

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA EM PROJETOS PONTUAIS EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE

Fernando de Abreu Feijó

Feijocko@gmail.com

Carlos Alberto Monezi

Universidade Presbiteriana Mackenzie - Departamento de Engenharia Mecânica, Rua da Consolação, 896 - 01302-907 - São Paulo - SP.

carlosmonezi@mackenzie.com.br

Resumo: *Os principais fundamentos da metodologia Seis Sigma são agir sobre as causas, não sobre efeitos, agir com base em dados, reduzir a variabilidade dos processos e escutar a Voz do Cliente (Voice Of Client – VOC). O objetivo deste trabalho é evidenciar a alta capacidade da metodologia Seis Sigma na melhoria de processos, não somente quando aplicada de forma abrangente (implementação corporativa), mas também, quando aplicada em projetos pontuais, independentemente do ramo de atividade ou do porte da empresa. O trabalho mostra que empresas que optam por adotar a metodologia Seis Sigma, independentemente da forma como a utilizam, sempre tem ganhos financeiros decorrentes das melhorias em seus processos. É apresentado como estudo de caso um projeto realizado na célula Seating da AACD, uma unidade produtiva em que cadeiras de rodas convencionais são adaptadas às necessidades de cada paciente.*

Palavras-chave: *Seis Sigma, melhoria de processos, qualidade, produtividade.*

1. INTRODUÇÃO

Os clientes são a razão de ser de qualquer empresa. São eles que definem a qualidade, esperando que um produto possua determinadas características tais como elevados níveis de desempenho e confiabilidade, preços competitivos, processamento claro e correto da transação, entregas dentro do prazo. Segundo Daffre (2004), independentemente do ramo de atividade ou setor que atuam, as empresas procuram nas novas tecnologias e metodologias o apoio que necessitam para competir e se manter ativas. É bastante claro que o sucesso do passado não garante a posição atual no mercado e nem a sobrevivência futura.

A metodologia Seis Sigma foi criada pela Motorola em 1979 para melhorar a qualidade de seus produtos, levando à descoberta de uma correlação crucial entre alta qualidade e baixos custos de desenvolvimento em produtos manufaturados de qualquer tipo. (Harry; Schroeder, 2000).

Parte da popularidade da metodologia Seis Sigma é devida ao seu foco na melhoria de processos. O programa Seis Sigma inclui métodos específicos que recriam o processo de modo que defeitos e erros sejam raros.

2. FUNDAMENTOS DO SEIS SIGMA

Os principais fundamentos da metodologia Seis Sigma são agir sobre as causas, não sobre efeitos, agir com base em dados, reduzir a variabilidade dos processos e escutar a Voz do Cliente (Voice Of Client – VOC).

A maneira mais eficaz de se eliminar os defeitos é descobrir e agir sobre as causas, e não sobre os efeitos. Para isso, a metodologia conta com ferramentas específicas para encontrar as causas, suas severidades e a correlação com os efeitos.

Outro aspecto fundamental da metodologia é agir com base em dados para fugir de ações não fundamentadas. Com isso, coleta de dados reais, tanto na entrada quanto na saída dos processos, é uma etapa fundamental do Seis Sigma para poder correlacionar as causas com os efeitos.

À medida que se coleta dados, percebe-se que, em maior ou menor grau, os processos possuem variabilidade, e a variabilidade é responsável por gerar defeitos. Portanto, a metodologia Seis Sigma busca reduzir a variabilidade dos processos para reduzir seus defeitos. Quanto maior for a variabilidade de um processo, maior é a chance de que as suas saídas estejam fora dos limites de especificação. Os limites de especificação são determinados pelos clientes do processo. Por isso, outro aspecto fundamental da metodologia é ouvir a Voz do Cliente para saber quais são esses limites (Usevicius, 2004).

2.1 O que é Sigma

“Sigma, σ , é uma letra grega usada na estatística matemática para representar o desvio padrão de uma distribuição.” (Perez-Wilson, 1999).

Quando não é possível estudar toda uma população, se separa uma pequena amostra e se utiliza dados da amostra para estimar o que se deseja saber sobre a população. Se a amostra for representativa da população, a estimativa será acurada. (Pande; Neuman; Cavanagh, 2001).

