempos inativos não apontáveis; redução do tempo de espera do material em processo, bem como a redução das atividades improdutivas (CONTADOR, 1995).

### **3.2. Ferramentas básicas da qualidade**

Para manter a qualidade na organização, utiliza-se 7 ferramentas básicas, mais 3 complementares. Estas ferramentas também são utilizadas no ciclo PDCA (*plan, do, check, act*) (AICHOUNI, 2012; SOUSA, RODRIGUES e NUNES, 2018), são elas: o Diagrama de Pareto que possui a intenção de identificar a causa que mais impacta num determinado problema; Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de Peixe, o qual objetiva identificar as causas raízes; a ferramenta GUT (gravidade, urgência e tendência) que auxilia determinar quais problemas devem ser solucionados primeiramente; a ferramenta 5W2H que visa propor melhorias e soluções para problemáticas em geral; o fluxograma que facilita a visualização e entendimento dos processos; folha de verificação que é uma maneira de apresentar e visualizar os dados; já o gráfico de controle fornece uma visualização mais rápida e abrangente dos dados de uma folha de verificação; diagrama de dispersão ou correlação é utilizado visando comprovar a relação entre uma causa e um efeito; *brainstorming*, conhecido como tempestade de ideias, auxiliando na geração de ideias para problemas em geral; e estratificação que permite analisar separadamente dados que auxilia na identificação do problema (PEINADO e GRAEML, 2007; SILVA *et al.*, 2013).

As ferramentas da qualidade melhoram o desempenho e posicionamento competitivo da organização (ALSALEH, 2007; SHARMA e KHARUB, 2015; O'NEILL, SOHAL e TENG,

2016; KHARUB, LIMON e SHARMA, 2018). Segundo McQuater *et al.* (1995) as ferramentas da qualidade são consideradas peças chave para a melhoria contínua das organizações, pois permitem que processos sejam monitorados e avaliados, faz com que todos se envolvam nos processos de melhoria, incentiva as pessoas a resolverem seus próprios problemas, desenvolve uma mentalidade de melhoria contínua nos envolvidos, auxilia na transferência de experiências de atividades de melhoria e de qualidade para as operações diárias do negócio, reforça o trabalho em equipe através de resolução de problemas em conjunto. Todavia, os autores apontam em pesquisas realizadas algumas dificuldades associadas à implementação destas ferramentas, como pouco treinamento aos colaboradores, bem como falta de suporte da gerência; o fato do colaborador não estar apto para aplicar o que foi aprendido; uso inapropriado das técnicas e ferramentas; resistência cultural quanto às metodologias aplicadas; falha em liderar e dar o exemplo; falta de confiabilidade dos dados adquiridos, bem como problemas quanto à sua manipulação; problemas de comunicação e compartilhamento dos resultados (MCQUATER, 1995).

Vale ressaltar que nenhuma ferramenta é mais importante do que outra, mas que todas são aplicáveis em diferentes situações. Ao utilizar diferentes técnicas e ferramentas da qualidade é possível visualizar dados complexos de forma simples e poderosa como: avaliar as áreas que causam a maioria dos problemas; dar uma orientação para as áreas a serem priorizadas; analisar as relações entre as variáveis; estabelecer causas de uma possível falha nos processos; averiguar a distribuição de dados (BAMFORD e GREATBANKS, 2005). No entanto, a falta de colaboradores efetivos, bem como a ausência de tais ferramentas e técnicas citadas acima, torna difícil a resolução de problemas, para os autores, em outras palavras “se você só tem um martelo, é surpreendente como muitos problemas se parecem com pregos”.

### 3.2.1 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto surgiu através de estudos realizados pelo economista italiano Vilfredo Pareto, que ao realizar estudos sobre a distribuição da riqueza no século XIX, percebeu que havia uma grande dispersão percentual nesta distribuição, na qual poucas pessoas da sociedade detinham de uma elevada parcela do percentual enquanto que muitas outras pessoas possuíam a menor parcela, em valores percentuais, 80% da riqueza do país estava concentrada nas mãos de 20%. Após esta descoberta J. M. Juran adaptou este conceito para a realidade da qualidade com a seguinte afirmação “na maioria dos casos os defeitos e seu custo associado são

devidos a um número pequeno de causas” (JURAN e GODFREY, 1999; PEINADO e GRAEML, 2007; CARVALHO, ABREU e ALVES, 2015; NAYAK e SINGH, 2019).

