



APLICAÇÃO DO SEIS SIGMA EM RECURSOS HUMANOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA ELETRO-ELETRÔNICA

THE SIX SIGMA APPLICATION IN THE HUMAN RESOURCES AREA: A CASE STUDY IN A COMPANY OF ELETRONIC COMPONENTS

Renato Luis de Boer

Mestrando do PPGEPS (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas)

- UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

renatoboer@hotmail.com

Miriam Borchardt

Professora do PPGEPS (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas)

- UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

miriamb@unisinobr

Jacinto Ponte Júnior

Professor e coordenador do curso de Engenharia de Produção da UNISINOS (Universidade do Vale do Rio dos Sinos)

jponte@unisinobr

RESUMO

Este trabalho apresenta um caso de aplicação da metodologia Seis Sigma na área de recursos humanos de uma empresa de manufatura de componentes eletrônicos. Objetivou-se analisar como a metodologia Seis Sigma foi aplicada e que adaptações se fizeram necessárias para um resultado eficaz. O projeto de Seis Sigma em análise tinha por objetivo a redução da rotatividade de pessoal, ou seja, reduzir o *turn over* de afastamento. O estudo de caso foi o método de pesquisa utilizado. A estrutura DMAIC (*define, measure, analyse, improve and control*) foi utilizada no desenvolvimento deste projeto de Seis Sigma. As ferramentas foram apropriadas para dados qualitativos. As principais dificuldades relacionaram-se a incoerência entre dados provenientes de diversas fontes, receio de atribuição de culpa pela alta rotatividade de certas funções da empresa e apreensão quanto ao uso de ferramentas típicas do Seis Sigma, fortemente baseadas em estatística e análise quantitativa. O projeto Seis Sigma atingiu as metas estabelecidas além de gerar envolvimento de diversas áreas da empresa com a gestão de pessoas.

Palavras-chave: Seis Sigma; Seis Sigma em serviços; Rotatividade.



ABSTRACT

This paper presents a case of Six Sigma methodology application in the Human Resources area in a company of electronic components. The aim is to analyze how the Six Sigma methodology was applied and the necessary adjustments for an effective result. The purpose of Six Sigma project was to reduce the staff turn over. The case study was the research method applied. The DMAIC structure (define, measure, analyze, improve and control) was used by the company during the Six Sigma development. The tools that supported the Six Sigma applications were appropriated to qualitative. The main difficulties were linked to the inconsistency between different data resources related to being embarrassed of blaming the high turn over observed in some functions and the concern about the use of traditional Six Sigma tools, that in general are based on strong statistical and quantitative analyses. The Six Sigma project achieved the goals and improved the people management involvement.

Key-words: Six Sigma, Service Six Sigma, turn over.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da metodologia Seis Sigma, na década de 1980, e as primeiras aplicações com resultados expressivos se deram na Motorola, na GE e na Allied Signal. Depois disso, vários casos de aplicação da metodologia Seis Sigma foram considerados bem sucedidos e com impacto significativo nos custos de produção, na eliminação dos desperdícios e na redução da variabilidade de processos chaves em diversos tipos de indústrias (BAÑUELAS; ANTONY, 2002; SANTOS; MARTINS, 2008; LINDERMAN *et al*, 2003; NONTHALEERAK; HENDRY, 2008).

Com os aprimoramentos e ganhos obtidos em processos de manufatura pelo uso da metodologia Seis Sigma, a mesma adquiriu importância na aplicação em processos de apoio, serviços administrativos, visando melhoria de desempenho, redução de custos, dentre outras vantagens.

O tema “Seis Sigma em serviços”, segundo Chakrabarty e Tan (2007), surgiu pela primeira vez em publicações acadêmicas representativas em 1999. A partir de então, pode ser observada a descrição de casos e estudos sobre o Seis Sigma em serviços. Citam-se como exemplo: Does *et al* (2002), Antony (2006), Taner, Sezen e Antony (2007) e Chakrabarty e Tan (2007) que relatam casos de aplicação em bancos, na área da saúde, em empresas de seguro e de transportes de mercadorias; Hoff (2005) descreve um caso de aplicação da



metodologia Seis Sigma em um restaurante industrial. Todos os casos referem-se à aplicação da metodologia Seis Sigma nos principais processos das empresas.

Por outro lado, Antony *et al* (2007), corroborado por Does *et al* (2002), observam que em organizações de serviços e em processos de serviços internos às organizações, possivelmente, é necessário o uso de ferramentas estatísticas diferentes das aplicadas em projetos de Seis Sigma na manufatura. Além disso, dados em serviços nem sempre estão prontamente disponíveis; muitas vezes são difíceis de serem coletados; nem sempre há acuracidade e a medição da satisfação dos clientes no ambiente de serviços é mais difícil devido à interação humana associada à entrega do serviço. Wyper e Harrison (2000) destacam a dificuldade de se definir claramente o escopo do projeto de Seis Sigma em processos de serviços. Tais aspectos são reforçados por Raisinghani *et al* (2006); os autores comentam a dificuldade de se compreender o nível real de satisfação dos clientes e de se comparar com a concorrência. O uso da metodologia Seis Sigma em processos de serviços poderá requerer adaptações no método e nas ferramentas a serem utilizadas; observa-se, pelo exposto pelos autores mencionados, que a extensão dessas adaptações ainda não é conhecida.

No contexto apresentado, este trabalho tem por objetivo apresentar um caso de aplicação da metodologia Seis Sigma na área de recursos humanos de uma empresa de manufatura de componentes eletrônicos. Visa-se analisar como a mesma foi aplicada, quais foram as adaptações necessárias na sua aplicação, quais as ferramentas utilizadas, quais as dificuldades observadas e de que modo foram estas superadas, além de relatar os resultados obtidos. A aplicação da metodologia Seis Sigma visou à redução da rotatividade de pessoal, ou seja, a redução do *turn over* de afastamento.

O *turn over* de afastamento, caso deste artigo, significa o movimento de pessoal determinado pelos afastamentos definitivos de funcionários dos quadros da empresa. Seu estudo constitui tarefa permanente na administração do pessoal, através de tratamento estatístico e verificação das condições de trabalho e suas implicações (SERSON, 1990).

Quando um funcionário é admitido e treinado para fixar-se na empresa, essa tem despesas com recrutamento e treinamento. A saída do funcionário representa que a empresa terá de arcar com novas despesas de recrutamento, treinamento e indenizações trabalhistas, além de ficar desprovida da mão de obra durante um tempo indeterminado. Para Ferreira e Freire (2001), a rotatividade se manifesta em função principalmente dos seguintes fatores: a



relação deficiente entre o funcionário e a cultura organizacional; o treinamento inadequado; a falta de incentivos; as políticas organizacionais. Considerar os funcionários como clientes internos e perceber suas necessidades e expectativas, informando claramente o que os mesmos podem esperar da organização, auxilia na redução da rotatividade.

Nesse contexto, justifica-se o estudo da aplicação da metodologia Seis Sigma na redução da rotatividade. Apresenta-se, na seqüência, o referencial teórico sobre Seis Sigma, com ênfase em processos de serviço; descreve-se o procedimento metodológico; apresenta-se o caso; e, por fim, as análises decorrentes do mesmo.

2 SEIS SIGMA

2.1 Abordagens e definições

Observa-se que não há uma única definição conceitual para Seis Sigma. Muitas vezes o mesmo é referenciado como metodologia, outras vezes como estratégia ou como ferramenta. Linderman *et al* (2003) definem Seis Sigma como um método organizado e sistematizado para melhorar processos estratégicos e o desenvolvimento de produtos e serviços sendo suportado por métodos estatísticos e apoiado por método científico; dessa forma é capaz de prover reduções significativas nas taxas de defeitos definidas e observadas pelos clientes.

Do ponto de vista estatístico, um processo com qualidade seis sigma aceita duas vezes a variação normal de ± 3 sigmas mesmo que a média do processo se desloque em $\pm 1,5$ sigma (MITRA, 2004; MOTWANI, KUMAR; ANTONY, 2004).

