

<http://dx.doi.org/10.48005/2237-3713rta2020v9n3p3344>

## **Redução de custos de insertos no processo de usinagem por meio da metodologia PDCA\***

*Cost reduction of inserts in the machining process through of the PDCA methodology*

**Cássio Aurélio Suski**

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

[cassio.suski@ifsc.edu.br](mailto:cassio.suski@ifsc.edu.br)

**Eduardo Augusto Baher**

Electro Aço Altona S.A.

[eduardo.baher@hotmail.com](mailto:eduardo.baher@hotmail.com)

**Resumo:** Com o mercado mundial cada vez mais competitivo, torna-se necessário a realização de trabalhos de redução de custos nas empresas, para que as mesmas possam oferecer produtos de qualidade por um valor competitivo. O objetivo deste artigo está voltado para a redução dos custos com insertos em processos de usinagem por meio da aplicação da metodologia PDCA (Plan, Do, Check, Act) em empresa especializada em processos de fundição e usinagem. A Metodologia buscou levantar as causas do problema, bem como propor soluções e padronizar o processo a fim de reduzir os seus custos. Os resultados mostraram a melhoria na vida útil das ferramentas de usinagem e, conseqüentemente, redução do custo dos insertos por tonelada de peças usinadas. Como conclusão pode-se verificar a importância da aplicação da metodologia de análise e solução de problemas na redução de custos de empresas do ramo metal mecânico.

**Palavras-chave:** Redução de Custos. Insertos. PDCA.

**Abstract:** With the world market becoming increasingly competitive, it is necessary to carry out cost reduction work in companies, so that they can offer quality products at a competitive value. The objective of this article is to reduce the costs with inserts in machining processes through the application of the PDCA methodology (Plan, Do, Check, Act) in a company specialized in casting and machining processes. The Methodology sought to raise the causes of the problem, as well as propose solutions and standardize the process in order to reduce its costs. The results showed an improvement in the useful life of the machining tools and, consequently, a reduction in the cost of the inserts per ton of machined parts. As a conclusion, it is possible to verify the importance of applying the methodology of analysis and problem solving in reducing costs of companies in the metal mechanic branch.

**Keywords:** Cost Reduction. Inserts. PDCA.

## 1. Introdução

Ao longo dos anos, em função da evolução das tecnologias, a competição entre as organizações a nível mundial tem crescido acentuadamente, permitindo às mesmas atingir um patamar crescente de bens e serviços que devem ser comercializados em mercados com crescimento restrito.

Em razão do aumento da competitividade as organizações têm buscado melhorar seus sistemas de produção no intuito de alcançarem destaque no mercado mundial, colocando-se a frente dos concorrentes e aperfeiçoando seu controle de custos de manutenção, cujo setor precisa estar cada vez mais interligado com a produção, para que seja possível evitar interrupções inesperadas, as quais geram quebra de produtividade e, automaticamente, a redução de lucro.

Nesse contexto, encontra-se inserido o presente artigo cujo objetivo esteve voltado para a redução dos custos com insertos em processos de usinagem por meio da aplicação do PDCA (Plan, Do, Check, Act) em empresa especializada em processos de fundição e usinagem.

Adicionalmente, com base no estudo de caso e na revisão bibliográfica realizada, pretendeu-se avaliar a importância deste modelo para a organização empresarial no contexto local, evidenciando-se os erros e omissões da produção industrial que podem comprometer a maximização de rendimento e, conseqüentemente, o lucro almejado pela empresa.

