

A análise da causa raiz aplicada na redução do custo da qualidade na indústria de petróleo e gás

Fabio Henrique Campos Silva (UCAM) engfabiocampos@gmail.com

Antônio Augusto Gonçalves (UNESA) augusto@inca.gov.br

Thiago Teobaldo da Silva (UFF) theobaldos10@yahoo.com.br

Resumo:

O objetivo deste trabalho é estender a compreensão das variáveis que impactam na qualidade e no custo de qualidade. A Análise da Causa-Raiz (Root-Cause Analysis - RCA) é empregada para avaliar e reduzir o custo da qualidade (Cost of Quality - CoQ). A RCA é desenvolvida no âmbito de três grandes inputs operacionais: Material, Equipamento e Processo e envolve a participação da empresa como um todo. Ela fornece uma visão conceitual do custo da qualidade e de perspectivas para qualidade para pesquisadores e gestores industriais.

O resultado confirma que a qualidade aumenta com a diminuição de custos de falha, como resultado de reduções no custo de avaliação mais o custo da prevenção. Finalmente, a análise de causa raiz fornece sugestões críticas para investimentos em atividades de avaliação e prevenção de defeitos utilizando recursos de material, máquina e mão de obra para minimizar o custo total de qualidade e melhorar o nível de satisfação do cliente.

Palavras chave: custo da qualidade; análise de causa raiz; rca; fabricação.

The root cause analysis applied in reducing the cost of quality in the oil and gas industry

Abstract

The objective of this work is to extend the understanding of the variables that impact the quality and cost of quality. The Root Cause Analysis (RCA) is employed to evaluate and reduce the cost of quality (CoQ). The RCA is developed under three major operational inputs: Material, Process and Equipment and involves the participation of the company as a whole. It provides a conceptual view of quality cost and quality perspectives for researchers and industrial managers.

The result confirms that the quality improves with the reduction of fault costs as a result of reductions in cost over the cost evaluation prevention. Finally, the root cause analysis provides critical suggestions for investment in evaluation activities and prevention of defects using resource material, machine and labor to minimize the total cost of quality and improve the level of customer satisfaction.

Key-words: cost of quality; root cause analysis; rca; manufacturing.

1. Introdução

O atual cenário industrial tem se comportado de forma dinâmica e todas as organizações buscam sobreviver frente à competitividade crescente nos mercados. Nesta conjuntura, a

qualidade de bens e serviços, é uma questão fundamental. O custo da qualidade é uma das fontes de perdas implícitas mais significativas no processo de produção. A Sociedade Americana de Controle de Qualidade define a qualidade como um atributo importante de produtos e serviços realizados de acordo com a necessidade do cliente no momento da compra e durante o tempo de uso. (BOTTORFF, 1997)

Neste cenário a busca pela qualidade é o caminho para a sobrevivência no mercado no longo prazo. Os custos da qualidade oferecem suporte a gestão de custos em conjunto com programas de qualidade, através de informações que possibilitem gerenciar e priorizar a implementação de programas nas áreas críticas. (WERNKE; BORNIA, 2000)

A Qualidade é uma das mais importantes ferramentas para o desenvolvimento de produtos e serviços na busca de vantagem competitiva. Um sistema de qualidade é projetado para definir uma visão clara que permita a compreensão e envolvimento dos colaboradores. Num ciclo de aperfeiçoamento contínuo, a medição é considerada como um gatilho para a melhoria. (WAJE; PATIL, 2012)

De acordo com Ali, Zin, Hamid e Ayub (2010), uma das áreas-chave do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), é responsável pelos indicadores de desempenho utilizados no processo de melhoria contínua. Atualmente, a maioria dos indicadores de desempenho de qualidade elaborados pelas indústrias com SGQs certificados são de parâmetros físicos, tais como lista de defeitos, número e categoria de não conformidades (NC), número e tipos de reclamações de clientes e de pontuação a partir do feedback do cliente recebido através de diversos canais. No entanto, somente estes parâmetros não são suficientes para o acompanhamento dos custos industriais.