A figura 1 ilustra um processo com qualidade seis sigma e indica a probabilidade desse processo gerar um item fora das especificações de engenharia em relação ao limite superior de especificação ou em relação ao limite inferior de especificação. Ter um processo com qualidade seis sigma significa que o mesmo produz apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, apesar das flutuações esperadas (GEORGE, 2004).

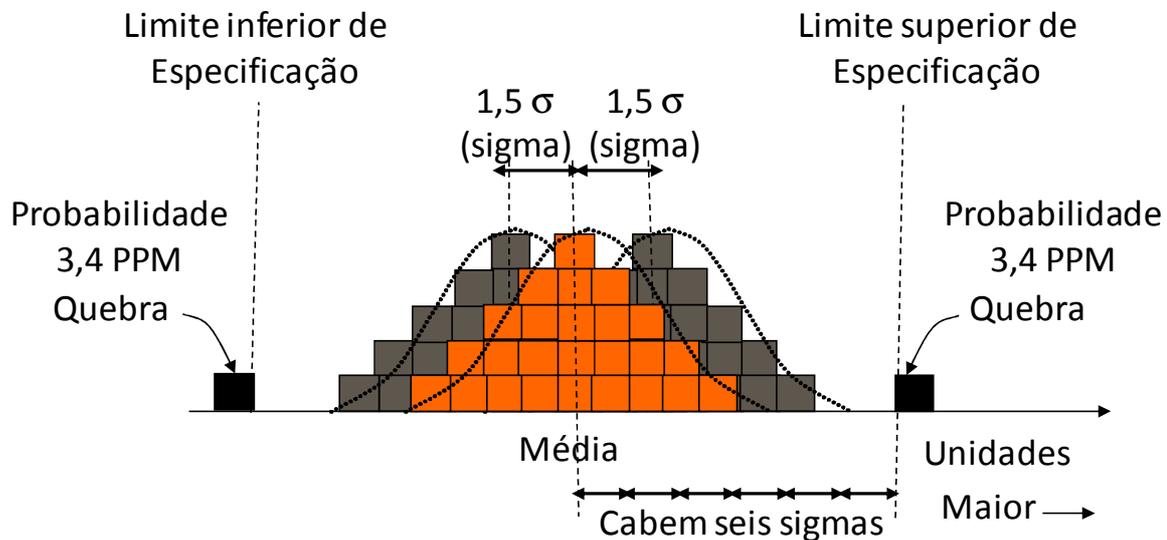


Figura 1 – Processo com qualidade Seis Sigma

Fonte: Adaptado de Montgomery (2005)

Até o final dos anos 90, a maior parte das publicações sobre o tema discutiu com maior ênfase os aspectos metodológicos inseridos na implementação de projetos. Com o passar do tempo, os reflexos produzidos no desempenho do negócio ganharam mais destaque, fazendo com que os pesquisadores passassem a incluir aspectos da abordagem estratégica como foco da definição do Seis Sigma (SANTOS; MARTINS, 2008; CHENG, 2006).

Com relação às origens do Seis Sigma, Arnheiter e Maleyeff (2005) mencionam o TQM (*Total Quality Management*). O Seis Sigma preserva a idéia central do TQM de que todos da organização são responsáveis pela qualidade dos bens e serviços; foca, também, na tomada de decisão baseada em fatos e dados e destaca o uso de ferramentas estatísticas básicas e da análise da causa raiz. A outra origem do Seis Sigma, mencionada pelos autores, refere-se ao método organizado de uso das ferramentas estatísticas desenvolvido pela Motorola.

O Seis Sigma em uma organização é uma iniciativa *top-down*, baseada fortemente na hierarquia do pessoal especificamente treinado para conduzir os projetos: *champions*, *master black belts*, *black belts*, *green belts* e demais integrantes. Cada integrante tem um nível de conhecimento e prática do método a ser utilizado e de suas respectivas ferramentas. Os ganhos decorrentes de um projeto, sempre que possível, são expressos em termos financeiros (GOH; XIE, 2004; INGLE; ROE, 2001).



Implementar melhorias nos processos, por meio de projetos é uma peculiaridade observada no Seis Sigma. Para Rotondaro (2006), essa forma de gerenciar é um dos pontos fortes do Seis Sigma pelo fato dos projetos serem formalizados por meio de contrato celebrado entre os membros da equipe e alta direção. Assim, características de liderança são determinantes para o sucesso do Seis Sigma, especialmente para os *champions*, *master black belts* e *black belts*. Esses especialistas respondem pelos resultados decorrentes do sucesso ou não dos projetos (GEORGE, 2004).

Dessa forma, a seleção dos projetos que usam a metodologia Seis Sigma é claramente um fator de sucesso e contribuirá para a credibilidade do mesmo na organização (WESSEL; BURCHER, 2004). A seleção do projeto deve considerar três perspectivas: o processo; o cliente e os objetivos estratégicos. Assim, recomenda-se observar: (i) a relação do projeto com a estratégia do negócio e os objetivos organizacionais; (ii) o senso de urgência, ou seja, entender a importância do projeto para melhorar o desempenho do negócio; (iii) o tempo de duração do projeto; recomenda-se que mesmo tenha aproximadamente seis meses de duração; (iv) os projetos devem ter os objetivos claros, específicos, alcançáveis, realísticos e mensuráveis; (v) os projetos devem ter o impacto nas necessidades e expectativas dos clientes, o impacto financeiro, os recursos necessários, as expertises e ferramentas necessárias, a probabilidade de sucesso e o cálculo do risco envolvido; (vi) os projetos devem ter a aprovação da alta gerência; (vii) os projetos devem priorizar as características críticas para a qualidade, para o custo e para a entrega; e (viii) os projetos selecionados devem ter metas realísticas e métricas claramente definidas (ANTONY, 2006; PFEIFER, REISSIGER; CANALES, 2004).

Salienta-se que, além da estrutura de recursos mencionada e da adequada seleção dos projetos, outros fatores críticos de sucesso devem estar presentes para garantir os resultados decorrentes da aplicação da metodologia Seis Sigma. Entre os mesmos destacam-se: (i) comprometimento da alta direção; (ii) foco no cliente; (iii) relação do Seis Sigma com a estratégia; (iv) infra-estrutura; (v) uso de ferramentas de gestão de projetos; e (vi) domínio da metodologia do Seis Sigma e de ferramentas estatísticas (ANTONY *et al.*; 2007; SANTOS; MARTINS, 2008). Hensley e Dobie (2005) acrescentam a vontade da organização em sustentar uma mudança cultural, que por vezes poderá requerer paciência e comprometimento da alta gerência.



2.2 Aplicação da metodologia seis sigma em processos de serviços

Segundo Pande, Neuman e Cavanagh (1998), à medida que cresce o papel desempenhado pelos serviços na competitividade nos negócios, também cresce a evidência da existência de potenciais não aproveitados nessas atividades. Mesmo assim, na percepção de Antony (2006), muitas empresas de serviços ainda consideram o Seis Sigma aplicável apenas na manufatura. A melhor forma de justificar a aplicação da metodologia Seis Sigma em processos de serviços baseia-se em três princípios rudimentares: (i) todo trabalho ocorre em um sistema formado por processos interconectados; (ii) em todos os processos existe variabilidade; e (iii) todos os processos geram dados capazes de explicar a variabilidade e é responsabilidade da empresa entender a amplitude dessa variabilidade e estabelecer estratégias para reduzi-la ou eliminá-la (ANTONY, 2004).

Além da compreensão do efeito da variabilidade nos processos e da definição dos modos para reduzi-la ou eliminá-la, o sucesso da implementação do Seis Sigma em processos de serviços depende da habilidade da empresa em aplicar o método e as ferramentas do Seis Sigma visando à melhoria do serviço sob a ótica do cliente (PATTON, 2005). Um dos efeitos esperados é o aumento da lucratividade. Para isso, a empresa deve ser capaz de reconhecer os valores que os clientes poderão atribuir para um serviço. O projeto Seis Sigma poderá auxiliar na identificação desses valores, as respectivas necessidades e promover uma releitura nos processos contribuindo para atender os anseios dos clientes com lucratividade (HENSLEY e DOBIE, 2005).

