

**MELHORIA NO PROCESSO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO: REGULAGEM DE 1ª PEÇA, SETUP INTERNO E FALHAS DE PROGRAMAÇÃO CNC****IMPROVEMENT IN THE PROCESS OF A PRODUCTION LINE: FIRST PART ADJUSTMENT, INTERNAL SETUP AND CNC PROGRAMMING FAILURES**Victor Hugo Alves Celestino<sup>1</sup>Adolfo Alexandre Vernini<sup>2</sup>**RESUMO**

O presente artigo discute sobre melhorias em uma linha de produção de uma empresa de usinagem. Tempo de setup é compreendido como o tempo de parada das máquinas, seja na preparação ou troca de ferramentas, o que ocorre durante os vários estágios do processo produtivo. A busca por melhores resultados da capacidade do processo de produção faz com que as empresas busquem a implantação de métodos de trabalho que viabilizem a resolução de problemas restritivos no sistema de produção usado. O trabalho utiliza os preceitos estabelecidos ao Método SMED (*Minute Exchange of Die*), onde foi possível observar que, no cenário atual, não havia um padrão de trabalho comum, que consistiu na verificação do processo produtivo, através da elaboração de planilhas para exposição e gráficos para discussão dos resultados. O objetivo deste trabalho foi demonstrar a aplicação das ferramentas do gráfico de pareto e de causa e efeito, diagrama de *Ishikawa* e a aplicação do relatório A3, a fim de realizar melhorias no processo em uma linha de produção com relação à regulagem de 1ª peça, setup interno e falhas de programação CNC (Controle Numérico Computadorizado), buscando o aumento da eficiência da empresa. Para análise de cada problema identificado, utilizou-se as ferramentas da qualidade (Pareto e *Ishikawa*), sendo que após a identificação dos problemas e suas respectivas causas, obteve-se resultados de redução de 10% no tempo de parada por regulagem, 80% de redução no tempo de setup interno e 14% no tempo de parada por falhas de programas CNC.

**Palavras-chave:** Ferramentas da qualidade. Métodos SMED. Tempo de *setup*.

---

<sup>1</sup> Graduado em Tecnologia de Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu

<sup>2</sup> Professor de Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-851. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: [avernini@fatecbt.edu.br](mailto:avernini@fatecbt.edu.br)

## ABSTRACT

This paper discusses improvements in a production line of a machining company. Set-up time is understood as machinery downtime whether in the preparation or exchange of tools, which occurs during the various stages of the production process. The search for better results in the capacity of the production process makes the companies seek the implementation of working methods that enable the resolution of restrictive problems in the used production system. The study used SMED (Minute Exchange of Die) Method, where it was possible to observe that in the current scenario there was no common working pattern, which consisted of the verification of the productive process, through the elaboration of result exhibition and discussion worksheets. The objective of this paper was to demonstrate the application of Pareto cause and effect chart tools, Ishikawa diagram and the application of the A3 report in order to carry out improvements in the process of a production line regarding the regulation of the first piece, internal setup and CNC (Computer Numerical Control) programming failures, seeking to increase the efficiency of the company. For the analysis of each identified problem Pareto and Ishikawa quality tools were used. After problem identifications and their respective causes, achieved results showed 10% of reduction in regulation downtime, 80% of reduction in internal setup time and 14% in downtime due to CNC program failures.

**Keywords:** Quality tools. Setup time. SMED methods.

---

<sup>1</sup> Graduado em Tecnologia de Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu

<sup>2</sup> Professor de Ensino Superior pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Av. José Ítalo Bacchi, s/n – Jardim Aeroporto – Botucatu/SP – CEP 18606-851. Tel. (14) 3814-3004. E-mail: [avernini@fatecbr.edu.br](mailto:avernini@fatecbr.edu.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o perfil de muitos mercados, que vem mudando rapidamente alguns setores da indústria mais exigentes que os demais, tem como característica grande variedade na demanda exigindo um perfil de empresas capaz de dar resposta rápida a esta variedade para manterem-se competitivas e permanecerem no mercado. A constante necessidade pelo aumento da qualidade e redução de custos nos processos produtivos se torna uma obrigação para empresas que desejam se manter competitivas, visto que o mercado e a concorrência são os fatores que que determinam os preços dos produtos finais (CALHADO, 2015).

De acordo com Ohno (2006), Toyoda Kiichiro então presidente da Toyota Motor Company, disse, “Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística no Japão não sobreviverá.”. Com o pensamento de eliminar os desperdícios que Taiichi Ohno juntamente com Eiji Toyoda e, posteriormente, Shigeo Shingo criaram o Sistema Toyota de Produção.

A fim de ter uma produção sincronizada, é necessário ter lotes pequenos e, para que isso não reduza a produção, é necessário ter uma troca rápida de ferramentas (SHINGO, 2005).

De acordo com Shingo (2005), foi contratado para conduzir uma pesquisa de melhoria da eficiência em uma planta da Toyo Kogyo da Mazda, com o objetivo de reduzir gargalos. Esta pesquisa indicou que existem dois tipos de Setup:

- Setup Interno (SI) - operações de Setup que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada, como fixação e remoção de matrizes.
- Setup Externo (SE) - operações de Setup que devem ser concluídas enquanto a máquina estiver funcionando, como o transporte de matrizes da estocagem a montagem ou no sentido contrário.

