

## DESCRIÇÃO DE UM PROJETO SEIS SIGMA PARA O CELOG: Identificação de pontos críticos no processo interno de aquisição de itens nacionalizados

Núbia Fernandes Santiago<sup>1</sup>  
Rachel Andrade Ballardín<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho identifica os pontos críticos no processo de aquisição de itens de ressurgimento nacionalizados pelo Centro Logístico da Aeronáutica (CELOG). Tal abordagem se faz necessária com o intuito de melhorar a satisfação dos clientes e a produtividade na linha de manutenção de aeronaves pelos Parques de Material. A finalidade deste estudo é descrever um projeto Seis Sigma para melhoria do processo interno de nacionalização e obtenção. Este intento será conseguido mediante a revisão bibliográfica acerca do Programa Seis Sigma e apresentação de um estudo de caso de projeto Seis Sigma no CELOG. A pesquisa demonstrou que os principais pontos críticos no processo de aquisição de itens de ressurgimento estão ligados ao processo licitatório. Além disso, concluiu-se que na fase de definição do projeto Seis Sigma é possível identificar os pontos críticos e propor ações rápidas de melhoria e outras ações que deverão seguir as demais fases do programa, antes da implantação e controle das ações corretivas. Por fim, foi apresentado um projeto de melhoria a partir da Voz do Cliente de acordo com os objetivos estratégicos da Organização.

**Palavras-chave:** Aeronáutica. Engenharia reversa. Melhoria de processo. Seis sigma.

### 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho procura identificar os pontos críticos no processo de aquisição de itens nacionalizados de ressurgimento pelo Centro Logístico da Aeronáutica (CELOG).

O Centro Logístico da Aeronáutica foi ativado em 1º de janeiro de 2005, numa decisão do Comando Geral de Apoio (COMGAP) em integrar a logística do transporte às atividades de aquisição no Brasil e no exterior em uma mesma organização. Dentre as missões do CELOG, está a de normatizar, executar, controlar e supervisionar as atividades logísticas de procura, de compra, de recebimento, de distribuição de material e a contratação de serviços necessários ao preparo e emprego da FAB, em especial aqueles relacionados à manutenção e ao emprego das aeronaves e engenhos aeroespaciais e seus equipamentos de apoio. (BRASIL, 2014)

O CELOG realiza aquisições, por meio da centralização de compras, para o Comando da Aeronáutica, em especial materiais e serviços, como se fosse uma grande empresa, tendo

---

<sup>1</sup> 1º Tenente, formada pela Academia da Força Aérea Brasileira: Bacharel em Administração, com ênfase na Administração Pública e Bacharel em Ciências da Logística. nubiafernan@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Doutora em Educação e Mestre em Engenharia Civil com Ênfase em Transportes e Gerência Viária. E-mail: ballardin@uol.com.br.

fornecedores de itens nacionalizados, com processo interno de aquisição (atendendo ao disposto na legislação em vigor para compras e contratação de serviço para órgãos públicos) e a distribuição desses itens para atender seus clientes (Parques de Material Aeronáutico). Dentro desse contexto, está a Divisão de Nacionalização do CELOG, cujo trabalho é “elaborar projetos de material aeronáutico e bélico, a fim de serem fabricados no mercado interno” (BRASIL, 2014). Desse modo, a Nacionalização é definida como:

o conjunto de atividades executadas desde a detecção da necessidade de se substituir o produto estrangeiro ou mesmo um produto nacional por similar nacional, até o encerramento do processo de certificação e sua implantação no SILOMS<sup>1</sup>. A Nacionalização está fundamentada no processo de engenharia reversa e deve ser realizada considerando o processo de garantia da qualidade definida pelo CELOG. (BRASIL, 2008).

Assim sendo, o CELOG atua como organização certificadora para atividades de Nacionalização dentro do COMAER (BRASIL, 2008).

Esse trabalho é realizado devido à escassez no mercado nacional e internacional em suprir materiais aeronáuticos por se tratarem de aeronaves antigas, ao exemplo do Bandeirante (C-95) e do Brasília (C-97). Portanto, a Aeronáutica utiliza-se da Nacionalização para o suprimento e manutenção de seus equipamentos como uma alternativa de aquisição. Como por exemplo, o Pistão (DCN0-10000), que faz parte do sistema hidráulico do trem de pouso principal (TPP) da aeronave C-95 Bandeirante, que gerou uma economia aproximada de 70% em relação ao valor de compra do item original.

Todo esse trabalho é desenvolvido pela Divisão de Nacionalização do CELOG e, após a elaboração do projeto de engenharia reversa, é possível contratar empresa que fabrique o material. Após a primeira fabricação e validação da montagem e funcionamento do item, este recebe um número de peça DCN (Desenho da Comissão de Nacionalização) que o caracteriza e o identifica, o que é equivalente à identidade da peça original, chamada *part number* (PN). Depois de nacionalizado o item, sua identificação será pelo PN nacionalizado, ou seja, pelo seu DCN. Nesse caso, a aquisição do DCN é chamada de ressuprimento do material, por não se tratar da primeira fabricação do mesmo.

