

Seis Sigma: aplicação de ferramentas de controle da qualidade em uma empresa de agronegócios

Cristian Denis Johann (FAHOR) cj000509@fahor.com.br

Maicon Mariel Olbermann (FAHOR) mo000549@fahor.com.br

Marcelo Fabiano Jablonski (FAHOR) mj000530@fahor.com.br

Édio Polacinski (FAHOR) polacinskiedio@fahor.com.br

Anderson Dal Molin (FAHOR) anderson@fahor.com.br

Resumo: *A crescente competitividade no ramo empresarial, e o fato de as empresas se utilizarem de metodologias da qualidade, visando a satisfação do cliente e a redução de custos, de modo a se manterem competitivas em seu nicho de mercado, o Seis Sigma torna-se um programa fundamental, por utilizar-se de conceitos estatísticos e fundamentação em dados, gerando um processo de melhoria contínua. Este trabalho, através de estudo de caso, analisou a utilização de gráficos de controle como ferramenta da qualidade em uma empresa do ramo de agronegócio, destacando a importância em manter o processo dentro de limites aceitáveis, ou seja, níveis sigma de qualidade. A implantação desta ferramenta trouxe a possibilidade de avaliação da variabilidade do processo de auditoria do produto, dentre outros resultados considerados positivos.*

Palavras-chave: Seis sigma; controle estatístico; gráficos de controle.

Abstract: Competitiveness in the business, and methodologies of the quality utilized by companies, aiming at the client's satisfaction and reduced costs, in order to maintain competitiveness in their niche of market, Six Sigma becomes a fundamental program due to use statistical concepts and reasoning on data, generating a continuous improvement process. This work, through a case study, analyzed the utilization of control graphics as tool of the quality in an agribusinesses company, highlighting the importance in keeping the process inside acceptable limits of sigma levels of quality. The implementation of this tool has brought the possibility of evaluation of the variability of the audit process of product, among a lot of results considered positive.

Keywords: SIX SIGMA; STATISTICAL CONTROL; GRAPHICS OF CONTROL.

1. Introdução

O sistema de qualidade utilizado para a busca da melhoria contínua, conhecido como Seis Sigma, tornou-se necessidade real na maioria das grandes empresas intituladas como modelo. Cada vez mais, a qualidade é vista como um fator crítico de sucesso para as organizações, não apenas pela satisfação do cliente com o produto ou serviço fornecido, mas também pela significativa redução de custos,

proporcionada por um processo livre de deméritos. Situação não diferente nas empresas que atuam nos segmentos ligados ao agronegócio, em virtude do aumento constante da competitividade neste nicho de mercado.

Diante desse fato, a metodologia Seis Sigma pode contribuir de maneira importante para o êxito de uma organização. Isto ocorre porque, segundo Hoff (2005), no Seis Sigma utiliza-se a estatística para analisar a variabilidade dos processos, o que permite identificar as oportunidades e, então, planejar e implementar ações que permitam que se alcance melhores resultados.

Uma característica diferencial do Seis Sigma, em relação a outros programas de melhoria da qualidade, é a de que as ações tomadas têm como base dados e eventos, devidamente medidos, e não experiências individuais. As decisões intuitivas, ou ligadas a informações sem fundamentação, não são adequadas para aumentarem a eficiência e a eficácia das organizações (ECKES, 2001).

Este estudo visa analisar a aplicação de procedimentos de mensuração relacionados à metodologia Seis Sigma, em uma empresa de agronegócios, de modo que a variabilidade do processo possa ser controlada e acompanhada durante a sua evolução, ou seja, este trabalho destaca o uso da metodologia e ferramentas do programa Seis Sigma.

2. Metodologia

O artigo caracteriza-se como descritivo, segundo Lakatos e Marconi (2001), tendo por objetivo descrever, sistematicamente, uma área de interesse ou fenômeno. Conforme Gil (1999), esta pesquisa também pode ser classificada como exploratória, por, inicialmente, procurar entender um fenômeno para, posteriormente, explicar suas causas e consequências.