## 2. Fundamentação teórica

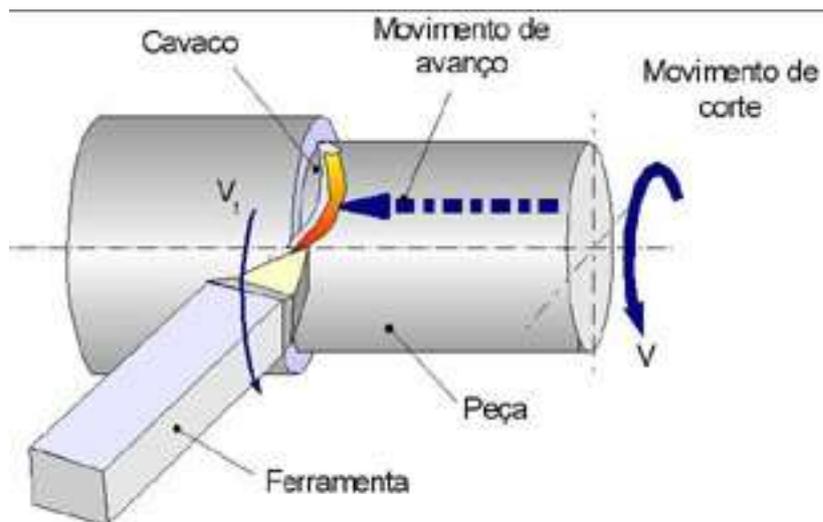
### Usinagem

Pode-se afirmar que qualquer produto deve necessariamente passar por um processo de fabricação, seja ele um clipe, uma calculadora ou um automóvel. Um dos processos de fabricação mais populares do mundo é a usinagem (Machado, 2011, p. 17).

Pode-se definir usinagem conforme Machado (2011, p.17):

[...] processo de fabricação com remoção de cavaco, ou de uma forma mais abrangente, como uma operação que ao conferir à peça forma, dimensões e acabamento, produz cavaco. E por cavaco entende-se que é uma porção de material da peça retirada pela ferramenta e caracterizada por apresentar forma geométrica irregular.

Alguns exemplos de processos de usinagem são: torneamento (Figura 1), fresamento, furação, retificação, brunimento, entre outros.



**Figura 1.** Torneamento.

Fonte: CIMM, 2007

## Insertos

Os insertos são pastilhas de formas variadas (Figura 2), confeccionadas em materiais diversos. Desta forma, tem-se o suporte porta – ferramentas, fabricado em aço baixa – liga, sobre o qual é fixado o inserto por meio de grampos ou parafusos.

Um dos principais fatores que determinam a produtividade em um processo de usinagem é condição da ferramenta utilizada, uma vez que o seu desgaste interfere na qualidade das peças, trazendo prejuízo à indústria. O desgaste ocorre porque, durante a usinagem, as ferramentas estão sujeitas a aplicações mecânicas e térmicas, além do atrito com o cavaco e com a superfície da peça. Estes fatores provocam o desgaste e até mesmo tornam inviável a utilização da ferramenta.