Ainda na visão dos autores mencionados, duas variáveis impactam na implementação do Seis Sigma. A primeira refere-se ao uso de programas de qualidade nos processos de serviços e a segunda relaciona-se com a capacidade organizacional de entender e mensurar os processos de serviços. Quando as duas variáveis estão presentes, de modo consolidado, as bases para o estabelecimento do Seis Sigma estão instauradas. Caso contrário o tempo e os esforços demandados em Seis Sigma serão mais intensos.

Como benefícios decorrentes da implementação da metodologia Seis Sigma, Antony (2006) e Taner, Sezen e Antony (2007) mencionam: (i) a tomada de decisão passa a ser suportada por fatos e dados; (ii) aumenta a compreensão das necessidades e expectativas dos clientes, especialmente daquelas relacionadas às dimensões críticas e que terão impacto na



satisfação e fidelidade; (iii) as operações internas passam a ser mais eficientes e mais confiáveis, impactando no *market share* e na satisfação dos colaboradores; (iv) melhora o conhecimento da organização sobre técnicas estatísticas e ferramentas de solução de problemas; (v) ocorre redução no número de operações que não agregam valor, através da eliminação sistemática das mesmas nos processos de serviços; (vi) a variabilidade dos processos é reduzida, tornando-os mais previsíveis e consistentes com o nível de serviço desejado; (vii) ocorre uma transformação na cultura organizacional, de reativa para pró-ativa; e (viii) melhoram as ações interdepartamentais dos times de trabalho, provendo a todos uma visão mais ampla e integral da empresa.

Dificuldades potenciais no uso da metodologia Seis Sigma em serviços são relatadas na literatura: (i) a obtenção de dados sobre o desempenho de um serviço geralmente é mais complexa, se comparada com processo de manufatura; (ii) medir a satisfação dos clientes pode ser mais difícil em função das interações entre o cliente e o prestador de serviço; (iii) quantificar e medir os diversos subprocessos de serviços pode ser mais complexo se comparado com processos de manufatura; e (iv) muitos dados em serviços são coletados manualmente, o que raramente ocorre em processos de manufatura (HENSLEY; DOBIE, 2005; PANDE, NEUMAN; CAVANAGH, 1998).

No contexto apresentado, a metodologia Seis Sigma opera muito bem quando é adotada também como uma filosofia gerencial e não apenas como um mecanismo rápido para solucionar alguns problemas específicos; requer comprometimento e envolvimento de todos, ampliando a noção de qualidade em todos os processos (HENSLEY; DOBIE, 2005).

2.3 Metodologia de aplicação e ferramentas do Seis Sigma em processos de serviços

No que se refere à metodologia de aplicação do Seis Sigma na solução de problemas e/ou melhoria de processos, o DMAIC (*define, measure, analyse, improve and control*) tem sido amplamente referenciado na literatura (PANDE, NEUMAN; CAVANAGH, 2001; SANTOS; MARTINS, 2008; ANTONY *et al*, 2007; REIS, 2003). Por outro lado, segundo Bañuelas e Antony (2004), o DFSS (*Design for Six Sigma*) refere-se à aplicação da metodologia Seis Sigma utilizada no desenvolvimento de bens e serviços; usa como estrutura o IDOV (*identify, design, optimise and verify*) ou ainda o DMADV (*define, measure, analyse,*



design and verify). Chakrabarty e Tan (2007) destacam que as ferramentas envolvidas no DFSS são, por vezes, diferentes das ferramentas usadas na estrutura DMAIC. O DFSS inclui ferramentas de inovação tais como *theory of inventive problem solving*, *axiomatic design* e QFD (*Quality Function Deployment*) não presentes no DMAIC.

Para o escopo deste trabalho utiliza-se a estrutura DMAIC visto que o mesmo apresenta um caso de melhoria nos processos da área de recursos humanos com o propósito de reduzir a rotatividade de pessoal. As etapas do DMAIC, segundo Reis (2003), englobam os seguintes objetivos: (i) D – Definir: definição de oportunidades; (ii) M – Medir: medição dos processos; (iii) A – Analisar: análise de dados e conversão em informações que indiquem soluções (determinação das causas); (iv) I – Melhorar: aperfeiçoamento dos processos e obtenção de resultados; e (v) C - Controlar: manutenção dos ganhos obtidos. A Figura 2 ilustra a relação da estrutura DMAIC com aspectos gerenciais da metodologia Seis Sigma.

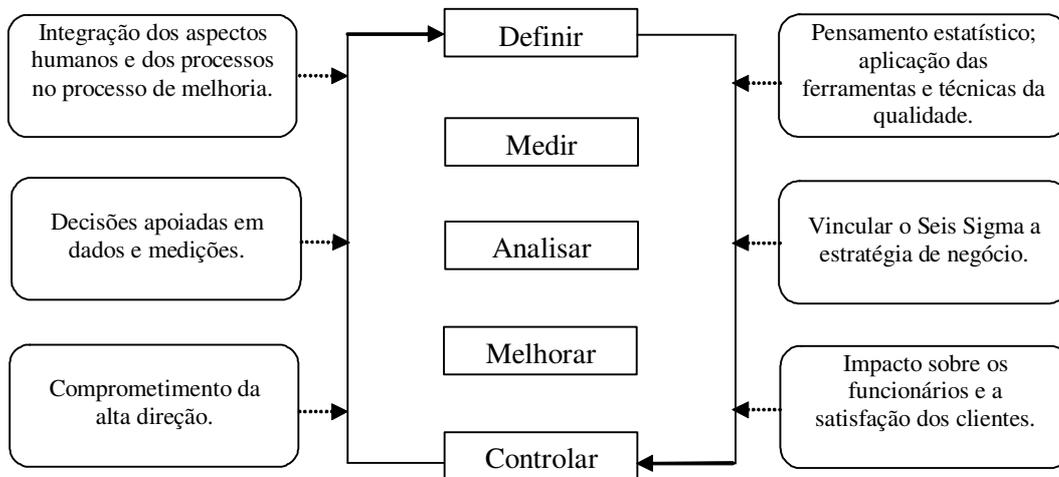


Figura 2 – Estrutura DMAIC e sua relação com os aspectos gerenciais do Seis Sigma

Fonte: adaptado de Antony, 2006.

O Quadro 1 detalha cada etapa sob a perspectiva de processos de serviços.



Etapa do DMAIC	Detalhamento
D - Definir	(i) definir o problema a ser solucionado por um projeto Seis Sigma; (ii) identificar todas as partes envolvidas; (iii) compreender a relação entre o problema e a criticalidade do problema sob a perspectiva dos clientes (internos e externos); (iv) mapear o processo para determinar onde os problemas efetivamente são gerados; (v) estabelecer as entradas e saídas dos processos e os controles existentes; (vi) elaborar uma carta do projeto que define claramente as atribuições de cada pessoa envolvida no projeto, os recursos necessários, o cronograma, o escopo do projeto, as delimitações e os resultados previstos para os clientes internos e externos; e (vii) identificar o patrocinador do projeto e a avaliação da relação custo-benefício.
M - Medir	(i) determinar o atual desempenho do processo de serviço (dados de campo, DPMO, estudos de capacidade); (ii) definir o que medir (característica crítica para a qualidade – CTQ) e de como medir; (iii) definir o sistema de medição e sua análise, se aplicável; (iv) determinar quão bom poderia ser o processo ao ser comparado aos melhores existentes (prática do benchmarking); e (v) identificar as forças e fraquezas e a determinação das lacunas a serem superadas.
A - Analisar	(i) identificar todas as causas raízes geradoras dos defeitos nos processos; (ii) entender a variabilidade das causas raízes e sua relação com os defeitos a fim de priorizá-las em posterior investigação; (iii) entender a natureza dos dados e sua distribuição ou comportamento; (iv) determinar como as variáveis chaves podem estar relacionadas com os defeitos; e (v) estimar o possível ganho financeiro decorrente da possível melhoria.
I - Melhorar	(i) identificar o potencial das possíveis soluções necessárias para resolver o problema e prevenir recorrência; (ii) avaliar o impacto de cada solução potencial usando uma <i>criteria-decision matrix</i> ; (iii) soluções que têm alto impacto na satisfação do cliente e no resultado financeiro gerado precisam ser examinadas a fim de se determinar quanto tempo, esforço e recurso monetário serão necessários na implementação; (iv) avaliar o risco associado a cada solução potencial; (v) validar as soluções por meio de testes pilotos; e (vi) reavaliar o impacto da solução escolhida.
C - Controlar	(i) desenvolver ações para sustentar o nível de melhoria obtido no processo de serviço; (ii) desenvolver novos padrões e procedimentos para assegurar os ganhos no longo prazo; (iii) implementar planos de controle de processo e determinar a capacidade dos processos; (iv) identificar um responsável pelo processo e estabelecer metas; (v) verificar benefícios e ganhos monetários; (vi) documentar o novo método de trabalho; (vii) encerrar o projeto, finalizando a documentação e compartilhando as lições aprendidas; e (viii) publicar os resultados internamente ou externamente e reconhecer a contribuição feita pelo time do projeto de Seis Sigma.