“O diagrama de Pareto demonstra a importância relativa das variáveis de um problema. Por meio dele se indica o quanto cada uma destas variáveis representa, em termos percentuais, do problema geral” (PEINADO e GRAEML, 2007). Lins (1993) e Djekic e Tomasevic (2018) descrevem o gráfico de Pareto com o aspecto de um gráfico de barras onde cada causa é quantificada em termos da sua contribuição para o problema é ordenada em ordem decrescente de influência ou ocorrência.

### 3.2.2 Brainstorming

O *brainstorming* é um processo que visa captar ideias de um grupo de participantes que são reunidos para solucionar um problema específico (MIRANDA *et al.*, 2015; KOGAWA e SALGADO, 2017; RITTER e MOSTERT, 2018; AL-SAMARRAIE e HURMUZAN, 2018). “O *brainstorming* é utilizado para se gerar o máximo de ideias possíveis sobre um assunto, em um determinado espaço de tempo, procurando evitar qualquer tipo de pré-julgamento” (PEINADO e GRAEML, 2007). Os autores reforçam que o *brainstorming* ou tempestade de ideias serve para gerar inspiração às equipes com o intuito de estimular outros participantes a contribuírem com mais ideias.

### 3.2.3 Diagrama de Causa e Efeito

Também conhecido como diagrama de Ishikawa, ou gráfico de espinha de peixe (ISHIKAWA, 1982; AICHOUNI, 2012; NAYAK e SINGH, 2019), foi criado por Kaoru Ishikawa em 1943, esta ferramenta da qualidade apresenta a relação existente entre o problema e as causas do processo que podem provocar o problema (ROSARIO, DANTAS e OEIRAS, 2015).

Devem-se elencar as possíveis causas do determinado problema e descrevê-las no diagrama, ou seja, construir o diagrama alocando as causas nos seguintes grupos: método, mão-de-obra, matéria-prima, medida e meio ambiente (SMITH *et al.*, 2014; TAHER e ALAM, 2014; CARVALHO, ABREU E ALVES, 2015; CANO, MOGUERZA E CORCOBA, 2015; SUÁREZ-BARRAZA e RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, 2018). “As causas representam hipóteses que precisam ser analisadas e testadas uma a uma, a fim de comprovar sua veracidade e determinar o grau de influência ou impacto sobre a situação em análise” (PEINADO e GRAEML, 2007).

### 3.2.4 GUT (Gravidade, Urgência e Tendência)

GUT é uma ferramenta bastante simples, que prioriza dados qualitativos e subjetivos com o intuito de avaliar problemas baseados em três critérios: gravidade, tendência e urgência, definidos numa escala de 1 a 5, e devem ser multiplicados os três fatores a fim de obter a pontuação dos problemas e tomar ações naqueles que apresentarem a maior pontuação (GOMES, 2006; GONÇALVES, 2018).

A gravidade representa a intensidade dos danos que um determinado problema pode causar caso não seja solucionado; urgência significa o tempo previsto para o aparecimento de resultados indesejáveis (os quais foram considerados na gravidade). A tendência representa considerar o desenvolvimento do problema em função da ausência da ação (MEIRELES, 2001).

### 3.2.5 5W2H

Esta ferramenta nada mais é que um *checklist* utilizado para garantir que as operações sejam conduzidas sem dúvidas por parte dos envolvidos nos projetos de melhoria, servindo também como uma técnica essencial para que os projetos de melhoria não sucumbam à inércia e à falta de determinação (PEINADO e GRAEML, 2007; SEBRAE, 2010). Para que seja gerado um bom plano de ação deve-se buscar os requisitos do 5W2H. Esta ferramenta gerencial recebeu as letras das palavras em inglês: *What* (o que será feito); *Who* (quem fará); *When* (quando será feito); *Where* (onde será feito); *Why* (por que será feito); *How* (como será feito); *How Much* (quanto custará) (SEBRAE, 2010; SILVA *et al.*, 2013; KOGAWA e SALGADO, 2017).

## 4.2. Resultados e discussão

Buscando-se identificar as possíveis causas de paradas da máquina fora analisado o histórico de apontamentos do operador da CNC dos meses de abril, maio, junho e julho do ano de 2016 pelo sistema de apontamentos. Foi realizada a média dos tempos apontados entre os meses estudados ( tabela 1).

