

# REDUÇÃO DE CUSTOS EM PROCESSOS DE USINAGEM CNC APLICANDO METODOLOGIA LEAN SIX SIGMA

Edição 116 NOV/22, Engenharias / 24/11/2022

COST REDUCTION IN CNC MACHINING PROCESSES APPLYING LEAN SIX SIGMA METHODOLOGY

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7378848

Lucas Gomes Barbosa<sup>1</sup>

Alisson Matheus Ferraz Brandão<sup>1</sup>

Thiago Vicente Pinho<sup>1</sup>

## Resumo

Atualmente em busca por competitividade no mercado de autopeças a empresa Scórpis indústria metalúrgica promove eventos de melhoria contínua baseando-se na metodologia lean six sigma visando reduzir a variabilidade que existe dentro dos processos, todos os colaboradores têm a oportunidade de estudar as ferramentas e aplicar a metodologia realizando as reais mudanças nos processos produtivos. No evento de 2022 uma das equipes atuou diretamente na área da ferramentaria de construção, em específico a usinagem em busca de redução de custos. Durante esse trajeto foram aplicadas as ferramentas da qualidade de forma prática, analisando os resultados da empresa foram encontrados possíveis pontos de melhoria, sendo propostos

readequações nos processos produtivos que por sua vez promoveram reduções de até 60% na aquisição de insumos para usinagem, com uma potencial redução de 180 mil reais durante o ano.

**Palavras-chave:** Competitividade; Usinagem cnc; Lean Six Sigma; Qualidade

## Summary

Currently looking for competitiveness in the auto parts market, the company Scórprios industria metalúrgica promotes continuous improvement events based on the lean six sigma methodology, where its employees have the opportunity to apply the methodology making real changes in production processes. At the 2022 event, one of the teams worked directly in the area of construction tooling, specifically machining in search of cost reduction. During this journey, quality tools were applied in a practical way, analyzing the company's results, possible points of improvement were found, and readjustments were proposed in the production processes that in turn promoted reductions of up to 60% in the acquisition of inputs for machining, with a potential reduction of 180 thousand reais during the year.

**Keywords:** Competitiveness; CNC machining; Lean Six Sigma; Quality;

## Introdução

Nos dias de hoje, vivemos em uma geração industrial que necessita a todo momento evoluir os processos internos para que mantenha seu produto competitivo no mercado. Antigamente, a demanda por alguns produtos industrializados era muito grande, e os fornecedores eram poucos, portanto, poderiam cobrar um alto valor sem se preocupar em perder o cliente. Atualmente, o cenário mudou: Os fornecedores aumentaram de tal forma que, o mínimo de aumento no preço final do produto faz com que o cliente procure imediatamente o concorrente que fornece mais barato.

Devido a esse cenário, cada vez mais as empresas precisam se atualizar e se adequar ao mercado. Manter o preço do produto final baixo é muito importante,

porém esse não é o único fator a ser levado em consideração. Além disso, existem outros fatores como qualidade do produto, prazo de entrega, bom atendimento e até meios de pagamento.

Para que possamos pensar em manter competitividade no mercado, elaboramos esse trabalho com o intuito de reduzir o custo do setor de ferramentaria para a empresa Scórprios do ramo de Metalurgia que atua nos segmentos de peças estampadas, soldadas e tratamentos superficiais.

Com a existência da pandemia, o Brasil vem sofrendo com o aumento dos preços de produtos em todos os setores industriais. Com a Scórprios não é diferente, a empresa viu-se na obrigação de aumentar o valor da hora de construção de ferramenta comercializada em 68%, para manter a margem mínima de lucro estipulada para continuar produzindo com excelência a todos os clientes. Os novos valores diminuíram a competitividade da empresa, visto que a mesma começou a ter dificuldades de aprovação nos orçamentos de novos produtos solicitados pelos clientes.

O grupo Scórprios sempre apostou na melhoria contínua da empresa, incentivando os colaboradores a utilizarem as ferramentas da qualidade como um meio de solucionar problemas. Pensando nisso, nosso grupo foi inserido em uma das equipes de melhoria contínua por um dos nossos integrantes para que pudéssemos desenvolver a metodologia Lean Six Sigma, aplicando essa metodologia de forma prática, assim confrontando os resultados teóricos com os resultados reais, possibilitando identificar possíveis desperdícios nos processos de usinagem.

## **Materiais e Métodos**

Devido ao aumento do custo de fabricação a empresa foi obrigada a reajustar o valor da hora de construção comercializada, mas essa ação causou uma perda de competitividade. Como demonstrado na imagem abaixo, o reajuste foi de 68%.