Quadro 1 – Detalhamento das etapas do DMAIC

Fonte: adaptado de Antony (2006).

A estrutura DMAIC é aplicável tanto para processos fabris como para processos de serviços. No entanto, dentro de cada etapa, as ferramentas de melhoria utilizadas poderão ser diferentes (ANTONY *et al*, 2007; CHAKRABARTY; TAN, 2007). Para George (2004), que trata especificamente de operações de serviços, em processos administrativos poderão ser



mais importantes ferramentas de análise como mapeamento detalhado de processos e NGT (técnica nominal de grupo) do que CEP (Controle Estatístico de Processo) ou FMEA (Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos).

Pinto, Carvalho e Hoo (2006); Andrietta e Miguel (2007); Ingle e Roe (2001) e Bañuelas e Antony (2004) identificaram as principais ferramentas usadas nos projetos Seis Sigma não explicitando se as mesmas seriam empresas em manufatura, serviços ou ambos. O Quadro 2 resume as ferramentas sugeridas por para cada etapa do DMAIC.

Etapa do DMAIC	Ferramentas usualmente utilizadas no Seis Sigma
D - Definir	<i>Team charter</i> ; gráfico de Pareto; <i>critical to cost tree</i> ; mapeamento do processo (SIPOC); <i>brainstorming</i> ; <i>run charts</i> ; análise de causa e efeito.
M - Medir	Estudo de capacidade; estudo de R&R; cálculo do DPMO; <i>run charts</i> ; <i>Box plot</i> .
A - Analisar	Matriz de causa e efeito; análise multivariada; teste de hipótese; análises gráficas; FMEA; mapeamento dos subprocessos.
I - Melhorar	Tolerâncias estatísticas; análise hierárquica de processo; análise custo/benefício; ANOVA; avaliação do risco; subgrupos racionais; estudo de capacidade.
C - Controlar	Plano de resposta; plano de controle; procedimentos; dispositivos a prova de erro; procedimentos para operação.

Quadro 2 – Ferramentas utilizadas no Seis Sigma

Fonte: adaptado de Pinto, Carvalho e Hoo (2006); Andrietta e Miguel (2007); Bañuelas e Antony (2004) e Ingle e Roe (2001).

Embora as ferramentas utilizadas em projetos de Seis Sigma não sejam novas (exemplos: gráfico de Pareto, diagrama causa e efeito, mapeamento de processo), observa-se, na visão de Antony (2006), que muitas organizações de serviços estão obtendo ganhos significativos com a aplicação das mesmas. O exposto reforça a percepção de Ishikawa (1994) de que cerca de 80% dos problemas de qualidade ou processo podem ser solucionados com as ferramentas básicas da qualidade.

2.4 Síntese do referencial teórico

Em síntese, e segundo a literatura consultada, vários elementos parecem estar relacionados com o sucesso da implantação da metodologia Seis Sigma em processos de serviços. O Quadro 3 sintetiza os tópicos derivados da teoria que compõem as variáveis de pesquisa deste trabalho.



Variáveis de pesquisa	Principais itens considerados	Referências
Operacionalização do Seis Sigma	Formação de equipe para conduzir os projetos de Seis Sigma com estrutura hierárquica definida (<i>champions, master black belt, black belt e green belt</i>); capacitação da equipe em técnicas estatísticas e capacidade de liderança dos responsáveis pelos projetos. Seleção dos projetos considerando a relação dos mesmos com a estratégia, a urgência e importância dos projetos, o tempo de duração, o escopo, os objetivos e as metas dos projetos. Implantação facilitada pelo uso de programas da qualidade e pela capacidade de entender e mensurar os processos de serviço.	Goh e Xie (2004); Ingle e Roe (2001); George (2004); Rotondaro (2006); Antony (2006); Hensley e Dobie (2005).
Metodologia de aplicação do Seis Sigma e ferramentas	A metodologia sugerida para a solução de problemas ou melhoria dos processos é o DMAIC. As principais ferramentas utilizadas são: mapeamento dos processos, técnica nominal de grupo, gráfico de Pareto, CEP, FMEA, análise de causa e efeito, estudo de capacidade, análise multicriterial.	Antony et al. (2007); Chakrabarty e Tan (2007); Pinto, Carvalho e Hoo (2006); Andrietta e Miguel (2007); Ingle e Roe (2001); Bañuelas e Antony (2004); George (2004).
Dificuldades	Obter dados sobre desempenho de processos de serviços; medir a satisfação dos clientes; processos de serviços podem ser longos e muitas vezes são invisíveis.	Hensley e Dobie (2005); Pande, Neuman e Cavanagh (1998).
Benefícios e possíveis resultados	Tomada de decisão baseada em fatos e dados; compreensão das necessidades dos clientes; melhorias nas operações internas; diminuição da variabilidade dos processos; aumento da lucratividade.	Antony (2006); Taner, Sezen e Antony (2007).

Quadro 3 – Variáveis de pesquisa

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A análise do caso de aplicação da metodologia Seis Sigma na área de recursos humanos de uma empresa de manufatura de componentes eletrônicos foi desenvolvida de modo que as variáveis de pesquisa apresentadas no Quadro 3 fossem consideradas. São elas: a operacionalização do Seis Sigma, a metodologia de aplicação do Seis Sigma e as ferramentas utilizadas, as dificuldades encontradas e os benefícios e resultados obtidos.

Como decorrência, esperam-se fornecer subsídios, em nível exploratório, acerca do modo de aplicação e operacionalização do Seis Sigma em um processo de serviço, sobre a metodologia de aplicação utilizada e as ferramentas aplicadas, sobre as dificuldades e barreiras observadas e sobre os resultados obtidos.

O método de pesquisa foi o estudo de caso. O estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo,



dentro de um contexto real de vida (MIGUEL, 2007). Com base no exposto em Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002) e em Yin (2001), entende-se que este caso tem caráter exploratório. O mesmo consistiu de um levantamento de informações que geraram uma descrição detalhada de um objeto específico para novas pesquisas. Também é indutivo, pois poderá conduzir a uma teoria fundamentada sobre a aplicação do Seis Sigma em processos de serviços.

A coleta de evidências foi por entrevistas semi-estruturadas, baseadas nas variáveis de pesquisa, com um *master black belt*, um *black belt*, um *green belt*, um gestor do setor de Recursos Humanos e um gestor da área de manufatura. Observações diretas e análise documental também foram utilizadas. O estudo ocorreu em uma empresa de componentes eletrônicos, fornecedora das principais montadoras da indústria automotiva e da linha branca. A empresa possui certificação de qualidade (ISO 9001:2008 e ISO TS 16949: 2002) e estrutura para gestão ambiental, com certificação ISO 14001:2004.

4 ESTUDO DE CASO

Na visão dos gestores entrevistados, a rotatividade de pessoal por demissões representa uma perda significativa em termos de recursos investidos em seleção, em capacitação e treinamento e em indenizações. Somam-se a isso, fatores relacionados à motivação da equipe que, ao perceber o desligamento de colegas, pode ter seu desempenho, em termos de produtividade e qualidade prejudicadas. Aspectos históricos da empresa podem se perder quando se trata de um funcionário considerado antigo na empresa.