**Tabela 1** – Média dos tempos de apontamento entre os meses estudados.

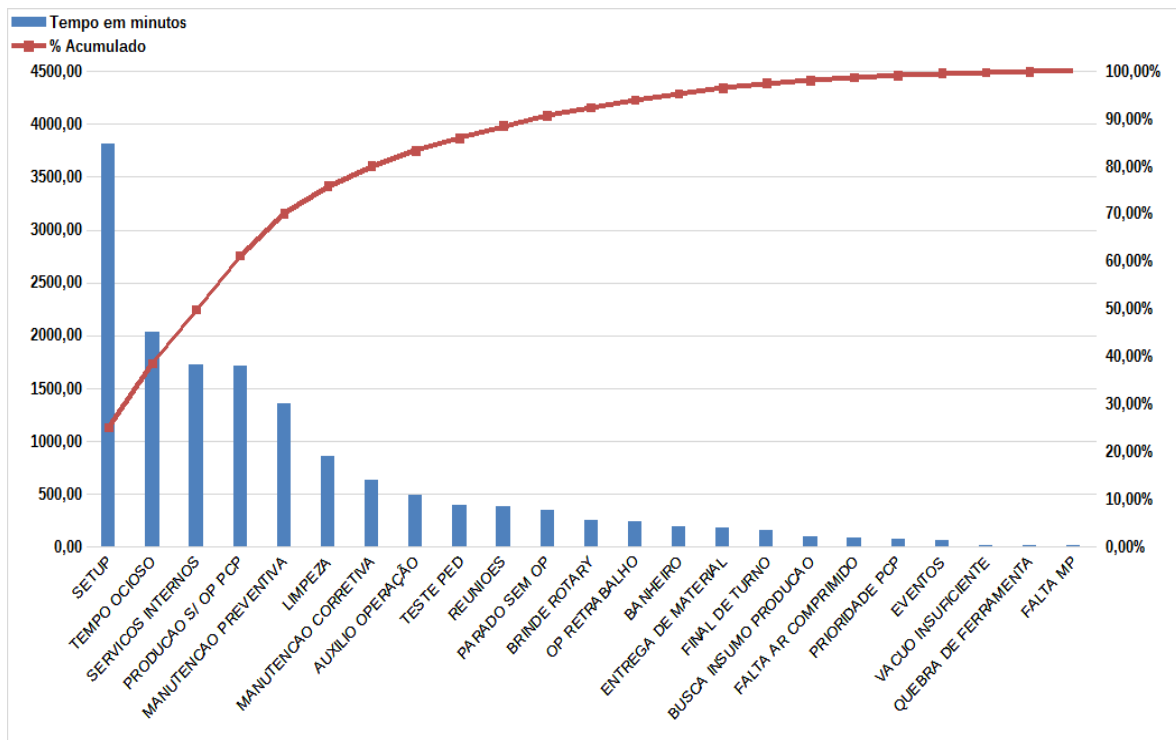
| <b>Causas de parada de máquina</b> | <b>Tempo em minutos</b> | <b>Acumulado %</b> |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Setup                              | 3815,65                 | 25,16%             |
| Tempo ocioso                       | 3034,15                 | 38,58%             |
| Serviços internos                  | 1722,9                  | 49,94%             |
| Produção sem OP                    | 1711,9                  | 61,23%             |
| Manutenção preventiva              | 1354,73                 | 70,17%             |
| Limpeza                            | 862,37                  | 75,86%             |
| Manutenção corretiva               | 636,15                  | 80,05%             |
| Auxílio operação                   | 495,08                  | 83,32%             |
| Teste P&D                          | 401,28                  | 85,96%             |
| Reuniões                           | 380,25                  | 88,47%             |
| Parado sem OP                      | 344,67                  | 90,74%             |
| Brinde Rotary                      | 252,7                   | 92,41%             |
| OP retrabalho                      | 238,45                  | 93,98%             |
| Banheiro                           | 199,45                  | 95,30%             |
| Entrada de material                | 178,27                  | 96,47%             |
| Final de turno                     | 153,18                  | 97,48%             |
| Busca insumo produção              | 95,22                   | 98,11%             |
| Falta ar comprimido                | 88,77                   | 98,70%             |
| Prioridade PCP                     | 72,38                   | 99,18%             |
| Eventos                            | 67,93                   | 99,62%             |
| Vácuo insuficiente                 | 20,85                   | 99,76%             |
| Quebra de ferramenta               | 19,88                   | 99,89%             |
| Falta matéria prima                | 16,42                   | 100,00%            |

**Fonte:** Dos autores

Após a classificação foi possível estruturar o Diagrama de Pareto conforme a figura 2.