Para a efetivação deste trabalho, foi realizado um estudo de caso no setor da Qualidade de uma empresa de agronegócios, voltada à produção de máquinas agrícolas. A referida empresa, situada na região noroeste do Rio Grande do Sul, solicitou que não fossem divulgadas informações mais detalhadas a seu respeito.

Realizou-se, na empresa em questão, a análise de um modelo de controle utilizado na auditoria de produto, a qual caracteriza os deméritos apresentados e acompanha a sua evolução ao longo do tempo. Para a coleta dos dados, foram entrevistadas pessoas que trabalhavam nesse processo, obtendo-se, assim, acesso às informações utilizadas neste artigo.

3 Revisão da Literatura

3.1 Definições de Seis Sigma

A metodologia de abordagem da qualidade conhecida por Seis Sigma vem chamando a atenção de muitas organizações, em virtude de sua forma ordenada de reduzir a variabilidade e os desperdícios nos processos, através de controle estatístico e ferramentas da qualidade (PANDE *et al.*, 2000 *apud* PEÑA, 2006).

A utilização do Seis Sigma é uma prática sistemática e quantitativa de mensurar as ações tomadas na busca da qualidade e informar esses dados a clientes,

funcionários, fornecedores e acionistas da organização. Ainda que as ferramentas estatísticas utilizadas (desvio padrão, dispersão, variância etc.) não sejam novas, o Seis Sigma as torna mais valorosas, na medida em que permite um gerenciamento baseado em dados, com procedimentos uniformizados em toda a organização (PANDE *et al.*, 2000 *apud* PEÑA, 2006).

Tecnicamente falando, o conceito de Seis Sigma baseia-se na teoria da variação, uma vez que tudo que o possa ser medido com exatidão é passível de variabilidade. Assim, qualquer coisa que mensurável de forma contínua segue uma curva em forma de sino, também chamada Curva Gaussiana (ECKES, 2001). De acordo com este mesmo autor, essas curvas têm as seguintes características:

- A curva representa quase a totalidade do que é medido;
- A curva apresenta simetria;
- A curva pode ser decomposta em segmentos;
- O pico da curva representa a média das medições.

Cada parte, em que a curva é decomposta, representa certo percentual daquilo que é mensurado (Figura 1). Cada um dos segmentos é conhecido como desvio padrão da média, cujo símbolo é a letra grega sigma (σ) (ECKES, 2001).

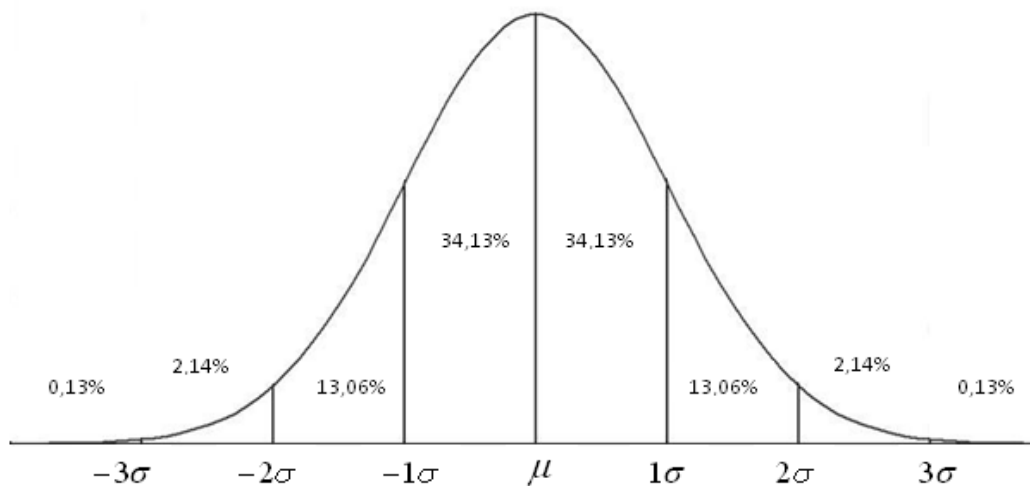


FIGURA 1 - Representação da curva gaussiana. Fonte: Adaptado de Eckes, 2001.

Quanto mais alto o nível sigma, menor a probabilidade de defeitos. O nível sigma representa o número de desvios da amplitude total ao redor da média (PANDE *et al.*, 2000 *apud* PEÑA, 2006).