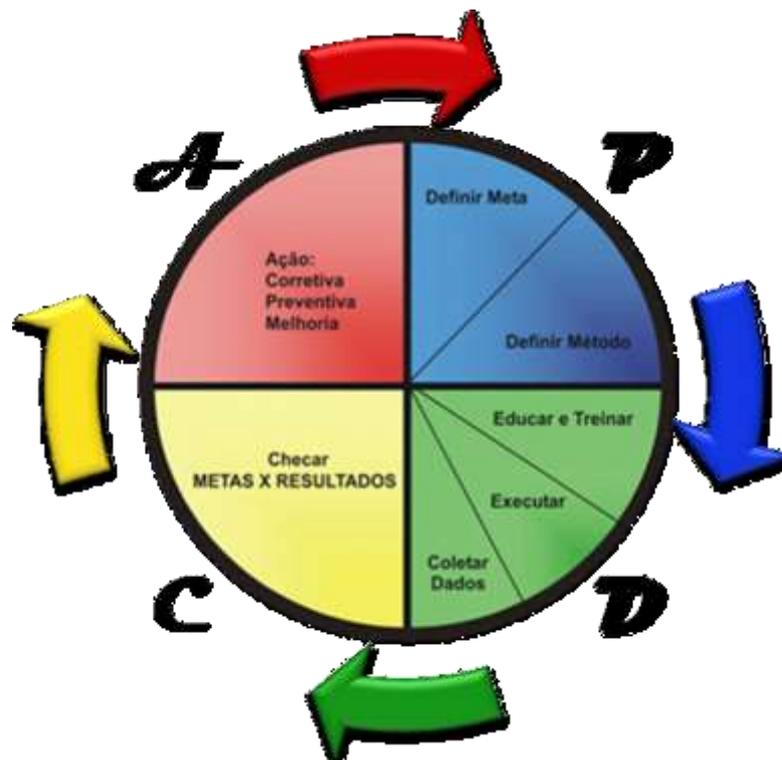
**Figura 2.** Insertos

Fonte: Usinagem Brasil, 2011

## PDCA

O conceito de melhoramento contínuo implica literalmente processo sem fim, questionando repetidamente e requestionando os trabalhos detalhados de uma operação. A natureza repetida e cíclica do melhoramento contínuo é melhor resumida pelo que é chamado ciclo PDCA (Figura 3). O PDCA é a sequência de atividades que são percorridas de maneira cíclica para melhorar atividades (Slack et al., 2007, p.605).

O ciclo começa com o estágio *P* (de *planejar*), que envolve o exame do atual método ou da área-problema estudada. Isso envolve coletar e analisar dados de modo a formular um plano de ação que, se pretende, melhore o desempenho. Uma vez que o plano de melhoramento tenha sido concordado, o próximo estágio é o estágio *D* (do verbo *do, fazer*). Esse é o estágio de implementação durante o qual o plano é tentado na operação. Esse estágio pode envolver um miniciclo PDCA para resolver os problemas de implementação. A seguir, vem o estágio *C* (de *checar*), no qual a solução nova implementada é avaliada, para ver se resultou no melhoramento de desempenho esperado. Finalmente, pelo menos para este ciclo, vem o estágio *A* (de *agir*). Durante esse estágio, a mudança é consolidada ou padronizada, se foi bem sucedida. Como alternativa, se a mudança não foi bem sucedida, as lições aprendidas da “tentativa” são formalizadas antes que o ciclo comece novamente (Slack et al., 2007, p.605).

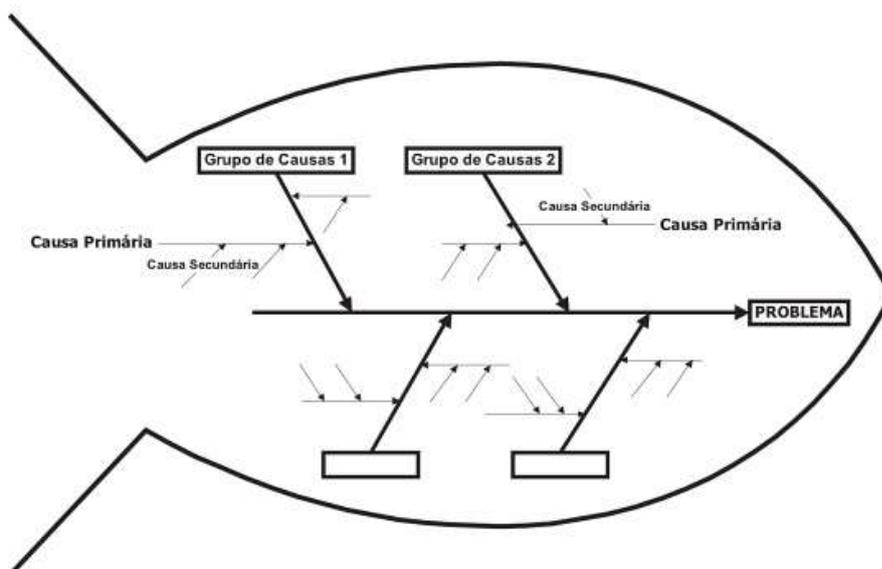


**Figura 3.** Ciclo do PDCA  
Fonte: Casa da Consultoria, 2010

Para auxiliar o desenvolvimento do PDCA, podem-se utilizar algumas ferramentas da qualidade que auxiliam na tomada de decisões mais precisas como o Brainstorming, GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), Diagrama de Ishikawa, Pareto, Carta de Tendência e 5W2H.