Sendo sigma um parâmetro desconhecido de uma população, seu valor é estimado através do cálculo do desvio padrão de uma amostra representativa segundo a equação:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (1)$$

Onde: σ = desvio padrão; X = variável estudada; N = número de observações; \bar{X} = média da amostra.

Ainda segundo Perez-Wilson (1999), sigma ou, para fins práticos, o desvio padrão é uma estatística que quantifica a quantidade de variabilidade ou não-uniformidade existente em um processo, resposta ou característica.

2.2 Conceito de Variabilidade

Para se estudar a variabilidade de uma população, esta deve seguir uma distribuição normal e sua amostra representativa deve ser aleatória. Uma amostra aleatória simples tem duas propriedades importantes: cada membro da população tem chance igual de ser escolhido para a amostra, e os elementos observados formam uma seqüência aleatória. (Pande; Neuman; Cavanagh, 2001).

Se o valor de sigma é alto, ele nos diz que há muita variabilidade no produto. Se o valor do sigma é baixo, então o produto tem pouca variabilidade e, por conseguinte, é muito uniforme.

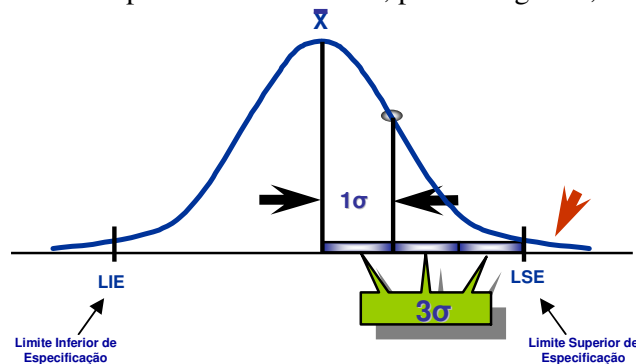


Figura 1: Variabilidade e nível sigma.

No exemplo da Figura 1, o processo apresenta nível 3 σ , pois o desvio padrão da amostra medido cabe três vezes entre a média da amostra e cada limite de especificação.

Além do desvio padrão, outra característica a ser observada é o seu foco. Um processo pode apresentar pouca variabilidade, mas ainda assim, ter um rendimento baixo, gerando produtos ou características fora das especificações simplesmente por estar fora de foco.

Esta segunda característica é fácil de combater, pois o processo, de certa forma, é bom, basta focá-lo nos limites de especificação. A Figura 2 mostra graficamente o efeito dessas duas características em uma curva normal de amostra.

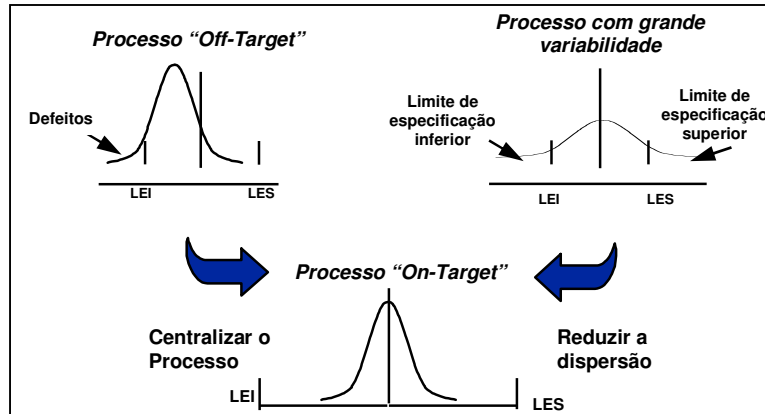


Figura 2: Efeito de um processo fora de foco ou com grande variabilidade.

2.3 Cálculo do Nível Sigma

O nível sigma é uma medida de rendimento de processos. Quanto maior for o nível sigma, maior será o rendimento de um processo, podendo-se chegar a 99,9997% de rendimento para um nível de 6 sigma. O nível sigma permite a comparação entre processos, mesmo que sejam completamente diferentes, como por exemplo, o processo de fabricação de produtos e processo de atendimento a clientes. O nível sigma é definido medindo-se a quantidade de Defeitos Por Milhão de Oportunidades (DPMO) que um processo apresenta (Tabela 1).