A empresa onde ocorreu o estudo implementou a metodologia Seis Sigma em 2001; essa empresa mantém uma estrutura para suportar os projetos de Seis Sigma composta por *champions*, *master black belt*, *black belts* e *green belts*. Com uma experiência de implantação de projetos de Seis Sigma predominantemente nos processos chaves da manufatura, a inserção do Seis Sigma em um processo interno de serviço de apoio exigiu ampliação do grupo.

Conforme já mencionado, a estrutura DMAIC foi utilizada nesse projeto uma vez que se tratava de uma melhoria em um processo existente.



4.1 implementação – etapa d (definir)

A empresa considerou relevante desenvolver um projeto de Seis Sigma com os seguintes propósitos: (i) focar na área de Recursos Humanos, abordando aspectos tangíveis e intangíveis; (ii) estabelecer um fluxo integrado para aplicação das ferramentas de melhoria, dentro da estrutura DMAIC, para solução do problema de alta rotatividade de pessoal; e (iii) reduzir de modo significativo os índices de Rotatividade de Pessoal horista, resultando em benefícios de qualidade, produtividade e custos.

O apoio da alta direção ocorreu pela eleição do projeto no planejamento estratégico, liberação de recursos e acompanhamento de resultados.

Nessa etapa (D - definir) foi estabelecida a Carta do Projeto, incluindo a designação da equipe de trabalho, a identificação de todas as partes envolvidas, a descrição do problema e sua criticalidade, a definição da meta, a avaliação histórica do problema, o retorno econômico previsto, os recursos necessários, o cronograma, as delimitações e os impactos sobre clientes e estratégia. Foi designado, também, o *champion* do projeto. Nesse projeto de Seis Sigma participaram, além do *black belt* responsável pelo projeto, o responsável pelo recrutamento e seleção, o responsável pelo planejamento dos treinamentos, a assistente social, o gestor do setor de RH, supervisores e gerentes de produção.

Foi definido como indicador principal do projeto o Índice de Rotatividade, desdobrado nos indicadores: (i) desligamentos em 3 meses após a contratação; (ii) desligamentos em 12 meses após a contratação; e (iii) pedidos de demissão. A Figura 3 representa as variáveis chaves de saída do projeto.

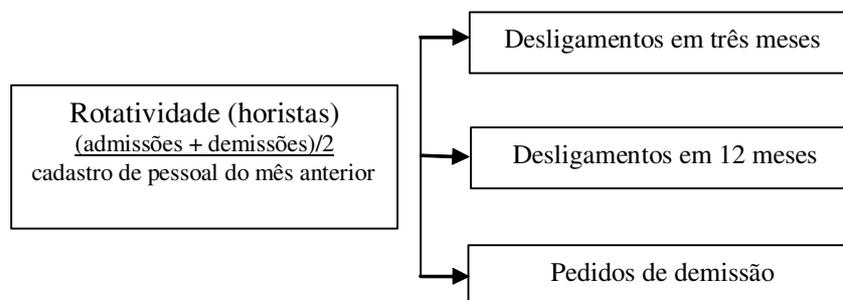


Figura 3 – Variáveis chaves de saída do projeto



4.2 Implementação – etapa m (medir)

Na etapa M (Medir) foram estabelecidos os planos de coleta de dados para os indicadores do projeto. Foram definidos, também, os meios de coleta, as fórmulas de cálculo, os métodos de amostragem, as condições de medição, as formas de registro, as garantias de consistência de dados e as formas de apresentação dos resultados.

Foram analisados os dados históricos de desempenho do processo de “ciclo de vida funcional do colaborador” (admissão, retenção e demissão), considerando apenas os casos de simples substituição de pessoal, excluindo-se as situações de aumentos ou reduções do quadro de pessoal em função de variações de demanda do mercado. Dessa forma, foi avaliada apenas a qualidade de gestão de pessoal, excluindo-se as influências dos fatores externos. A Figura 4 apresenta o desempenho do indicador “rotatividade de pessoal” referente a cada mês e o acumulado nos dois semestres anteriores ao início do projeto.

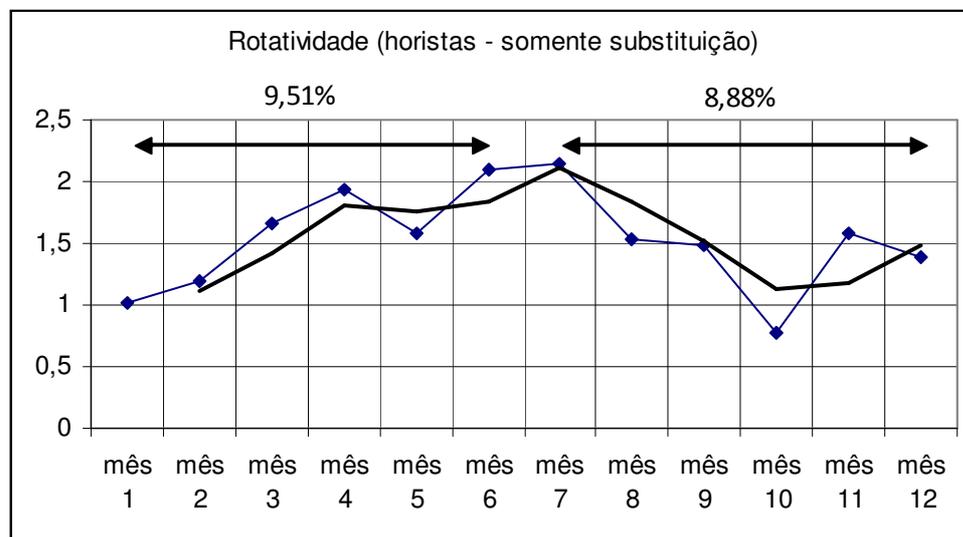


Figura 4 – Rotatividade dos horistas – anterior ao projeto

O indicador rotatividade considera o número de admissões e demissões e o número total de funcionários horistas do cadastro da empresa. É dado por:

$$\text{Rotatividade} = ((n^{\circ} \text{ admissões} + n^{\circ} \text{ demissões})/2)/n^{\circ} \text{ total de funcionários cadastrados}$$



Os seis primeiros meses apresentaram uma rotatividade de 9,51% e os seis meses seguintes de 8,88%. A rotatividade acumulada nos 12 meses anteriores ao projeto Seis Sigma foi de 18,38%.

Com base nas medições realizadas, foram revisados os dados da Carta de Projeto, sendo confirmada a meta de redução de 50% na rotatividade de pessoal, que deveria passar de 18,38% ao ano para 9,19% ao ano. Os ganhos econômicos previstos para o projeto foram estimados em US\$ 100.000,00 (cem mil dólares); nesse caso, foram considerados os ganhos mensuráveis, ou seja, aqueles decorrentes dos valores que deixariam de ser pagos com indenizações trabalhistas.

Com o objetivo de entender as principais etapas do processo e as fontes de dados e informações do projeto foi elaborado um macro mapeamento do processo (SIPOC – *Supplier – Input – Process – Output – Customer*) ilustrado no Quadro 4, e um plano de coleta de dados dos clientes (VOC – *Voice of Customer*) apresentado no Quadro 5.