### **FIGURA 01 – TAXA-HORA DE CONSTRUÇÃO**



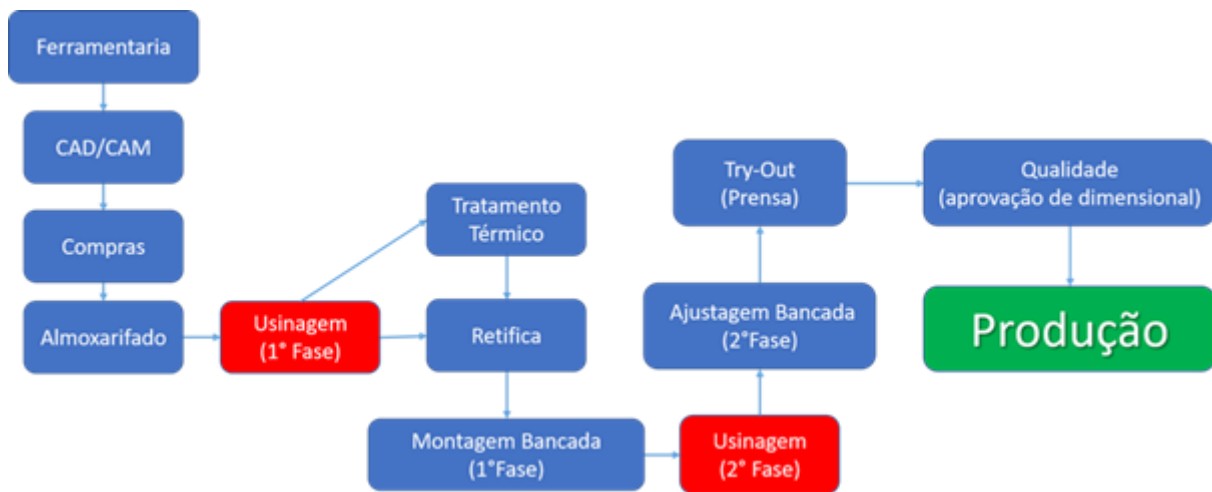
Utilizando a metodologia do Lean Six Sigma, aplicamos a ferramenta DMAIC para gerenciar todo o nosso projeto de melhoria.

Cada letra do DMAIC representa uma parte do processo:

- D: DEFINIR
- M: MEDIR
- A: ANALISAR
- I: MELHORAR
- C: CONTROLAR

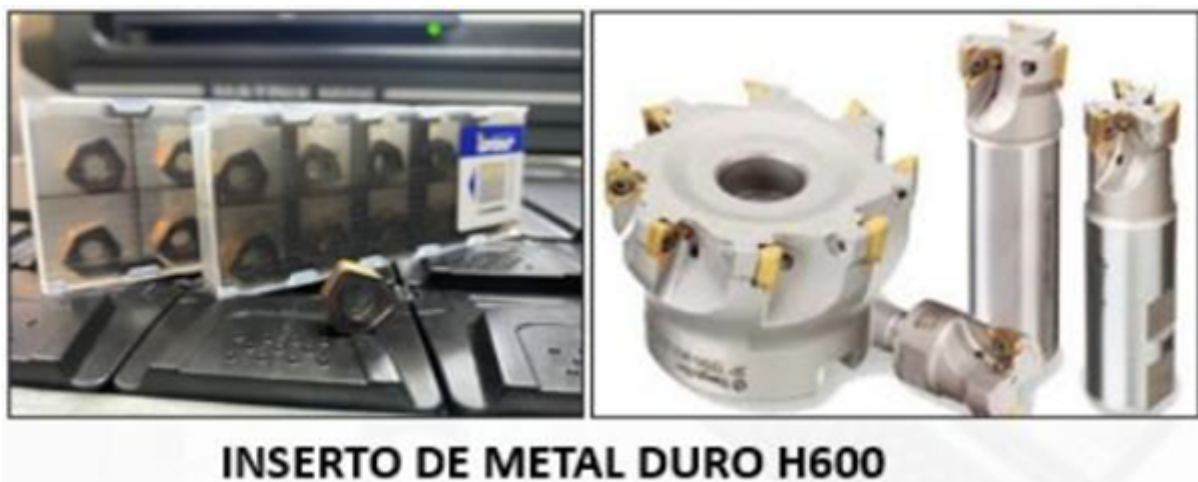
Começamos então definindo como é o processo de construção adotado pela empresa.

**FIGURA 02** – Fluxograma de Processos



Dentro dos processos conseguimos identificar que nas etapas de Usinagem estavam alocadas a maior parte dos recursos financeiros. Isso se dá pois esse é um processo que consiste na remoção de material através de ferramentas de corte, e durante o processo, existe o desgaste dos inserts de metal duro, conforme imagem abaixo.