## Diagrama de causa e efeito

Diagrama de Causa e Efeito (Figura 4), também chamado Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, é um diagrama que visa analisar a relação entre o efeito e todas as causas de um problema. Cada efeito possui várias categorias de causas, as quais, por sua vez, podem se compostas por outra causa (Rodríguez, 2014, p. 72).



**Figura 4.** Diagrama de Causa e Efeito  
Fonte: Daychoum (2007, p. 139).

## Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto (Figura 5) é um gráfico de barras verticais que permite determinar a priorização das ações sobre os aspectos principais que afetam o processo e deve ser construído tomando como base uma lista de verificação (Rodríguez, 2014, p.64). Seu principal objetivo é explicitar os problemas prioritários de um processo por intermédio da relação 20/80 (20% das causas explicam 80% dos problemas).



**Figura 5.** Diagrama de Pareto  
Fonte: Hayrton, 2009

## Matriz GUT

A Matriz GUT (figura 6) é uma forma de se priorizar os problemas. A matriz tem este nome pelo fato de levar em consideração a Gravidade, a Urgência e a Tendência de cada problema (Daychoum, 2007, p.66).

MATRIZ GUT				
Ptos	G	U	T	G x U x T
	Gravidade Conseqüências se nada for feito.	Urgência Prazo para tomada de decisão.	Tendência Proporção do problema no futuro.	
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves.	É necessária uma ação imediata.	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato.	5 x 5 x 5 <b>125</b>
4	Muito Graves.	Com alguma urgência.	Vai piorar em curto prazo.	4 x 4 x 4 <b>64</b>
3	Graves.	O mais cedo possível.	Vai piorar em médio prazo.	3 x 3 x 3 <b>27</b>
2	Pouco Graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo.	2 x 2 x 2 <b>8</b>
1	Sem Gravidade.	Não tem pressa.	Não vai piorar ou pode até melhorar.	1 x 1 x 1 <b>1</b>

**Figura 6.** Matriz GUT

Fonte: Daychoum (2007, p. 67).

## Carta de tendência

Ferramenta que dispõe os dados de modo a permitir a visualização do estado de controle estatístico de um processo e o monitoramento, quanto à locação e à dispersão, de seus itens de controle (Werkema, 2013, p. 52).

## 5W2H

A ferramenta 5W2H (Figura 7) consiste basicamente em fazer perguntas no sentido de obter as informações primordiais que servirão de apoio ao planejamento de uma forma geral. A terminologia 5W2H tem origem nos termos da língua inglesa What, Who, Why, Where, Wen, How, How Much/How Many. Esta ferramenta pode ser aplicada em várias áreas de conhecimento (Daychoum, 2007, p.73).

<b>5W2H</b>	
<b>WHAT?</b>	<b>O Que? / Que? / Qual?</b>
<b>WHO?</b>	<b>Quem?</b>
<b>WHY?</b>	<b>Por que?</b>
<b>WHERE?</b>	<b>Onde?</b>
<b>WHEN?</b>	<b>Quando?</b>
<b>HOW?</b>	<b>Como?</b>
<b>HOW MANY? / HOW MUCH?</b>	<b>Quantos? / Quanto?</b>

**Figura 7.** 5W2H

Fonte: Daychoum (2007, p. 74).

## **Brainstorming**

Brainstorming é uma técnica usada para gerar ideias rapidamente e em quantidade e pode ser empregada em várias situações. Os membros de um grupo, cada um por sua vez, podem ser convidados a apresentar ideias relativas a um problema que esteja sendo considerado (Oakland, 2007, p. 227).

## **3. Metodologia**

### *3.1 Objeto de Estudo*

A redução dos custos com insertos em processos de usinagem em empresa especializada em processos de fundição e usinagem é o objeto de estudo deste artigo.

Foi utilizada a metodologia de análise e solução de problemas PDCA (Plan, Do, Check, Act) para levantar as causas do problema, bem como propor soluções e padronizar o processo a fim de reduzir os seus custos.