Shingo (2005) formulou a ideia de que qualquer setup poderia ser executado em menos de dez minutos e chamou isso de troca rápida de ferramentas, hoje é conhecido como SMED (*Single Minute Exchange of Die*, que traduzido seria “troca de ferramentas em menos de dez minutos”).

Qualquer atividade que não contribua para o bom funcionamento da operação do setup deve ser identificada e eliminada (CARDOSO; HAYASHI, 2015).

A análise de pareto é uma técnica estatística utilizada na tomada de decisão que permite selecionar e priorizar um número pequeno de itens capazes de produzir grande efeito na melhoria dos processos. Ela utiliza o princípio de pareto (também conhecido como regra 80/20) e tem muitas aplicações no controle da qualidade. É a base para o diagrama de pareto, uma das principais ferramentas utilizadas no controle da qualidade (FARIA, 2008).

Sobek e Smalley (2010) definem o relatório A3 como uma ferramenta que busca estabelecer uma estrutura concreta para implementar a gestão PDCA (*PLAN, DO, CHECK E ACTION*), ao mesmo passo que ajuda os autores do relatório a uma compreensão mais profunda do problema, das oportunidades e das novas ideias sobre como atacar o problema. O relatório A3 facilita a coesão e o alinhamento interno da organização em relação ao melhor curso de ação.

O Kaizen também pode ser definido como melhoramento contínuo, e, tem por objetivo a promoção de melhoramentos sucessivos e constantes, ou seja, mais e menores passos de melhoramento incremental (SLACK et al., 2002).

No início da década de 80, com o objetivo de enfrentar de forma efetiva a concorrência dos produtos japoneses, que já se sobressaíam em nível mundial, a melhoria contínua se difundiu entre as empresas ocidentais, especialmente no ambiente industrial norte americano (GARVIN, 1992).

Liker (2005) aponta que o kaizen pode ser operacionalizado por meio do ciclo Planejar, Fazer, Verificar, Agir e que este método incentivou diversas indústrias japonesas a adotar uma abordagem sistemática de melhoria contínua, realizada por meio dos kaizens.

Assim o ciclo PDCA é projetado para ser usado como um modelo dinâmico. Ao finalizar um ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente, seguindo no espírito de melhoria da qualidade contínua, o processo sempre pode ser reanalisado e um novo processo de mudança poderá ser iniciado (BORGES, 2011).

Além disso, Liker (2005) destaca que os esforços de kaizen devem ser realizados por meio de pequenos grupos de indivíduos que trabalham em equipes, com o intuito de discutir problemas específicos, coletar e analisar dados, tomar decisões de forma conjunta, além de documentar e melhorar processos.

O objetivo deste trabalho foi demonstrar a aplicação das ferramentas do gráfico de pareto e de causa e efeito, diagrama de *Ishikawa* e a aplicação do relatório A3, a fim de realizar melhorias no processo em uma linha de produção com relação à regulagem de 1ª peça, setup interno e falhas de programação CNC (Controle Numérico Computadorizado), buscando o aumento da eficiência da empresa.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa de usinagem, a fim de detectar os principais problemas que ocorrem com mais frequência, durante o período de maio a setembro

de 2016, quando foi utilizado um banco de dados com base no *Microsoft Excel*, com informações pertinentes aos problemas encontrados.

Todas as informações foram extraídas do Sistema Integrado de Gestão (SIG), através do estudo feito na linha de produção, foram identificados dez problemas mais frequentes.

Após identificação dos problemas, foi realizado um projeto de melhoria contínua com base na metodologia do PDCA. Foi realizada uma quantificação dos problemas, a fim de priorizar e facilitar a identificação das possíveis causas e melhorias a serem realizadas, análises para identificar possíveis causas mostrando os resultados em gráficos de pareto e de causa e efeito, foi feito levantamento das causas geradoras dos problemas, elaborado planos de ação definidos pelo relatório A3.

Para auxílio na execução das melhorias propostas, foi feito um plano de controle para verificação e acompanhamento das atividades a serem implementadas, e por fim, a padronização das atividades implementadas que tiveram a meta atingida, ou seja, que deram certas as melhorias propostas.

Foram identificados os problemas mais frequentes, conforme mostra a Tabela 1, nota-se que os problemas de regulagem de 1ª peça, setup interno e problemas na programação correspondiam a 72% de todo o tempo de máquina parada.

Esses problemas estão diretamente relacionados ao tempo que se perde em preparação e montagem de ferramentas, em montagem de dispositivos, em regulagem de calços e verificação de programas.

Os dados da Tabela 1 foram levantados através de um estudo entre maio a setembro de 2016 correspondentes há 40 horas (2400 minutos) consecutivas de cronometragem, em três turnos operantes, e em uma única máquina, onde a mesma era o principal gargalo da linha de produção e tinha o maior número de problemas ao sistema de manufatura.