Tabela 1: Relação entre o rendimento, DPMO e o nível sigma.

Tabela Simplificada de Conversão em Sigma		
Se seu rendimento é:	Seu DPMO é:	Seu sigma é:
30,9%	690.000	1,0
69,2%	308.000	2,0
93,3%	66.800	3,0
99,4%	6.210	4,0
99,98%	320	5,0
99,9997%	3,4	6,0

Para chegar ao nível sigma de um processo, calculamos os Defeitos Por Unidade (DPU), tomando o número total de defeitos encontrados e dividindo pelo tamanho da amostra. Logo após, calculamos os Defeitos Por Milhão (DPM), multiplicando o DPU por 1.000.000 e, finalmente, o DPM é dividido pelo número total de oportunidades de defeito para produzir o DPMO. Podemos, mais tarde, converter o DPMO em um nível sigma. Isto é feito tratando o DPMO como um valor de Partes Por Milhão (PPM) e usando a tabela PPM x Sigma. (Perez-Wilson, 1999).

O DPMO é uma medida que possui o propósito de comparar o desempenho de diferentes processos, produtos, serviços, empresas dadas as suas complexidades e diferenças inerentes.

2.4 Métodos para Melhoria de Processos

Segundo dois dos criadores da metodologia e fundadores da pioneira Six Sigma Academy, Mikel Harry e Richard Schroeder (2000), são os processos que permitem que empresas melhorem

drasticamente seus resultados, desenhando e monitorando as atividades diárias de maneira a minimizar desperdícios e recursos enquanto aumenta a satisfação de seus clientes.

A metodologia Seis Sigma é voltada para a melhoria de processos. Para tanto, utiliza um método bastante disciplinado que passa pelas etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*) chamado DMAIC.

2.5.1 Melhoria de processos existentes - DMAIC

Definir: identificam-se claramente quais as melhorias ou correções que se deseja no processo.

Medir: é necessário que a equipe estabeleça um plano de coleta de dados.

Analisar: procura-se a correlação das causas potenciais com o efeito.

Melhorar: onde serão implementadas as ações de melhorias identificadas na fase Analisar.

Controlar: é feito o acompanhamento regular desses indicadores de desempenho.

2.5.2 Projeto de novos Processos e Produtos - DFSS (*Design For Six Sigma*)

Esse princípio é aplicado para se desenvolver um novo processo, do qual se deseja obter melhor desempenho. As etapas do *Design For Six Sigma* são similares às do DMAIC, variando as duas últimas fases, que são Projetar (*Design*) e Validar, sendo então um ciclo DMADV.

A partir de especificações é feito um projeto preliminar, fase *Design*, onde se aplica ferramentas de simulação e ensaio estatisticamente, sem a necessidade de um ambiente real de testes. Após a confirmação do projeto preliminar, parte-se para o projeto definitivo e sua validação estatística, em ambiente piloto, ou de produção.

3. ESTUDO DE CASO

O estudo foi feito em um projeto Seis Sigma na célula *Seating* da AACD (Associação de Assistência à Criança Deficiente). A célula *Seating* é uma unidade produtiva, em que cadeiras de rodas convencionais são adaptadas às necessidades de cada paciente. Primeiramente, fez-se pesquisa interna com os diretores sobre quais as atividades mais importantes para a organização. Com essa pesquisa decidiu-se fazer um projeto Seis Sigma na oficina ortopédica.

O próximo passo foi fazer uma lista com os possíveis projetos (Tabela 2). Essa lista foi feita levantando-se os pontos onde se considerou que poderia haver algum defeito ou falha no processo.

Tabela 2: Lista de projetos propostos.

Projetos	
4	Tempo entre o início da produção e a entrega para o paciente é grande na seção de seating
21	Excesso de estoque intermediário na seção de aparelhos
2	Tempo entre o início da produção e a entrega para o paciente é grande na seção de próteses
3	Tempo entre o início da produção e a entrega para o paciente é grande na seção de sapataria
16	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de aparelhos
18	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de seating
17	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de próteses
19	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de sapataria
1	Tempo entre o início da produção e a entrega para o paciente é grande na seção de aparelhos
13	Falta de cadastro adequado de pacientes
20	Excesso de retrabalho causado por falta de controle de qualidade da matéria prima
5	Layout inadequado com muito movimento entre as bancadas na seção de aparelhos
8	Layout inadequado com muito movimento entre as bancadas na seção de seating
9	Reposição demorada no material para a produção na seção de aparelhos
14	Falta equipamento e os que existem não tem o uso otimizado
10	Reposição demorada no material para a produção na seção de próteses
11	Reposição demorada no material para a produção na seção de sapataria

A metodologia Seis Sigma costuma priorizar atividades e processos a serem melhorados, para evitar o desperdício de tempo e recursos em coisas que não terão o melhor resultado possível. Seguindo este princípio, os possíveis projetos levantados foram priorizados com a utilização de uma Matriz de Causa e Efeito (Figura 3). Os *outputs* desejados da matriz foram definidos pela diretoria da organização.

		Peso	OUTPUT - EFEITO							Total
			10	9	8	7	6	5	4	
			1	2	3	4	5	6	7	
	Projeto		Satisfação no atendimento do paciente	Satisfação da comunidade	Equilíbrio financeiro	Satisfação dos funcionários	Comprimeto dos prazos	Tecnologia de atendimento	Aumentar a capacidade de atendimento	
INPUT - CAUSA	1	Tempo de entrega para o paciente é grande	9	1	3	9	9	9	9	321
	2	Excesso de estoque intermediário na seção de aparelhos	1	1	3	1	1	3	1	75
	3	Tempo de entrega para o paciente é grande na seção próteses	9	1	3	3	3	3	3	189
	4	Tempo de entrega para o paciente é grande na seção sapataria	9	1	1	3	3	1	3	163
	5	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de aparelhos	9	1	9	9	9	9	9	369
	6	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de seating	9	1	9	9	9	9	9	369
	7	Excesso de reparos nos produtos acabados na seção de próteses	9	1	9	9	9	3	9	339
	Total		550	63	296	301	258	185	172	

Figura 3: Matriz de Causa e Efeito AACD.

Tendo pontuado os possíveis projetos, decidiu-se então fazer um projeto Seis Sigma para diminuir o tempo entre o início da produção de uma cadeira de rodas adaptada (Figura 4) na célula *Seating* e a sua entrega. Esse projeto foi eleito, pois na época, estava em execução uma modificação no *layout* da área de produção das cadeiras de rodas que poderia vir a reduzir a quantidade de retrabalhos necessários nas cadeiras. Um outro ponto decisivo foi que, ao estudar as causas que elevam o tempo para a entrega da cadeira de rodas, os retrabalhos no processo poderiam aparecer e seriam então atacados.

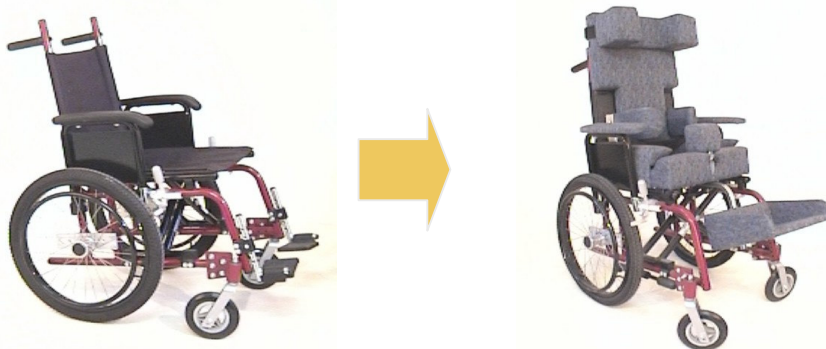


Figura 4: Cadeiras de rodas adaptada no *Seating*.