### *3.2 Procedimentos de Coleta de Dados*

O presente estudo foi realizado em uma empresa de grande porte especializada em fundição e usinagem de peças em aço carbono e ligas especiais. A empresa atua em duas demandas tituladas de repetitivo e sob encomenda, fornecendo peças para montadoras de máquinas, transporte pesado, automóveis, geração de energia, mineração, dragagem e petróleo e gás.

Para que a empresa possa oferecer produtos de qualidade por um valor competitivo é importante que tenha um bom controle sobre seus custos. Desta maneira verificou-se a necessidade de reduzir os elevados custos do setor de usinagem, surgindo assim, a proposta de otimizar a utilização de ferramentas, mais especificamente, dos insertos de usinagem por meio

do PDCA simplificado. Somente o custo na utilização de insertos representou, no ano de 2017, 8,8% do custo total do setor.

### 3.3 Procedimentos de Análise de Dados

Após a definição de metas, deu-se início ao acompanhamento nas máquinas e conversas com os operadores, programadores e preparadores de ferramentas a fim de identificar onde havia desperdícios e quais seriam alguns dos motivos para o elevado custo com os insertos.

Alguns fatos levantados foram:

- Peças com excesso de sobre metal;
- Peças com areia em sua superfície;
- Dados de corte não compatíveis com as ferramentas e materiais usinados;
- Falta de controle na substituição dos insertos, sendo que muitos insertos bons eram descartados;
- Custo elevado de alguns insertos;
- Algumas ferramentas não eram as mais adequadas para a usinagem que elas realizavam;

Através dos dados obtidos, realizou-se uma reunião para apresentação dos mesmos, e em seguida iniciou-se o brainstorming, com o objetivo de gerar ideias rápidas para a redução dos custos com insertos.

Com o conjunto de ideias apresentadas, foram realizados os seguintes trabalhos:

- **Melhorias no sobremetal das peças.** Através de reuniões com os responsáveis dos setores anteriores ao setor de usinagem, no processo produtivo das peças, foram definidas algumas mudanças para que as peças cheguem ao setor de usinagem com menos sobremetal, com um acabamento superficial melhor e com menos areia.

- **Controle e conscientização na troca de insertos.** Os operadores e os responsáveis por realizarem a troca de insertos, receberam orientações sobre valores e a importância do controle na hora de substituir os insertos usados pelos novos.

- **Reutilização de insertos.** Designou-se um colaborador para realizar a separação dos insertos usados que de alguma forma ainda possam ser utilizados. Verificou-se então, que haviam muitos com condições de uso, e os mesmos podem ser utilizados em processos de pré - usinagens e desbastes, onde não é necessário um bom acabamento superficial, assim como em peças que ainda possuam areia em sua superfície, sendo que a areia é um grande vilão no desgaste de insertos.

- **Ferramentas esquadras e especiais.** Como boa parte dos insertos sofre danos em apenas uma pequena área em relação a sua aresta total, solicitou-se aos fornecedores, algumas ferramentas esquadras e especiais, a fim de utilizar as áreas não utilizadas.

- **Melhorias nos dados de corte.** Foi requisitado à equipe de programadores que realizassem melhorias nos dados de corte de algumas ferramentas.