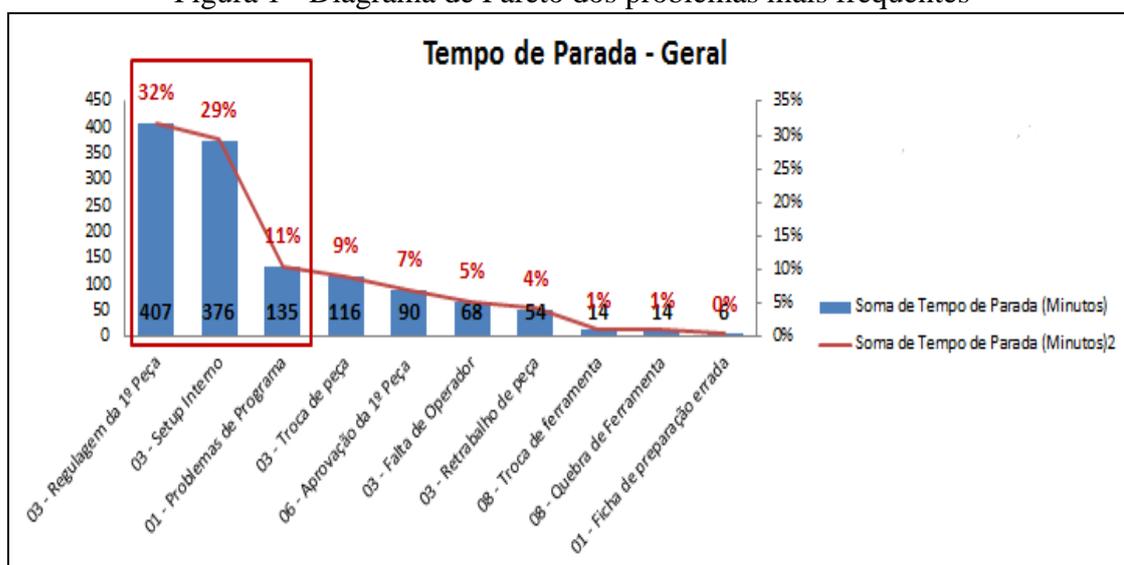
Para a realização deste estudo, foi colocado para usinagem um item que também era o principal problema para o sistema de manufatura.

Tabela 1 - Relação dos problemas em uma linha de produção

Rótulos de linha	Soma de tempo de parada (minutos)	Soma de tempo de parada (%)
Regulagem de 1ª peça	407	32
Setup interno	376	29
Problemas de programa	135	11
Troca de peça	116	9
Aprovação da 1ª peça	90	7
Falta de operador	68	5
Retrabalho da peça	54	4
Troca de ferramenta	14	1
Quebra de ferramenta	14	1
Ficha de preparação errada	6	0
<b>Total Geral</b>	<b>1280</b>	<b>100</b>

Depois de relacionados os problemas, elaborou-se um diagrama de Pareto conforme Figura 1 sendo que os cálculos realizados com relação a soma de tempo de parada em (minutos) e (%) foram sobre o total geral, ou seja, 1280 minutos, ordenando as frequências, permitindo priorizar os problemas mais graves.

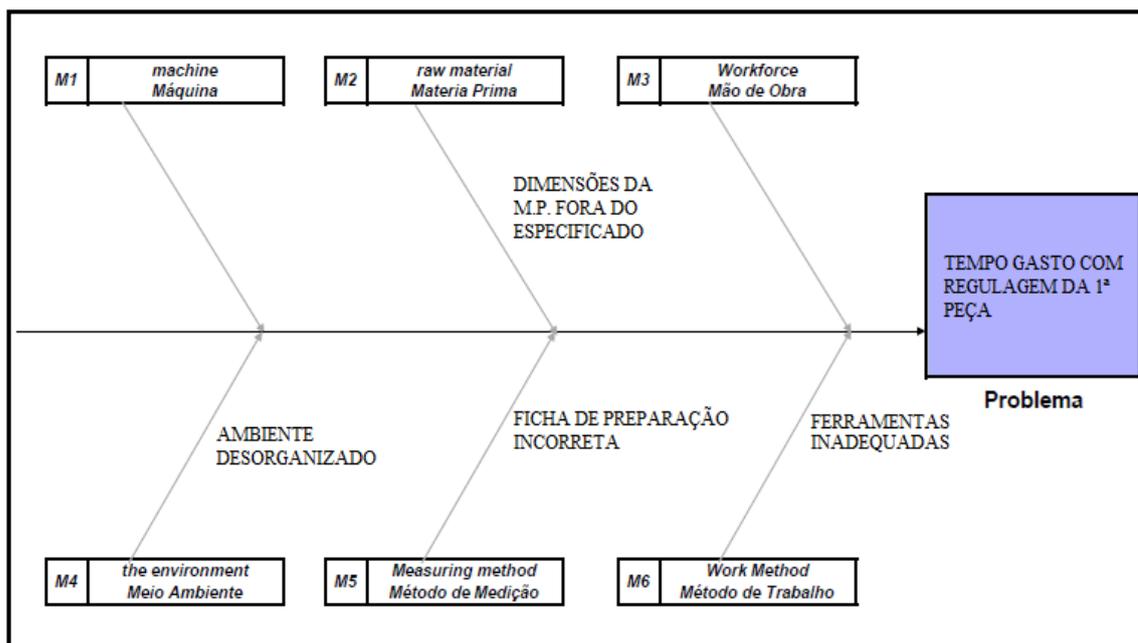
Figura 1 - Diagrama de Pareto dos problemas mais frequentes



Logo após essas análises concluídas, utilizamos a ferramenta diagrama de *Ishikawa* para identificação das possíveis causas dos problemas levantados.

Através das informações da Figura 2, identificamos algumas possíveis causas para o problema regulagem da 1ª peça. Os meios máquina (M1) e mão de obra (M3) não tiveram uma possível causa com grau de importância que interferissem no problema.