O crescimento do interesse pela qualidade de produtos e serviços como fator-chave para a competitividade estimulou a análise dos efeitos econômicos dos custos da qualidade. As empresas estão agora começando a utilizar dados de custo de qualidade, principalmente sucata, retrabalhos, horas de análise e garantia. O custo da qualidade (Cost of Quality – CoQ) fornece um meio para medir o retorno sobre a qualidade, reduzindo os custos do negócio. (ALI et al., 2010)

A maioria das empresas não dispõe de conhecimento preciso das principais causas de rejeição, pois não conseguem manter um sistema de controle da qualidade satisfatório. Há uma necessidade de um sistema organizado de coleta de informações sobre parâmetros de processo relacionados com potenciais defeitos de fabricação.

O custo da qualidade já é tema conhecido a cerca de cinco décadas. Para a maioria das empresas estes custos se situavam na faixa de 10 a 20% do faturamento ou de 25 a 40% dos custos de operações (GRYNA, 1999). O ambiente de negócios altamente competitivo e globalizado dos dias de hoje, faz do CoQ uma ferramenta útil no monitoramento e alcance de redução de custos, a fim de se manter a competitividade do negócio. A importância da utilização de reportes sobre o CoQ para identificar áreas potenciais para a melhoria de processos tem sido reconhecida pelos pesquisadores (SETIJONO; DAHLGAARD, 2008).

Para atender as mais altas exigências de um mercado em constante mudança e em busca de alta qualidade a preços competitivos, se faz necessário, identificar rapidamente as causas dos problemas relacionados à qualidade ao analisar um evento, com os objetivos de determinar o que aconteceu, por que aconteceu, e o que pode ser feito para reduzir a probabilidade de reincidência. (MAHTO; KUMAR, 2008)

A identificação da causa raiz para problemas relacionados à qualidade e produtividade é uma questão essencial para a melhoria dos processos industriais. Tem sido um grande desafio

principalmente em produções de múltiplas operações, onde um grande número de processos e atividades é executado. No entanto, esta metodologia também pode ser utilizada com facilidade em cada atividade ou em qualquer processo de fabricação. (MAHTO; KUMAR, 2008)

Segundo Montenegro e Leta (2010), a indústria do petróleo e gás possui atualmente um grande destaque na economia mundial. Sabe-se que essa indústria demanda um intenso desenvolvimento tecnológico, visto que a busca pelo petróleo e seus derivados está em constante ascensão e grande parte das jazidas petrolíferas estão localizadas em águas profundas. O Brasil é reconhecido mundialmente pela sua capacidade na extração petrolífera. (MONTENEGRO; LETA, 2010)

Neste contexto, torna-se essencial a fabricação de estruturas que possibilitem o transporte de grandes quantidades de fluidos quando submetidos às ações de ondas, ventos e correntes. Os tubos flexíveis são utilizados para a extração de óleo, gás e água. Esses tubos são formados pela superposição de camadas metálicas e poliméricas, que lhes conferem a capacidade de resistir às pressões do fluido interno, à profundidade e às cargas dinâmicas de operação. (MONTENEGRO; LETA, 2010)

Neste trabalho, foi realizada a análise de causa raiz para reduzir o custo da qualidade na fabricação de carcaças em aço inoxidável para tubos flexíveis de uma empresa de destaque no setor de óleo e gás. Foi obtida uma redução do custo da qualidade no processo de fabricação de 85% em média no período de um ano, através da análise de falhas pontuais.

2. Referencial Teórico

Segundo Eckert (2005), a maioria das organizações utiliza a Análise da Causa de Raiz (Root Cause Analysis - RCA) para resolver problemas. Entretanto os resultados em geral são desapontadores. Habitualmente, a maioria das RCAs se baseiam em aproximações simplistas que conduzem a soluções categóricas como "retreinar", ou "criar um novo procedimento". Sendo que em geral estas soluções são raramente eficazes para eliminar os problemas porque falham em não focar as respectivas causas. Um método eficaz de RCAs deve identificar o relacionamento entre as causas e efeitos existentes com os ativos humanos, físicos e técnicos da organização, para a busca das soluções eficazes, evitando a recorrência do problema.