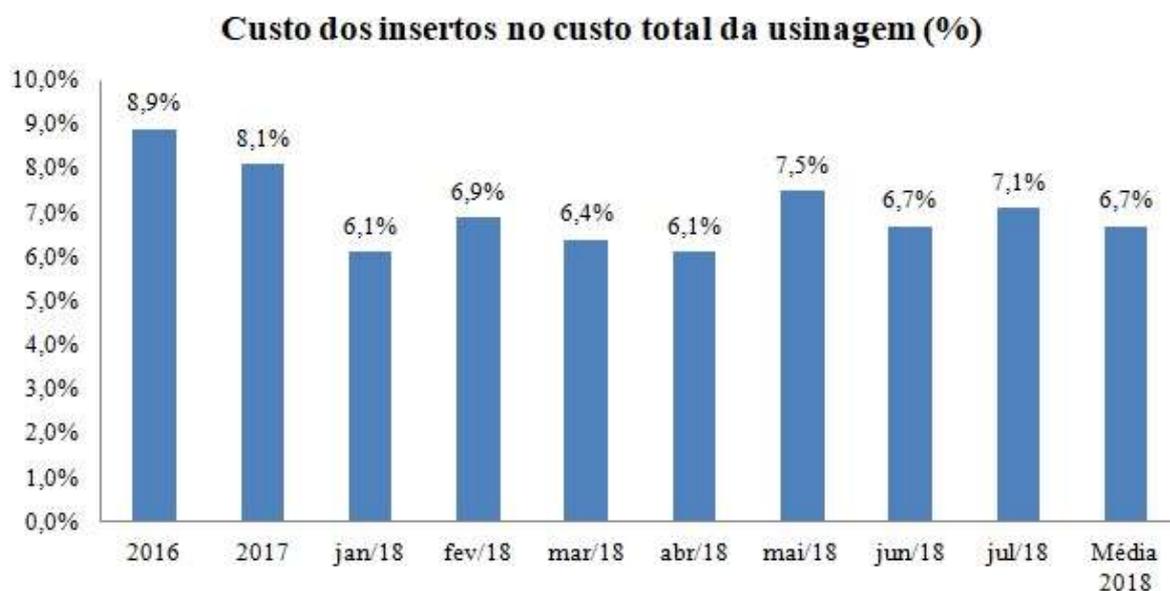
- **Substituição de ferramentas.** Foram verificadas as ferramentas que não apresentavam um bom rendimento e em seguida substituídas por outras.

- **Novos fornecedores de ferramentas.** Para a empresa não permanecer refém de uma pequena gama de fornecedores de ferramentas, iniciou-se a negociação com novos fornecedores. Conseguiu-se ferramentas com tecnologias parecidas ou até mesmo superiores, reduzindo o tempo de usinagem de várias peças, e por um valor menor, obtendo assim, um melhor custo benefício. Como exemplo, pode-se citar os insertos de Nitrato Cúbico de Boro (CBN), que custavam para a empresa R\$ 416,50 por unidade. No caso do novo fornecedor estes insertos passaram a ser adquiridos por R\$ 328,28, ou seja, uma redução de 21,18%.

- **Negociação com antigos fornecedores.** Com a entrada de novos fornecedores, deu-se início a uma nova negociação dos valores que eram praticados com os fornecedores antigos, conseguindo assim uma redução de até 30% nos valores de alguns insertos.

#### 4. Resultados/Achados e análises

As figuras 8 a 11 mostram os resultados obtidos até o mês de Julho de 2018. A figura 8 mostra os custos com insertos em % em relação ao custo total do setor de usinagem. Pode-se verificar que houve uma redução de 2,1% e 1,3% do ano de 2018 em relação aos anos de 2016 e 2017, respectivamente.



**Figura 8.** Custos em % com insertos até julho de 2018.

Na Figura 9 pode-se verificar os valores gastos com insertos nos anos 2016, 2017 até o mês de Julho de 2018. Percebe-se que estes valores vêm reduzindo anualmente.