Figura 2 - Diagrama de *Ishikawa* regulagem da 1ª peça



Outro problema que foi estudado é o de *setup* interno, que está relacionado ao tempo que se perde em preparação e montagem de ferramentas, em montagem de dispositivos, em regulagem de calços e verificação de programas.

Conforme mostra a Figura 3, foi identificado que dos 6Ms que poderiam ser levantadas causas, dois deles não tem interferências com relação ao tempo de *setup*, no caso, a matéria-prima e máquina.

No entanto, no M3 (mão-de-obra), identificou-se que o *presset* feito manualmente pelo operador poderia ser uma possível causa do desperdício de tempo de *setup*.

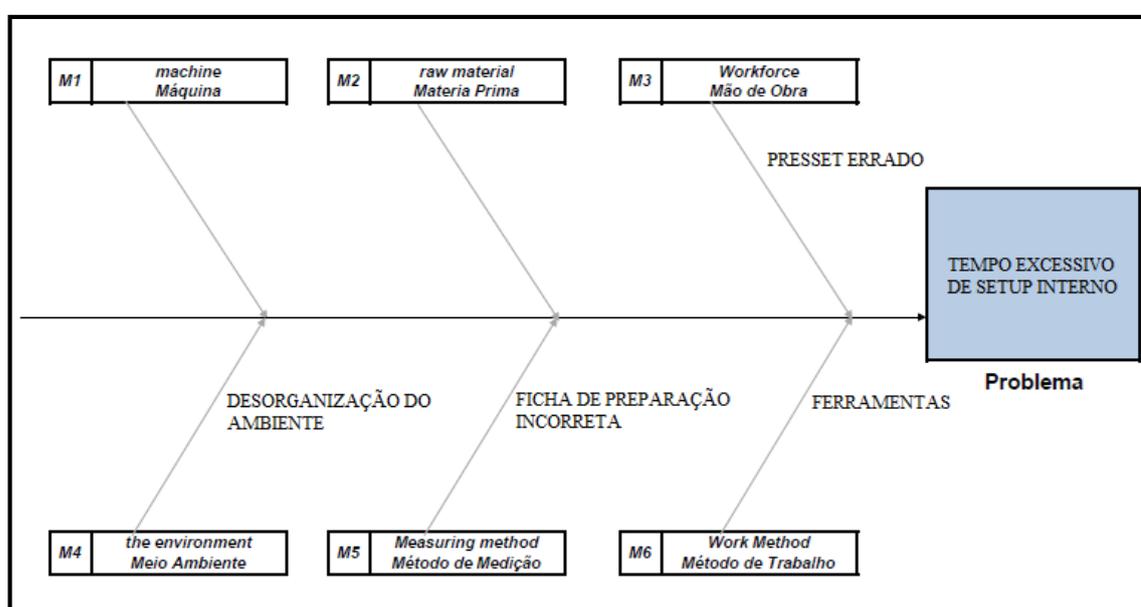
No M4 (meio ambiente), foi visto que a estrutura, o ambiente de trabalho não dava condições de melhoria no *setup*.

Já no M5 (método de medição), a forma de medir ou conferir se o operador estava fazendo de modo correto, identificou-se que na ficha de preparação de máquinas não tinha um modo padrão, às vezes faltavam informações, às vezes continham informações duplicadas, nem sempre estava correta.

E, finalmente, no M6 (método de trabalho), das possíveis causas relacionadas, foi identificado que também não tinha um padrão de ferramentas definidas, uma vez que fossem usinadas as peças, era utilizado um tipo de ferramenta, outra vez que fossem usinadas era utilizado outro tipo, a falta de padronização das ferramentas não colaborava para que se pudesse reduzir o tempo de setup.

Na Figura 3, estão representadas algumas das possíveis causas relacionadas ao problema *setup* Interno.

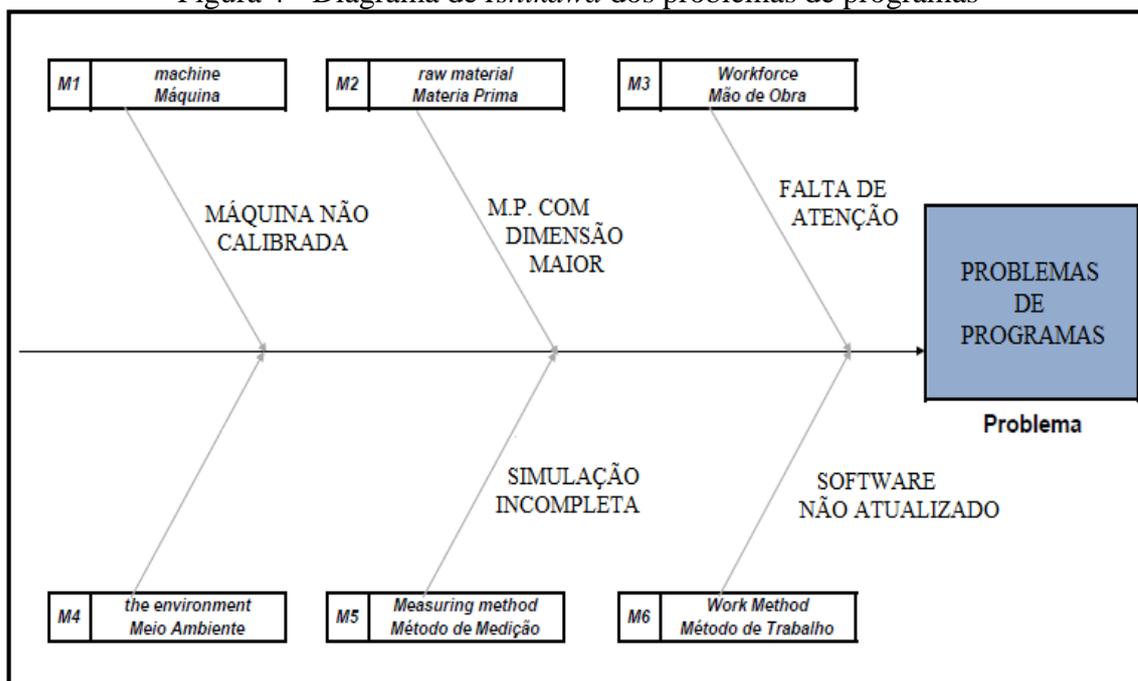
Figura 3 – Diagrama de *Ishikawa Setup* Interno