O primeiro passo foi a criação de uma nova equipe, contando com o encarregado, um técnico da oficina ortopédica e duas terapeutas. Formada a equipe do projeto, partiu-se para a definição do problema (primeira fase do método DMAIC, Definir). O problema na oficina ortopédica da AACD foi definido da seguinte maneira: O tempo médio para a adaptação de cadeira de rodas que era de 60 dias, não atendia a necessidade clínica dos pacientes.

Os objetivos do projeto foram estabelecidos como sendo:

- 1- Reduzir o tempo médio da entrega de uma cadeira de rodas de 60 dias para até 30 dias.
- 2- Adaptar e entregar no mínimo 70 cadeiras/mês.

Foi feito, então, o mapeamento do processo existente. A primeira etapa no processo de adaptação de uma cadeira de rodas era uma consulta com um dos médicos da AACD para diagnosticar a deficiência do paciente e fazer uma determinação prévia da adaptação mais indicada. Em seguida, o paciente era encaminhado à recepção da ortopedia, onde agendava uma primeira consulta de prova. Cada consulta de prova, agora realizada por fisioterapeutas na ortopedia, recebia a sigla P, acompanhada do índice que indica o número da consulta (P1, P2, P3 ou P4).

Realizada a P1, dava-se início ao processo de execução das adaptações indicadas pela terapeuta. Concluídas as adaptações, a cadeira era armazenada em um almoxarifado para uma nova prova. A continuidade do processo dependia de alguém reconhecer que aquela cadeira estava esperando uma nova prova e contatar o paciente para agendar uma nova consulta. Nesta nova prova, caso fosse necessário, era agendado uma outra prova. Repetia-se essa seqüência até a última prova, chamada de Prova de Entrega – PE, que marcava o fim do processo de adaptação da cadeira do paciente.

Conhecendo-se o processo em questão, a próxima etapa, segundo a metodologia Seis Sigma, seria a coleta de dados. Foram coletados dados históricos de quantidades de provas dos últimos seis meses.

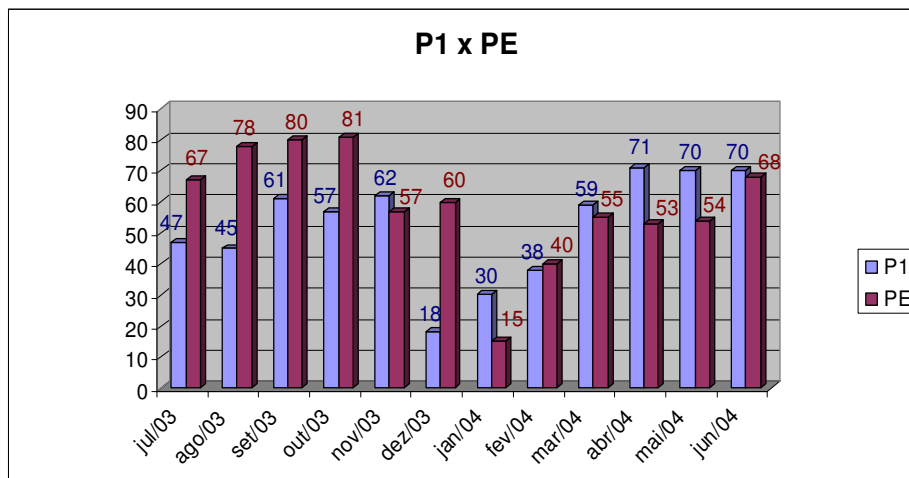


Figura 5: Gráfico da quantidade de P1 x PE.

O gráfico da Figura 5, acima, mostra a variabilidade de entrada P1 e saída PE do processo. Essa variabilidade motivou a classificação das diferentes deficiências segundo a quantidade de adaptações necessárias e, conseqüentemente, consultas necessárias para fazer a prova da adaptação realizada. Foram criados, então, quatro pacotes de adaptação (pacote A, B, C ou D), com três, quatro, cinco ou duas provas respectivamente, contando com a PE. Levantou-se também a porcentagem de pacientes atendidos que se encaixariam em cada um dos pacotes.

Uma outra constatação importante, medindo-se os minutos gastos em cada etapa de adaptação da cadeira de rodas, foi que o tempo de adaptação é inferior a três dias.

Já entrando na fase Analisar do DMAIC, foi elaborado um FMEA (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos), que é uma tabela cujo objetivo é prever as possíveis falhas em um processo e seus efeitos e pontuar estas possibilidades segundo sua severidade para o cliente do processo, a freqüência de sua ocorrência e a possibilidade de sua detecção, antes de afetar o cliente.

Um FMEA, como o da Figura 6, deve ter para cada processo da primeira coluna, os possíveis modos de falha, ou seja, tudo o que pode dar errado na implementação ou execução do processo, seus respectivos efeitos, causas e métodos de controle. A pontuação é feita através da severidade do efeito produzido, da freqüência de sua ocorrência e da chance de detecção do efeito antes que ele atinja o cliente do processo. Pode ainda conter colunas extras para planos de ação e de controle das ações tomadas.

ANÁLISE DO MODO E EFEITO DE FALHAS												
Responsável: Rino Caterina Data FMEA: 28/07/2004 Última Revisão:												
Produto/Processo: Seating Título: Agendamento de provas Time: AACD - Rino Caterina, Walter Guimarães, Rogério Miranda, Vivian Ramos, Kátia Bloch Site: Six Sigma Institute - Maria do Carmo Del Pino, Enio Feijó, Fernando Feijó												
Item	Função do Processo / Produto	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potenciais do Modo de Falha	Severidade	Classific.	Causa(s) Potenciais do Modo de Falha	Controles Atuais		RPN	Ações Recomendadas	Responsáveis e Datas	Ações Tomadas
							Prevenção	Deteção				
ETAPA DO PROCESSO												
1	Definição dos pacotes	Pacote especificado com mais provas do que o necessário	Horário ocioso	4		Inexperiência da TO	Treinamento	Na execução da P2	80	Árvore de decisão		
2						Mudança do quadro clínico para melhor	Na execução da P2	20			
3						Inexperiência da TO	Treinamento	Na execução da P2	50			
4						Mudança do quadro clínico para pior	Na execução da P1	80			
5	Processo P1	Falha no encaminhamento da ficha do paciente para a Terapeuta	perde o horário da prova	4		desorganização na recepção do paciente	agenda	nt	5 ##	anuncio do paciente na recepção		
6			horário da TO ocioso	4		indisciplina			0			

Figura 6: FMEA do Seating.

Ao longo da fase Analisar, outras constatações importantes deram o suporte necessário para o início de melhorias no processo:

- Entrada de pacientes por solicitações especiais afetava a agenda.
- A agenda atual não prevê retorno de pacientes.
- O mapeamento mostrou uma carência de procedimentos e definição de funções.
- Com 16 horas extras por semana durante 9 semanas, foi possível acabar com o *back log*.
- Uma cadeira leva no máximo três dias para ser feita.
- Metas de volume para cada pacote otimizam a produção.
- Falta dos pacientes atrapalhava a agenda.
- Provas diferentes tinham o mesmo tempo de agendamento.
- A capacidade de atendimento está limitada pelo número de terapeutas e não pela capacidade de produção.

A fim de eliminar, ou pelo menos minimizar, os defeitos encontrados no processo, a equipe entrou na fase Melhorar, ou *Improve*, do projeto.

As principais melhorias propostas e implementadas com sucesso foram:

- Informatização, unificação e centralização das agendas - Microsoft Outlook.
- Bloqueio e redirecionamento da entrada de solicitações especiais.
- Disponibilizada a agenda para os técnicos e terapeutas.
- Pré confirmação da vinda de pacientes para as Provas.
- Estabelecimento de tempos diferentes para provas diferentes.
- Redução do número de provas
- Realização de provas por uma mesma terapeuta

As melhorias implementadas permitiram aumentar, de 44, para 70 cadeiras adaptadas entregues por mês (Tabela 3). Para controlar e sustentar os resultados obtidos foi feito um plano de controle - fase Controlar do DMAIC - que contemplou a medição e controle dos principais indicadores de desempenho do processo, que são o tempo médio de entrega de uma cadeira adaptada e as quantidades de PE realizadas.