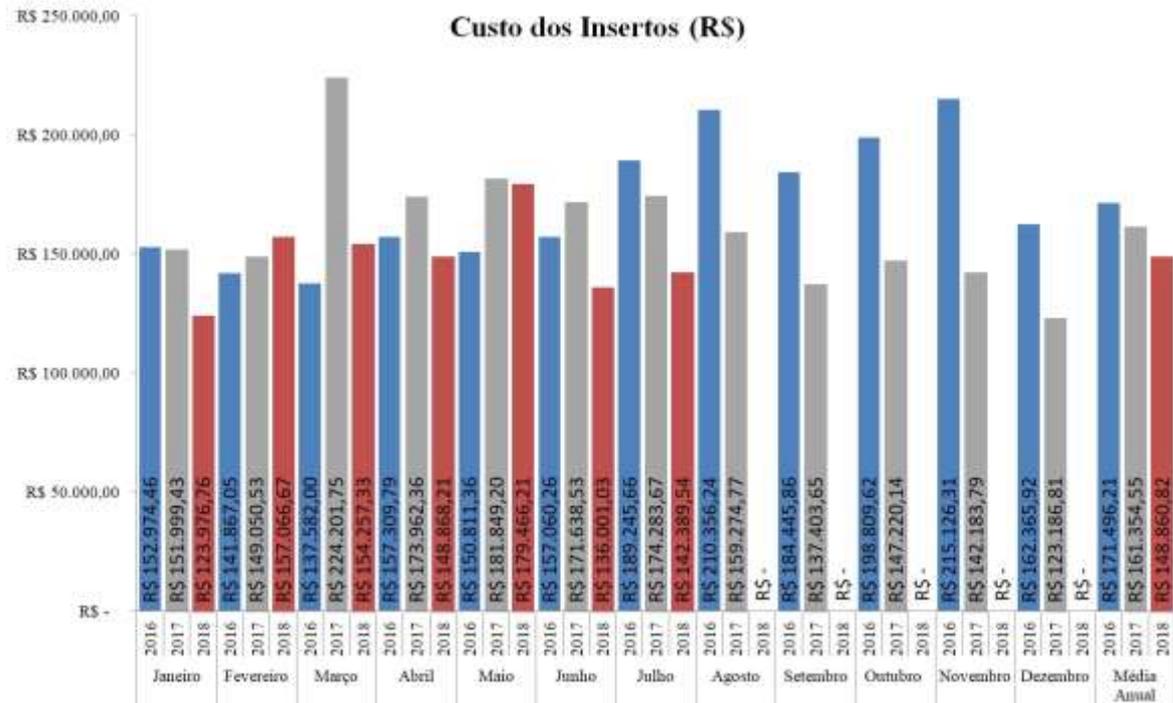


Figura 9. Custos dos insertos até julho de 2018.

Na Figura 10 pode-se visualizar o custo dos insertos em relação a cada tonelada de peças usinadas. Pode-se então verificar que no ano de 2017 em relação ao ano de 2016, foi economizado em média R\$ 9,59 por tonelada de peça usinada, e até o mês de Julho do ano de 2018 em relação ao ano de 2017, há uma economia de R\$ 5,61 por tonelada de peça usinada.