O último problema estudado foi o de problemas de programas, trata-se de erros ou paradas de máquinas por programação, relacionados desde uma ferramenta do software utilizada de forma incorreta até aos códigos de programação.

Nas informações da Figura 4, identificamos algumas possíveis causas para os problemas de programas. O item meio ambiente (M1) não teve uma possível causa com grau de importância que interferisse em erros de programação.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa dos problemas de programas



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível demonstrar de forma detalhada as melhorias realizadas na a empresa.

De maio de 2016, quando começaram as verificações e estudos até setembro de 2016, ocorreram mudanças reais na empresa com relação à regulagem de 1ª peça, ao *setup* interno e aos problemas de programas.

Realizadas as análises, obtivemos como resultado a implantação das soluções propostas que estão representadas nas Figuras 5, 6 e 7.

Figura 5 - Ações para regulagem da 1ª peça

<b>Descrição do problema</b>		<b>Ganho</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
32% do tempo de parada regulagem 1ª peça		Redução de 10% do tempo de setup																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<b>ANTES</b>		<b>DEPOIS</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">FICHA DE PREPARAÇÃO</th> <th>MP 31</th> <th>FOLHA</th> </tr> <tr> <th>PN:</th> <th>CLIENTE:</th> <th>MAT. PRIMA:</th> <th>OP:</th> <th>DISPOSITIVO:</th> <th>REV. DO DISP.:</th> <th>REV. 5</th> <th>1/1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1204</td> <td>AR (BOT)</td> <td>ALUMINIO</td> <td>020</td> <td>(DISP 000) 505-1204-005</td> <td>VER NO ROTEIRO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAQ:</td> <td>DATA:</td> <td>CHAPA:</td> <td>COMANDO:</td> <td>HORA PREVISTA P. USO:</td> <td>ELABORADO Nº 715</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">VORTEX 5 EIXOS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>REV. 2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">FERRAMENTAS: CFTS=08PREFERRAMENTAS PARA BROSAS; AC=ALTA DE CORTE; CROQUE:</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>DESCRIÇÃO</td> <td>DIA.</td> <td>CODIGO</td> <td>C.F.F.A.</td> <td>A.C.</td> <td>OBSERVAÇÕES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>BROCA</td> <td>14,0</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>7-MAX</td> <td></td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>BROCA</td> <td>2,0</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>CENTRO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>BROCA</td> <td>0,2</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>HELICOIDAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>TUBO</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>45mm INTERIORES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>ALTA PROFUNDIDADE</td> <td>25,0</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>BELEM</td> <td></td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>FRESA</td> <td>12,0</td> <td>10-125</td> <td>30,0</td> <td>25,0</td> <td>COM MELHORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>07</td> <td>FRESA</td> <td>16,0</td> <td>10-125 R3</td> <td>30,0</td> <td>25,0</td> <td>COM MELHORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>08</td> <td>FRESA</td> <td>12,0</td> <td>10-125</td> <td>30,0</td> <td>25,0</td> <td>COM MELHORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>FRESA</td> <td>12,0</td> <td>10-125</td> <td>30,0</td> <td>20,0</td> <td>COM MELHORA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>BROCA</td> <td>11,7</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>HELICOIDAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>ALARGADOR</td> <td>12,0</td> <td>---</td> <td>30,0</td> <td>---</td> <td>---</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8">ACERDADOS: ITENS UTILIZADOS PARA MONTAGEM DA PEÇA E DO DISPOSITIVO NO D.E.</td> </tr> <tr> <td>QTD</td> <td>DESCRIÇÃO</td> <td colspan="6">OBSERVAÇÕES</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>PARAFUSOS M6x10mm</td> <td colspan="6">---</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>CHAPA DE APERTO 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS</td> <td colspan="6">---</td> </tr> <tr> <td colspan="8">ATUALIZAR DISPOSITIVO, ACERDADOS E FERRAMENTAS ANTES DE REALIZAR OS QUAIS ESTIVEREM NÃO CONFORME, REGISTRAR PARA REPARO; VERIFICADO 27/</td> </tr> </tbody> </table>		FICHA DE PREPARAÇÃO						MP 31	FOLHA	PN:	CLIENTE:	MAT. PRIMA:	OP:	DISPOSITIVO:	REV. DO DISP.:	REV. 5	1/1	1204	AR (BOT)	ALUMINIO	020	(DISP 000) 505-1204-005	VER NO ROTEIRO			MAQ:	DATA:	CHAPA:	COMANDO:	HORA PREVISTA P. USO:	ELABORADO Nº 715			VORTEX 5 EIXOS					REV. 2			FERRAMENTAS: CFTS=08PREFERRAMENTAS PARA BROSAS; AC=ALTA DE CORTE; CROQUE:								T	DESCRIÇÃO	DIA.	CODIGO	C.F.F.A.	A.C.	OBSERVAÇÕES		01	BROCA	14,0	---	30,0	---	7-MAX		02	BROCA	2,0	---	30,0	---	CENTRO		03	BROCA	0,2	---	30,0	---	HELICOIDAL		04	TUBO	30,0	---	30,0	---	45mm INTERIORES		05	ALTA PROFUNDIDADE	25,0	---	30,0	---	BELEM		06	FRESA	12,0	10-125	30,0	25,0	COM MELHORA		07	FRESA	16,0	10-125 R3	30,0	25,0	COM MELHORA		08	FRESA	12,0	10-125	30,0	25,0	COM MELHORA		09	FRESA	12,0	10-125	30,0	20,0	COM MELHORA		10	BROCA	11,7	---	30,0	---	HELICOIDAL		11	ALARGADOR	12,0	---	30,0	---	---		ACERDADOS: ITENS UTILIZADOS PARA MONTAGEM DA PEÇA E DO DISPOSITIVO NO D.E.								QTD	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES						10	PARAFUSOS M6x10mm	---						04	CHAPA DE APERTO 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS	---						ATUALIZAR DISPOSITIVO, ACERDADOS E FERRAMENTAS ANTES DE REALIZAR OS QUAIS ESTIVEREM NÃO CONFORME, REGISTRAR PARA REPARO; VERIFICADO 27/								<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">FICHA DE PREPARAÇÃO</th> <th>MP 31</th> <th>FOLHA</th> </tr> <tr> <th>PN:</th> <th>CLIENTE:</th> <th>MAT. PRIMA:</th> <th>OP:</th> <th>DISPOSITIVO:</th> <th>REV. DO DISP.:</th> <th>REV. 6</th> <th>1/1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1204</td> <td>RAER</td> <td>ALUMINIO</td> <td>020</td> <td>(DISP 000) 505-1204-001</td> <td>VER NO ROTEIRO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MAQ:</td> <td>DATA:</td> <td>CHAPA:</td> <td>COMANDO:</td> <td>HORA PREVISTA P. USO:</td> <td>ELABORADO Nº 702</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">VORTEX 5 EIXOS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>REV. 5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">FERRAMENTAS: CFTS=08PREFERRAMENTAS PARA BROSAS; AC=ALTA DE CORTE;</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>DESCRIÇÃO</td> <td>DIA.</td> <td>CODIGO</td> <td>C.F.F.A.</td> <td>A.C.