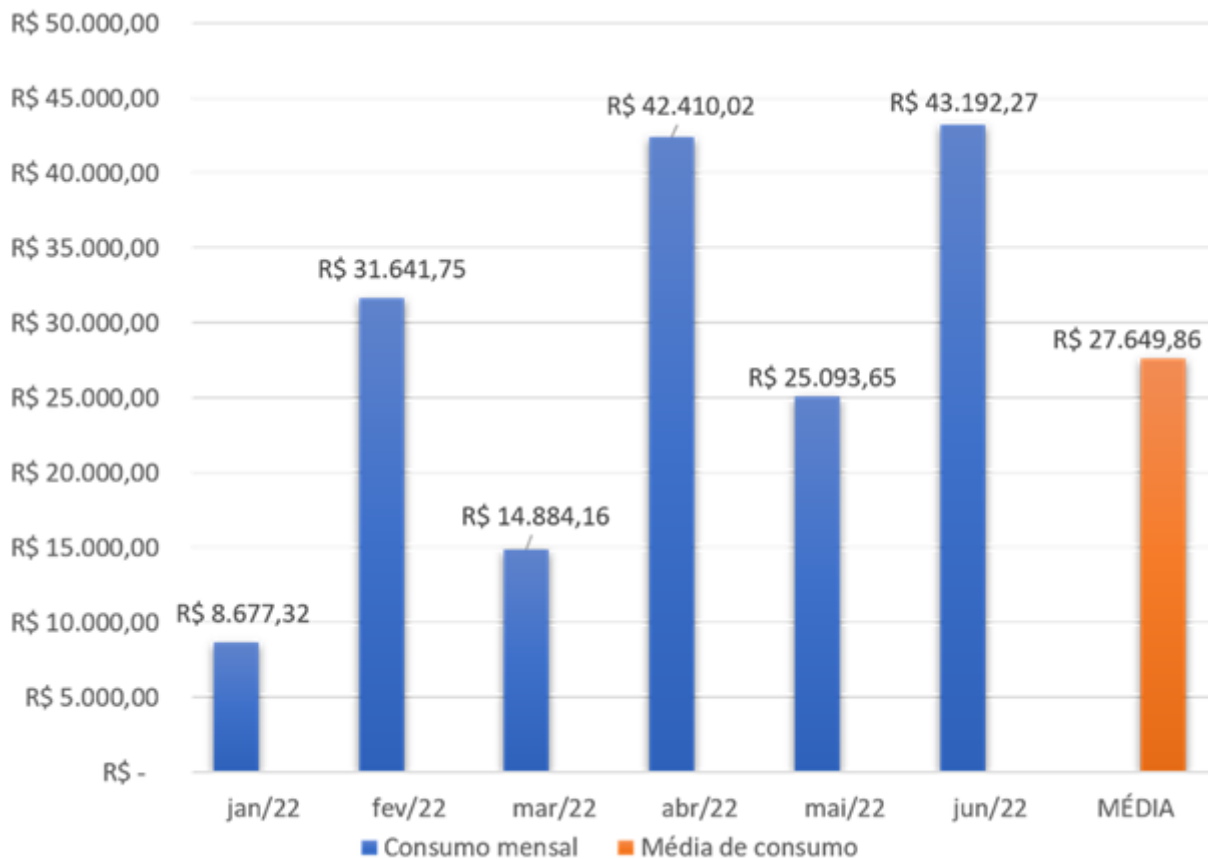
**FIGURA 03** – *Insertos de Metal Duro*



Feito o estudo do processo, conseguimos definir as etapas que alocam maior quantidade de recursos financeiros, que totalizaram um valor de R\$168.000,00.

Realizamos o levantamento do consumo de janeiro a agosto de 2022 conforme gráfico abaixo:

**FIGURA 04** – *Consumos de Janeiro/22 a Agosto/22*



Foi levantado os valores das atuais ferramentas de metal duro utilizadas nos nossos processos de usinagem CNC, dentro das ferramentas de maior consumo estão as fresas esféricas e de topo, como também os insertos de metal duro. Conforme as imagens 5 e 6:

**FIGURA 05** – Valores unitários das fresas

FRESAS DE TOPO E ESFÉRICAS			
ITEM	Código	Descrição	Preço Atual
1	27.43.456	FRESA DE TOPO RETO D4.	R\$230,00
2	27.45.154	FRESA DE TOPO RETO D5.	R\$174,21
3	27.45.155	FRESA DE TOPO RETO D6.	R\$195,27
4	27.45.156	FRESA DE TOPO RETO D8.	R\$275,68
5	27.45.157	FRESA DE TOPO RETO D10.	R\$386,71
6	27.43.453	FRESA DE TOPO RETO D12.	R\$698,76
7	27.43.412	FRESA DE TOPO RETO D16.	R\$813,62
8	27.45.150	FRESA ESFERICA D4.	R\$392,45
9	27.45.151	FRESA ESFERICA D6.	R\$411,60
10	27.45.152	FRESA ESFERICA D8.	R\$465,20
11	27.45.153	FRESA ESFERICA D10.	R\$702,59
12	27.43.454	FRESA ESFERICA D12.	R\$842,34