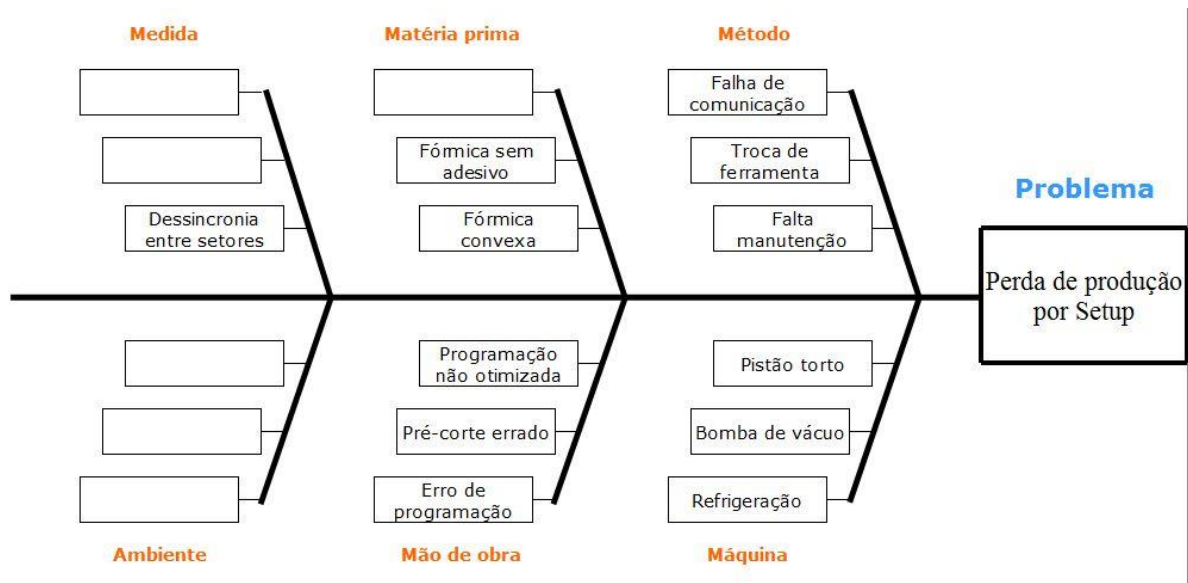
**Figura 2** – Média dos tempos de apontamento entre os meses estudados.



**Fonte:** Dos autores

Na figura 2 é possível identificar as principais causas de perdas de produção como *setup*, tempo ocioso, serviços internos, produção sem OP, manutenção preventiva e limpeza, totalizando em 75,86% acumulado, sendo o *setup* a causa que mais impacta para as paradas da máquina, totalizando em 25,16% da ocorrência, logo realizou-se uma sessão de *brainstorming* com os colaboradores envolvidos no processo de usinagem CNC com o intuito de analisar os possíveis causadores da demora no *setup*, onde foi possível identificar 12 possíveis causas relacionadas ao efeito *setup* da máquina, sendo: a falta de sincronia entre setores; fórmicas sem adesivo e convexas; falha de comunicação; troca de ferramenta; falta de manutenção da máquina; pistão da máquina torto; falta de bomba de vácuo; problemas de refrigeração da máquina; erro de programação; erros de pré-corte; e programas pouco otimizados. Em seguida, as causas foram distribuídas no Diagrama de Ishikawa de acordo com cada um dos 6M's conforme figura 3.

Figura 3 - Diagrama de Ishikawa/Espinha de Peixe.



Fonte: Dos autores.

Após a classificação das causas raízes no diagrama de Ishikawa, buscou-se identificar as causas críticas do processo aplicando a ferramenta GUT (gravidade, urgência e tendência), a qual foi alimentada pelos 6M's conforme a tabela 2. Com os dados adquiridos pela aplicação da ferramenta GUT foi possível identificar as causas que mais contribuem para a parada da máquina por *setup*, são: falha de comunicação; falta de manutenção e programação não otimizada.