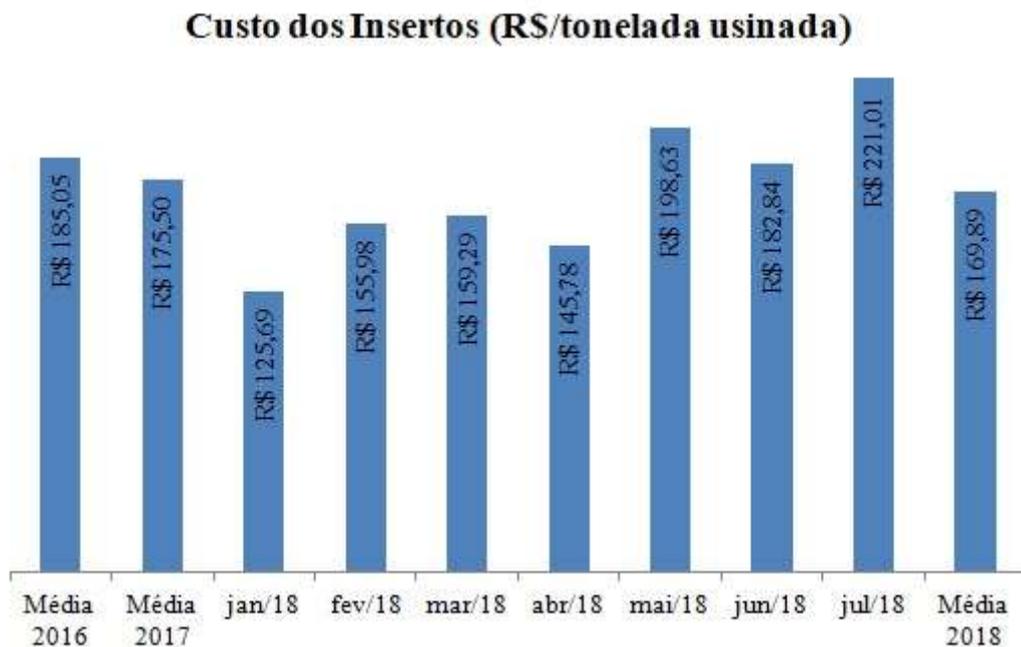


Figura 10. Custos em R\$ com insertos por tonelada usinada até julho de 2018.

Na Figura 11 tem-se o comparativo da média do peso usinado nos meses do ano de 2016 até o mês de julho de 2018. Analisando as figuras 10 e 11 chegou-se aos seguintes valores:

$$\begin{aligned} 2016 / 2017 &= 918 \text{ (média ton 2017)} \times 9,59 \text{ (economia em R\$/ton 2017)} \\ &= 8.803,62 \text{ (R\$/mês)} \times 12 \text{ (meses do ano)} \\ &= 105.643,44 \text{ (R\$/ano)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2017 / 2018 &= 899 \text{ (média ton 2018)} \times 5,61 \text{ (economia em R\$/ton 2018)} \\ &= 5.043,39 \text{ (R\$/mês)} \times 7 \text{ (meses do ano até julho)} \\ &= 35.303,73 \text{ (R\$/ano)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Redução de custo} &= 105.643,44 \text{ (R\$/ano 2017)} + 35.303,73 \text{ (R\$/ano 2018)} \\ &= 140.947,17 \text{ reais} \end{aligned}$$

Pode-se então afirmar, que a empresa obteve em relação ao final do ano de 2016 até o mês de Julho do ano de 2018, uma economia de R\$140.947,17 no custo total com insertos para processos de usinagem.



**Figura 11.** Peso em toneladas usinadas até julho de 2018.

## 5. Conclusões

Por meio deste artigo pode-se perceber a importância de uma política de redução de custos em uma empresa de grande porte, mesmo com todas as dificuldades que muitas vezes são encontradas para a sua implementação.

Com o trabalho de redução de custo de insertos para processos de usinagem foi possível economizar mais de R\$140.000,00 em apenas um ano e sete meses, ou seja, pode-se afirmar que a empresa possui um grande potencial na redução de custos e, conseqüentemente, obtenção de vantagem competitiva no mercado.

Pode-se também observar a importância da metodologia de análise e solução de problemas – PDCA para a empresa realizar uma coleta de dados organizada, bem como obter informações sobre seus custos e, desta maneira, possibilitar a verificação do quanto era gasto com o consumo de insertos e o quanto é importante a redução contínua de custos.

## Referências

- CENTRO DE INFORMAÇÃO METAL MECÂNICA. (2007). Disponível em [http://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir\\_noticia/2462-respeitando-a-vida-util-das-ferramentas](http://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/2462-respeitando-a-vida-util-das-ferramentas)
- CASA DA CONSULTORIA. (2010). Disponível em <http://casadaconsultoria.com.br/ciclo-pdca/>
- DAYCHOUM, M. 40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento. Tijuca: Brasport, 2007.
- HAYRTON, A. Dicas de qualidade: Diagrama de Pareto, Ishikawa e 5W1H, 2009.
- MACHADO, Á. Teoria da usinagem dos materiais. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- OAKLAND, J. Gerenciamento da Qualidade Total. Barueri: Nobel, 2007.
- RODRIGUÊS, M. Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo: Qualidade Padrão Seis Sigma. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SLACK, N. Administração da produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- USINAGEM BRASIL. (2011). Disponível em <http://www.usinagem-brasil.com.br/5199-widia-apresenta-novas-classes-de-torneamento/>
- WERKEMA, C. Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.