**FIGURA 06** – Valores dos Insertos de Metal Duro

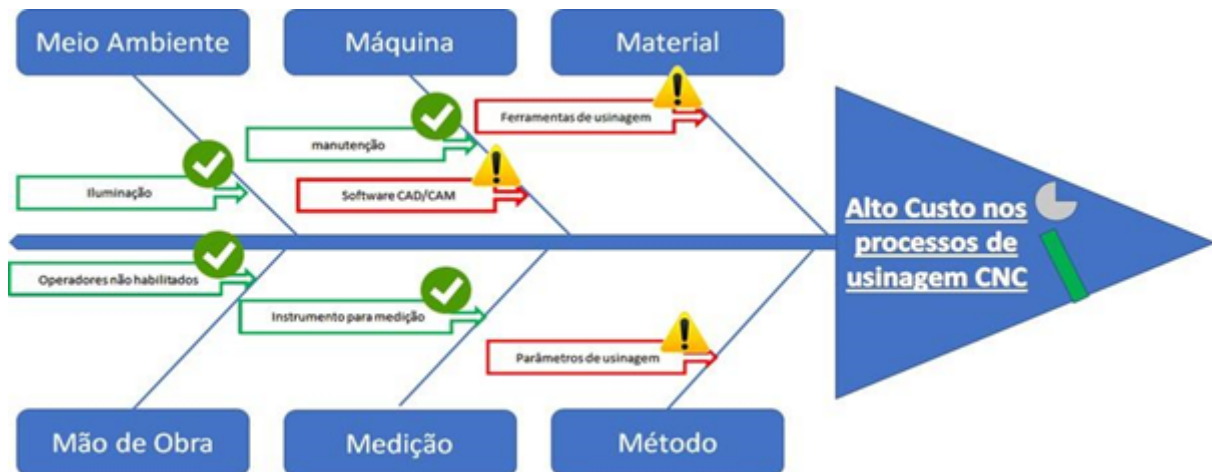
## INSERTOS DE ALTO AVANÇO

ITEM	Código	Descrição	Preço Atual
1	27.45.130	INSERTO DE METAL DURO P.	<b>R\$164,22</b>
2	27.45.137	INSERTO DE METAL DURO G.	<b>R\$166,70</b>
3	27.45.147	INSERTO METAL DURO SECO	<b>R\$147,00</b>



Fizemos um Gemba na fábrica para analisar o nosso processo mais de perto, e fizemos a utilização do Diagrama de Ishikawa para encontrar a possível causa raiz, analisando os 6M e encontramos possíveis causas em Material, Máquina e Método conforme imagem:

**FIGURA 07** – Diagrama de Ishikawa



Em material, nós encontramos as ferramentas de usinagem como uma possível causa, pois analisando o processo mais a fundo vimos que os operadores utilizavam a mesma ferramenta com padrões de usinagem diferentes e isso chamou a nossa atenção.

**FIGURA 08** – Parâmetros de usinagem



Realizamos um levantamento da capacidade de trabalho das máquinas instaladas em nosso parque industrial, vimos que cada máquina tem sua particularidade em relação a torque, avanço e rpm, por este motivo a mesma ferramenta se comporta de forma diferente em cada máquina.

**FIGURA 09** – Parque Fabril Scórprios



Decidimos então recalcular todos os parâmetros de usinagem para ver se isso se repetiria em todas as outras ferramentas e nos surpreendeu, pois 68% das ferramentas trabalham dentro do especificado pelo fabricante, 22% das ferramentas falta torque nas máquinas para alcançarmos os padrões ideais de trabalho, e 10% faltam capacidade de rotação das máquinas, totalizando 32% das nossas ferramentas nós não conseguimos utilizar nos padrões ideais de trabalho.