De acordo com Eckes (2001, p. 50), “[...] o conceito técnico do Seis Sigma é medir o desempenho atual e determinar quantos sigmas existem que possam ser medidos a partir da média corrente até que ocorra a insatisfação do cliente.”

O descontentamento do cliente é visto como um defeito, e o Seis Sigma prega a existência de somente 3,4 defeitos para cada milhão de oportunidades, ou seja, algo que se aproxime da perfeição (ECKES, 2001).

3.2 Estratégias da metodologia Seis Sigma

O Seis Sigma é um método rígido, que se vale da estatística para definir, mensurar, avaliar, incorporar e controlar um produto ou processo, realizando as etapas com excelência, de modo a gerar um ciclo de melhoria contínua (ROTONDARO, 2002 *apud* HOFF, 2005)

A metodologia empregada por diversas empresas, para a melhoria dos processos, é composta de etapas que possam ser sintetizadas pelas iniciais DMAIC, as quais, segundo Eckes (2001), entende-se por:

- Definir: definir a equipe de trabalho, determinar os clientes do processo, bem como suas necessidades e requisitos, e especificar o processo a ser melhorado;
- Medir: identificar as características essenciais da eficiência e eficácia e relacioná-las ao conceito de sigma;
- Analisar: através de uma avaliação, pode-se determinar as origens do problema;
- Implementar: o conjunto de atividades ligadas ao surgimento, seleção e implantação de soluções e
- Controlar: assegurar que as melhorias se mantenham com o passar do tempo.

Nesse contexto, conforme ressaltado por Santos e Martins (2010), o Seis Sigma é um programa bastante abrangente, contemplando uma gama de etapas que envolvem planejamento, mensuração e determinação de prioridades, para os procedimentos realizados, visando o melhoramento contínuo.

A partir das exposições feitas até o momento, constata-se o Seis Sigma pregar a integração dos métodos estatísticos com a visão estratégica, destacando o enfoque nos processos, na compreensão da variabilidade e na fundamentação em dados, como componentes essenciais à atividade gerencial (SANTOS, 2006).

A efetivação do Seis Sigma é realizada por pessoal especializado na metodologia, atuando como equipe capacitada e capaz de disseminar a utilização de ferramentas estatísticas e de qualidade, de modo a promover o contínuo melhoramento dos processos conduzidos na organização (PEÑA, 2006).

3.3 As ferramentas estatísticas no contexto do Seis Sigma

A aplicação de conceitos estatísticos é um dos aspectos fundamentais para a implantação, com sucesso, do programa Seis Sigma. É relevante que se destaque as principais ferramentas estatísticas utilizadas, pelas organizações, para o controle de processos.

3.3.1 Medidas de dispersão

Dispersão ou Variabilidade define-se como a variação ou diversificação de todos os valores de uma população em torno de uma média dos valores. A dispersão mostra o grau de homogeneidade ou heterogeneidade de uma distribuição comum, o qual não pode ser mensurado pelo cálculo da média aritmética. Dentre as medidas de dispersão, pode-se citar o Desvio Padrão e a Variância.

O Desvio Padrão é comumente utilizado para representar os desvios ou variações, ocorrentes em torno de uma média aritmética, de todos os resultados de um processo. Através deste, busca-se a utilização de todos os dados, sendo que, trabalhar com uma gama de 60 resultados apresenta uma população confiável para demonstrar o desvio. Conforme Duarte (2011), o cálculo se dá pela seguinte fórmula:

$$S = \sqrt{\sum (x_i - \text{Média})^2 / (n - 1)}$$

A Variância nada mais é que o Desvio Padrão elevado ao quadrado. De acordo com a fórmula a seguir, é a soma dos quadrados (valores menos a média) dividida pela população total do conjunto menos um (DUARTE, 2011).

$$\sum (x_i - \text{Média})^2 / (n - 1)$$

As medidas de dispersão descrevem apenas uma das características dos valores numéricos de um conjunto de observações, o da tendência central. Porém, nenhuma delas informa sobre o grau de variação ou dispersão dos valores observados. Em qualquer grupo de dados, os valores numéricos não são semelhantes e apresentam desvios variáveis em relação à tendência geral de média.