Supplier (interno e externo)	Input (produtos e serviços requeridos)	Processo (máx. 8 etapas)	Output (produtos e serviços entregues ao cliente)	Customer (cliente interno e externo)	Requisitos (do cliente) - opcional
Escolas Candidato Funcionários Consultorias Órgãos públicos Mídia (jornal) Requisitante da vaga	Indicações Currículo Requisição	Início do recrutamento	Lista de candidatos possíveis à seleção	Seleção	Candidatos que atendam o perfil desejado
Recrutamento	Características que atendam o perfil desejado	Seleção	Candidatos selecionados	Admissão	Candidatos que atendam o perfil desejado
Seleção	Candidato selecionado	Admissão	Candidato contratado	Requisitante da vaga	Candidatos que atendam o perfil desejado
Requisitante da vaga / RH	Funcionário contratado	Período de experiência	Funcionário pós contrato de experiência	Requisitante da vaga	Funcionários que atendam os requisitos do cargo
Chefia da área / RH / treinamento operacional	Funcionário pós contrato Treinamentos	1º. ano de contrato	Funcionário pós 1º. ano de contrato	Chefia da área	Funcionários que atendam os requisitos do cargo
Chefia da área / funcionário / RH	Funcionário Avaliações Ficha funcional (avaliações)	Stop: demissão	Funcionário demitido	Chefia da área Funcionário RH	Avaliação adequada Cumprimento da legislação Ato adequado de demissão

Quadro 4 - SIPOC “Vida Funcional do colaborador”



Plano de coleta de dados dos clientes – VOC (Voice of Clients) – Projeto Rotatividade	
Quem	O que e por que
(1) Seleção e recrutamento	(1) Requisitos do cargo / atender o perfil do cargo (1) Requisitos da empresa / custos, produtividade e estratégias
(2) Admissão (seleção)	(2) Atender o perfil do cargo: / buscar uma relação de trabalho saudável
(3) Requisitante da vaga (admissão)	(3) Documentação / atender requisitos legais (3) Informações de integração / propiciar um bom começo
(4) Requisitante da vaga (período de experiência)	(4) Programa de treinamento básico e CHA (conhecimento, habilidade e atitude) / qualificar para o exercício da função (4) Avaliação de desempenho / definição da efetivação do funcionário
(5) Chefia da área (1º. ano de contrato)	(5) Programa de treinamento operacional / qualificar o exercício do cargo e CHA (conhecimento, habilidade e atitude) (5) Indicadores de desempenho / avaliação de performance
(6) Chefia / funcionário / RH	(6) Parecer de demissão / justificar a decisão
Fonte dos dados	
Reativas	Pró-ativas
(4) Avaliação de desempenho	(1) Descrição do cargo e do posto de trabalho (1) Descrição dos objetivos estratégicos (2) Entrevistas (análise de informações) e testes (3) Documentação do candidato (3) Programa de integração (4) Programa de treinamento (5) Programa de treinamento (5) Infoboard
(6) Ficha funcional	

Quadro 5 – VOC- Projeto rotatividade

4.3 Implementação – etapa a (analisar)

Na etapa A (analisar) foram avaliados os dados e as informações necessárias para identificar as causas raízes potenciais que prejudicavam o desempenho do processo. Para análise do processo foi realizado um mapeamento detalhado do “ciclo de vida funcional do colaborador”. A

Figura 5 apresenta parcialmente o mapeamento do processo.

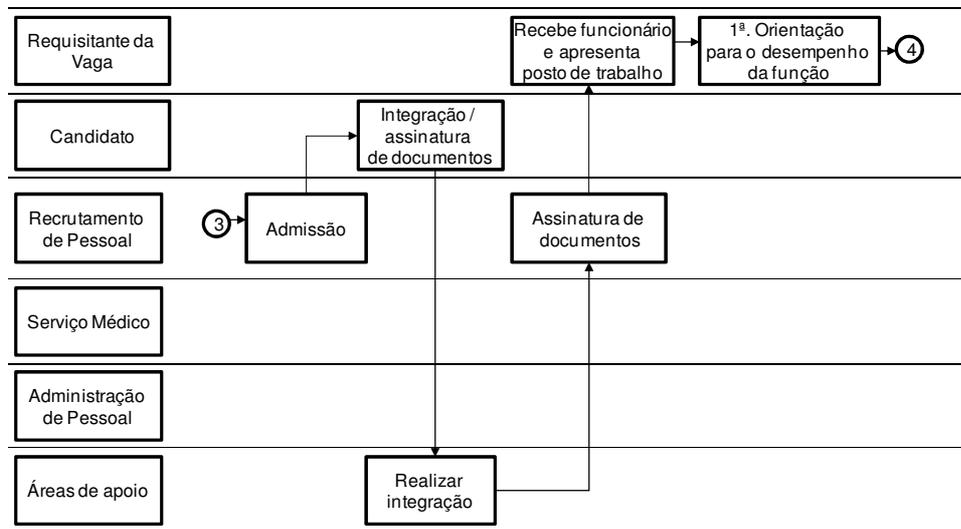


Figura 5 – Mapa parcial do processo “Ciclo de Vida Funcional do Colaborador”

As causas raízes dos problemas relacionados ao ciclo de vida funcional do colaborador, levantadas durante o processo mapeamento, foram organizadas em um diagrama de afinidades. Também foram priorizadas, pela equipe, as causas mais importantes. No processo de priorização foi usado o método NGT (Técnica Nominal de Grupo), no qual cada membro da equipe recebe um número determinado de pontos (ou votos) a serem distribuídos nas causas consideradas mais importantes. A Figura 6 apresenta o Diagrama de Afinidades e a indicação da pontuação atribuída para as causas prioritárias.

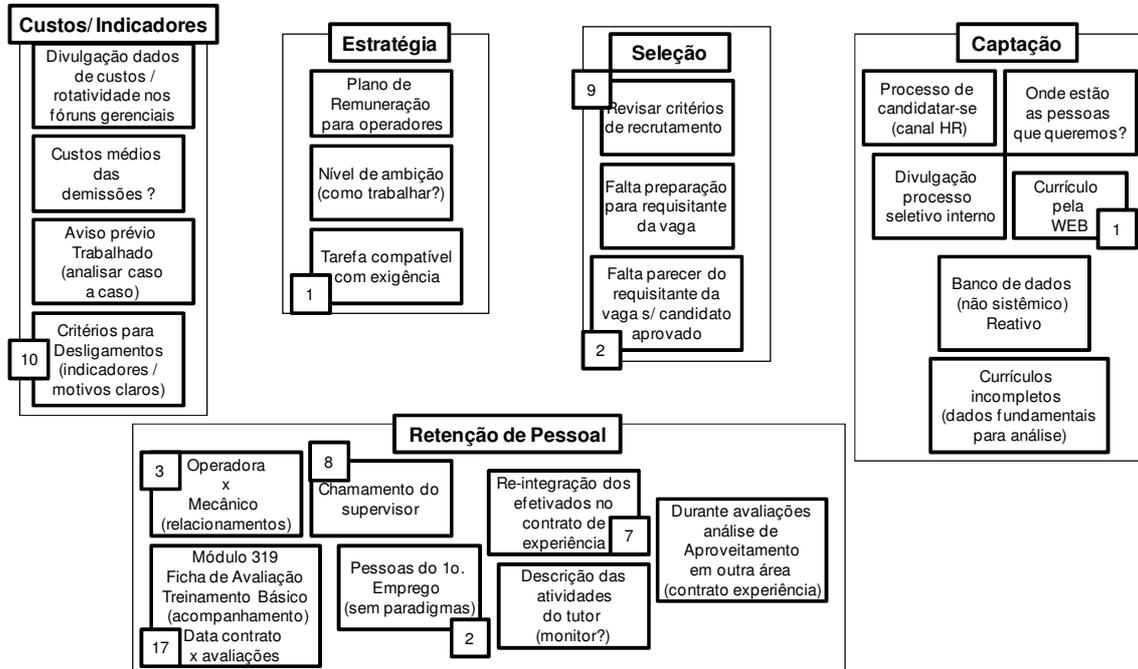


Figura 6 – Diagrama de Afinidades

Observa-se ao analisar o Diagrama de Afinidades e a pontuação decorrente da NGT que, com relação à Retenção de Pessoal, o treinamento básico juntamente com avaliações, o chamamento do supervisor enquanto líder que acompanha desempenho dos novatos e reintegração dos efetivados no contrato de experiência são as causas prioritárias a serem tratadas. No que se relaciona com Custos e Indicadores, os critérios para desligamento comparecem como item mais relevante a ser tratado. Com relação à Seleção, os critérios de recrutamento devem ser revisados.

4.4 Implementação – etapa i (implementar)

Foram realizadas avaliações adicionais dos indicadores de Rotatividade, Admissões e Demissões estratificados pelos diferentes setores e faixas etárias dos colaboradores (grau de maturidade). Também foram analisados os resultados em função da complexidade dos processos versus a faixa etária.



Em função das análises realizadas foi estabelecido um plano de ação (Quadro 6) para melhoria processo de ciclo de vida funcional do colaborador. Com a implementação das ações propostas, o índice de rotatividade foi reduzido atingindo o valor de 4,39% nos seis meses seguintes após a conclusão do projeto. Os resultados do indicador de rotatividade do processo melhorado estão apresentados na Figura 7. O projeto de Seis Sigma levou seis meses para ser executado; esse período corresponde aos meses 13 e 19 da Figura 7.

Observa-se que, antes do projeto de Seis Sigma, a rotatividade referente aos 12 meses acumulados foi de 18,38%. Após o projeto, em um período de 6 meses, a rotatividade acumulada passou para 4,39%. A equipe de projeto estima que o valor acumulado em um ano seja de 8,80%; este valor atenderia a meta estipulada. O valor monetário ganho com o projeto foi de US\$ 105.000,00 (cento e cinco mil dólares).

Processo	Ação
Admissão	Testes psicológicos no processo de admissão (Estudo)
	Projeto de reformulação do treinamento básico
	Currículo pela WEB (banco de dados)
Retenção	Fórum dos supervisores (Grupo de supervisores / liderança / compreensão de si e dos outros / comunicação / administração de conflitos / assédio moral / posturas comportamentais)
	Parecer do supervisor sobre aprovação do candidato
	Programa de reintegração dos funcionários
	Incluir metas de rotatividade nos Acordos de Objetivos
	Treinamentos comportamentais para pessoal operacional
Demissão	Entrevista de desligamento (padronização / codificação / fórum RH com devolução para as áreas)
	Gerencia Geral assinar todas as fichas de demissão.
	Definir Processo de Demissão (Consenso)

Quadro 6- Plano de ação

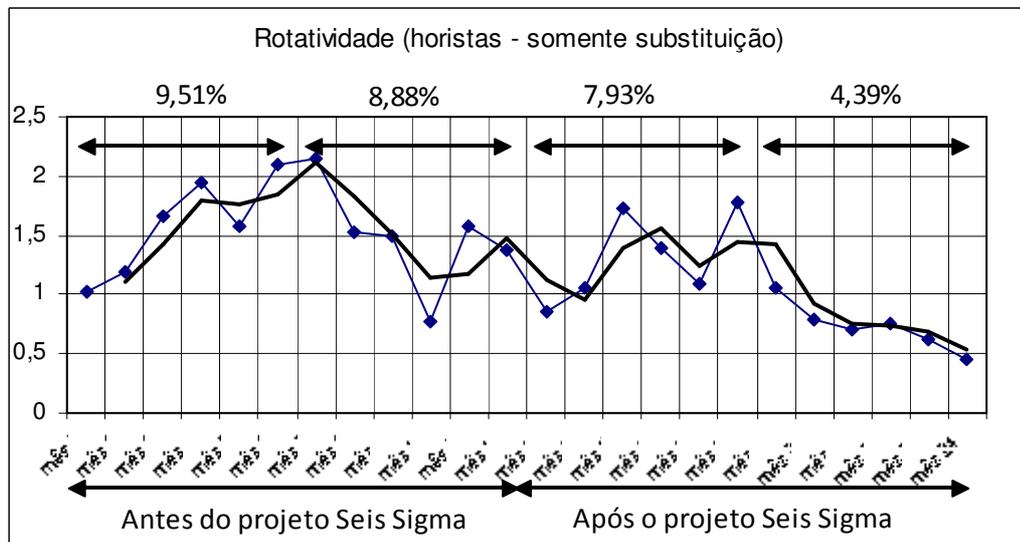


Figura 7 – Indicador de Rotatividade do processo melhorado

4.5 Implementação – etapa c (controlar)

Na fase de controle, os processos redesenhados foram padronizados através da alteração dos procedimentos formais existentes no Sistema de Gestão da empresa; os participantes foram treinados. Os indicadores do projeto foram estabelecidos com indicadores do processo e continuaram a ser analisados regularmente assegurando os resultados obtidos.

4.6 Dificuldades observadas e resultados gerais

Durante a execução do projeto foram observadas algumas dificuldades. Entre estas, menciona-se a incoerência entre os dados sobre os motivos de demissão; as razões apontadas nos registros das entrevistas realizadas pelo RH com os colaboradores eram diferentes dos motivos alegados nos registros das chefias.

Destaca-se que inicialmente houve receio por parte de alguns gestores de abordar o tema com os supervisores e colaboradores; temiam-se conflitos e problemas de interpretação por parte dos supervisores: esses poderiam supor que a alta rotatividade seria exclusivamente associada a sua gestão. Por outro lado, à medida que os índices de rotatividade e os



respectivos ganhos econômicos começaram a surgir, aumentou o envolvimento e a motivação da equipe.

Uma vez constatadas as dificuldades mencionadas, para a elaboração dos planos de ação foram envolvidas pessoas de diversas áreas (treinamento, qualidade, produção, RH), o que proporcionou maior agilidade e comprometimento com os novos processos estabelecidos. Na implementação e desdobramento das ações ocorreu a participação expressiva de colaboradores e gestores de diversas áreas (cerca de 75 pessoas) o que reforçou a aderência aos novos procedimentos estabelecidos.

A ação de reformulação do treinamento básico resultou na valorização e redefinição do papel do “tutor” (operadores mais experientes que “acompanham” os novatos). Os tutores passaram a ser treinados e capacitados para a execução eficaz dessa atividade (treinamento e capacitação em didática, resolução de conflitos, aspectos comportamentais).

Outro aspecto observado, quando da formação da equipe responsável pelo projeto Seis Sigma, foi o receio da mesma com relação ao uso de ferramentas que poderiam ser complexas. Ao término do projeto, ao se efetuar a análise do andamento do mesmo, o grupo relatou que as ferramentas utilizadas eram simples, predominantemente qualitativas e não apresentaram dificuldades de uso. A maior barreira a ser rompida foi à estruturação da tomada de decisões baseada fatos e dados e não mais no *feeling*. A condução da análise dos processos passou a ser efetuada com base nos processos mapeados e efetivamente executados.

O *black belt* responsável pelo projeto teve papel substancial, na opinião da equipe, para que as dificuldades apontadas fossem superadas. Nota-se que as responsabilidades e as respectivas funções do mesmo neste projeto de Seis Sigma extrapolam os aspectos técnicos relacionados ao domínio das ferramentas estatísticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um caso de aplicação da metodologia Seis Sigma na área de recursos humanos de uma empresa de manufatura de componentes eletrônicos. A aplicação da metodologia Seis Sigma visou a redução da rotatividade de pessoal, ou seja, *turn over* de afastamento. O Quadro 7 sintetiza os principais resultados de pesquisa observados nas variáveis estudadas.



Variáveis de pesquisa	Resultados	Discussão
Operacionalização do Seis Sigma	<p>O projeto teve o apoio formal de um <i>champion</i>. A equipe contou com um <i>black belt</i>, os responsáveis pelo recrutamento e seleção e pelo planejamento dos treinamentos, a assistente social, o gestor do setor de RH, supervisores e gerentes de produção.</p> <p>O projeto foi selecionado em função do retorno tangível previsto (cerca de U\$100.000,00 deixariam de ser pagos com indenizações) e em função dos aspectos intangíveis tais como perda de motivação da equipe, perda do conhecimento e da história de empresa.</p> <p>A empresa possui um sistema de gestão da qualidade ao qual atrela todos os seus procedimentos operacionais. Assim, mudanças nos processos relacionados com a gestão das pessoas foram incorporadas ao sistema de gestão da qualidade da empresa.</p>	<p>Os resultados da pesquisa relacionados com esta variável convergem com o exposto no referencial teórico. Observou-se a relevância da formação da equipe, da seleção d projeto e da existência de um sistema de gestão da qualidade para a operacionalização do Seis Sigma na empresa estudada e, em particular, no projeto analisado.</p>
Metodologia de aplicação do Seis Sigma e ferramentas	<p>A metodologia utilizada foi o DMAIC.</p> <p>As principais ferramentas utilizadas foram: macro mapeamento do processo através do SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer); plano de coleta de dados (VOC – Voice of Customer); mapeamento de processo; diagrama de afinidades; NGT – Técnica Nominal de Grupo.</p>	<p>Foi observado o uso de ferramentas qualitativas consideradas simples. Tal aspecto reforça o exposto por Ishikawa (1994): cerca de 80% dos problemas de qualidade ou processo podem ser resolvidos com ferramentas básicas.</p>
Dificuldades	<p>Foi observada incoerência entre dados provenientes de fontes distintas. Havia o receio de que os supervisores sentissem atribuição de culpa pelos níveis de rotatividade vigentes antes do projeto. Se constatou apreensão com relação ao uso de ferramentas relacionadas ao Seis Sigma. Percebeu que em casos, anteriores ao projeto, a tomada de decisão era efetuada com base no <i>feeling</i> e não era suportada por fatos e dados.</p>	<p>Os aspectos observados convergem para o exposto no referencial teórico. As dificuldades mencionadas foram superadas pela habilidade do <i>black belt</i> em conduzir o projeto e motivar a equipe.</p>
Benefícios e possíveis resultados	<p>A tomada de decisão passou a ser baseada em fatos e dados; os indicadores do projeto passaram a ser os indicadores do processo e os novos procedimentos foram inseridos no Sistema de Gestão da Qualidade; houve a valorização dos tutores. Com relação a aspectos tangíveis menciona-se a redução efetiva na rotatividade dos horistas e a redução dos custos com indenizações.</p>	<p>Entende-se que este projeto contribuiu para alavancar a lucratividade da empresa. Este aspecto consta no referencial teórico como sendo uma das grandes contribuições do Seis Sigma para as organizações.</p>

Quadro 7– Resultados de pesquisa referente as variáveis estudadas

As mudanças ambientais decorrentes do projeto de Seis Sigma estão gerando novos desafios à gestão das organizações e ao gerenciamento de recursos humanos, incluído idéias de participação, comportamento e qualidade. Parece senso comum que, dentro das organizações, a criação ou ampliação de áreas voltadas para programas de qualidade – com grande foco nas questões comportamentais e culturais – representa a apropriação da preocupação com o fator humano pelas áreas produtivas. Embora não se possa, pela ausência de dados disponíveis, estabelecer padrões, alguns fatores como valorização do fator humano, como recurso vital para o desenvolvimento organizacional, foram observados neste caso.

Neste sentido a aplicação de uma metodologia que melhore a qualidade dos recursos humanos e assegure um decréscimo na rotatividade de pessoal, é também de grande



importância econômica nas empresas. Utilizando os mesmos trabalhadores em por um determinado tempo, a produção pode aumentar, ao passo que minimizarão os inventários, os atrasos, os defeitos, os erros, os acidentes, as perdas de material e outros resultados indesejáveis.

Outra questão relativa à aplicação de uma metodologia, como Seis Sigma, em uma empresa de tecnologia é ela que promove aprendizagem em níveis pessoais e organizacionais, o que é particularmente interessante para este tipo de negócio cuja perecibilidade dos produtos é alta. Para Senge (2004), a adaptação e o crescimento contínuos num negócio em constante mudança dependem do aprendizado institucional, é o processo pelo qual as equipes administrativas modificam seus modelos mentais da empresa, dos seus mercados e desenvolvem capacidade de aprender mais rápido que seus concorrentes. Neste estudo de caso observou-se o aprendizado e mudança organizacional

Por fim, destaca-se que o método de pesquisa utilizado, o estudo de caso único, por sua natureza, impõe limitações a este trabalho. Os resultados desta pesquisa não podem ser generalizados, ou seja, não se pode crer que outros projetos de Seis Sigma em serviços internos de empresas manufatureiras apresentarão as mesmas dificuldades e farão uso das mesmas ferramentas. O próprio Seis Sigma, por ser conduzido sob a forma de projetos, já impõe este tipo de restrição e apóia-se fortemente na capacidade dos responsáveis pela condução dos projetos em definir ferramentas apropriadas para cada etapa de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, J.; MIGUEL, P. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. **Gestão & Produção**, v. 14; n. 2, p. 203 – 219, 2007.

ANTONY, J. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. **The TQM Magazine**, v.16, n. 4, p. 303 – 306, 2004.

ANTONY, J. Six Sigma for service process. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 234 – 248, 2006.

ANTONY, J.; ANTONY, F.; KUMAR, M.; CHO, B. Six Sigma in service organizations: benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success



factors. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v. 24, n. 3, p. 294 – 311, 2007.

ARNHEITER, E.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM Magazine**, v. 17, n. 1, p. 5 – 18, 2005.

BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The TQM Magazine**, v. 14, n. 2, p. 92 – 99, 2002.

BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. Six Sigma or design for six sigma? **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 250 – 263, 2004.

CHAKRABARTY, A.; TAN, K. The current state of Six Sigma application in services. **Managing Service Quality**, v. 17, n. 2, p. 194 – 208, 2007.

DOES, R.; Van DEN HEUVEL, E.; de MAST, J.; BISGARD, S. Comparing non-manufacturing with traditional applications of Six Sigma. **Quality Engineering**, v. 15, n. 1, p. 177 – 183, 2002.

FERREIRA, M.; FREIRE, O. Carga de trabalho e rotatividade na função de frentista. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 5, n. 2, p. 175 – 200, 2001.

GEORGE, M. **Lean six sigma para serviços**. Rio de Janeiro: Qualitymark.

GOH, T.; XIE, M. Improving on the six sigma paradigm. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 235 – 240, 2004.

HENSLEY, R.; DOBIE, K. Assessing readiness for six sigma in a service setting. **Managing Service Quality**, v. 15, n. 1, p. 82 – 101, 2005.

HOFF, C. **Avaliação dos resultados da aplicação da estratégia Seis Sigma em um restaurante industrial**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional). Programa de Pós-graduação em Economia, Contabilidade e Administração, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2005.

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

ISHIKAWA, K. **Introducción al control del calidad**. Madrid: Ed. Diaz de Santos, 1994.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. Six sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, v. 21, p. 193 – 203, 2003.

MIGUEL, P. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216 – 229, 2007.

MONTGOMERY, D. **Introduction to statistical quality control**. Hoboken: John Wiley & Sons.



MOTWANI, J.; KUMAR, A.; ANTONY, J. A Business process change framework for examining the implementation of six sigma: a case study of Dow Chemicals. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 273 – 283, 2004.

NONTHALEERAK, P.; HENDRY, L. Exploring the six sigma phenomenon using multiple case study evidence. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 28, n. 3, p. 279 – 303, 2008.

PANDE, P.; NEUMAN, R.; CAVANAGH, R. **Estratégia seis sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

PATTON, F. Does Six Sigma work in service industry? **Quality Progress**, v. 38, n. 9, p. 55 – 60, 2005.

PFEIFER, T.; REISSIGER, T.; CANALES, C. Integrating six sigma with quality management system. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 241 – 249, 2004.

PINTO, S.; CARVALHO, M.; HO, L. Implementação de programas de qualidade: um survey em empresas de grande porte do Brasil. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 2, p. 191 – 203, 2006.

RAISINGHANI, M.; ETTE, H.; PIERCE, R.; CANNON, G.; DARIPLAY, P. Six sigma: concepts, tools and applications. **Industrial Management & Data Systems**. V. 105. n. 4; p. 491 – 505; 2005.

REIS, D. F. **Seis sigma**: um estudo aplicado ao setor eletrônico. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma**: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, A.; MARTINS, M. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 43 – 56, 2008.

SERSON, J. **Curso básico de administração do pessoal**. 9 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1990.

SENGE, P. **A quinta disciplina**: arte e prática da organização que aprende. São Paulo: Ed. Nova Cultural, 2004.

TANER, M.; SEZEN, T.; ANTONY, J. An overview of six sigma applications in healthcare industry. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 20, n. 4, p. 329 – 340, 2007.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M.. Case Research in Operations Management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195 – 219, 2002.



YIN, R. **Estudo de caso**: planejamento e método. Porto Alegre: Bookman, 2001.

WESSEL, G.; BURCHER, P. Six sigma for small and medium-sized enterprises. **The TQM Magazine**, v.16, n. 4, p. 264 – 272, 2004.

WYPER, B.; HARRISON, A. Deployment of six sigma methodology in human resource function: a case study. **Total Quality Management**, v. 11, n. 4, p. 720 – 728, 2000.

Artigo recebido em 14/11/2010 e aceito para publicação em 05/06/2010.