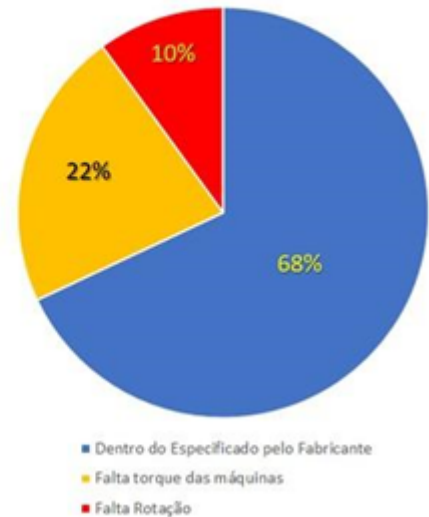
**FIGURA 10** – Testes de Utilização



# Testes

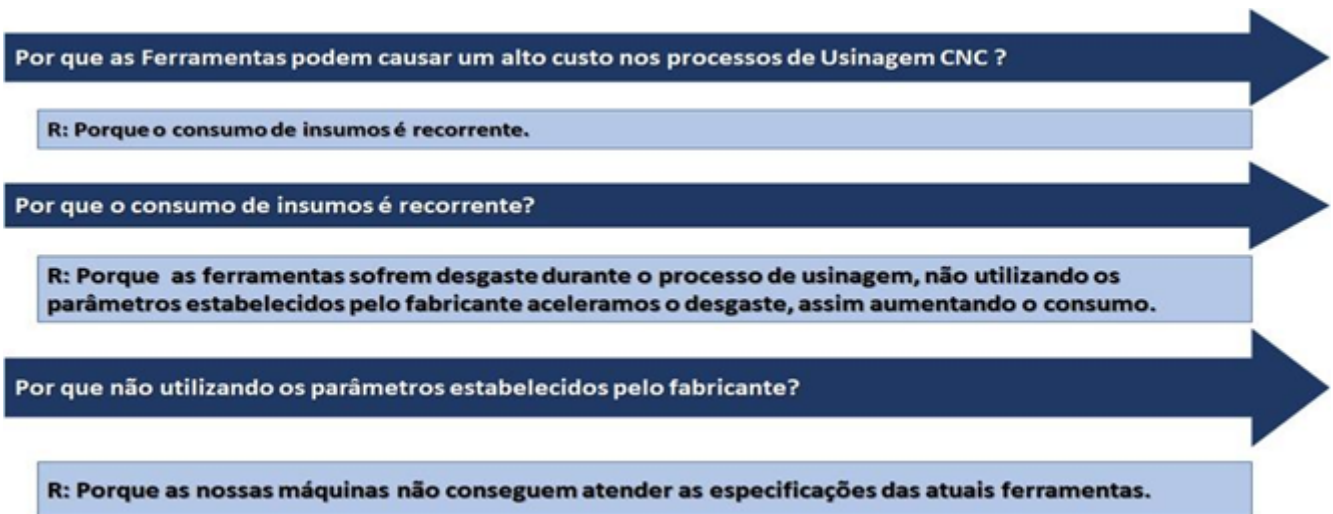
MATERIAL: AÇO VND							
FERRAMENTA	AP	FZ.	VC	Nº DE INSERTOS	Ø DA FERR.	RPM	FEED
UPFEED Ø63	0,5	1,0	170,0	6,0	63,0	858,1	5148,6
UPFEED Ø40	0,5	1,0	170,0	5,0	40,0	1351,5	6757,5
UPFEED Ø32	0,5	1,0	170,0	4,0	32,0	1689,4	6757,5
UPFEED Ø25	0,5	1,0	170,0	3,0	25,0	2162,4	6487,2
TANGENCIAL Ø25	0,5	0,2	315,0	4,0	25,0	4006,8	3205,4
TANGENCIAL Ø20	0,5	0,2	315,0	2,0	20,0	5008,5	2003,4
TANGENCIAL Ø16	0,5	0,2	315,0	2,0	16,0	6260,6	2504,3
TOPO Ø16	0,5	0,1	38,0	4,0	16,0	755,3	302,1
TOPO Ø12	0,5	0,1	150,0	4,0	12,0	3975,0	1749,0
TOPO Ø10	0,5	0,1	150,0	4,0	10,0	4770,0	1908,0
TOPO Ø8	0,5	0,1	150,0	4,0	8,0	5962,5	2146,5
TOPO Ø6	0,5	0,1	150,0	4,0	6,0	7950,0	2226,0
TOPO Ø4	0,5	0,1	150,0	4,0	4,0	11925,0	2385,0
ESFÉRICA Ø16	0,5	0,4	280,0	2,0	16,0	5565,0	4452,0
ESFÉRICA Ø12	0,5	0,1	180,0	4,0	12,0	4770,0	2289,6
ESFÉRICA Ø10	0,5	0,1	180,0	4,0	10,0	5724,0	2747,5
ESFÉRICA Ø8	0,5	0,1	180,0	4,0	8,0	7155,0	3434,4
ESFÉRICA Ø6	0,5	0,1	180,0	4,0	6,0	9540,0	4579,2
ESFÉRICA Ø4	0,5	0,1	180,0	4,0	4,0	14310,0	6868,8

## Resultado dos Testes



Fizemos então, a utilização da ferramenta 5 Porquês que consiste em realizar perguntas até encontrar a nossa causa raiz:

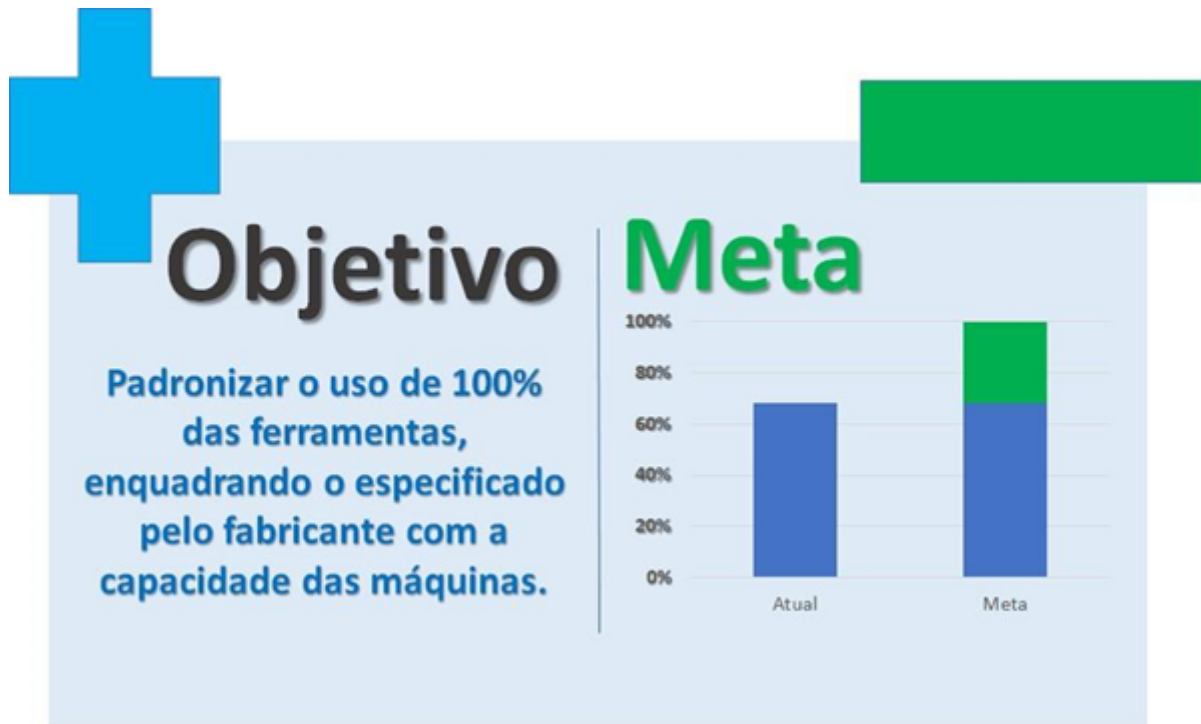
**FIGURA 11 – 5 Porquês**



Nós estendemos a aplicação dessa ferramenta para as possíveis causas raízes evidenciadas em Método e Máquina de acordo com o Diagrama de Ishikawa.

Após identificar a causa raiz, concluímos que não é possível seguir o padrão de parâmetros estabelecido pelo fabricante, assim acelerando o desgaste das ferramentas durante o processo, consequentemente aumentamos o consumo de insumos. Com base nesse estudo nós estipulamos nosso objetivo e meta.

**FIGURA 12 – Objetivo e Meta**



Após identificarmos a nossa causa raiz, a equipe elaborou algumas possíveis soluções das quais três puderam ser implementadas:

**FIGURA 13** – Análise das Soluções

**Ferramentas e Parâmetros de Usinagem** →

Nº	Proposta	Pós	Contra	Validação
1	Troca de máquinas obsoletas em relação ao mercado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de produtividade.</li> <li>Aumento da eficiência do ferramental.</li> <li>Entrada de novas tecnologias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Custo elevado.</li> </ul>	✘
2	Renegociação com o atual fornecedor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução de custo.</li> <li>Entrada de novas tecnologias.</li> <li>Baixa barreira de entrada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>As máquinas continuarão não atendendo as especificações das ferramentas.</li> </ul>	⚠
3	Buscar outras alternativas de ferramentas no Mercado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução de custo na aquisição de ferramental.</li> <li>Equalização do ferramental as máquinas.</li> <li>Aumento da vida útil do ferramental.</li> <li>Entrada de novas tecnologias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não haverá aumento de produtividade.</li> </ul>	✔
4	Criar um padrão de trabalho individual para cada máquina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Padrão de trabalho em todas as máquinas.</li> <li>Aumento da eficiência do Ferramental.</li> <li>Melhor gerenciamento do tempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os Parâmetros das máquinas de menor rotatividade terão de ser alterados manualmente.</li> </ul>	✔

## Melhoria

Utilizando a ferramenta 5W2H, elaboramos o nosso plano de ação:

**FIGURA 14** – Plano de Ação – 5W2H

D	WHAT ?	WHY ?	WHERE ?	WHEN ?	WHO ?	HOW ?	HOW MUCH?
1	Renegociar com o nosso atual fornecedor.	Reduzir o Valor de aquisição do Ferramental	Dep. Compras e ferramentaria.	1ª semana de Agosto	Lucas, Gustavo, Endrew e Kauê	Diretamente com o representante.	R\$220,00
2	Buscar novas alternativas no mercado.	Reduzir o valor de aquisição do ferramental.	Dep. Compras e Ferramentaria.	2ª e 3ª semana de Agosto	Marcelo, Jeferson, Cesar e Kauê.	Pesquisa de mercado	R\$220,00
3	Teste de novas Ferramentas..	É necessário verificar o comportamento da ferramenta em máquina.	Ferramentaria de Usinagem	4ª semana de Agosto e 1ª e 2ª semana de Setembro	Lucas, Cesar, Emerson e Marcelo	Comparando com os cálculos e ferramentas anteriores.	R\$880,00
4	Negociação com fornecedor	Prazo de entrega e formas de pagamento.	Compras	3ª semana de Setembro	Kauê, Marcelo e Lucas	Diretamente com o fornecedor.	R\$21.465,71
5	Análise dos Resultados	Viabilidade da troca.	Ferramentaria e compras	4ª semana de setembro	Kauê e Lucas	Analisando o consumo	R\$220,00
6	Padronização dos parâmetros por máquina.	Melhorar o gerenciamento do tempo em cada máquina.	CAD/CAM	3ª semana de Setembro	Gustavo e Endrew	Com auxílio do fabricante e catálogos de apoio ao cliente	R\$440,00
<b>Valor total do Investimento</b>						<b>R\$23.445,71</b>	