Terminado o projeto que é norteado pela engenharia reversa de peças do fabricante original, ainda que disponíveis os desenhos e relatórios técnicos necessários para aquisição, existe um tempo entre a compra e a entrega do item, tempo que não está a contento pelos Parques de Material Aeronáutico, e que é calculado a partir da emissão da requisição no sistema SILOMS pelo cliente até a sua entrega.

Nesse contexto, é importante identificar possíveis restrições que afetem o tempo para aquisição e que afetem diretamente na satisfação dos clientes. Dentre as possíveis causas do problema estão: o preço de referência, o atraso na entrega do material pelo fornecedor (não

---

<sup>1</sup> Sistema Integrado de Logística de material e Serviços. (Sistema Interno da Força Aérea Brasileira).

cumprindo a Data Prevista de Entrega, ou DPE) e até mesmo as diversas interações necessárias com órgãos externos ao CELOG.

O presente estudo se faz necessário para melhorar a satisfação dos clientes e a produtividade na linha de manutenção de aeronaves pelos Parques de Material.

O objetivo deste estudo é apresentar um projeto Seis Sigma para melhoria do processo interno de nacionalização e obtenção pelo CELOG. Este intento será alcançado mediante revisão bibliográfica acerca do Programa Seis Sigma e um estudo de caso.

Portanto, para a apresentação deste estudo, o artigo está organizado com os seguintes tópicos: introdução, referencial teórico, introdução à pesquisa, apresentação da pesquisa, análise de resultado e conclusão. Segue, no próximo tópico, uma discussão acerca do referencial teórico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este item apresenta a razão de escolha da metodologia Seis Sigma como ferramenta para melhoria do processo, sendo apresentado um breve histórico do programa e as fases que compõem essa ferramenta.

### 2.1 O Programa Seis Sigma

O Seis Sigma é um programa originalmente desenvolvido pela empresa Motorola, na década de 80, como forma de melhorar o serviço ao cliente quanto à qualidade de seus produtos (ANDRIETTA, MIGUEL, 2007).

Observa-se, ainda, o Seis Sigma como uma abordagem estratégica empresarial:

“Um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. É singularmente impulsionado por uma estreita compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística e a atenção diligente à gestão, melhoria e reinvenção dos processos de negócios”. (PANDE et al., 2001)

A partir de então, muitas empresas adotaram essa metodologia como forma de reduzir desperdícios (ANDRIETTA, MIGUEL, 2007) e aumentar os lucros (MAUKIEWICZ, D.; SUSKI, B. 2009) através da “otimização de operações, melhoria da qualidade e eliminação de defeitos e erros” (SCATOLIN, 2005).

Segundo HARRY (2000), o Seis Sigma é aplicado para reduzir os riscos de falha no processo interno, mais para a redução do risco do negócio do que a redução de defeito ou erro do produto.

SCATOLIN (2005) cita algumas empresas que utilizaram a metodologia Seis Sigma:

- Manufatura: GE, Motorola, Allied Signal, Sony, Ford, Hitachi, Nokia, Bombardier, Toshiba e Samsung.
- Empresas de Serviço: Chase Manhattan, GE Capital, American Express, Citigroup, Carlson School of Management.

- Indústrias Químicas: Allied Signal, GE Plastics, DuPont, Dow, LG Chemical, Polaroid, FMC, OSRAM Sylvania e Johnson & Johnson

No próximo tópico, é apresentado um resumo do projeto e as fases que compõem o programa Seis Sigma.

## 2.2 A definição do Projeto Seis Sigma e suas fases

Neste tópico serão definidas as fases do programa Seis Sigma e como definir um projeto. Segundo WERKEMA (2004), os projetos devem ser bem selecionados, pois assim acarretarão em resultados rápidos e significativos, o que contribuirá para o sucesso e a consolidação da cultura Seis Sigma na empresa.

Além disso, WERKEMA (2004) define a primeira etapa do processo com a seleção do projeto, que deve contribuir com pelo menos um dos objetivos (ou metas) estratégicos da empresa e ter complexidade suficiente para que seja significativo para a organização. Nesse sentido, WERKEMA (2004) estabelece as principais características que um bom projeto Seis Sigma deve apresentar:

- I. Forte contribuição para o alcance das metas estratégicas da empresa.
- II. Grande colaboração para o aumento da satisfação dos clientes/consumidores.
- III. Chance elevada de conclusão dentro do prazo estabelecido.
- IV. Grande impacto para a melhoria da performance da organização (ganho mínimo de 50% em qualidade, ganho financeiro mínimo relevante para o porte e tipo de negócio da empresa, desenvolvimento de novos produtos ou novos processos, por exemplo).
- V. Quantificação precisa, por meio do emprego de métricas apropriadas, dos resultados que devem ser alcançados no projeto.
- VI. Elevado patrocínio por parte da alta administração da empresa e dos demais gestores envolvidos.

Como observado, o projeto deverá estar alinhado com as metas e objetivos estratégicos da organização. Além disso, o programa deve buscar a integração e comprometimento de todos os envolvidos no processo de melhoria, e é claro, ter a aprovação da alta Administração da empresa.

Werkema (2004) indica as fontes de obtenção de potenciais projetos:

- I. Indicadores referentes a desperdícios, como índices de refugo e retrabalho (*hidden factory*), e índices de produtividade.
- II. Problemas referentes à qualidade dos produtos.
- III. Custos que exercem um alto impacto no orçamento da empresa.
- IV. Reclamações, sugestões e resultados de pesquisas realizadas junto a clientes/consumidores.
- V. Reclamações, sugestões e resultados de pesquisas realizadas junto aos empregados da empresa. Resultados de estudos de benchmarking.
- VI. Extensões de projetos em andamento.

- I. Resultados de pesquisas sobre tendências de mercado e estratégias ou habilidades dos concorrentes.
- II. Oportunidades para melhoria de produtos ou processos com elevado volume de produção, para os quais pequenas melhorias implicam expressivos ganhos financeiros.

Além disso, de acordo com INGLE; ROE (2001), a escolha do pessoal envolvido no programa deve ser criteriosa, sendo necessário estruturar uma equipe de trabalho bem treinada.

Após a escolha do projeto, alinhado com o objetivo da empresa e com certo grau de relevância para a organização, a ferramenta de melhoria empregada na implantação do Seis Sigma é o DMAIC: acróstico que representa “Definir-Medir-Analisar-Implementar-Controlar” (RATH & STRONG, 2001).

Ainda, a implementação do programa deverá estar “vinculada ao uso de métodos estatísticos que buscam facilitar a interpretação de relações de causa e efeito que afetam diretamente processos críticos para o negócio.” (MARTINS; SANTOS, 2008)

No próximo tópico, será descrito o desenvolvimento de um projeto Seis Sigma para a redução do prazo de entrega dos itens de ressuprimento nacionalizados, o que no final da fase de definição desse projeto será possível identificar os pontos críticos no processo de aquisição desses materiais pelo CELOG e propor melhorias de ações rápidas.

### 3 INTRODUÇÃO À PESQUISA

Após abordar o referencial teórico acerca do programa Seis Sigma, será apresentado um estudo de caso no CELOG para a redução do prazo de entrega dos itens de ressuprimento nacionalizados com a identificação dos pontos críticos no processo.

Segundo ARAÚJO et al. (2008), o estudo de caso trata-se de uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

Com base nesse conceito, a escolha do presente caso para esta pesquisa tem a finalidade de demonstrar o uso da teoria em um cenário real, o que irá auxiliar na exploração dos diversos fatores envolvidos para a identificação do problema.

O projeto Seis Sigma para a redução do prazo de entrega dos itens de ressuprimento nacionalizados foi uma iniciativa do 1º Tenente Engenheiro Guimarães<sup>1</sup>, em atendimento a NBR ISO 9001 (2008), com base no resultado apresentado nas pesquisas de satisfação dos clientes de itens nacionalizados do CELOG, que são o Parque de Material Aeronáutico de São Paulo (PAMASP), Parque de Material Aeronáutico dos Afonsos (PAMAAF), Parque de Material Aeronáutico do Galeão (PAMAGL), Parque de Material Aeronáutico de Recife (PAMARF), Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (PAMALS) e Parque de Material Bélico do Rio de Janeiro (PAMB-RJ).

---

<sup>1</sup> Engenheiro Metalúrgico, certificado *Black Belt*, trabalha na Divisão de Nacionalização do CELOG. Responsável pelo projeto Seis Sigma para redução do prazo de entrega dos itens nacionalizados pelo Centro Logístico.

Após a identificação do problema apresentado pelos clientes, foi realizada a fase de definição do DMAIC, que será apresentada no próximo tópico.

Hoje, o Projeto Seis Sigma para melhoria do processo de aquisição de itens de ressurgimento visa redução do tempo de entrega desses materiais, além de contar com uma equipe composta por efetivo da Divisão de Nacionalização e de Obtenção do CELOG. Os resultados da fase de definição ainda serão apresentados para aprovação, início de ações rápidas e continuidade para as demais fases da ferramenta DMAIC com a medição, análise, implementação e controle.

Para compor o estudo de caso, é abordado no próximo tópico o desenvolvimento das ferramentas utilizadas para a obtenção de dados na fase de definição do Projeto Seis Sigma, realizado com os agentes integrantes do processo de nacionalização e obtenção do CELOG.

#### **4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA**

Conforme exposto anteriormente, o Seis Sigma é uma metodologia amplamente utilizada em diversas empresas do mundo, que promove mudanças em processos a partir da necessidade do cliente, considerando os objetivos estratégicos da organização, proporcionando melhoria de processo e satisfação dos clientes.

Para o presente estudo, será apresentado um programa Seis Sigma na fase de definição, na qual se delimita com clareza e precisão o escopo do projeto, as situações e problemas que serão melhorados, levando-se em conta a necessidade do atendimento das expectativas do cliente (WERKEMA, 2004).

As ferramentas utilizadas foram: Voz do cliente (VOC) e Matriz de prioridade para a escolha do projeto Seis Sigma, SIPOC e Mapeamento do processo para nivelamento de conhecimento e definição das entradas e saídas do processo, Matriz de Causa e Efeito e FMEA para a indicação de gargalo do processo e, por último, as Ações Rápidas (*Quick Hits*) para a proposta de ações de melhoria no processo.

##### **4.1 Voz do cliente (VOC)**

A VOC (*Voice of the Customer*) é uma ferramenta para identificar áreas de oportunidades de projetos identificados por pesquisas que representam as necessidades ou opiniões dos clientes.

Como meio de obter essa informação, foi apresentado pela Seção de Atendimento ao Cliente na Divisão Nacionalização do CELOG o resultado das pesquisas de satisfação de nossos clientes (PAMASP, PAMAAF, PAMAGL, PAMARF, PAMALS e PAMB-RJ), no que tange à aquisição de itens nacionalizados.

Com o resultado, foram obtidos os seguintes dados, levantados desde o ano de 2006 até 2014, demonstrado na tabela 1:

Tabela 01 – Resultado da pesquisa de satisfação do cliente:

Qual o nível de atendimento com relação à:	Importância (1-3)	Qualidade (1-3)	Desv Pad
1 - Facilidade de acesso a pessoa solicitada	2,14	2,69	0,27
2 - Facilidade de contato com os setores envolvidos	2,19	2,71	0,35
3 - Fornecimento de informações solicitadas	2,57	2,60	0,25
<b>Produtos e serviços:</b>			
1 - Produtos em conformidades com suas especificações	2,74	2,61	0,38
2 - Confiabilidade de nossos serviços ou produtos	2,68	2,63	0,43
3 - Capacidade de suprir itens que passaram a estar indisponíveis	2,46	2,47	0,27
4 - A redução de custo do item em relação ao importado	2,25	2,42	0,27
5 - Assistência técnica	2,18	2,67	0,18
<b>Logística:</b>			
1 - O prazo de entrega dos itens nacionalizados	2,53	1,99	0,39
2 - As embalagens dos produtos nacionalizados	2,15	2,75	0,17
3 - As identificações dos produtos fornecidos	2,18	2,69	0,40

Fonte: Evidências do Sistema de Gestão da Qualidade do CELOG, referentes às Pesquisas de Satisfação Anuais.

A pontuação 1, 2 e 3 para importância significam, respectivamente: sem importância, importante e crítico. Ao passo que a pontuação acerca da qualidade consiste, respectivamente, em: ruim, regular e bom.

Conforme tabela acima, verificamos que o prazo de entrega é o que possui a menor pontuação entre os clientes do CELOG, o que se aplica à aquisição de materiais que passaram por processo de nacionalização.

No próximo passo, o resultado da VOC deverá ser analisado de acordo com os objetivos (ou metas) estratégicos da empresa.

## 4.2 Matriz de prioridade

Para a elaboração da Matriz de prioridade, foi utilizada a tabela 2 com critérios definidos a partir dos objetivos estratégicos organizacionais, e a definição de pesos a serem utilizados:

Tabela 02 - Tabela de apoio à Pontuação Matriz de Prioridade

CRITÉRIOS	PESO	MUITO ALTO 7	ALTO 5	MÉDIO 3	BAIXO 1
<b>Ligados aos objetivos corporativos</b>	10	Afeta diretamente os objetivos corporativos do negócio	Ligado aos objetivos corporativos, porém não necessariamente afeta o resultado do negócio	Afeta indiretamente os objetivos corporativos, mas compromete o resultado do negócio	Não contribuem aos objetivos corporativos e nem ao negócio
<b>Ganhos financeiros ao ano (Redução de custos para União)</b>	6	> R\$ 1.000.000,00	R\$ 1.000.000,00 > Resultado > R\$ 500.000,00	R\$500.000,00 > Resultado > R\$ 100.000,00	Resultado < R\$ 100.000,00
<b>Impacto para o Cliente</b>	8	Risco de perder Clientes Externos	Afeta os clientes externos e indiretamente os internos (clientes dos processos e subprocessos internos)	Afeta indiretamente os clientes externos ocasionando efeitos aos clientes internos	Não é importante para o cliente externo. O problema é interno
<b>Disponibilidade de recursos</b>	5	Recursos garantidos e líderes comprometidos com a mudança	Recursos parcialmente garantidos e líderes comprometidos	Existem restrições para liberar recursos	Falta recurso e comprometimento dos líderes.
<b>Grau de complexidade</b>	3	Altamente cross-funcional, envolvendo clientes externos (negócio) e internos (processos)	Cross-funcional envolvendo clientes externos e poucos clientes internos	Cross-funcional, envolvendo basicamente clientes internos. (processos)	Uni-funcional, envolvendo apenas uma área interna (Despadronização)

Fonte: Adaptado de WERKEMA (2004).

Assim, com base no resultado da VOC, foram escolhidos os quatro critérios menos pontuados para comporem a Matriz de prioridade. Portanto, o resultado obtido de acordo com pontuação da tabela 2 segue demonstrado na tabela 3:

Tabela 03 - Resultado da Matriz de Prioridade do CELOG itens de ressurgimento.

Descrição do Problema/Oportunidade de melhoria	Ligados aos objetivos corporativos	Ganhos Financeiros (redução de custos para União)	Impacto para o Cliente	Disponibilidade de recursos	Grau de complexidade	Importância relativa
	10	6	8	5	3	
O prazo de entrega dos itens nacionalizados é o principal apontamento da VOC	7	5	7	7	7	212
A redução de custo do item em relação ao importado	5	7	5	3	7	168
Conformidades dos produtos com suas especificações.	5	3	5	3	5	138
Melhoria no canal de comunicação com o cliente.	3	1	5	5	7	122

Fonte: Pesquisa realizada para o presente estudo.

Portanto, a Matriz de prioridade auxilia na escolha de um potencial projeto Seis Sigma que deverá ser objeto de estudo. Para o projeto de estudo, foi escolhido o prazo de entrega e o custo do material.

### 4.3 SIPOC

Essa ferramenta foi aplicada após a reunião de abertura do projeto, utilizando da técnica do *brainstorm* com especialistas das Divisões de Nacionalização e de Obtenção do CELOG. O uso dessa ferramenta auxiliou no nivelamento de conhecimento da equipe acerca da complexidade do processo, esclarecendo quem são de fato os clientes e como as saídas priorizadas na pesquisa de satisfação são entregues por um processo que, por sua vez, é dependente de suas entradas e fornecedores. Com a definição do SIPOC é possível mapear o processo de aquisição de itens de ressurgimento.

### 4.4 Mapeamento do processo

Todo o processo de aquisição de materiais de ressurgimento nacionalizados foi mapeado, desde a emissão do pedido até a entrega do material ao cliente, definindo-se diversas etapas no processo.

Destacamos que o mapa não foi incluído neste Artigo por possuir mais de 6 metros de comprimento, quando impresso de forma legível. O mesmo foi anexado à parede da sala de reuniões usada durante este Estudo. Com o mapa, é possível a visualização global do processo bem como identificar as entradas e saídas, oriundas da ferramenta SIPOC.

### 4.5 Matriz de causa e efeito

Com a definição do SIPOC e mapa de processos, o conhecimento da equipe estava nivelado de tal maneira a possibilitar o uso da Matriz de Causa e Efeito, que visa correlacionar as entradas identificadas no mapa com as saídas demandadas pelos clientes. Nesta ferramenta são atribuídos pesos às saídas para ponderar a correlação com as entradas, de forma a obter enfoque nas saídas de maior impacto na satisfação do cliente. Para determinação dos pesos foi usada a VOC.

Os pesos foram pontuados separadamente com a correlação de cada entrada do processo com as saídas pelos agentes do CELOG que trabalham na área da Nacionalização e Obtenção. Com a pontuação, fez-se a média ponderada pelos pesos das entradas para obtenção do índice de correlação observado em cada entrada.

Como resultado, foram identificadas as variáveis que mais afetam as saídas do processo de aquisição, dessa forma é possível direcionar esforços para implantar melhorias e controles nessas variáveis mais críticas. Por fim, a tabela 4 indica as entradas mais críticas dentro do processo de aquisição de itens de ressurgimento nacionalizados:

Tabela 04 - Resultado da Matriz de Causa e Efeito para itens de ressurgimento.

Numeração da Entrada	Descrição da Entrada
15	Estudo Preliminar da Assessoria do Comandante (ASSCOM)
34	Fabricação de amostra e lote pelo Fornecedor
8	Elaboração da planilha de custos (Preço de Referência)
13	Solicitação de Proposta e documentação para empresa
23	Sessão pública (Considerando possíveis repetições)
7	Certificação do Requisito Técnico Licitatório (RTL)
17	Parecer Jurídico da Assessoria Jurídica de São Paulo (CJUSP)
26	Solicitação de crédito

Fonte: Pesquisa realizada para o presente estudo.

#### 4.6 FMEA

O FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) é uma ferramenta para análise do modo de falha, que consiste basicamente em um modelo sistemático usado para identificar e prevenir potenciais falhas de um processo, que prioriza as falhas das atividades referentes a cada subprocesso avaliado.

Para a elaboração dessa ferramenta, foram reunidos os chefes de setores envolvidos, utilizando-se a técnica do *brainstorm*, levantados os diversos modos de falha, descritos os efeitos de cada modo, como é realizado o controle e quais as propostas de melhoria.

Para cada causa dos modos de falha, foi realizada uma pontuação, conforme quadro 1, quanto à frequência com que a causa ocorre dentro do processo, a severidade do efeito que a causa corresponde para o prazo de entrega e a capacidade de detecção dessa causa.

Quadro 01 - Exemplo de tabela de apoio para pontuação da Severidade, Frequência e Detecção.

Pont.	Severidade do Efeito	Frequência	Detecção
10	Perigoso sem advertência	Muito alta	Não se pode detectar
9	Perigoso com advertência	Falha quase inevitável	Possibilidade muito remota de detecção
8	Perda da função primária	Alta:	Possibilidade remota de detecção
7	Rendimento reduzido da função primária	Falhas repetidas	Possibilidade muito baixa de detecção
6	Perda da função secundária	Moderada:	Possibilidade baixa de detecção
5	Rendimento reduzido da função secundária	Falhas ocasionais	Possibilidade moderada de detecção
4	Defeito pequeno notado pela maior parte dos clientes		Possibilidade moderadamente alta de detecção
3	Defeito pequeno notado por alguns clientes	Baixa	Possibilidade alta de detecção
2	Defeito pequeno notado por clientes muito meticolosos	Poucas falhas relativas	Possibilidade muito alta de detecção
1	Sem efeito	Remota: Falha é improvável	Detecção quase segura

Fonte: fig. 16 de CAPITULINO (2013).

Com a multiplicação da pontuação de cada um dos fatores (frequência, severidade e detecção), é obtida uma pontuação da criticidade das causas dos modos de falha que é o índice de prioridade de risco (RPN) ou *risk priority number*.

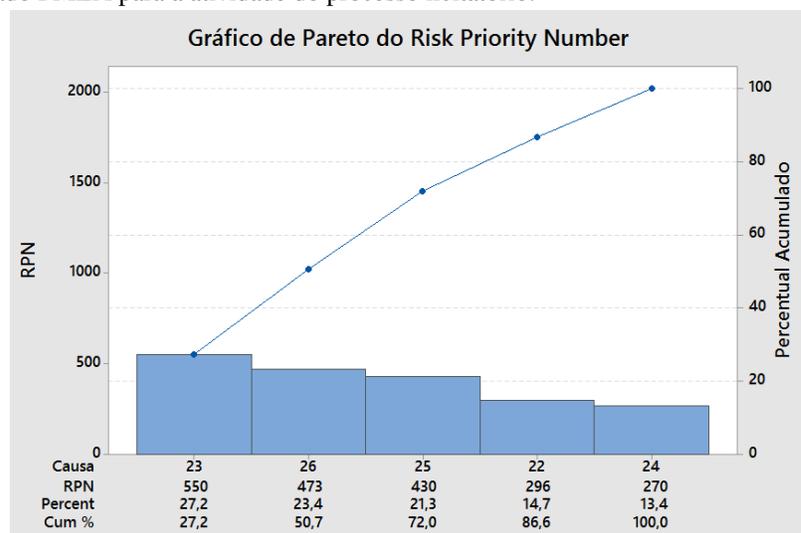
Portanto, com o RPN é possível identificar as variáveis mais críticas que afetam a saída (prazo de entrega) do processo. A partir de então, gera-se um plano de ações corretivas para diminuir ou eliminar as causas potenciais do modo de falha.

Considerando que foi realizado um FMEA para cada atividade do processo, conforme modelo no anexo A, para o presente estudo foi escolhida a atividade do processo licitatório para a apresentação dos resultados.

Essa escolha foi baseada na Matriz de Causa e Efeito (tabela 4), uma vez que o processo licitatório está entre as atividades mais pontuadas.

Portanto, o gráfico 1 demonstra o resultado do FMEA utilizando o gráfico de Pareto com o resultado do RPN referente ao processo licitatório:

Gráfico 01 - Resultado FMEA para a atividade do processo licitatório.



Legenda das causas:

23	Preço de referência não é atrativo para os potenciais fornecedores (fornecer para o CELOG implica em participar de um processo moroso, cujo pagamento demora mais do que a compra e venda no setor privado).
26	Requisições estão pendentes no sistema e não são retroalimentadas para que seja realizado o processo licitatório.
25	Relatório do pregoeiro não contempla todas as informações necessárias para garantir a repetição das requisições sem empresa vencedora.
22	A divulgação pode não atingir os potenciais fornecedores.
24	Documentação de habilitação não está completa.

Fonte: Pesquisa realizada para o presente estudo.

## 4.7 Ações Rápidas

Após definidas as prioridades de risco dentro os modos de falha do FMEA, elaborou-se um plano de ações rápidas para minimizar as interferências no processo.

Utilizando-se do exemplo anterior no FMEA, segue na tabela 5 a proposta do Plano de Ação referente à atividade do processo licitatório, com prazo e responsáveis a serem definidos:

Tabela 05 - Ações Rápidas para a atividade do processo licitatório

What/Why/Where	When	Who		
MODO DE FALHA	MELHORIA SUGERIDA	PRAZO	RESPONSÁVEL	STATUS
<b>Registro de Preço é uma alternativa que pode reduzir o tempo nesta etapa, porém não é usado hoje.</b>	Levantar dados acerca das requisições de DCN ao longo dos anos, para identificar condição de previsibilidade mínima, definição de lote mínimo e estudar a possibilidade de inclusão em Ata de Registro de Preços para aquisição posterior. (Usar SILOMS)	17/09/2015	Chefe da seção de garantia da qualidade interna	Pendente
<b>Não houve empresa interessada e habilitada a participar do processo licitatório para determinada requisição.</b>	Elaborar plano de Visitas a empresas para ampliar a divulgação do trabalho da nacionalização e aumentar número de potenciais fornecedores	17/09/2015	Chefe da seção de delineamento e controle de pedido	Pendente
	Criar procedimento para processo de confecção da planilha de preços. Identificar exemplos de licitações desertas devido ao preço de referência não atrativo para auxiliar na elaboração do procedimento;	17/09/2015	Chefe da seção de garantia da qualidade interna	Pendente
	Verificar se o cadastro de empresas qualificadas para fornecimento de itens específicos está operando adequadamente no sistema SILOMS para auxiliar na divulgação dos processos.	20/08/2015	Chefe da seção de garantia da qualidade interna	Pendente
	Criar apresentação com o passo a passo de como vender para o CELOG, com foco para a documentação de habilitação. (Vender a ideia de fornecimento para a FAB para potenciais fornecedores, com o objetivo de aumentar o número de potenciais fornecedores)	20/08/2015	Chefe da seção de divulgação	Pendente
<b>Não incluir em novo processo licitatório uma requisição que foi deserta ou não ocorrer a entrega do item pelo fornecedor</b>	Padronizar informações mínimas necessárias no relatório do pregoeiro e garantir que o mesmo seja cumprido. Atualizar NPAs incluindo relatório padrão em anexo. Tal padronização irá diminuir a possibilidade de não inclusão de requisições em repetições na licitação.	17/09/2015	Chefe da seção de execução de licitações	Pendente
	Requisições sem contrato: Levantar as requisições que não foram incluídas em repetições e consultar os requisitantes se permanece a necessidade de aquisição. Após tal levantamento, identificar a razão pela qual a requisição não está participando do processo que esteja em andamento.	17/09/2015	Chefe da seção de instrução de processos	Pendente
	Requisições que já tiveram contrato assinado: Informar ao setor de instrução do Processo Administrativo de Gestão sobre as requisições que não tiveram seu objeto entregue e que deverão ser incluídas em novo processo licitatório.	Imediato	Chefe da seção de gerenciamento de contratos	Pendente

Fonte: Pesquisa realizada para o presente estudo.

## 5 ANÁLISE DE RESULTADO

Na pesquisa apresentada no tópico anterior, foi observado que com o resultado da Matriz de Causa e Efeito (tabela 4) é possível identificar as variáveis que mais afetam as saídas no processo de aquisição de itens de ressuprimento pelo Centro Logístico da Aeronáutica (CELOG).

Com base no resultado da Matriz, é possível direcionar esforços para implantar melhorias e controles nas atividades mais críticas.

Nesse sentido, como o processo licitatório corresponde a uma das atividades mais pontuadas na Matriz, foi apresentado o FMEA correspondente a essa atividade, conforme figura 2, e as causas que impactam nessa atividade são identificadas.

Com o resultado do FMEA (figura 2), é possível identificar pontos que, sob a ótica dos especialistas no processo estudado, devem ser melhorados para que se reduza o tempo na aquisição dos itens nacionalizados pelo CELOG.

Portanto, com o presente estudo foi possível identificar as causas dos diferentes modos de falha descritos nos FMEA, para cada atividade do processo, delimitando o escopo do projeto de melhoria para redução no tempo de aquisição de ressuprimento de itens nacionalizados. Ainda com o uso das ferramentas da fase de Definição, foi possível identificar causas de retrabalho nos processos e atividades que não agregam valor para o cliente, possibilitando o desenho de um processo mais enxuto.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso da metodologia Seis Sigma, já na sua fase de definição, proporciona uma visão de todo o processo, entendendo cada etapa ao trabalhar em conjunto com os demais agentes envolvidos em busca de ações de melhoria para os problemas encontrados e, assim, alcançar a satisfação de nossos clientes alinhada com os objetivos estratégicos organizacionais.

Com as ações rápidas propostas é possível verificar que algumas melhorias sugeridas no Plano de Ações Rápidas (tabela 5) necessitam de informações adicionais (levantamento de dados) para entendermos melhor o problema. Nesses casos, a ferramenta DMAIC deve ser utilizada até a fase Controle, pois somente com a análise de dados e estratificações pode-se obter um parâmetro da melhoria desejada.

Além disso, demais ações podem ser realizadas sem a próxima fase de medição e análise do DMAIC, ou seja, não carecem da coleta de dados para a execução da correção. Portanto, seguirão para a fase de implantação e controle após a aprovação das Ações rápidas sugeridas.

Por fim, foram apresentados os pontos críticos no processo de aquisição de itens nacionalizados de ressuprimento e como forma de melhoria um projeto Seis Sigma que está em desenvolvimento pelo CELOG, visando reduzir o prazo de entrega, conforme proposta deste estudo. Além disso, após a aprovação das ações rápidas, pela autoridade competente, será possível dar continuidade ao projeto com a execução das demais fases do programa.

### **DESCRIPTION OF A SIX SIGMA PROJECT FOR CELOG: Identification of critical points in the internal process of acquiring nationalized items**

This paper identifies the critical points in the process of acquiring resupply items nationalized by the Logistics Center of the Air Force (CELOG). Such an approach is necessary in

order to improve customer satisfaction and productivity in aircraft maintenance line by Material Parks. The purpose of this study is to describe a Six Sigma project to improve the internal process of nationalization and buying. This purpose is achieved by a literature review about the Six Sigma program and presentation of a case study of six sigma project in CELOG. Research has shown that the main critical points in the process of buying spare parts that passed through the reverse engineering process are linked to the bidding process. In addition, it was concluded that the Six Sigma project definition phase is possible to identify the critical points and propose quick actions for improvement and other actions that should follow the other phases of the program, prior to deployment and control of corrective actions. Finally, an improvement project from the Voice of the Customer in accordance with the strategic objectives of the Organization was presented.

**Keywords:** Aeronautics. Reverse engineering. Process improvement. Six sigma.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade. Rio de Janeiro, 2008.

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. **Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: gestão da produção.** São Carlos, v. 14, n. 2, p. 203-219, maio-ago. 2007

ARAÚJO, Cidália et al. Estudo de Caso. **Métodos de Investigação em Educação.** Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2008. Disponível em <[http://grupo4te.com.sapo.pt/estudo\\_caso.pdf](http://grupo4te.com.sapo.pt/estudo_caso.pdf)>. Acesso em: 15 de julho. 2015.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Regulamento do Centro Logístico da Aeronáutica: ROCA 21-30.** [Brasília, DF], 2014.

\_\_\_\_\_. Comando da Aeronáutica. Diretoria de Material da Aeronáutica. **Manual de Nacionalização: MCA 67-3.** [Brasília, DF], 2008.

CAPITULINO, Fabio Alves. **Uso metodologia para aumento de produtividade do laminador de acabamento LQ-2.** 2013. 53f. Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, 2013.

INGLE, S.; ROE, W. Six sigma black belt implementation. **The TQM Magazine**, v. 13, n. 4, p. 273-280, 2001.

HARRY, M.J. **Abatement of business risk is key to Six Sigma**. Quality Progress, 33, pp. 72-76, jul. 2000.

MARTINS, M.F.; SANTOS, A. B. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 43-56, jan.-abr. 2008.

PANDE, P.S., NEUMAN, R.P., CAVANAGH, R.R. **Estratégia Seis Sigma**. 1a. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2001. 472 p.

RATH & STRONG (Org.). **Six Sigma Pocket Guide**, 2. ed. Lexington, 2001, 192 p.

SCATOLIN, André Celso. **Aplicação da Metodologia Seis Sigma na Redução das Perdas de um Processo de Manufatura**. 2005. 155f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000377027&opt=4>>. Acesso em 14 jun.2015.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Seis Sigma**, 2 a. ed. Nova Lima: Werkema Editora, 253p 2004.

## ANEXO A – Modelo de FMEA

**2.4-FMEA - VERTICAL**

*FUNCIONALIDADE = Prioriza as falhas das atividades referentes aos principais X's que vieram da MCE*

Identifique as falhas, as causas e os efeitos que podem ocorrer no Processo. Em seguida pontue a Severidade, Detecção e Ocorrência dessas falhas e calcule o RPN. Exemplo:

TÍTULO DO PROJETO:
DATA DA ABERTURA:
DATA PREVISTA PARA ENCERRAMENTO:
RESPONSÁVEL: 1 Ten Guimarães

<b>1ª ATIVIDADE DO PROCESSO:</b>	
<b>MODO DE FALHA 1:</b>	
CAUSA 1:	FREQÜENCIA=>
EFEITO 1:	SEVERIDADE=>
QUAL O CONTROLE ATUAL DA FALHA ?	DETECÇÃO=>
COMO MELHORAR ESTE CONTROLE?	RPN=> 0
CAUSA 2:	FREQÜENCIA=>
EFEITO 2:	SEVERIDADE=>
QUAL O CONTROLE ATUAL DA FALHA ?	DETECÇÃO=>
COMO MELHORAR ESTE CONTROLE?	RPN=> 0
<b>MODO DE FALHA 2:</b>	
CAUSA 3:	FREQÜENCIA=>
EFEITO 3:	SEVERIDADE=>
QUAL O CONTROLE ATUAL DA FALHA ?	DETECÇÃO=>
COMO MELHORAR ESTE CONTROLE?	RPN=> 0
CAUSA 4:	FREQÜENCIA=>
EFEITO 4:	SEVERIDADE=>
QUAL O CONTROLE ATUAL DA FALHA ?	DETECÇÃO=>
COMO MELHORAR ESTE CONTROLE?	RPN=> 0

ORDENAR  
RPN

CAUSAS	RPN
2	0
1	0
4	0
3	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0

ORDENAR  
CAUSAS