Normalmente, quando os defeitos ocorrem, as equipes buscam soluções paliativas que permitem a solução momentânea deste em curto prazo. No entanto, ao construir novos projetos, os mesmos problemas voltam a ocorrer devido a ter sido tratado somente o efeito e não a causa do problema. (HERAVIZADEH; MENDLING; ROSEMAN, 2008)

Heravizadeh, Mendling, e Rosemann (2008) indicam que sempre que um defeito volta a ocorrer, o tempo e o custo para sua resolução se tornam maiores. Isto ocorre, pois a equipe somente realiza a implementação da solução, sem desprender tempo com documentação do processo de resolução do defeito ou analisar, o motivo, frequência ou os principais efeitos da ocorrência deste defeito. No entanto, este quadro pode ser evitado ao ser analisada a causa de origem do problema através do método de Análise da Causa Raiz.

A análise de causa raiz não é simples e constitui-se de diferentes técnicas, as quais incluem a análise de barreiras, análise de mudanças, diagrama de Ishikawa, análise de Pareto, árvores de causas, entre outros, para elaborar a cadeia causal partindo de um evento final indesejado, a fim de encontrar a causa raiz. Além disso, a proposta desse método não se resume em apenas encontrar as causas raízes, mas em tentar resolver o fato ocorrido, a fim de prevenir e evitar que novos episódios aconteçam. (TEIXEIRA; CASSIANI, 2010)

Segundo o U.S. Department of Energy (1992), todo o processo de investigação e elaboração de relatórios de causa raiz deve incluir cinco fases. Embora possa haver alguma sobreposição

entre as fases, todos os esforços devem ser feitos para mantê-las separadas e distintas:

- 1) Coleta de Dados: É importante começar a fase de coleta de dados de análise de causa raiz imediatamente após a identificação ocorrência para garantir que dados não sejam perdidos.
- 2) Avaliação: Qualquer método de análise de causa raiz pode ser utilizado. Devem incluir os seguintes passos:
 - a) Identificação do problema;
 - b) Determinação da importância do problema;
 - c) Identificação das causas (condições ou ações) imediatamente anterior e em torno do problema;
 - d) Identificação das razões pelas quais as causas na etapa anterior existiam,
- 3) Ações corretivas: A implementação de ações corretivas eficazes para cada causa reduz a probabilidade de que um problema se repita e melhora a confiabilidade e segurança.
- 4) Informação: Fase de informar e explicar os resultados da análise, incluindo ações corretivas, para os gestores e pessoal envolvido na ocorrência..
- 5) Follow-up: Fase de determinar se uma ação corretiva foi eficaz na resolução de problemas.

O envolvimento da gestão e alocação adequada de recursos são essenciais para a execução bem-sucedida da análise da causa raiz e das cinco fases da investigação. (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 1992)

3. Metodologia

O estudo adota o método de estudo de caso único (Yin, 1994), tendo como principais formas de coleta de dados entrevistas semi-estruturadas e a observação participante. O estudo de caso, na medida em que considera as dimensões de tempo e espaço, mostrou-se uma ferramenta metodológica adequada à análise de um fenômeno. A escolha de casos emblemáticos é um procedimento científico adequado em função da oportunidade de se entender dinâmicas específicas, mas que podem trazer importantes lições para outras organizações (Yin, 1994). A observação participante foi vista como uma fonte indispensável e intrinsecamente ligada ao processo de implantação do método RCA, na qual o investigador tem a capacidade de atuar no ambiente estudado.

4. Estudo de caso

O presente estudo de caso foi desenvolvido em uma destacada indústria multinacional do setor de óleo & gás, fabricante de tubos flexíveis altamente adaptados para soluções offshore. Os tubos flexíveis são formados por diversas camadas sobrepostas, utilizando alta tecnologia e materiais diversos como aço inox, chamado de carcaça após a conformação, aço carbono e polímeros.

Ao analisar os problemas de qualidade ocorridos no primeiro semestre de 2013 (Tabela 5), foi observado que o defeito “Perda de perfil” na fabricação de carcaça de tubos flexíveis, teve um Custo da Qualidade de \$43.888,85 distribuídos em 21(vinte e uma) ocorrências de um total de 160 (cento e sessenta) e correspondendo a 82% de todo o Custo da Qualidade apurado no período (Tabela 1).

Defeito	Ocorrências	Custo	%
Perda de perfil	21	\$43.888,85	82%
Rompimento parcial de solda	130	\$6.664,17	13%
Deformação do perfil	3	\$1.934,90	4%
Outros	6	\$768,14	1%
Total	160	\$53.256,06	100%

Tabela 1 - Custo da qualidade do 1º semestre de 2013 (Carcaça)

O defeito “Perda de Perfil” (Figura 1) ocorre quando perde-se o formato em “S” durante a operação e por consequência o intertravamento da carcaça.

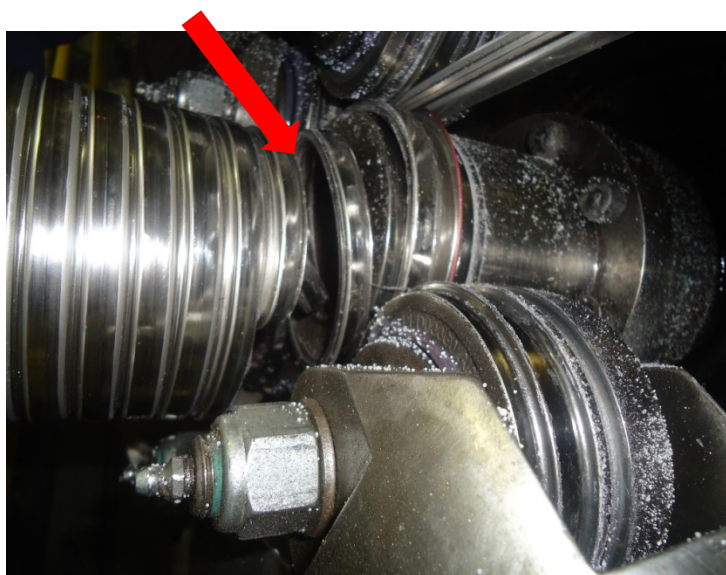


Figura 1 - Perda de Perfil
Fonte: Os autores (2013)

Em virtude da significância das perdas em decorrência deste defeito, foi autorizada pela Gestão de Produção da empresa a realização de Análise da Causa Raiz para o defeito “Perda de perfil”.

4.1 Criação do Diagrama de Causa e Efeito

Para esta etapa, foi criado um grupo multifuncional formado por seis pessoas: 02 Engenheiros de Processos, 01 Técnico de Processos, o Gerente de Manutenção, 01 Operador de Máquinas e o Supervisor da Produção.

Partindo do efeito primário “Perda de Perfil”, foi feito um “brainstorming” com a finalidade de levantar, para cada efeito, uma causa-ação e ao menos uma causa-condição. Após isto, para cada causa foram levantadas novas causas ações/condições até que se esgotem as possibilidades. É importante destacar que todas as causas devem ser apoiadas por alguma evidência. (Figura 2)

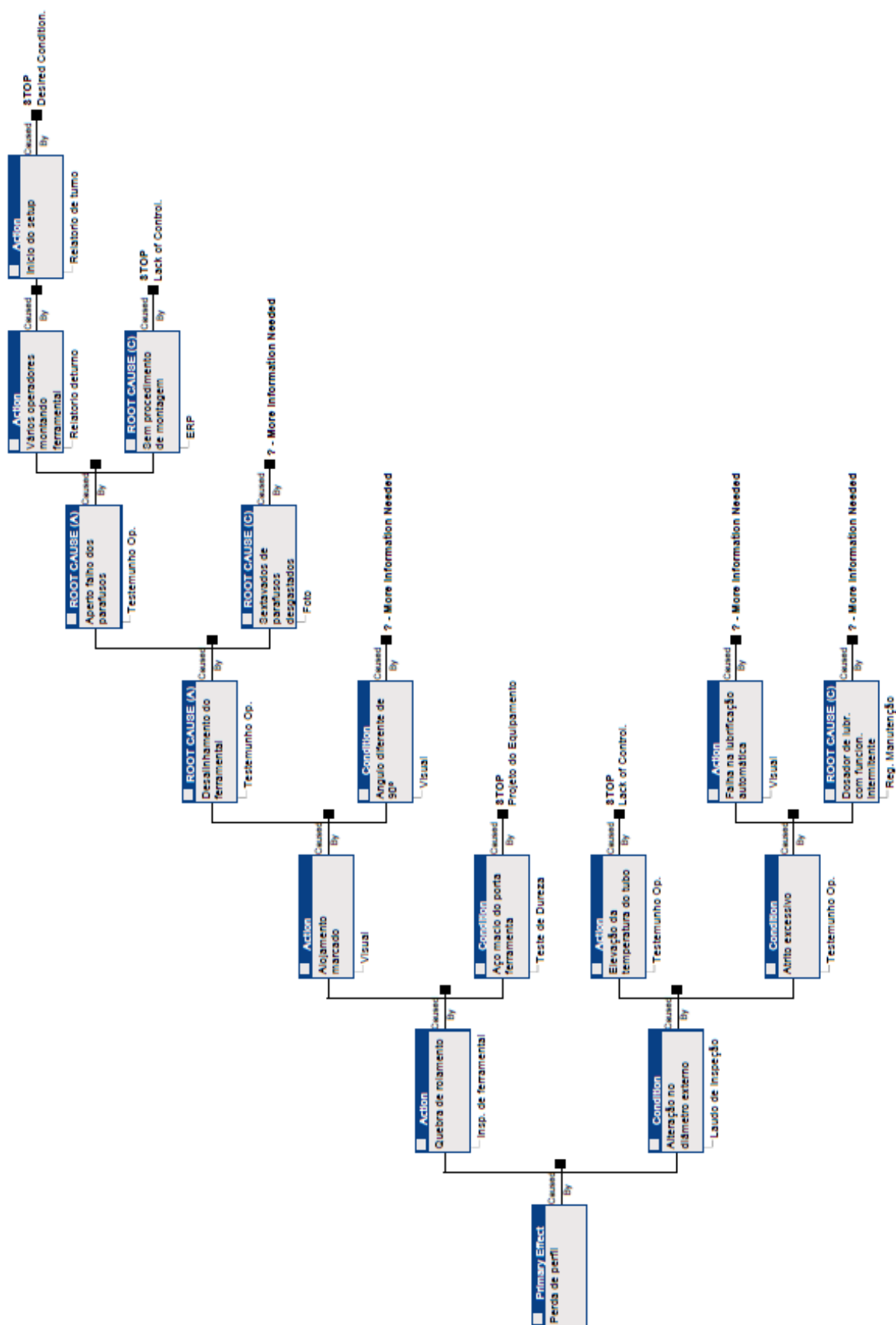


Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito
Fonte: Os autores (2013)

4.2 Identificação de soluções efetivas

Nesta etapa foram identificadas, através de “brainstorming” as possíveis soluções para cada causa levantada.

As soluções resolvem os problemas porque eles controlam suas causas específicas e quebram a cadeia causal, impedindo assim a recorrência do problema. (ECKERT, 2005)

O próximo passo foi a avaliação, pelo grupo de trabalho, de todas as soluções possíveis em relação aos três critérios de solução (Tabela 2):

1. Esta solução previne a recorrência do problema (causa), enquanto não cria novos problemas?
2. Esta solução está dentro de nosso controle?
3. Esta solução está de acordo com nossas metas e objetivos?

Causa	Possíveis soluções	Critérios
Desalinhamento do ferramental	Criar gabarito para alinhamento.	PASSOU
Aço macio do porta-ferramenta	Utilizar aço com maior dureza.	FALHOU
Aperto falho dos parafusos	Apertar todos os parafusos até o final.	PASSOU
Sextavados de parafusos desgastados	Trocar parafusos desgastados.	PASSOU
	Criar sistemática de inspeção e troca de parafusos que apresentam sinais de desgaste.	PASSOU
	Utilizar a chave correta. (Ex.: Para parafusos em polegada, usar chave em polegada)	PASSOU
	Utilizar parafusos com material mais resistente.	FALHOU
Vários operadores montando ferramental	Apenas o operador líder montar o ferramental.	FALHOU
Sem procedimento de montagem	Criar procedimento de montagem e aperto detalhado dos parafusos.	PASSOU
Falha na lubrificação automática	Lubrificar manualmente.	FALHOU
Dosador de lubrificação com funcionamento intermitente	Consertar dosador.	PASSOU
	Comprar novo dosador.	PASSOU
Elevação da temperatura do tubo	Instalar refrigeração.	FALHOU
Angulo diferente de 90°	Projetar dispositivo para detectar desalinhamento durante o processo.	FALHOU

Tabela 2 - Avaliação das soluções

As soluções que obtiveram resposta “SIM” às três perguntas foram as consideradas aprovadas nos critérios e as causas relacionadas foram definidas como causas raízes.

4.3 Implementação

Após a identificação das soluções efetivas deve-se decidir pela implementação ou não das mesmas. Impeditivos como falta de tecnologias, recursos financeiros ou cronogramas apertados podem prejudicar a implementação de uma solução (Tabela 3).

Na fase de implementação cada solução teve um responsável e um respectivo prazo a ser cumprido para a instalação da solução.

Após a implementação das soluções, o Líder da RCA verificou o funcionamento das mesmas conforme pretendido pelo grupo e validou-as.

Causa	Possíveis soluções	Critérios	Implementar?
Desalinhamento do ferramental	Criar gabarito para alinhamento.	PASSOU	SIM
Aperto falho dos parafusos	Apertar todos os parafusos até o final.	PASSOU	SIM
Sextavados de parafusos desgastados	Trocar parafusos desgastados.	PASSOU	SIM
	Criar sistemática de inspeção e troca de parafusos que apresentam sinais de desgaste.	PASSOU	SIM
	Utilizar a chave correta. (Ex.: Para parafusos em polegada, usar chave em polegada)	PASSOU	SIM
Sem procedimento de montagem	Criar procedimento de montagem e aperto detalhado dos parafusos.	PASSOU	SIM
Dosador de lubrificação com funcionamento intermitente	Consertar dosador.	PASSOU	SIM
	Comprar novo dosador.	PASSOU	NÃO

Tabela 3 - Soluções aprovadas x Implementação

Nota-se que a solução “Comprar novo dosador” não foi implementada. O motivo da não implementação desta solução foi o alto custo do equipamento e o prazo de entrega, que era de 10 a 14 meses e foi considerado alto pelo grupo. Além disso, havia uma outra solução para a causa raiz “Dosador de lubrificante com funcionamento intermitente” que era “Consertar dosador” e foi implementada normalmente.

4.4 Análise de Resultados (Conclusão do Problema)

Após a conclusão do RCA, ao analisar os problemas de qualidade ocorridos no segundo semestre de 2013 (Tabela 4), foi observado que o defeito “Perda de perfil” teve um Custo da Qualidade de \$1.152,34 distribuídos em 2(duas) ocorrências de um total de 50(cento e sessenta) e correspondendo a 14% de todo o Custo da Qualidade apurado no período.

Defeito	Ocorrências	Custo	%
Perda de perfil	2	\$1.152,34	14%
Rompimento parcial de solda	39	\$196,37	2%
Deformação do perfil	1	\$262,06	3%
Outros	8	\$6.703,04	81%
Total	50	\$8.313,81	100%

Tabela 4 - Custo da qualidade do 2º semestre de 2013 (Carcaça)

Assim sendo, observa-se uma redução no número de ocorrências causadas pelo defeito “Perda de Perfil” de 90%. Com relação ao Custo da Qualidade por “Perda de Perfil” foi obtida uma redução de 97%. E finalizando, no Custo da Qualidade total da carcaça constata-se uma queda de 84%.

Para fins de informação, no primeiro semestre 2013 foram fabricados 80,26km de carcaça, e no segundo semestre 60,35km. Houve uma queda de produção de 25%.

Mesmo com este decréscimo no volume de produção na segunda metade de 2013, a redução no custo da qualidade pode ser classificada como bem sucedida, pois diversos autores, segundo Schiffauerova e Thomson (2006), consideram como casos de sucesso na implementação de programas de custo da qualidade, reduções de custos a partir de 15% ao ano.

5. Conclusão

Com a finalidade de melhorar a qualidade de uma organização deve-se levar em consideração os custos associados com a obtenção da conformidade e com os custos com retrabalhos e sucateamento de materiais, já que o objetivo de programas de melhoria contínua não é apenas atender aos requisitos funcionais, mas também de fazê-lo com o menor custo.

Muitos colaboradores na indústria não estão plenamente conscientes sobre os benefícios dos programas de custo da qualidade. Há uma necessidade urgente de se criar consciência e lhes fornecer conhecimento/treinamento sobre os benefícios de programas de custo da qualidade.

A análise de causa raiz é um processo estruturado usado para entender as causas de eventos passados com a finalidade de prevenir a recorrência. Independente do método utilizado, é fundamental que se chegue às causas raízes dos problemas para que se tenha um plano de ações de prevenção eficaz e que assim possamos evitar novas perdas.

Para ser eficaz, a análise da causa raiz deve ser realizada de forma sistemática, geralmente como parte de uma investigação, com conclusões e causas que são identificadas e apoiadas por evidências. O trabalho de equipe é fundamental.

Na prática, existem diversas barreiras que inibem o sucesso da implementação de métodos de análise de causa raiz. Entre elas estão: Alegações de falta de tempo, resistência a mudanças ou receios de que sejam apontados os culpados pelo erro.

Deve-se ter muita atenção quanto a este ultimo ponto: Uma análise de causa raiz não serve para apontar culpados. Sua utilidade é evitar a recorrência de problemas. É indispensável que esta premissa seja ampla e exaustivamente divulgada, em todos os níveis da organização, pois somente assim consegue-se o apoio e envolvimento dos interessados.

Todas essas barreiras devem ser superadas para a implementação da RCA ser bem sucedida.

Os resultados obtidos no estudo de caso respaldam o sucesso da aplicação da análise da causa

raiz na indústria do petróleo. Diante do exposto, conclui-se que esta ferramenta pode ser utilizada, com o mesmo nível de sucesso em outros ramos de manufatura.

Em síntese, independentemente do método de análise de causa raiz utilizado, o que realmente importa é o cumprimento do objetivo de evitar-se a repetição das falhas.

Além da utilização na área industrial, a análise da causa raiz pode ser empregada com sucesso em outros segmentos, tais como: saúde, financeiro e organizações governamentais.

Referências

ALI, M. C. et al. *Quality Cost In The Construction Industry – Preliminary Findings In Malaysia*. Journal of Design and Built Environment, p. 29-43, 2010.

BOTTORFF, D. *Cost of quality systems : The right stuff*. Quality Progress, p. 30-35, 1997.

ECKERT, C. *Apollo Análise de Causa de Raiz (RCA) - Um Sumário*. Apollo Associated Serviços, Ltd., p. 1-8, 2005.

GRYNA, F. M. *Quality and Cost*. In: **JURAN, J. M.; GODFREY, A. B.** *Juran's Quality Handbook*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1999.

HERAVIZADEH, M.; MENDLING, J.; ROSEMAN, M. *Análise de Causa Raiz em Processos de Negócio*. Michael Rosemann & ELO Group 2009, 2008.

MAHTO, D.; KUMAR, A. *Application of root cause analysis in improvement of product*. Journal of Industrial Engineering and Management, p. 16-53, 2008.

MONTENEGRO, V. D. A.; LETA, F. R. *Análise De Gamagrafias De Tubos Flexíveis*. VI Congresso Nacional De Engenharia Mecânica, 2010.

SCHIFFAUEROVA, A.; THOMSON, V. *A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices*. International Journal of Quality and Reliability Management, p. 647-669, 2006.

SETIJONO, D.; DAHLGAARD, J. J. *The value of quality improvements*. International Journal of Quality & Reliability Management, p. 298-312, 2008.

TEIXEIRA, T. C. A.; CASSIANI, S. H. D. B. *Análise de causa raiz: avaliação de erros de medicação em um Hospital Universitário*. Rev Esc Enferm USP, p. 139-146, 2010.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. *Doe Guideline - Root Cause Analysis Guidance Document*. Fevereiro 1992.

WAJE, V. V.; PATIL, V. *Cost of poor Quality in Construction*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE), p. 16-22, 2012.

WERNKE, R.; BORNIA, A. C. *Considerações acerca dos Conceitos e Visões sobre os Custos da Qualidade*. Rev. FAE, p. 77-88, 2000.