3.3.2 Gráficos/Cartas de controle

Os gráficos de controle são utilizados quando existem mais de dois conjuntos de dados relacionados entre si, com o objetivo de tornar nítida essa relação, facilitando o seu entendimento (BARBOSA, 2011).

Um gráfico de controle é constituído de uma linha central, limites de controle superior e inferior e valores assinalados no gráfico que representam as características de um processo. Se os valores apontados encontram-se dentro dos limites de aceitação, sem nenhuma tendência característica, o processo é visto como controlado; caso contrário, é avaliado como fora de controle (KUME, 1993 *apud* PEÑA, 2006).

Peña (2006) destaca ser inevitável que um processo esteja sujeito à variação, a qual pode ser motivada por dois tipos de causas: aleatórias e assinaláveis. A variação

devido à causa aleatória não pode ser evitada, porém a variação motivada pela causa assinalável, observada por uma tendência particular no gráfico, pode ser evitada e deve ser especialmente investigada.

Esses controles são uma das principais ferramentas do Seis Sigma, sendo abordada com mais ênfase neste estudo. O gráfico de controle estatístico é simples e eficiente no monitoramento da média e variabilidade das características de qualidade. A importância do controle, em um projeto DMAIC, pode ser verificada por dois aspectos:

Primeiro, ele é um método preventivo de assegurar que os ganhos obtidos pela equipe do projeto vão se manter, mesmo depois da dissolução do grupo de trabalho. Quando um ponto sai fora de controle, isto indica que o processo foi modificado, e não necessariamente algum defeito tenha sido introduzido. Esta mudança no processo nos permite reagir a ele e tomar as atitudes corretivas antes que um defeito venha a ocorrer. Segundo, reagindo à variação de causa especial podemos melhorar um processo mesmo depois da dissolução de sua equipe de trabalho. Desta forma, a filosofia da melhoria constante, pedra fundamental da metodologia Seis Sigma, é exercida. (ECKES, 2001, p.219).

Em 1924, o estatístico norte-americano Shewhart apresentou os chamados Gráficos de Controle ou Cartas de Controle para análises e ajustes de variação, em que descrevia o processo considerando duas características: Centralização e Dispersão. A primeira, determinada pela média; a segunda, verificada pelo desvio-padrão ou amplitude (OPAZO, 2008).

De acordo com Opazo (2008), os Gráficos de Controle podem ser divididos em dois grupos: Gráficos de Controle para Variáveis e Gráficos de Controle para Atributos.

Os Gráficos de Controle para Variáveis são criados a partir de dados que possam ser medidos ou sofram variações contínuas, como dimensões e resistência dos materiais. Os Gráficos de Controle para Atributos são criados a partir de dados que não possam ser contados ou classificados, como passa/não passa, trinca/sem trinca, pintura boa/ruim e conforme/não conforme.

Alves (2003) dá uma explicação mais simples de um Gráfico de Controle que, segundo ele, é um conjunto de pontos, denominados de amostras, ordenados no tempo, e são interpretados através de três linhas horizontais. Uma linha central é o valor médio, as outras duas linhas, estabelecidas simetricamente, a uma distância de três desvios padrões, dão os limites inferior e superior.