**Tabela 2 – Matriz GUT.**

| <b>Causas Raízes</b>       | <b>Gravidade</b> | <b>Urgência</b> | <b>Tendência</b> | <b>Prioridade</b> |
|----------------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Falha de comunicação       | 5                | 5               | 5                | 125               |
| Falta de manutenção        | 5                | 5               | 5                | 125               |
| Pistão torto               | 3                | 4               | 3                | 36                |
| Bomba de vácuo             | 2                | 2               | 2                | 8                 |
| Refrigeração               | 3                | 4               | 2                | 24                |
| Erro de programação        | 4                | 5               | 2                | 40                |
| Pré-corte errado           | 3                | 3               | 3                | 27                |
| Programação não otimizada  | 5                | 5               | 5                | 125               |
| Fórmica convexa            | 4                | 5               | 3                | 60                |
| Fórmica sem adesivo        | 2                | 3               | 2                | 12                |
| Dessincronia entre setores | 2                | 3               | 2                | 12                |
| Erro de programação        | 5                | 3               | 3                | 45                |
| Troca de ferramenta        | 3                | 4               | 2                | 24                |

**Fonte:** Dos autores.

Na próxima etapa aplicou-se a ferramenta 5W2H com o intuito de propor melhorias aos gestores da empresa estudada, bem como avaliar a implementação de tais melhorias conforme a Quadro 1.

**Quadro 1 – Aplicação da metodologia 5W2H.**

| O que?   | Como?  | Quem?   | Quando? | Onde?   | Por que?  | Quanto?                     |
|--|--|---------|---------|---------|---|-----------------------------|
| <b>Eliminar interferências no cronograma de produção (Falha de comunicação)</b>                | Realizar a aquisição de uma máquina CNC para fabricação de peças pequenas  | PCP     | 2017    | Empresa | As interferências no cronograma acabam por gerar confusão no planejamento das peças a serem usinadas pelo operador, causando um aumento no tempo de setup.  | R\$ 25.000,00               |
| <b>Fonte: Dos autores.</b>   |  |         |         |         |   |                             |
| <b>Melhorar o planejamento da produção como criação de programas CNC e agilizar processos.</b> | Contratação ou realocação de colaborador   | PCP; RH | 2017    | Empresa | Devido a quantidade de revisões dos projetos, observa-se a necessidade de mais pessoas para modificar programas CNC, bem como planejar a produção. A falta de planejamento da programação acaba por gerar programas de peças individuais e pouco otimizados, aumentando a quantidade e o tempo de setup.  | R\$ 1.200,00 a 2.000,00     |
| <b>Criação de uma área responsável pelo gerenciamento dos processos.</b>                       | Definir responsável ou contratar um analista de processos para propor e implementar melhorias.                       | PCP; RH | 2017    | Empresa | A falta de um processo definido causa inúmeras alterações de projeto, causando transtornos para toda a cadeia produtiva como alteração de fichas técnicas, modificação de programas, desmotivação dos colaboradores, etc., aumentando significativamente as chances de erros e aumento do tempo de setup. | R\$ 2.000,00 a R\$ 5.000,00 |
| <b>Aumentar confiabilidade de operação da máquina</b>  | Investimentos em manutenção preventiva (sistema de refrigeração)   | PCP     | 2017    | Empresa | A falta de manutenção da máquina gera paradas de setup para reiniciar a máquina referente a travamentos devido à superaquecimento.  | R\$ 1.000,00                |
| <b>Transformar o setup interno em externo</b>  | Alocar ferramentas, utensílios, máquinas, moldes e afins próximo ao local do setup antes do início efetivo do mesmo. | PCP     | 2017    | Empresa | Reduz tempo de máquina parada por procura de ferramentas em locais distantes do posto operativo.  | R\$ Custo não mensurado     |

**Fonte: Dos autores.**

A partir dos resultados obtidos pela aplicação das ferramentas da qualidade percebe-se que o tempo utilizado para outras atividades que não estão de encontro com o cronograma da produção totaliza em 15.162,63 minutos, representando 252,71 horas (31,5 dias) das 672 disponíveis (84 dias) para operação da máquina, sendo o *setup* a principal causa de interrupção da produção, representando em 25,6% dentre as causas identificadas. As ferramentas da qualidade representaram grande valia para identificação dos problemas no processo produtivo da organização, evidenciando ainda mais sua utilização para resolução de problemas e tomada de decisão.