Observa-se que, uma vez que a PE marca o fim do processo de adaptação da cadeira, a sua medição pode ser interpretada como o número de cadeiras entregues no mesmo período.

Tabela 3: Indicadores de desempenho do Seating.

Indicadores	Objetivo	Situação inicial	Situação Abril 2005
Tempo médio de entrega	< 30 dias	> 60 dias	21 dias
Capacidade de Atendimento Terapeutas		200hs/mês	220hs/mês
Quantidade Média de PE (Fev-Jun)	70/mês	44/mês	70/mês

Uma das principais melhorias feitas no processo foi a adoção de um sistema eletrônico de agendamento que permitisse um intervalo constante de sete dias entre as consultas, eliminando buracos na agenda. Esse novo agendamento é feito por uma única pessoa, diferentemente do processo anterior, feito fisicamente em agendas convencionais, onde as próprias terapeutas marcavam suas consultas sem seguir nenhum critério ou padronização. Feita no Microsoft Outlook, software que está disponível em qualquer computador da organização, permite a migração dos dados entre computadores no caso de uma mudança no setor e consegue gerar relatórios diversos para controle.

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a metodologia Seis Sigma traz benefícios expressivos independentemente da sua forma de aplicação, já que ela é muito versátil, sendo útil tanto em empresas pequenas como nas grandes multinacionais, estejam elas no ramo industrial ou de serviços.

A metodologia Seis Sigma não apresenta nenhum conceito novo, apenas reúne teorias e ferramentas da estatística, hierarquia organizacional, forma específica de treinamento e abordagem de problemas de maneira sistemática e disciplinada. Ela é então, uma evolução dos programas de qualidade que vem sendo desenvolvidos desde o pós-guerra, a partir da década de 50.

No caso da AACD, a determinação de aumentar a satisfação de seus clientes, através da adoção do Seis Sigma, resultou na descoberta das causas raiz do baixo rendimento na adaptação das cadeiras de rodas. Sem as ferramentas usadas pela metodologia e sem a sua disciplina, dificilmente a AACD teria descoberto que a eliminação de problemas no processo de agendamento das consultas resultaria em um aumento de 100% no número mensal de cadeiras adaptadas entregues.

Ficou comprovado que os benefícios vão além de um ganho financeiro pontual, pois os benefícios são duradouros e se incorporam na empresa sem a necessidade de esforços repetitivos para manter sua utilização viva.

4. REFERÊNCIAS

- Daffre, S., 2004, Seis Sigma - uma metodologia de sucesso. <http://www.saebrasil.org.br/imprensa>
- Harry, M.; Schroeder, R., 2000, Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations. 1. ed. New York: Currency.
- Pande, P. S.; Neuman, R. P.; Cavanagh, R. R., 2001, Estratégia Seis Sigma. Qualitymark.
- Perez-Wilson, M., 1999, Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Usevicius, L. A., 2004, Implantação da Metodologia Seis Sigma e Aplicação da Ferramenta Estatística: Projeto de Experimentos na Resolução de Problemas e Otimização de Processos de Fabricação.

SIX SIGMA METHODOLOGY APPLIED IN POINTED PROJECTS IN SMALL SIZE COMPANY

Fernando de Abreu Feijó

Feijocko@gmail.com

Carlos Alberto Monezi

Universidade Presbiteriana Mackenzie - Departamento de Engenharia Mecânica, Rua da Consolação, 896 - 01302-907 - São Paulo - SP.

carlosmonezi@mackenzie.com.br

Abstract: *The Six Sigma Methodology main fundamentals are: act on causes not on effects; work with data base; reduce process variability; listen Voice of Client (VOC). The goals of this work is to put in evidence the high capability of Six Sigma in process improvement, not only when applied in global form (corporative implementation) but also when applied in pointed objects, despites business area or company size. This work shows that companies that adopted Six Sigma methodology, independent the way how used them, always get financial profits decurrently from improvements in their process. Is show how case study a project realized in Seating cell from AACD, a productive unit where ordinary wheels chairs are adapted to each patient needs.*

Keywords: *Six Sigma, process improvement, quality, productivity*