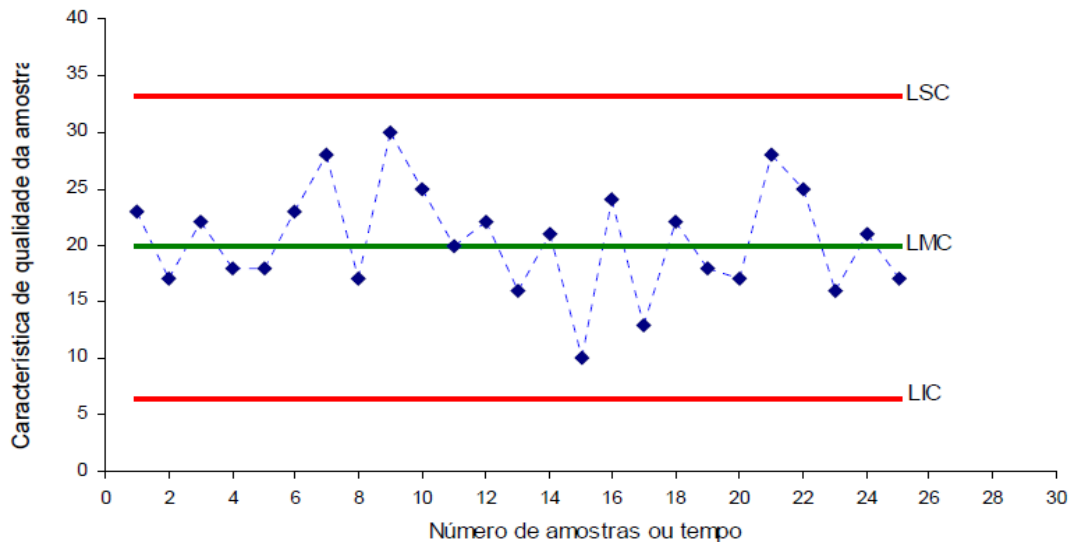


FIGURA 2 - Gráfico de controle típico. Fonte: Alves (2003, p. 12).

Na empresa em que foi realizado este estudo de caso, os gráficos utilizados, para o controle, foram Gráficos de Controle Xbarra, também chamados de Gráficos de controle X, que são usados para controle de variáveis, ou seja, podem ser expressos por uma medida numérica, sendo aplicados para controlar a média de um processo (SOUZA *et al.*, 2002).

Porém, para detectar pequenas mudanças no processo, que passam despercebidas nos Gráficos de Controle X, foram desenvolvidos outros modelos de gráficos, denominados de Gráficos de Controle para Pequenos Desvios. De acordo com Alves (2003), esses gráficos são conhecidos como Controle de Soma Acumulada (CUSUM) e Controle da Média Móvel Exponencial Ponderada (EWMA).

Segundo Souza *et. al.* (2008) “[...] o gráfico mais utilizado é o gráfico Xbarra, devido à simplicidade e facilidade de construção. Os gráficos EWMA e CUSUM foram propostos com o objetivo de detectar menores diferenças, como variação especial, sem perda de eficiência”. Moraes, Júnior e Gonçalves (2010) comentam o Gráfico de Controle EWMA ser usado para monitoramento da média, quando o interesse é detectar mudanças no processo, com base nas informações de cada amostra, com um percentual de peso anterior. Esse gráfico baseia-se em observações individuais ($n=1$) ou amostras que contenham mais de uma unidade ($n>1$) de tamanho constante ou variável.

Os Gráficos de controle CUSUM “[...] são capazes de detectar pequenas mudanças na distribuição da característica da qualidade”, mantendo um controle apertado (ALVES, 2003). Mingoti e Yassukawa (2008) frisam que o Gráfico de CUSUM é construído acumulando-se os desvios padrões dos valores amostrais em relação à média teórica.

4. Apresentação e análise dos dados

4.1. Sistemática do processo de Auditoria do Produto

Na empresa objeto de análise, é feita avaliação final do produto (auditoria) pelo setor da Qualidade, especificamente, Auditoria do Produto Final, através de deméritos, como forma de pontuação das Não-Conformidades (NCs) encontradas, que podem ser de ordem funcional ou estética, da máquina ou implemento produzido.

A quantidade de produtos auditada obedece a uma porcentagem, de acordo com a quantidade total produzida em determinado período. Esses deméritos obedecem a determinados níveis de “criticidade”, de acordo com o impacto do mesmo, com foco na visão do cliente e, de acordo com essa “criticidade”, são abertas necessidades de ações, internamente, através de sistema paralelo específico.

O controle e acompanhamento dos resultados obtidos é vislumbrado pela média de deméritos no mês, para cada modelo de máquina/implemento, tendo como principal objetivo observar a redução da média de deméritos nos últimos 12 meses (*Rolling Twelve* ou R12). A média obtida no final do ano fiscal é posta sob análise do *staff* (alta direção) para re-definição da meta de redução a ser alcançada para o próximo ano fiscal.

O modelo antigo, de análise, dispunha de informações como Variabilidade e Desvio Padrão, pois o objetivo desse sistema era de controlar a variação do processo, ou seja, fazê-lo alinhar-se à linha média, pois o nível de deméritos já se encontrava em uma média aceitável aos olhos do *staff*. Esse modelo foi inativado.

As principais finalidades dos dados obtidos com as auditorias são a mostra e discussão dos resultados com as áreas que originaram as NCs em questão. Entretanto, o modelo antigo acabou tornando-se muito complexo e de difícil compreensão para a massa geral de funcionários da fábrica, no que diz respeito ao uso do Desvio Padrão. Diante dessa nova realidade, montou-se outro sistema, mais simplificado.

O modelo antigo mostrou-se, ao grupo, um modelo com grande valor de informações para o acompanhamento e análise de processos que, apesar de não ter nascido de um projeto Seis Sigma, contém em forte influência do mesmo.

A partir dos dados, posteriormente expostos, busca-se demonstrar a idéia de controle que era utilizada, a qual envolve a noção de controle através de níveis sigma de qualidade. Diante dessa finalidade, cabe ressaltar que os valores, expostos nos gráficos, não refletem os valores reais obtidos na empresa.

4.2. O Gráfico de controle

O Gráfico possibilita a visualização da evolução da média de deméritos mês a mês, através de linha com marcadores, como podemos observar no gráfico de controle dos deméritos da auditoria do produto apresentado na figura 3. Essa evolução, dos 12 meses, é composta, em suas extremidades, inicialmente à esquerda, por uma coluna que se refere à média R12 FY8, de 11,29 pontos, obtida ao final do último mês fiscal de 2008, + três vezes o Desvio Padrão, também do mesmo período (4,96).

Ao centro, tem-se a evolução, através de linhas com marcadores, da média R12 e média mês, conforme o passar dos meses, acompanhadas de uma meta de “tendência horizontal”, que é a média R12 FY8 menos 20% (9), porcentagem esperada de redução, definida pelo *staff* para o próximo ano fiscal.

Junto à extremidade direita, verifica-se três colunas. Inicialmente, tem-se o Desvio Padrão (DP) no ano fiscal atual (neste exemplo = FY9), seguido da Variabilidade R12 (Var. R12 = Variância nos últimos doze meses) e, por último, uma coluna Meta FY9, composta da média R12 FY8 menos os 20% estabelecidos, isto + três vezes o DP.

E, talvez o mais importante elemento representado neste gráfico de controle: as linhas de limite superior. Conforme pode-se verificar, há duas linhas, uma vermelha e outra laranja, na parte superior do gráfico, sendo, respectivamente, as Médias e Metas + 3DP e 2DP, onde se apresenta de forma decrescente, ligando-se as duas extremidades. Essa forma decrescente vem de certa forma, “obrigar” o processo a refletir sua evolução nas linhas superiores.

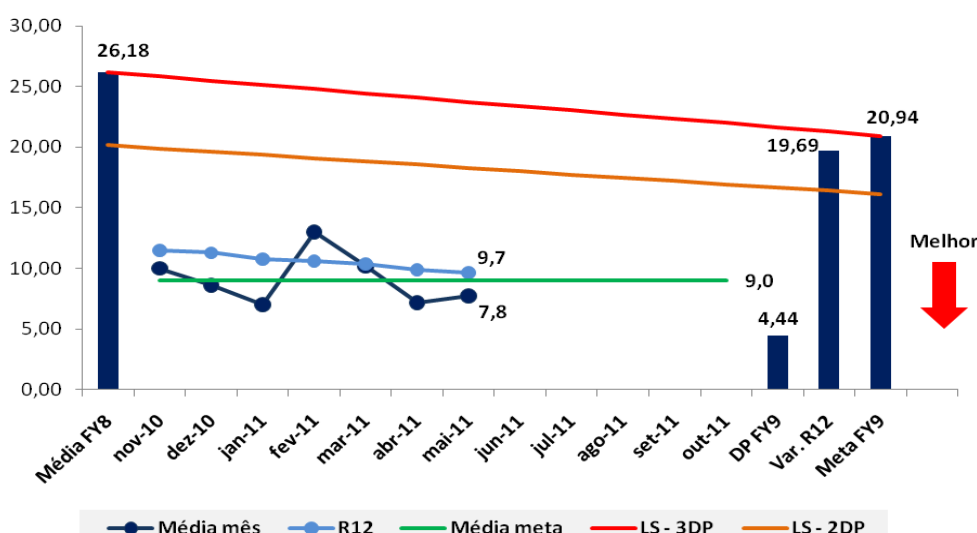


FIGURA 3 - Gráfico de controle de deméritos. Fonte: Elaborado pelos autores.