De acordo com o Plano de Ação 5W2H, nós implementamos todas as ações, começando com a renegociação das antigas ferramentas:

**FIGURA 15** – *Redução de custos com antigo fornecedor*

Item	Preço Ref.(03/2022)	Preço Ref.(08/2022)	Resultado
1	R\$ 230,00	R\$ 154,72	33%
2	R\$ 174,21	R\$ 161,79	7%
3	R\$ 195,27	R\$ 172,43	12%
4	R\$ 275,68	R\$ 234,98	15%
5	R\$ 386,71	R\$ 307,41	21%
6	R\$ 698,76	R\$ 461,58	34%
7	R\$ 813,62	R\$ 700,92	14%
8	R\$ 392,45	R\$ 392,45	0%
9	R\$ 411,60	R\$ 411,60	0%
10	R\$ 465,20	R\$ 465,20	0%
11	R\$ 702,59	R\$ 702,59	0%
12	R\$ 842,34	R\$ 842,34	0%
13	R\$164,22	R\$ 164,22	0%
14	R\$166,70	R\$ 166,70	0%

Implementamos a segunda ação que foi buscar novas alternativas de ferramentas que se enquadrassem na capacidade de trabalho das máquinas, realizando assim também a terceira ação que foram os testes das novas ferramentas durante um período longo de trabalho. Conseguimos grandes resultados pois conseguimos assegurar a qualidade e desempenho com um custo três vezes menor.

**FIGURA 16** – *Testes*



**Topo Ø8 mm**  
**Ap= 0,5**  
**FZ= .10**  
**VC=140**  
**Nº Facas= 4**  
**RPM= 5565**  
**FEED= 2200**



**Upfeed**  
**Ø40 mm**  
**Ap= 0,5**  
**FZ= 1.**  
**VC=180**  
**Nº Facas= 4**  
**RPM= 1351**  
**FEED= 5400**

**FIGURA 17** – Redução dos valores

**FRESA DE TOPO E ESFÉRICA ITEM NOVO**

ITEM	Código	Descrição/DSD	PREÇO ATUAL	REDUÇÃO EM RELAÇÃO A USAR
1	27.45.136	FRESA DE TOPO RETO Ø4.	R\$ 80,00	-48%
2	27.45.134	FRESA DE TOPO RETO Ø5.	R\$ 87,00	-46%
3	27.45.135	FRESA DE TOPO RETO Ø6.	R\$ 102,00	-42%
4	27.45.138	FRESA DE TOPO RETO Ø8.	R\$ 108,00	-40%
5	27.45.137	FRESA DE TOPO RETO Ø10.	R\$ 223,00	-27%
6	27.45.133	FRESA DE TOPO RETO Ø12.	R\$ 319,00	-31%
7	27.45.132	FRESA DE TOPO RETO Ø16.	R\$ 619,00	-25%
8	27.45.130	FRESA ESFÉRICA Ø4.	R\$ 80,00	-79%
9	27.45.131	FRESA ESFÉRICA Ø6.	R\$ 115,00	-62%
10	27.45.132	FRESA ESFÉRICA Ø8.	R\$ 194,00	-67%
11	27.45.133	FRESA ESFÉRICA Ø10.	R\$ 263,00	-72%
12	27.45.134	FRESA ESFÉRICA Ø12.	R\$ 281,00	-69%

**48%**

**INSERTO ANTIGO X INSERTO NOVO**

ITEM	Código	Descrição	Preço Atual	ITEM	Descrição	Preço Atual
1	27.45.130	INSERTO DE METAL DURO P.	R\$164,32	1	INSERTO DE METAL DURO	R\$49,00
2	27.45.137	INSERTO DE METAL DURO G.	R\$166,70			
3	27.45.147	INSERTO METAL DURO SECO	R\$147,00			

**73%**

**R\$21.465,71**

Realizamos a última ação que foi a padronização do novo método de trabalho estabelecido em todas as máquinas conforme suas características:

**FIGURA 18** – Padronização dos Parâmetros



**Padronização dos parâmetros nas máquinas de menor rotatividade.**

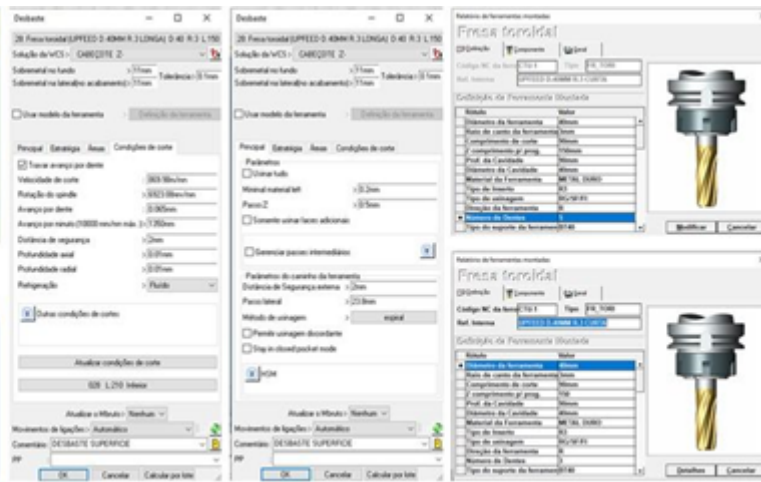
**Padronização dos parâmetros nas máquinas de maior rotatividade.**

Após atingirmos a nossa meta, fizemos todas as alterações nos métodos de trabalho junto ao departamento de Programação CAD/CAM, o qual é responsável pela estratégia de usinagem aplicada em todo o processo.

**FIGURA 19** – Padrões de trabalho CAD/CAD



**MEDIDAS CONTRA  
RETROCESSO:  
ALTERAÇÃO DOS  
PADRÕES DE TRABALHO  
DO CAD/CAM**



## Resultados

Utilizando como base o período de janeiro a agosto de 2022 fizemos o levantamento do quanto foi gasto com fresas de topo e insertos do antigo fornecedor. Tivemos um gasto total de R\$155.602,59, se compararmos o mesmo período com as ferramentas do atual fornecedor alcançaríamos uma redução de 60% que representaria uma redução de R\$92.617,59.

**FIGURA 20** – *Previsão de Redução*



Para alcançarmos esse resultado foi necessário investir R\$23.445,00, mas com a media de redução de 60% mensal alcançaríamos o Payback desse investimento em 3,5 meses.

Comparando a taxa de ocupação das máquinas em relação ao consumo no mesmo período de janeiro a agosto, vimos que se alcançarmos a taxa de

ocupação média dos meses de junho, julho e agosto, podemos alcançar uma redução máxima de R\$186.000,00 anual.

**FIGURA 21** – Taxa de ocupação x Consumo



## Conclusão

Nos últimos anos a indústria nacional tem sofrido muito com os produtos importados, sendo necessário rever seus métodos de fabricação para que retomassem a competitividade no mercado. Pensando nisso, a metodologia Lean six sigma vem tomando espaço dentro das empresas nacionais, e, sendo aplicadas de maneira correta é possível alcançar excelentes resultados.

Dentro da Scórpios não foi diferente, com a necessidade de rever custos e métodos de fabricação, a Scórpios tem tido grandes resultados, este trabalho foi implementado dentro do processo de fabricação de ferramentas de estampagem automotivo, aonde analisando mais a fundo os métodos de usinagem, encontramos um desperdício com as ferramentas de usinagem, aonde as ferramentas de usinagem tinham um alto valor agregado, realizando estudos de capacidade produtiva das máquinas atuais instaladas dentro do setor de usinagem vimos que não podiam oferecer recursos o suficiente para tais ferramentas, e em uma análise de mercado e um estudo de viabilidade junto a outros fornecedores foi possível realizar a troca dessas ferramentas por um ferramental mais compatível com a capacidade de trabalho das máquinas, reduzindo uma média de 60% no gasto mensal com insumos de usinagem mantendo o rendimento das máquinas sem perder a qualidade do trabalho. Fizemos uma projeção da capacidade de trabalho dentro da empresa, com uma taxa de ocupação de 84% poderíamos reduzir até 186 mil reais.

Com este trabalho implementado foi possível melhorar o rendimento da usinagem retendo recursos nos processos melhorando assim a competitividade.

## Referências

PEREGO, Bruno Estéfan. **Fundamentos do Lean Six Sigma**. Ed. IBGO.

SOUZA, Diego. **Lean Six Sigma: método que busca melhor desempenho de empresas**. Certifiquei. Disponível em: <https://www.certifiquei.com.br/lean-six-sigma/> Acesso em: 10/11/2022

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **5W2H**. Ferramentas da qualidade. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5w2h/>. Acesso em: 10/11/2022

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **5 Porquês**. Ferramentas da qualidade. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5-porques/>. Acesso em: 10/11/2022

RAMOS, Davidson. **Diagrama de Ishikawa**. Ferramentas da qualidade. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 10/11/2022

---

Autor<sup>1</sup>

← Post anterior

Post seguinte →

---

RevistaFT

A RevistaFT é uma **Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B”**. Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#).

## Contato

**Queremos te ouvir.**

**WhatsApp:** 11 98597-3405

**e-Mail:** contato@revistaft.com.br

**ISSN:** 1678-0817

**CNPJ:** 45.773.558/0001-48



Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2022

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil