

ANÁLISE DE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO EM UM PROJETO SEIS SIGMA

Marcelo Sonntag Cadoso - UFRGS (marcelo_sonntag@hotmail.com)

Carla Schwengber ten Caten - UFRGS (tencaten@producao.ufrgs.br)

Andre Korzenowski – UFRGS (andre.korzenowski@gmail.com)

Engenharia de Produção e Transportes

Resumo

Este artigo apresenta uma análise da aplicação de projetos Seis Sigma em uma empresa do setor industrial de pneumáticos. O artigo compara levantamentos feitos na literatura acerca dos fatores críticos de sucesso e insucesso em projetos Seis Sigma, com um estudo de caso. O artigo vem suprir a necessidade de balizar fatores essenciais para a eficácia dos projetos, os quais hoje são vistos como vitais na redução de custos de várias empresas. Os resultados deste artigo revelaram uma forte relação das discussões acerca dos fatores críticos de sucesso vindos da literatura e dos relatados no estudo de caso em estudo. Foram propostas melhorias na aplicação e condução de projetos Seis Sigma.

Palavras chave: *Qualidade, Seis Sigma, Fatores Críticos, Pneu.*

1. Introdução

Iniciativas de qualidade e produtividade tornam-se cada vez mais presentes nas últimas décadas. Segundo Zimmerman e Weiss (2005), dentre estas, o controle estatístico de qualidade, a gestão da qualidade total e o sistema de manufatura *lean* são ferramentas e metodologias na lista dos

projetos em andamento nas empresas. Contudo, muitas vezes elas sucumbem à teoria e pecam na implantação, faltando com os resultados prometidos. Com grandes concorrentes no mercado como a China, que com um PIB crescendo 11,45% ao ano de 1993 a 2003 (VIEIRA, 2006) e submetendo à economia mundial a uma inundação de produtos subfaturados, torna-se valioso entender o porquê estes projetos, que visam à redução de custo e aumento de eficiência, não obtém êxito.

De acordo com Cordeiro (2004), pesquisadores e empresários de diversos países ocidentais tentaram mapear a receita do sucesso japonês de produzir bens com alto grau de qualidade e baixo custo a partir da sua reestruturação pós Segunda Guerra Mundial. Durante aproximadamente dez anos, em meados da década de 80, eles estudaram os procedimentos metodológicos que moviam a ascensão japonesa. Então, em 1987 cria-se a série de normas ISO 9000 pela *International Standard Organization* (ISO), que institui um grupo de normas técnicas estabelecendo um modelo de gestão da qualidade para organizações (CORDEIRO, 2004). Criou-se um padrão mínimo de qualidade homologado primeiramente na Europa, e estendido posteriormente para o mundo.

Grant e Leavenworth (1996) afirmam que a qualidade, para a maioria, é como algo não definível, todavia podendo ser detalhada quando vista. Ponderam, em tradução livre, como sendo o que está nos olhos de quem vê. Na realidade, o conceito não se distancia muito das colocações. A qualidade nada mais é do que um julgamento de valores relevantes para cada pessoa, no seu mais íntimo conhecimento e pré-conceito, que promove a sensação de importância sobre um bem ou um serviço (GRANT e LEAVENWORTH, 1996).

Com o intuito de auxiliar nas análises de oportunas melhorias em seus processos, empresas tentam aplicar ferramentas que visam desmistificar e quebrar paradigmas com comprovações estatísticas de que seus processos contem falhas significativas, e que através de priorização devem ser atacadas. Pinto et al. (2006) realizaram questionários sobre programas de qualidade usados em 198 empresas brasileiras, que figuravam entre as 1.000 maiores do país. Segundo o levantamento mais de 80% das companhias utilizavam a ISO

9001:2000 como ferramenta de suporte à qualidade. Em contra partida, em apenas 23,2% havia presente em seus desenvolvimentos projetos Seis Sigma.

Mediante entrevistas semi-estruturadas (caracterizada por questionamentos básicos a todos os entrevistados) com envolvidos em projetos Seis Sigma nesta empresa foi relatado e analisado o desenvolvimento de um destes projetos realizado no ano de 2009.

O objetivo deste trabalho é identificar fatores críticos de sucesso do projeto Seis Sigma realizado em uma empresa multinacional do setor industrial da borracha. Para tanto, comparou-se os fatores críticos de sucesso levantados no estudo de caso com os da literatura. Por fim, sugeriu-se melhorias no processo para torná-lo mais eficaz. Mediante entrevistas semi-estruturadas (caracterizada por questionamentos básicos a todos os entrevistados) com envolvidos em projetos Seis Sigma nesta empresa foi relatado e analisado o desenvolvimento de um destes projetos realizado no ano de 2009.

Este artigo é dividido em cinco seções. As seções a seguir são compostas pelo referencial teórico, que demonstra a partir da literatura a teoria do Seis Sigma e os fatores críticos de sucesso e insucesso; pelos procedimentos metodológicos, cujo propósito é relatar como foi feito o estudo; pelos resultados, os quais apontam as respostas do Seis Sigma analisado pelo estudo de caso; e pelas conclusões, que ponderam os resultados de todo o artigo e retomam o objetivo deste trabalho.

2. Referencial Teórico

Há décadas que a literatura vem abordando o assunto qualidade de forma mais abrangente. Desde os grandes gurus da qualidade como W. Edward Deming e Joseph M. Juran, com seu controle de qualidade na década de 50, até as implantações de projetos Seis Sigma com as inúmeras adaptações aos múltiplos processos, metodologias e ferramentas buscando a alta eficiência nas empresas (JURAN, 1974).

2.1. O Seis Sigma

O projeto Seis Sigma implanta simultaneamente princípios intrínsecos aos modelos anteriormente desenvolvidos, como o TQM (*Total Quality Management*). Segundo Pinto *et al.* (2006) o Seis Sigma é o projeto mais recente na gestão da qualidade. Surgido na década de 80, na Motorola, ele apresenta características como o raciocínio estatístico na resolução de problemas baseando-se em uma ferramenta cíclica, que remete ao PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), referida como DMAIC (*Define-Measure-Analyse-Improve-Control*).

Segundo Pande *et al.* (2001), alguns dos vários benefícios que o Seis Sigma pode trazer às empresas são a mudança cultural, a redução de custos, a melhoria de produtividade, o aumento na participação de mercado, a retenção de clientes, a redução de tempo de ciclo, a redução de defeitos e o desenvolvimento de produtos/serviços.

Para Rechulski e Carvalho (2004) o Seis Sigma:

“Torna-se uma estratégia para o aumento da competitividade através da melhoria da qualidade, com ênfase na aplicação de intenso ferramental estatístico para a eliminação dos defeitos.”

Para Berlitz e Haussen (2005):

“[...] a filosofia Seis Sigma propõe a existência de uma correlação direta entre o número de produtos com defeitos, percentual do faturamento desperdiçado com esses defeitos (perdas), e o nível de satisfação do cliente com o produto ou serviço; isto é, com a elevação da métrica sigma do processo, aumenta a eficiência e a eficácia deste, com consequente queda dos custos operacionais e elevação do nível de satisfação dos clientes.”

O desvio padrão de uma população, que quando atinge o nível de qualidade 6σ confirma que a variação do processo está contida seis vezes nos requisitos do cliente (ARIANTE *et al.*, 2005). Contudo Galvani (2010) alerta para a diferença teórica e prática do número de defeitos por milhão de oportunidades. Segundo eles, em termos práticos dificilmente um processo se mantém estável ao longo do tempo. A tendência é que o processo saia de controle estatístico e como consequência do aumento da produção destes itens

fora do controle, altere medidas de capacidade do processo. Estes indicadores mostram que de fato estão aumentando as propensões de geração de defeituosos. Desta forma, o autor pondera que se considere uma probabilidade de 3,4 DPMO (defeitos por milhão de oportunidades) em projetos de longo prazo, reduzindo-se 1,5 sigma em comparação ao teórico (DPMO teórico: 0,002). Tais resultados podem ser analisados na Tabela 1.

Tabela 1 - Nível sigma relacionado com DPMO no curto e longo prazo

Nível Sigma	DPMO (curto prazo) Processo centralizado	DPMO (longo prazo) Processo descentralizado 1,5 sigma
1	317.400	691.462
2	45.600	308.537
3	2.700	66.807
4	63	6.209,7
5	0,57	232,7
6	0,002	3,4

Fonte: adaptado Goh e Xie, 2003

2.2. Resultados de Seis Sigma

Alguns estudos de caso apontam para uma melhora de desempenho em inúmeros parâmetros após a aplicação do Seis Sigma, como apresentado na Tabela 2. Este compilado de alguns relatos mostra que é possível ganhar em desempenho, mesmo nem sempre atingindo o nível desejado. Os artigos foram escolhidos por apresentarem, dentro da bibliografia, parâmetros que atingiram uma boa performance após a aplicação do Seis Sigma, porém não atingiram o nível teórico esperado.

Apesar da literatura abordar o Seis Sigma e todos os programas de qualidade como sendo de origem nas necessidades dos clientes (ARIANTE *et al.*, 2005), em pesquisa do tipo *survey* (pesquisa de mercado com o intuito de cercar os desejos e anseios dos clientes) Pinto *et. al* (2006) indicam que dentre as ferramentas e projetos da qualidade abordados no estudo (a ISO 9001:2000, o Seis Sigma e o TQM) constata-se que a maioria das empresas alegam implementar e manter estes programas por iniciativa própria de melhoria da qualidade e produtividade.

Tabela 2 – Resultados obtidos com o Seis Sigma, revisados na literatura

Artigo	Autor (es)	Parâmetro	Antes	Depois
Redução do retrabalho em uma caldearia a partir do Seis Sigma.	PONTES ; ZOTES (2004)	Índice de rejeição de solda	3,47 σ	4,13 σ
Seis Sigma: Um estudo aplicado no setor eletrônico	REIS, D. A. F. (2003)	Falha de aparência do produto	4000 PPM	500 PPM
Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução de defeitos na face de válvulas de admissão e escape	OLIVEIRA <i>et al.</i> (2010)	Quantidade de válvulas retrabalhadas	96%	6%
Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais	SANTOS ; MARTINS (2010)	Ganho com Seis Sigma (caso abordado da empresa TTFix no artigo)	-	US\$600.000,00

Fonte: criada pelo autor

2.3. Fatores críticos de sucesso e insucesso

A implantação destas metodologias não se torna simples na medida em que pessoas estão envolvidas. O gerenciamento das habilidades e da motivação do grupo, bem como erros na abordagem de assuntos podem ser fatais no sucesso do Seis Sigma. Ariante *et al.* (2004) levantam opiniões sobre possíveis falhas no processo de desenvolvimento da ferramenta. Apontam para a grande responsabilidade dos *Black Belt* no sucesso do projeto em detrimento de sua autoridade sobre os membros da equipe. Além disso, esta pesquisa aponta a falha ao indicar coordenadores de Seis Sigma, que não tem interesse na missão, e, portanto não se comprometem.

Segundo Antony e Banuelas (2002), a seleção e a definição de projetos Seis Sigma realizados de maneira pobre, levam ao atraso do programa e à frustração dos envolvidos. Por isso, é importante ressaltar a relevância de uma boa análise de todas as etapas, principalmente as de planejamento do Seis Sigma. Segundo Rechulsky e Carvalho (2004), a metodologia não prevê retroalimentação, ou seja, não deve retornar à fases anteriores. A correta priorização planejada evita frustrações nos atendimentos das metas financeiras e de percentual de defeitos.

Para Angel e Froelich (2008), o Seis Sigma é meramente um apanhado de ferramentas de processo que deveria ser uma das partes de uma estratégia de processo de melhoria holística. Afirmam que atenção igual deveria ser dada

às pessoas, à inovação e a relação com os clientes. Em contra partida, MacManus (2008) defende que qualquer iniciativa de processo de melhoria (no caso o Seis Sigma) sem suporte é destinada à falha, não importando quem esteja designado para o projeto. Segundo o autor, nos últimos anos a maneira de se conduzir um projeto de Seis Sigma vem se distanciando cada vez mais da metodologia de sucesso implantada pela General Electric Co., Motorola e Allied Signal na década de 80.

Segundo Mullavey (2005), projetos Seis Sigma falharão se não houver um investimento de tempo e recursos suficientes. Em complemento, Dusharme (2003) afirma que em pesquisa *Survey* fica claro que a principal barreira é o custo do levantamento e execução dos projetos Seis Sigma. Gupta (2008) evidencia que algumas vezes os projetos Seis Sigma custam mais do que a melhoria que propiciam, suportado por aplicações incorretas dos propósitos do método. Ele explica dizendo que se erra ao analisar as causas raízes em sintomas superficiais sem que as condições de base do processo estejam garantidas. Fica claro que o objetivo do Seis Sigma não é apontar a condição de base como solução.

Rodrigues (2009) discute através de vários referenciais teóricos os pontos centrais no que tange fatores essenciais para o sucesso do Seis Sigma e suas respectivas maiores dificuldades. Para tanto, criou um resumo destes pontos, os quais são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Fatores de sucesso e potenciais dificuldades do Seis Sigma

Fatores Essenciais	Envolvimento e comprometimento da direção
	Relação dos projetos com a estratégia da empresa
	Conhecimento e utilização da metodologia/método e de ferramentas estatísticas
	Treinamento
	Relação com os clientes
	Cultura organizacional
	Comunicação clara e objetiva
	Gerenciamento eficaz dos projetos
	Critérios para seleção e priorização dos projetos
	Definição de objetivos e metas a curto e longo prazos
	Mensuração dos benefícios
	Infra-estrutura organizacional
	Relação com os funcionários (recursos humanos)
Relação com fornecedores	
Dificuldades	Relação fraca ou inexistente dos projetos 6 sigma com a estratégia da empresa
	Falta de critérios definidos para a seleção e gerenciamento dos projetos
	Pouco envolvimento e comprometimento da direção com o 6 sigma
	Liderança fraca ou inexistente do programa 6 sigma
	Infra-estrutura organizacional (equipe seis sigma) mal estruturada
	Cultura organizacional rígida tornando o ambiente propício ao aparecimento de resistência à mudança
	Comunicação parcial ou inexistente
	Dificuldade de compreensão e de implantação do Método e das ferramentas da qualidade
	Falta treinamento contínuo e bem estruturado
	Elevada ênfase em custos para análise do sucesso dos projetos, desconsiderando aspectos como qualidade do produto e retenção dos clientes

Fonte: Rodrigues (2009)

3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa se caracteriza por ser de natureza básica ou fundamental e aborda tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos, levando-se em conta respectivamente o ponto de vista dos funcionários sobre o processo e a descrição real dos resultados estatísticos obtidos à época do projeto Seis Sigma. Ela tem por objetivo ser de caráter, prioritariamente, descritiva utilizando-se do estudo de caso como procedimento.

Como citado, o estudo foi realizado em uma empresa de pneumáticos localizada na região sul do Brasil. Esta empresa figura hoje entre as maiores produtoras internacionais de seu segmento.

O estudo realiza a análise crítica do método DMAIC aplicado em um projeto Seis Sigma, cujo objetivo foi a redução do defeito caracterizado como escassez no flanco. O método DMAIC aplicado contemplou quase todas as etapas indicadas pelo Seis Sigma. Definiu-se o escopo do projeto, priorizando os parâmetros a serem estudados, que foram levantados a partir de um *Brainstorming*. Após, verificou-se a capacidade de se medir os pontos a serem controlados no processo com auxílio de estudos de repetitividade e reprodutibilidade (R&R). Em seguida, fez-se uma análise de regressão e analisou-se através de DOE (*Design of Experiments*) a relação dos parâmetros priorizados. Por último se propôs melhorias no processo, apontando as causas fundamentais do defeito. A fase de controle de processo não foi realizada.

Este artigo visa relatar e analisar como se deu à época este processo através de entrevistas semi-estruturadas com os participantes do grupo de trabalho. Foram levantados os fatores críticos para a produtividade e para a eficácia dos passos e respostas do projeto. Levantou-se os pontos avaliados por estes colaboradores como críticos para os resultados obtidos. Teve-se por objetivo entender se o resultado foi eficaz como esperado pela organização e elencar fatores de sucesso, comparando com os apontamentos vindos da literatura.

Para tanto, inicialmente foi realizada uma revisão na literatura dos fatores críticos de sucesso e insucesso dos projetos Seis Sigma, os quais são encontrados na seção 2.3. Na sequência os resultados das entrevistas semi-estruturadas com os integrantes do grupo foram comparados com estes fatores críticos. Em função do levantamento dos fatores críticos consolidados foram sugeridas melhorias para a aplicação de projetos Seis Sigma.

4. Resultados

Esta seção relata cronologicamente o caso de aplicação de projeto Seis Sigma. Tem-se por objetivo analisar criticamente ao longo da descrição os

pontos relevantes para a geração de sucessos ou insucessos. Em seguida, compara-se estes resultados com relatos da literatura.

4.1. Contextualização

Dentro de uma necessidade da empresa de elevar os níveis de conhecimento técnico de seus colaboradores e prepará-los melhor para a resolução de problemas de maior complexidade foi realizado um curso de formação de *Green Belts*. Segundo o escopo, todo o participante faria parte de um grupo de projeto Seis Sigma, no qual acumularia como formando a função *Green Belt*. Para tanto, criou-se oito grupos que aplicaram em um período de quatro meses as diretrizes do Seis Sigma.

4.2. Etapa definir

Nesta etapa alguns processos foram definidos e preparados para o desenvolvimento do projeto. Primeiro criou-se o grupo multifuncional formado por sete participantes, entre eles um *Champion*, dois *Green Belts* e quatro *Yellow Belts*. Havia um *Black Belt* assessorando todos os grupos. Após, foi realizado um *Brainstorming* para levantar as possíveis causas do defeito, o qual alimentaria posteriormente a matriz de priorização. Definiu-se também qual tipo de produto (seguimento de mercado) seria analisado. Em seguida, um fluxograma do processo foi montado, para se definir quais partes da fabricação seriam focadas. Na sequência, estabeleceu-se as métricas financeiras e de processo, para se avaliar o andamento do Seis Sigma. Finalmente, criou-se um *Charter* que continha um resumo de toda a etapa definir, se caracterizando como um contrato que o grupo faria com a empresa com o escopo para a realização do projeto.

Simultaneamente com a definição do grupo de trabalho decidiu-se abordar somente as duas áreas da fábrica que teoricamente tinham mais intimidade com o defeito, que são as áreas de confecção, onde as partes do pneu são montadas formando uma carcaça, e de vulcanização, onde em prensas o pneu sofre o processo físico-químico de vulcanização – ligação intermolecular das cadeias de carbono da borracha através de um elemento vulcanizante, principalmente enxofre. Porém processos anteriores a estes,

fornecedores de matéria prima, poderiam influenciar no resultado. O processo chamado de semiprontos, onde as partes do pneu são confeccionadas, ficou alheio ao Seis Sigma.

Os envolvidos no projeto afirmam que a falta de mão de obra disponível proveniente destes setores primários para formar um grupo suficientemente preparado ocorreu devido à grande quantidade de projetos paralelamente em andamento. Apontada como oportunidade de melhoria pelos participantes está a criação de um menor número de grupos com mais integrantes.

Nota-se por parte dos integrantes do grupo em análise um primeiro ponto de atenção e que repercute como erro ao longo de todo o projeto. A relação tempo de definição, medição, análise, melhoramento e controle, e a quantidade de membros no grupo ficou prejudicada. Eram muitos grupos espalhados por uma fábrica grande, realizando projetos, com um número pequeno de participantes. Isto vem de encontro com o que Antony e Banuelas (2002) ponderam na importância de uma boa definição de projeto Seis Sigma, para se evitar atrasos e frustrações. De mesma forma, como relatado na seção 2.3, Mullavey (2005) afirmou que todos querem aplicar projetos Seis Sigma, porém nem todos dão suporte e recurso a eles. O Seis Sigma não dará o resultado almejado se o grupo formado contemplar apenas pessoas com baixo conhecimento (tanto no processo em estudo quanto no próprio Seis Sigma). Isto vem de encontro ainda com o que Rodrigues (2009) cita em sua tabela como uma das dificuldades encontradas em projetos Seis Sigma: a Infraestrutura organizacional (equipe Seis Sigma) mal estruturada.

Foi colocado o baixo conhecimento em projetos Seis Sigma da maioria dos componentes do grupo como um fator crítico de insucesso do estudo. Havia no grupo apenas uma pessoa formada em cursos de *Green Belt*. No entanto, este componente não pode se dedicar inteiramente ao projeto. Como ponto de atenção vale ressaltar na definição do escopo do projeto a escolha de um produto dentro da gama da empresa. Neste Seis Sigma escolheu-se o produto que mais apresentava retrabalhos e descartes de produto acabado. Porém, por este não ser o único produto que apresentava o defeito, correu-se o

risco de dedicar uma energia ao Seis Sigma para se encontrar soluções que não eliminariam a causa raiz de todo e qualquer defeito classificado como escassez no flanco.

4.3. Etapa Medir

Nesta etapa fez-se a análise de sistema de medição de todos os parâmetros definidos como possíveis causadores do defeito. Era necessário se ter certeza que os participantes sabiam onde estava o defeito no pneu e como medir as variáveis em análise.

Extraiu-se da matriz de priorização cinco parâmetros a serem medidos em estudos de Repetitividade e Reprodutibilidade (R&R), com a intenção de saber se os parâmetros eram medidos sempre da mesma forma, e se todos os participantes do estudo encontravam a mesma medida. Estes parâmetros são: (i) eliminado pelo defeito; (ii) comprimento de flanco; (iii) largura de flanco; (iv) postamento de flanco e (v) quantidade de desmoldante aplicado ao molde.

Vale ressaltar o primeiro item medido pelo grupo. O objetivo era encontrar o defeito no produto, para tanto se fez um R&R disponibilizando aos operadores trinta pneus, dentre eles pneus bons, pneus com o defeito de escassez e pneus com defeitos vários. O estudo leva em média duas horas para ser realizado de maneira completa. No entanto, os resultados foram aquém do esperado. Apenas 28% dos pneus com o defeito de escassez no flanco foram separados. O aumento de variáveis no estudo prejudicou a análise dos operadores. Perdeu-se tempo e energia essenciais neste processo. Logo, foi necessário refazê-lo após treinamento operacional e a definição de se colocar apenas pneus bons e pneus com o defeito escassez no flanco no estudo.

A medição de todos esses pontos foi realizada em apenas um mês. Este foi o tempo definido em projeto para a etapa medir. Fica clara para os participantes a falta de tempo que se teve para a etapa, levando-se em conta que todos estavam em paralelo realizando suas tarefas diárias de fábrica.

A etapa medir é trabalhosa em ações de campo, por isso exige tempo e frentes de trabalho. Devido à falta de *Knowhow* de quase todos os

participantes, toda a responsabilidade e pró-atividade ficaram por conta de um só *Green Belt*, que necessitava se dedicar excessivamente ao desenvolvimento do projeto. Este integrante do grupo precisou ficar junto em todos os momentos, organizando as fases, preparando as amostras e acompanhando as medições. Segundo relatos, muitas vezes não é falta de vontade das pessoas, mas pura falta de tempo para a realização do projeto.

4.4. Etapa Analisar

Nesta etapa realizou-se a análise de regressão baseado em dados históricos do defeito em relação ao parâmetro de condição de manutenção de molde. Além disso, foram feitos DOE em três parâmetros de processo, que responderam por 36% da incidência do defeito, a saber: (i) regulagem do braço de roletagem na confecção; (ii) postamento do flanco e (iii) comprimento do flanco.

A análise de regressão do defeito em relação à condição de manutenção de molde mostrou a forte relação entre o parâmetro e a incidência do defeito. Descobriu-se que quando da recuperação de moldes com alta quantidade de eliminado e retrabalho por escassez no flanco o defeito praticamente não ocorria mais. Como apontado anteriormente, Gupta (2008) já relata o erro que as empresas cometem ao indicarem através de projetos dispendiosos em recursos como o Seis Sigma, a condição de base de seus processos como resolução de problemas. O defeito estudado é próximo de zero em moldes em estado ideal de conservação.

Um DOE em moldes não foi possível, devido novamente ao tempo. O grupo estimou que um DOE na área de moldes, verificando o tempo após a sua manutenção em relação ao defeituoso, levaria em torno de 45 dias. Nota-se que o dimensionamento do tempo de projeto tem que estar intimamente ligado ao tipo de processo e suas peculiaridades. Um mesmo DOE aplicado em uma linha de pneus menores duraria em torno de uma semana.

Um fator crítico para o sucesso de projetos Seis Sigma na etapa analisar é o controle de variáveis externas às controladas. A fábrica opera 24h por dia, sete dias por semana. Portanto, torna-se difícil acompanhar todo o

desenvolvimento em DOE longos como os deste projeto. Muitas vezes o DOE seguia durante a noite sem a presença de qualquer componente do grupo. Pontos de controle foram estabelecidos, porém necessita-se de um engajamento dos operadores que influenciaram o processo. Para tanto, mostra-se necessária a realização de uma reunião de apresentação de projeto aos operadores de linha, que estarão em contato com os experimentos. Eles tem que estar comprometidos com o sucesso do estudo e precisam ter cumplicidade para auxiliar na análise do DOE.

4.5. Etapa Implementar

Esta etapa contemplou o cálculo do investimento necessário para a recuperação dos moldes da medida em análise. Planejou-se o tempo necessário para a execução das recuperações. Além disso, estabeleceu-se uma oportunidade de melhoria nos moldes para diminuir o espaçamento entre manutenções, que foi colocada como em análise.

Foram realizadas as manutenções em todos os moldes da medida; em torno de 10 moldes. O custo da manutenção à época foi de R\$7.000,00 e praticamente zerou o defeito nesta medida. Porém, o tempo necessário para esta recuperação foi de aproximadamente 300h úteis. Deve-se levar em consideração que estes moldes estavam em produção e há dificuldade de retirá-los do programa da produção para a sua manutenção. Todo o trabalho praticamente zerou o defeito de escassez no flanco no produto em análise. Infelizmente o produto entrou em seguida em processo de retirada de linha, tornando-se inviável afirmar a consistência em longo prazo da resolução.

4.6. Etapa Controlar

A etapa controlar foi colocada em pauta na iminência da apresentação final do projeto. O grupo não conseguiu estabelecer novos parâmetros de controle para as variáveis encontradas como importantes. Justificou-se o controle através do sistema de gerenciamento informatizado de defeituoso interno da fábrica. O sistema controla a quantidade de eliminado lançado nele turno a turno.

4.7. Síntese dos fatores críticos

A implantação do Seis Sigma para a redução do defeituoso se mostrou satisfatório em fábrica, porém a ideia não foi comprada pela organização na proporção que deveria. Após quase dois anos do estudo, o defeito é o pior no indicador de retrabalho e crítico no de pneus acabados descartados. O investimento é alto para a recuperação de tantos moldes trabalhando em fábrica (em torno de 200), porém fica claro que há um retorno promissor.

Empresas visam soluções com baixo investimento e alto retorno. Tem-se por intenção através do Seis Sigma encontrar soluções inovadoras, simples e baratas. Porém, os componentes que compõem os grupos e conduzem este projeto, são aqueles que no seu dia a dia já lidam com o problema e muito refletem sobre ele. Elas são as que depuram as dificuldades e ações simples. É pouco provável a solução de um defeito complexo se utilizando da metodologia dos projetos Seis Sigma sem que seja necessário investimento financeiro.

Uma crítica ao projeto se embasa na preservação das condições de base de processo. Muitas vezes motivadas por novas metodologias de solução de problemas as empresas colocam a necessidade de realização de trabalhos em áreas e em problemas cujas soluções estão nas mãos da própria organização. O custo e o recurso despendido para a realização do projeto muitas vezes é alto para se identificar uma causa raiz conhecida pela empresa, porém não solucionada.

Além disso, dever-se-ia melhor dimensionar os tempos de projeto. Algumas variáveis deveriam ser levadas em conta para o estabelecimento do tempo total de projeto. *Knowhow* técnico no processo e no Seis Sigma, quantidade de participantes no grupo e lead time do processo (quanto maior mais tempo é necessário para se ter resultados de modificações) são parâmetros que deveriam ser avaliados para um melhor dimensionamento. No caso estudado, eram oito grupos trabalhando em paralelo, no entanto todos, independentemente das variáveis citadas tiveram os mesmos quatro meses. Muitos deles em áreas em que o *lead time* (tempo de atravessamento), por exemplo, é menos da metade do caso em estudo.

Além das afirmações na Tabela 3 de Rodrigues (2009) acerca de fatores críticos para o Seis Sigma, elaborou-se as tabelas 4 e 5 com todos os pontos discutidos nesta análise. Aponta-se nelas a ocorrência dos fatores críticos de sucesso e insucesso tanto na literatura quanto no caso em estudo.

Tabela 4 - Fatores críticos de insucesso

Fatores Críticos de Insucesso	Presente na literatura	Presente no estudo de caso
Falta de autoridade de Black Belts em detrimento de suas responsabilidades	X	
Indicação de coordenadores de Seis Sigma, que não tem interesse na missão	X	X
Definição pobre de projetos Seis Sigma	X	X
Falta de investimento de tempo e/ou recurso no projeto	X	X
Condições de base do processo não mantidas	X	X
Relação fraca ou inexistente dos projetos 6 sigma com a estratégia da empresa	X	
Falta de critérios definidos para a seleção e gerenciamento dos projetos	X	
Pouco envolvimento e comprometimento da direção com o 6 sigma	X	
Liderança fraca ou inexistente do programa 6 sigma	X	
Infra-estrutura organizacional (equipe seis sigma) mal estruturada	X	X
Cultura organizacional rígida tornando o ambiente propício ao aparecimento de resistência à mudança	X	X
Comunicação parcial ou inexistente	X	X
Dificuldade de compreensão e de implantação do Método e das ferramentas da qualidade	X	X
Falta treinamento contínuo e bem estruturado	X	
Elevada ênfase em custos para análise do sucesso dos projetos, desconsiderando aspectos como qualidade do produto e retenção dos clientes	X	

Fonte: criada e adaptada pelo autor

Tabela 5 - Fatores críticos de sucesso

Fatores Críticos de Sucesso	Presente na literatura	Presente no estudo de caso
Envolver o máximo de pessoas da linha de produção, desde a matéria prima até o acabamento.		X
Ter um black belts disponível para cada grupo		X
Componentes ativos com bom knowhow em Seis Sigma e no processo	X	X
Ter uma alta direção disposta a investir dinheiro em melhorias que tenham <i>pay back</i>	X	X
Dimensionar o tempo de projeto pelas variáveis knowhow do grupo em Seis Sigma, quantidade de participantes e lead time do processo.		X
Envolvimento e comprometimento da direção	X	X
Relação dos projetos com a estratégia da empresa	X	X
Conhecimento e utilização da metodologia/método e de ferramentas estatísticas	X	X
Treinamento	X	X
Relação com os clientes	X	X
Cultura organizacional	X	
Comunicação clara e objetiva	X	
Gerenciamento eficaz dos projetos	X	
Critérios para seleção e priorização dos projetos	X	X
Definição de objetivos e metas a curto e longo prazos	X	X
Mensuração dos benefícios	X	X
Infra-estrutura organizacional	X	X
Relação com os funcionários (recursos humanos)	X	X
Relação com fornecedores	X	

Fonte: criada e adaptada pelo autor

5. Conclusão

Este artigo teve por objetivo apontar através de um estudo de caso os fatores críticos de sucesso e insucesso para um projeto Seis Sigma, comparativamente com os levantamentos feitos na literatura. Além disso, tem-se como foco do trabalho sugestões de melhoria em projetos Seis Sigma.

Notou-se uma forte relação entre os resultados do estudo de caso com os relatados da literatura. Notam-se abordagens falhas na aplicação dos projetos, principalmente no que tange ao planejamento e à definição de todo o estudo. Há uma forte carência de efetivação em longo prazo das ações propostas por falta de interesse da empresa em investir. Por conseguinte, o projeto muitas vezes tem pouco retorno efetivo. Ademais, o Seis Sigma acaba demonstrando que suas condições de base de processo da empresa não estão asseguradas.

Sugeriu-se neste trabalho uma maior atenção a fatores críticos de sucesso para um Seis Sigma mais eficiente e eficaz. Para tanto, alguns pontos principais foram indicados, a saber: (i) Envolver o máximo de pessoas da linha de produção, desde a matéria prima até o acabamento; (ii) Ter um *Black Belts* disponível para cada grupo; (iii) Ter componentes ativos com bom *Knowhow* em Seis Sigma e no processo; (iv) Investir em melhorias que tenham *Pay Back* e (v) Dimensionar o tempo de projeto pelas variáveis: *Knowhow* do grupo em Seis Sigma, quantidade de participantes e *lead time* do processo.

Referências:

ANGEL C. D.; FROELICH J., **Six Sigma: What went wrong?**, CRM MAGAZINE. Novembro 2008, disponível em: <http://www.destinationcrm.com/Articles/Columns-Departments/The-Tipping-Point/Six-Sigma-What-Went-Wrong-51394.aspx>. Acesso em 11 de Novembro de 2012.

ANTONY, J.; BANUELAS, R., **Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program.** *Measuring Business Excellence*, v. 6, n. 4, p. 22, 2002.

ARIANTE, M.; CASADEI, M. A.; GIULIANI, A. C.; SPERS, E. E.; PIZZINATTO, N. K., **Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma**, Rev. FAE, Curitiba, v.8, n.1, p.81-92, jan./jun., 2005.

BERLITZ, F. A.; HAUSSEN, M. L., **Seis sigma no laboratório clínico: impacto na gestão de performance analítica dos processos técnicos**, Bras. Patol. Med. Lab., v. 41, n. 5, pg. 301-12, outubro 2005.

CORDEIRO, J. V., **Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão?**, Rev. FAE, Curitiba, v.7, n.1, p.19-33, jan./jun. 2004.

GALVANI, L. R., **Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços.** São Carlos: USP, 2010. Tese (Mestrado), Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010.

DUSHARME, D., **Six sigma survey: big success...but what about the other 98 percent?**, *Quality Digest*, 2003. Disponível em: http://www.qualitydigest.com/feb03/articles/01_article.shtml. Acessado em: 10 de abril 2012.

GOH, T. N.; XIE M., **Statistical Control of Six Sigma Process.** *Quality Engineering*, 15, pg. 587 – 592, 2003.

GRANT, E. L; LEAVENWORTH, R. S., **Statistical Quality Control**, 7ª Edição, McGraw-Hill, Boston, Massachussets, 1996.

GUPTA, P., **Reducing the cost of failures.**, Quality, p. 22–22. Janeiro 2008.
Disponível em: <http://www.qualitymag.com> . Acessado em: 05 de abril 2012.

JURAN, J. M., **Quality Control Handbook**, 3ª edição, McGraw-Hill, New York, NY, 1974.

MACMANUS, K., **So long Six Sigma?**, Vol. 40 assunto 10, p18, *Institute of Industrial Engineer*, outubro 2008.

MULLAVEY, F., **Shackled by bad six sigma.**, Quality Dig, Setembro, 2005.
Disponível em: http://www.qualitydigest.com/sept05/articles/03_article.shtml. Acesso 10 de abril 2012.

OLIVEIRA, F. B.; CARDOSO, A. A.; CHAVES, C. A.; CORREA, V. A.; CAMARGO, J. R., **Aplicação da metodologia seis sigma na redução de defeitos na face de válvulas de admissão e escape**, revista Ciências Exatas, Universidade de Taubaté (UNITAU), vol. 16, n. 2, Brasil, 2010.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R., **The six sigma way: How GE, Motorola, and other top companies are honing their performance**, 2001.

PINTO, S. H. B.; CARVALHO, M. M.; HO, L. L., **Implementação de programas de qualidade: um survey em empresas de grande porte no Brasil**, periódico GESTÃO & PRODUÇÃO, v.13, n.2, pg.191-203, mai.- ago. 2006

PONTES, L. A. L. P.; ZOTES, L. P., **Redução do retrabalho em uma caldearia a partir do Seis Sigma**, LATEC, Universidade Federal Fluminense, 2004.

RECHULSKI, D. K.; CARVALHO, M. M., **Programas de qualidade seis sigma – características distintivas do modelo DMAIC e DFSS**, PIC-EPUSP, N°2, São Paulo, 2004.

REIS, A. F. D.: **SEIS SIGMA: UM ESTUDO APLICADO AO SETOR ELETRÔNICO**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. Tese (Mestrado), Programa de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

RODRIGUES, J. T., **A contribuição da gestão de pessoas na implantação e manutenção do Seis Sigma em empresas instaladas no Rio Grande do Sul**, Tese (Mestrado), Escola de Engenharia, Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F.; **Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais**. Revista Produção, vol.20, no.1, São Paulo, 2010.

VIEIRA, P. V., **China: Crescimento econômico de longo prazo**, Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia, vol. 26 no. 3. São Paulo, 2006.

ZIMMERMAN, J. P.; WEISS, J., **Quality Management: Six Sigma's Seven Deadly Sins.**, Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.qualitymag.com/CDA/Archives/93cd2620c7c38010VgnVCM100000f932a8c0>. Acesso em: 15 de outubro 2011.