A variabilidade do processo é verificada pela posição da coluna “Var. R12”, considerando-se que este esteja na posição do último mês de lançamento da média mês, onde poderá estar fora ou abaixo de 3 ou 2 níveis sigma de qualidade. No caso do exemplo, tem variação de até 3 sigma.

Verifica-se a possibilidade de visualização do processo, conforme os níveis sigma de qualidade, oportunizando a qualificação do mesmo através dessa avaliação, conforme sua posição dentre os limites superiores e linha média meta, onde se busca o controle da variação, ou seja, picos e vales e, ao mesmo tempo, quanto menor melhor. Dessa forma, visualizando-se os pontos de variação, há possibilidade de reagir e buscar correções no processo, não necessariamente um problema potencial de alguma peça ou outro.

Conforme verificável na Tabela 1, que gera o gráfico, os únicos dados que necessitam de atualização é a média mês e o R12, que aguardam a evolução mês a mês.

TABELA 1

Dados dos deméritos da Auditoria de Produto.

	Média FY8	Novembro 2010	Dezembro 2010	Janeiro 2011	Fevereiro 2011	Março 2011	Abril 2011	Mai 2011	Junho 2011	Julho 2011	Agosto 2011	Setembro 2011	Outubro 2011	DP FY9	Var. R12	Meta FY9
Média mês		10,0	8,6	7,0	13,0	10,2	7,2	7,8								
Média meta		9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0			
LS-3DP	26,2	25,8	25,5	25,1	24,8	24,4	24,1	23,7	23,4	23,0	22,7	22,3	22,0	21,6	21,3	20,9
LS-2DP	20,2	19,9	19,6	19,4	19,1	18,8	18,6	18,3	18,0	17,7	17,5	17,2	16,9	16,7	16,4	16,1
Colun.	26,2													4,4	19,7	21,0
R12		11,5	11,3	10,8	10,6	10,4	9,9	9,7								

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da empresa pesquisada.

A implantação do sistema sofreu certa restrição, na parte da fábrica em que o sistema representa o que se esperava, para acompanhar a evolução do processo e mantê-lo “controlado” ou em níveis aceitáveis, de modo que demonstrasse realmente o comportamento do mesmo através da variabilidade.

O processo seguiria, basicamente, a idéia da fase “Controlar”, do DMAIC, não descartando a melhoria contínua do mesmo, possibilitando a diminuição da média. Porém, para outra parte, tornou-se de difícil entendimento, onde a compreensão da idéia central do Seis Sigma, que trata de controlar os “níveis sigma de qualidade” e o tratamento da variabilidade, foco deste caso, ficou distorcida. Optou-se, então, pelo controle simples, somente com visualização das médias mês a mês e o R12.

Conforme comentado anteriormente, o sistema possibilita avaliação do comportamento do processo através da posição da variabilidade, dispondo de nível para o mesmo. O sistema traz o comparativo entre processos, o que possibilita alinhá-los, a fim de buscar o melhor resultado para ambos, podendo ser utilizado como ferramenta de controle em condições que necessitem diminuição, principalmente da variação. Por outro lado, pode comprometer o entendimento do sistema, para parte dos colaboradores, se utilizado como “painel” de visualização da evolução.

5. Considerações finais

De acordo com as idéias apresentadas, percebe-se que a metodologia Seis Sigma, mediante a sua integração com ferramentas estatísticas, resulta em subsídios fundamentados em dados devidamente mensurados, podendo contribuir, de forma relevante, no controle dos processos conduzidos em uma organização.

Diante dos dados obtidos, utilizou-se conceitos da ideologia “Seis Sigma” como meio de controle de processo de Auditoria do Produto, onde, através deste estudo de caso, pode-se verificar o sistema auxiliar a visualização da evolução do processo, de forma a mantê-lo dentro de níveis sigma de qualidade e controlado através do domínio da variabilidade. Porém, se não corretamente interpretado pelo restante da fábrica, pode gerar problemas no entendimento dos objetivos propostos, concernentes ao controle da variação do processo.

O controle de processo é de grande importância para as organizações, pois, com base nas informações obtidas, poderão ser tomadas ações visando a melhoria contínua, mantendo os resultados esperados pelos clientes, gerando sua satisfação e, principalmente, ganhando sua confiança.

Referências

- ALVES, C. C. *Gráficos de Controle CUSUM: um enfoque dinâmico para a análise estatística de processos*. 2003. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://www.qualimetria.ufsc.br/dissertacoes_arquivos/custodio.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2011.
- BARBOSA, E. F. *Gerência da Qualidade Total na Educação. 7 Ferramentas do Controle de Qualidade*. Disponível em: <http://www.ufsm.br/ceq/arquivos/fonte_www.lgti.ufsc.br.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2011.
- DUARTE, M. *Variância e Desvio Padrão*. Infoescola – Navegando e aprendendo. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/estatistica/variancia-e-desvio-padrao/>>. Acesso em: 20 jun. 2011.
- ECKES, G. *A Revolução Seis Sigma*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2001.
- GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- HOFF, C. H. Y. *Avaliação dos Resultados da Aplicação da Estratégia Seis Sigma em um Restaurante Industrial*. 2005. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) – Universidade de Taubaté, 2005. Disponível em: <http://www.ppga.com.br/mestrado/2005/hoff-claudia_hitomi_yokomizo.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2011.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos da metodologia científica*. São Paulo: Atlas, 2001.
- MINGOTI, A. S.; YASSUKAWA, F.R.S. *Uma comparação de gráficos de controle para a média de processos autocorrelacionados*. Revista Eletrônica Sistemas & Gestão 3 (1) 55-73. Abril de 2008. Disponível em: <<http://www.latec.uff.br/sg/arevista/Volume3/Numero1/SG104.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2011.
- MORAES, J. R. M.; JÚNIOR, J. R. I.; GONÇALVES, T. C. *Eficiência do gráfico de controle EWMA em função de diferentes quantidades e posições de causas especiais*. IV Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção, dias 30, 31 de outubro e 01 de novembro de 2010. Disponível em: <<http://www.saepro.ufv.br/Image/artigos/Artigo14.pdf>>. Acesso em: 07 mai.2011.
- OPAZO, M. U. A. *Capítulo II Gráficos de controle*. 2008. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/professores/pos/MATERIAIS/Tecnologia%20de%20Alimentos%20para%20Agricultura/Aula%20-%2011%20e%2012%20de%20julho/Grafico-Controle-Cap2A-2008.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2011

PEÑA, R. M. *Aplicação da Metodologia Seis Sigma para Melhorar a Qualidade de um Fornecedor*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em:

< <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10171/000550483.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 16 abr. 2011.

SANTOS, A. B. *Modelo de Referência para Estruturar o Programa de Qualidade Seis Sigma: Proposta e Avaliação*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006. Disponível em:

< http://www.bdttd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=948>. Acesso em: 01 jun. 2011.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. *Contribuições do Seis Sigma: Estudos de Caso em Multinacionais*. 2010 [artigo científico]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v20n1/aop_200605031.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2011.

SOUZA, A. M. et. al. *Identificação de variáveis fora de controle usando Gráfico X com limites de Bonferroni*. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba – PR, 23 a 25 de Outubro de 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR20_0334.pdf >. Acesso em: 07 mai. 2011.

SOUZA, L. M. et. al. *Eficiência dos gráficos de controle Xbarra, ewma e cusum*. Revista Eletrônica Produção e Engenharia, v. 1, n. 1, p.81-94, set/dez 2008. Disponível em:

< http://www.revistaproducaoengenharia.org/artigos/106_40.pdf> Acesso em: 06 m