## 5. Considerações finais

Foi possível através deste estudo evidenciar possíveis ganhos com a utilização das ferramentas da qualidade, caso as propostas de melhoria sejam implementadas, bem como identificar problemas no processo produtivo referente à uma máquina CNC utilizada na organização para fabricação de peças. As propostas de melhoria estruturadas na metodologia 5W2H serão propostas à organização objetivando reduzir perdas de produção por tempo de *setup* da máquina. O *setup* apresentou ser a principal causa de paradas da máquina, porém outras devem ser analisadas com o mesmo rigor por representarem grande impacto na produção, a fim de reduzir desperdícios e aumentar a produtividade. Sugere-se portanto, pesquisas referentes às causas da problemática estudada neste artigo. Conclui-se que as ferramentas da qualidade devem ser utilizadas com mais frequência pelas organizações a fim de otimizar processos e eliminar perdas e desperdícios inerentes ao processo produtivo. Espera-se que este estudo sirva de apoio para outras organizações que estejam em busca das melhores práticas e racionalização de seus recursos.

## 6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Referências

- AICHOUNI, Mohamed. On the Use of the Basic Quality Tools for the Improvement of the Construction Industry: A Case Study of a Ready Mixed Concrete Production Process. **International Journal of Civil & Environmental Engineering**, v. 12, n. 05, p. 28-35, 2012.
- ALSALEH, Naser Abdulrahman. Application of quality tools by the Saudi food industry. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 2, p. 150-161, 2007.
- AL-SAMARRAIE, Hosam; HURMUZAN, Shuhaila. A review of brainstorming techniques in higher education. **Thinking Skills and Creativity**, v. 27, p. 78-91, 2018.
- BAMFORD, David R.; GREATBANKS, Richard W. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 22, n. 4, p. 376-392, 2005.

- BORNIA, Antônio Cezar. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- CANO, Emilio L.; MOGUERZA, Javier M.; CORCOBA, Mariano Prieto. The Seven Quality Control Tools in a Nutshell: R and ISO Approaches. In: **Quality Control with R**. Springer, Cham, 2015. p. 93-118.
- CARVALHO, Wagner José Sousa.; ABREU, Everton de Sousa.; ALVES, Maria Caroline Ppereira Alves. Análise e aplicabilidade de ferramentas básicas da qualidade como auxílio na melhoria do processo produtivo: estudo de caso em uma indústria de confecção. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2015.
- CECHIN, Nirlene Fernandes. Análise da eficiência e do desempenho operacional das máquinas e dos equipamentos utilizados no corte raso de povoamentos florestais na região do planalto norte de Santa Catarina. 2000.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração/edição compacta**. 9. ed. Barueri: Manole, 2014.
- CONTADOR, José Celso. Produtividade fabril III-Método para rápido aumento da produtividade fabril: redução de tempos inativos e do tempo de espera do material em processo. **Gestão & Produção**, p. 134-150, 1995.
- DJEKIC, Ilija; TOMASEVIC, Igor. Tools in Improving Quality Assurance and Food Control. In: **Food Control and Biosecurity**. Academic Press, 2018. p. 63-104.
- experimental investigation from SME. **Measuring Business Excellence**, v. 18, n. 4, p. 86-103, 2014.
- GOMES, Luis Gustavo dos Santos. Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes. **Revista Produção Online**, v. 6, n. 2, 2006.
- GONÇALVES, Andreza do Socorro et al. Implantation of quality tools in the productive process of tucupi and by-products. **Journal of Engineering and Technology for Industry Applications**, v. 4, n. 14, p. 87-94, 2018.
- GRAEML, Alexandre R.; PEINADO, Jurandir. Administração da produção: operações industriais e de serviços. **Curitiba: UnicenP**, 2007.
- ISHIKAWA, Kaoru. **Guide to quality control**. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1982.
- JURAN, Joseph; GODFREY, A. Blanton. Quality handbook. **Republished McGraw-Hill**, p. 173-178, 1999.
- KHARUB, Manjeet; LIMON, Shah; SHARMA, Rajiv Kumar. The application of quality tools in effective implementation of HACCP: An empirical study of food and pharmaceutical industries. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 9, p. 1920-1940, 2018.
- KOGAWA, Ana Carolina; SALGADO, Hérica Regina Nunes. Quality tools for a successful strategic management. **International Journal of Business Process Integration and Management**, v. 8, n. 3, p. 153-159, 2017.
- LINHARES, Mariana et al. Eficiência e desempenho operacional de máquinas harvester e forwarder na colheita florestal. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, p. 10.1590/S1983-40632012000200007, 2012.
- LINS, Bernardo FE. Ferramentas básicas da qualidade. **Ciência da Informação**, v. 22, n. 2, 1993.
- MCQUATER, R. E. et al. Using quality tools and techniques successfully. **The TQM Magazine**, v. 7, n. 6, p. 37-42, 1995.
- MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar observar e analisar problemas**. Arte & Ciência, 2001.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- MIRANDA, M. U. et al. Uso das ferramentas da qualidade em uma indústria de alimentos para a redução das reclamações dos consumidores. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2015.
- NAYAK, Swadhin Kumar; SINGH, D. K. An Approach to Implement Quality Tools in Inventory Management. In: **Applications of Artificial Intelligence Techniques in Engineering**. Springer, Singapore, 2019. p. 395-403.
- O'NEILL, Peter; SOHAL, Amrik; TENG, Chih Wei. Quality management approaches and their impact on firms' financial performance—An Australian study. **International Journal of Production Economics**, v. 171, p. 381-393, 2016.
- OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção além da produção**. Bookman, 1997.
- PICCIRILLO, Isabela Neto; CHIROLI, Daiane Maria DE GENARO; DE MELLO, Luciana Torres Correia. Roteirização com o método da varredura: uma proposta para melhorar a formatação de cargas, reduzir custos e satisfazer cliente. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 04) Año 2016**, 2016.
- RITTER, Simone M.; MOSTERT, Nel M. How to facilitate a brainstorming session: The effect of idea generation techniques and of group brainstorm after individual brainstorm. **Creative Industries Journal**, v. 11, n. 3, p. 263-277, 2018.
- ROSARIO, K. P.; DANTAS, L. M.; OEIRAS, E. N. Aplicação do controle estatístico de processo no monitoramento do peso médio de polpas de frutas: um estudo realizado em uma empresa de médio porte. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2015.

- SEBRAE. Guia para a inovação: Instrumento de orientação de ações para melhorias das dimensões da inovação. Disponível em: [http://www.sebraepr.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Guia\\_para\\_inovacao\\_instrumento\\_de\\_orientacao.pdf](http://www.sebraepr.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Guia_para_inovacao_instrumento_de_orientacao.pdf). Acesso em: 25.set.2016.
- SHARMA, Rajiv Kumar; KHARUB, Manjeet. Qualitative and quantitative evaluation of barriers hindering the growth of MSMEs. **International Journal of Business Excellence**, v. 8, n. 6, p. 724-747, 2015.
- SILVA, Diogo Aparecido Lopes et al. Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 174-187, 2013.
- SMITH, Huw D. et al. Using visual data mining to enhance the simple tools in statistical process control: A case study. **Quality and reliability engineering international**, v. 30, n. 6, p. 905-917, 2014.
- SOUSA, Sérgio; RODRIGUES, Nuno; NUNES, Eusébio. Evolution of process capability in a manufacturing process. **Journal of Management Analytics**, v. 5, n. 2, p. 95-115, 2018.
- SUÁREZ-BARRAZA, Manuel F.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, Francisco G. Cornerstone root causes through the analysis of the Ishikawa diagram, is it possible to find them? A first research approach. **International Journal of Quality and Service Sciences**, 2018.
- TAHER, Ghazi Abu; ALAM, Md Jahangir. Improving quality and productivity in manufacturing process by using quality control chart and statistical process control including sampling and six sigma. **Global Journal of Research In Engineering**, 2014.
- TSAROUHAS, Panagiotis. Reliability, availability and maintainability analysis in food production lines: a review. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, n. 11, p. 2243-2251, 2012.
- VELOSO, Álvaro Luís. Sistemas de custos da produção: a gestão de custos fabril para a competitividade. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 1995.
- YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.