</td> <td>OBSERVAÇÕES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>01</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>BROCA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>---</td> <td>HELICOIDAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>BROCA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>---</td> <td>HELICOIDAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>07</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>08</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>FRESA</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td>00,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>TUBO</td> <td>0,0</td> <td>---</td> <td>00,0</td> <td>---</td> <td>00,0mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="8">ACERDADOS: ITENS UTILIZADOS PARA MONTAGEM DA PEÇA E DO DISPOSITIVO NO D.E.</td> </tr> <tr> <td>QTD</td> <td>DESCRIÇÃO</td> <td colspan="6">OBSERVAÇÕES</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="6"></td> </tr> <tr> <td colspan="8">ATUALIZAR DISPOSITIVO, ACERDADOS E FERRAMENTAS ANTES DE REALIZAR OS QUAIS ESTIVEREM NÃO CONFORME, REGISTRAR PARA REPARO; VERIFICADO 27/</td> </tr> </tbody> </table>		FICHA DE PREPARAÇÃO						MP 31	FOLHA	PN:	CLIENTE:	MAT. PRIMA:	OP:	DISPOSITIVO:	REV. DO DISP.:	REV. 6	1/1	1204	RAER	ALUMINIO	020	(DISP 000) 505-1204-001	VER NO ROTEIRO			MAQ:	DATA:	CHAPA:	COMANDO:	HORA PREVISTA P. USO:	ELABORADO Nº 702			VORTEX 5 EIXOS					REV. 5			FERRAMENTAS: CFTS=08PREFERRAMENTAS PARA BROSAS; AC=ALTA DE CORTE;								T	DESCRIÇÃO	DIA.	CODIGO	C.F.F.A.	A.C.	OBSERVAÇÕES		01	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		02	BROCA	0,0	---	00,0	---	HELICOIDAL		03	BROCA	0,0	---	00,0	---	HELICOIDAL		04	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		05	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		06	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		07	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		08	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		09	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		10	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0		11	TUBO	0,0	---	00,0	---	00,0mm		ACERDADOS: ITENS UTILIZADOS PARA MONTAGEM DA PEÇA E DO DISPOSITIVO NO D.E.								QTD	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES														ATUALIZAR DISPOSITIVO, ACERDADOS E FERRAMENTAS ANTES DE REALIZAR OS QUAIS ESTIVEREM NÃO CONFORME, REGISTRAR PARA REPARO; VERIFICADO 27/							
FICHA DE PREPARAÇÃO						MP 31	FOLHA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
PN:	CLIENTE:	MAT. PRIMA:	OP:	DISPOSITIVO:	REV. DO DISP.:	REV. 5	1/1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1204	AR (BOT)	ALUMINIO	020	(DISP 000) 505-1204-005	VER NO ROTEIRO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
MAQ:	DATA:	CHAPA:	COMANDO:	HORA PREVISTA P. USO:	ELABORADO Nº 715																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
VORTEX 5 EIXOS					REV. 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
FERRAMENTAS: CFTS=08PREFERRAMENTAS PARA BROSAS; AC=ALTA DE CORTE; CROQUE:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
T	DESCRIÇÃO	DIA.	CODIGO	C.F.F.A.	A.C.	OBSERVAÇÕES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
01	BROCA	14,0	---	30,0	---	7-MAX																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
02	BROCA	2,0	---	30,0	---	CENTRO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
03	BROCA	0,2	---	30,0	---	HELICOIDAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
04	TUBO	30,0	---	30,0	---	45mm INTERIORES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
05	ALTA PROFUNDIDADE	25,0	---	30,0	---	BELEM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
06	FRESA	12,0	10-125	30,0	25,0	COM MELHORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
07	FRESA	16,0	10-125 R3	30,0	25,0	COM MELHORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
08	FRESA	12,0	10-125	30,0	25,0	COM MELHORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
09	FRESA	12,0	10-125	30,0	20,0	COM MELHORA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
10	BROCA	11,7	---	30,0	---	HELICOIDAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
11	ALARGADOR	12,0	---	30,0	---	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ACERDADOS: ITENS UTILIZADOS PARA MONTAGEM DA PEÇA E DO DISPOSITIVO NO D.E.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
QTD	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
10	PARAFUSOS M6x10mm	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
04	CHAPA DE APERTO 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS 4 MEDIDAS	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ATUALIZAR DISPOSITIVO, ACERDADOS E FERRAMENTAS ANTES DE REALIZAR OS QUAIS ESTIVEREM NÃO CONFORME, REGISTRAR PARA REPARO; VERIFICADO 27/																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
FICHA DE PREPARAÇÃO						MP 31	FOLHA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
PN:	CLIENTE:	MAT. PRIMA:	OP:	DISPOSITIVO:	REV. DO DISP.:	REV. 6	1/1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1204	RAER	ALUMINIO	020	(DISP 000) 505-1204-001	VER NO ROTEIRO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
MAQ:	DATA:	CHAPA:	COMANDO:	HORA PREVISTA P. USO:	ELABORADO Nº 702																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
VORTEX 5 EIXOS					REV. 5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
FERRAMENTAS: CFTS=08PREFERRAMENTAS PARA BROSAS; AC=ALTA DE CORTE;																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
T	DESCRIÇÃO	DIA.	CODIGO	C.F.F.A.	A.C.	OBSERVAÇÕES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
01	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
02	BROCA	0,0	---	00,0	---	HELICOIDAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
03	BROCA	0,0	---	00,0	---	HELICOIDAL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
04	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
05	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
06	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
07	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
08	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
09	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
10	FRESA	0,0	---	00,0	00,0	00,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
11	TUBO	0,0	---	00,0	---	00,0mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ACERDADOS: ITENS UTILIZADOS PARA MONTAGEM DA PEÇA E DO DISPOSITIVO NO D.E.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
QTD	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÕES																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
ATUALIZAR DISPOSITIVO, ACERDADOS E FERRAMENTAS ANTES DE REALIZAR OS QUAIS ESTIVEREM NÃO CONFORME, REGISTRAR PARA REPARO; VERIFICADO 27/																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<b>Situação anterior</b>		<b>Ações implementadas</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
- Falta padronização da ficha de preparação e das ferramentas utilizadas		- Elaborado um grupo de ferramentas facilitando a seleção de ferramentas para o operador e almoxarifado																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Conforme demonstrado na Figura 5, para a falta de padronização da ficha de preparação e da seleção das ferramentas utilizadas, foi elaborado um grupo de ferramentas que facilita a identificação e montagem de ferramentas.

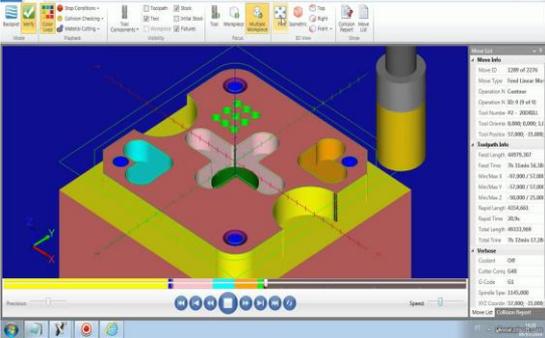
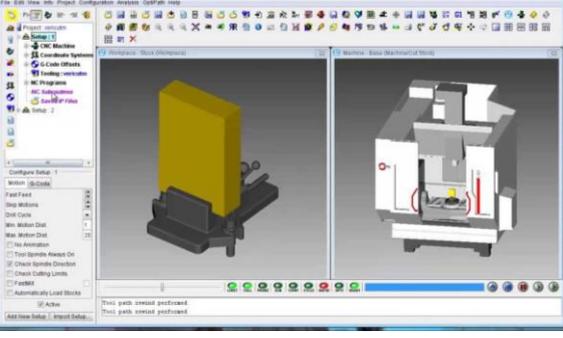
As que forem incluídas nesse grupo serão identificadas pela cor verde na ficha de preparação. Para a inclusão de ferramentas, é feito um levantamento anterior por um grupo de líderes da engenharia de manufatura e almoxarifado, que identificam as ferramentas por algumas características como parâmetros de corte, precisão e custo benefício.

Figura 6 - Ações para Setup interno

Descrição do problema	Ganho
29% do tempo de parada setup interno	Redução de 80% do tempo de setup
<b>ANTES</b>	<b>DEPOIS</b>
	
<b>Situação anterior</b> - Usinagem com fixação em morsas	<b>Ações implementadas</b> - Adquirido sistema VERO, com fixação pneumática agilizando e facilitando a montagem

A Figura 6 representa a ação para o elevado tempo de setup interno, onde foi adquirido dois modelos do sistema VERO de fixação. Esse método de fixação demora em média apenas 3 segundos, pois enquanto um esta com a peça sendo usinada, o outro já pode ir sendo preparado para entrar em usinagem, assim não há tempo perdido para remover a peça usinada e inserir outra na máquina. Esse método requer também algumas padronizações, como altura de dispositivos, distância entre furos e diâmetros dos furos de fixação na mesa, facilitando aos operadores a interpretação correta da ficha de preparação do item.

Figura 7 - Ações para problemas de programas

Descrição do problema	Ganho
11% do tempo de parada por problemas de programas	Redução de 14% dos problemas
<b>ANTES</b>	<b>DEPOIS</b>
	
<b>Situação anterior</b> - Utilização do simulador MasterCam, com comparação superficial da usinagem	<b>Ações implementadas</b> - Software Vericut, um simulador mais realístico e completo, com máquinas e ferramentas

Na Figura 7, o índice elevado de problemas de programas CNC teve como ação, a aquisição de um software chamado Vericut. Esse software permite reduzir drasticamente a chance de erros, colisões potenciais ou áreas de ineficiência, e possibilita aos programadores CNC corrigir os erros antes do programa ser carregado na máquina, evitando assim uma possível parada por erros de programas CNC. Também tem uma simulação realística 3D da máquina CNC, exatamente como a máquina se comporta no chão de fábrica.

Após a implantação das ações, foi identificado que através das melhorias realizadas como elaboração de grupo de ferramentas, aquisição do sistema Vero e do software Vericut, não só os três primeiros problemas foram melhorados, mas sim todos os outros da lista tiveram alterações. Além disso, foram criados outros grupos de ferramentas para outras operações de usinagem, o que melhorou ainda mais o problema de regulagem de 1ª peça.

O sistema Vero foi aplicado em novas máquinas, reduzindo o tempo de setup interno, e agilizando também a troca de peças.

Com o simulador Vericut, foi possível identificar outros problemas que não foram identificados na primeira análise. Alguns erros que aconteciam com geração de códigos inexistentes agora são identificados já na simulação.

Levando-se em conta o que foi observado, nota-se a importância das ferramentas da qualidade como material de apoio para identificação dos problemas a serem atacados. Depois de implantadas as ações de melhoria e mudanças propostas dentro dos problemas identificados, observou-se uma redução de 10% do tempo de regulagem de 1ª peça (3,2%), 80% do tempo de setup interno (23,2%) e 14% dos problemas de programas (1,54%), quando comparado ao cenário anterior.

#### **4. CONCLUSÃO**

Foi possível observar que, primeiramente, o foco do projeto era atacar os 3 principais problemas identificados, sendo que representavam 72% do tempo total de paradas, porém com a aplicação das ações e padronização das atividades houve uma abrangência aos demais problemas, reduzindo então ainda mais o tempo de parada dentro do processo de usinagem.

Dentro do processo de usinagem, como em qualquer outro processo melhorado, existem ainda inúmeras oportunidades de melhoria, se tornando um hábito contínuo, fazendo com que o projeto Kaizen se torne sustentável.

Assim, é possível concluir que a filosofia Kaizen é extremamente eficiente e pode-se obter resultados ainda mais satisfatórios quando bem executadas as ferramentas necessárias, trazendo assim resultados satisfatórios como o apresentado no trabalho em questão.

## REFERÊNCIAS

- BORGES, F. A. B. **Ciclo PDCA**. 2011. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/borgim/apresentacao-pdca>>. Acesso em: 12 out. 2016.
- CALHADO, P. M. **Implantação do Método de Troca Rápida de Ferramentas no Setor de Usinagem em uma Indústria de Autopeças**. 2015. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_206\\_226\\_28261.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28261.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2016.
- CARDOSO, R. T.; HAYASHI, A. P. **Empresa do setor de cosméticos alcança a melhoria no processo através da redução do setup com uso da abordagem de Shingo (SMED)**. 2015. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_207\\_231\\_27432.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_207_231_27432.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2016.
- FARIA, C. **Diagrama de Pareto**. InfoEscola, 2008. Disponível em: <[http://www.infoescola.com/administracao\\_/diagrama-de-pareto](http://www.infoescola.com/administracao_/diagrama-de-pareto)> Acesso em: 16 out. 2016.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro, Qualimark, 2003.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Shumacher – Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman, 2006.
- SOBEK II, D.K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Trad. Eduardo Schaan – 2ª Ed. – Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman, 2005.
- SLACK, N.; CHAMBLERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2ªed. São Paulo: Atlas, 2009.