



ESTUDO DE CASO: MODELAGEM PARA CÁLCULOS E REDUÇÃO DOS CUSTOS DA QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE USINAGEM DE PEQUENO PORTE

JOSE ALVES DA SILVA NETO, GIORGIO EUGENIO OSCARE GIACAGLIA

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté – UNITAU
Rua Daniel Danelli, s/n, Jd. Morumbi, Taubaté/SP– CEP 12060-440

(Recibido 24 de marzo de 2017, para publicación 15 de mayo de 2017)

Resumo – Os custos da qualidade são os custos de conformidade e da não-conformidade, desde o início da realização de um processo ou atividade, para fornecer um produto e serviço, com a qualidade desejada. A utilização dos custos da qualidade não é um conceito largamente utilizado e as empresas, raramente, têm uma ideia realista do quanto de suas receitas estão sendo perdidas, por conta da baixa qualidade. Embora as grandes empresas conheçam a necessidade de avaliar os custos da qualidade, em muitas delas, que anunciam ter o costume de medir os custos da qualidade, os resultados são muito subestimados. As empresas de pequeno porte, na maioria das vezes, sequer têm qualquer orçamento previsto para a gestão da qualidade e não tendem a controlar seus custos da qualidade. Como não existe nenhum padrão definido para realização do levantamento dos custos da qualidade, o melhor parâmetro a ser aplicado é definido pelos gestores da qualidade da empresa. O objetivo desta pesquisa é comprovar como a introdução de um modelo de medição dos custos da qualidade, em uma pequena empresa, no ramo de usinagem e ferramentaria industrial, se pode melhorar seus processos e custos. Os métodos utilizados foram pesquisa bibliográfica, documental, o estudo de caso único com abordagem qualitativa. Os resultados obtidos mostraram que os custos da qualidade foram reduzidos em 76%, no primeiro ano. Conclui-se que o modelo proposto possibilita a visualização das maiores perdas no processo favorecendo o alcance de um custo ótimo da qualidade. Concluiu-se também que o modelo proposto é perene, levando à estabilidade após vários meses de implantação, mostrando o alcance da maturidade do sistema.

Palavras chave – Custos da qualidade, custo ótimo da qualidade, usinagem, empresa de pequeno porte.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade é conceituada pelas empresas como sendo o principal valor para o cliente, considerando esse como o fator essencial para o sucesso, em competitividade, perante a concorrência. Atualmente, há uma crescente consciência de que bens e serviços de alta qualidade podem dar a uma organização uma considerável vantagem competitiva. Boa qualidade reduz custos de retrabalho, refugo e devoluções e, mais importante, gera consumidores satisfeitos (Slacket *et al.*, 2009). Para redução desses custos, é preciso conhecer, identificar, medir e monitorar a cadeia de produção. Identificar e medir os custos da qualidade, portanto, é considerada uma atividade essencial para os gestores. Geralmente não existe uma fórmula ou uma definição, única, a respeito dos custos da qualidade, já que qualidade está em conformidade com requisitos. Os custos da qualidade são dados pelos custos da conformidade e da não-conformidade. Entretanto, cálculos dos custos da qualidade não são presentes, nem mesmo nas empresas ganhadoras do Malcolm Baldrige National Quality Award (Baatz, 1992; Schiffauerova e Thomson, 2006). Riccio, Sakata e Segura (2014), em um levantamento sobre as pesquisas de custos da qualidade, no Brasil, constataram que estudos, envolvendo esse tema, iniciaram-se no ano de 1996. A utilização dos custos da qualidade não é um conceito largamente utilizado e as companhias, raramente, têm uma ideia realista do quanto de suas receitas estão sendo perdidas, por conta da baixa qualidade (Schiffauerova e Thomson, 2006). O objetivo desta pesquisa é mostrar resultados, ao longo do primeiro ano, após a implantação de um modelo de custos da qualidade, em uma empresa, de pequeno porte, de usinagem e ferramentaria industrial. Nesta

pesquisa foi testada a premissa de que, a partir de registros de dados reais de produção, é possível criar um modelo matemático, relativamente simples, mas preciso o suficiente, para atender às necessidades de gerenciamento dos custos da qualidade, em uma empresa de pequeno porte, quando, na maioria das vezes, essa metodologia é aplicada somente em grandes empresas (Porter e Rayner, 1992; Plunkett e Dale, 1988). Mostrou-se que a empresa conseguiu reduzir seus custos e perdas, ocasionados pela falta de conformidades, durante o processo de fabricação de seus produtos e fornecimento de serviços. O objetivo, principal, desta pesquisa é comprovar que a aplicação de uma metodologia de custos da qualidade em uma empresa de pequeno porte, do segmento de usinagem e ferramentaria, é uma alternativa viável e potencialmente vantajosa, em relação aos métodos limitados somente à contabilidade financeira. Comprovou-se que um modelo de custos da qualidade, mesmo que simples, foi construído com base na identificação adequada de custos, com suas principais classificações, identificando as fontes relevantes de materiais e associadas ao seu processamento. Espera-se que a abordagem prática e objetiva do tema favoreça o entendimento e a adaptação eficiente da metodologia, em outras empresas de pequeno porte, do segmento de usinagem e ferramentaria. Vários estudos de casos, bem sucedidos, nas empresas são apresentados com dados e relatos sobre aplicação dos custos da qualidade. Vasconcelos (2014) realizou uma análise bibliográfica, composta de 31 artigos publicados em 12 países, concluindo que a importância da implantação e mensuração dos custos da qualidade, dentro de uma organização, é bastante diversificada, ou seja, varia muito de empresa para empresa. Kumar e Shah (1998) apresentam os estudos de custos da qualidade realizados em vários países. Os autores concluem que, nem todos, os países aceitam o meio de gestão e levantamento dos custos da qualidade. Há outros trabalhos publicados sobre custos da qualidade, como por exemplo, o de Porter e Rayner (1992), que realizaram uma pesquisa abrangente da literatura publicada e apresentaram uma revisão, em detalhes, sobre os modelos de custos da qualidade, focando, principalmente, no modelo PAF (Prevenção, Avaliação e Falhas) e nas suas limitações. Também ocorreram outros modelos, como o de Juran ou modelo de custos de processo, bem como a integração dos custos e benefícios de processos de melhoria da qualidade. Tsai (1996), em sua publicação sobre custeio baseado por atividade, faz uma revisão dos modelos e da literatura sobre os custos da qualidade conhecidos. A categorização de todos os modelos de PAF é proposta por Burgess (1996) em três classificações: Prevenção, Avaliação e Falhas. No pensamento de alguns autores, como Feigenbaum (1994) e Campanella (1999), os custos da qualidade não deveriam ter esse nome, mas sim, custos da não qualidade (ou custo da má qualidade); entretanto, são conhecidos e chamados de custos da qualidade. Esta pesquisa foi desenvolvida por um estudo de caso em uma empresa de usinagem e ferramentaria, em processo não seriado. Para estabelecer o que pode e necessita ser feito, devem-se considerar todas as alternativas de como os objetivos, estabelecido, podem ser alcançados, levando em conta a avaliação e previsão do ambiente, juntamente com a capacidade operacional da empresa (Giacaglia, 2005). Na área de ferramentaria é bastante difícil manter uma ordem operacional, justamente pelos seguintes motivos: produtos específicos e terceirização de operações de tratamento térmico e superficial; usinagem com eletro-erosão a fio e outros serviços, que a empresa não realiza internamente. São peças de pequenas e médias dimensões, com diferentes geometrias e que têm elevadas exigências de qualidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Parâmetros do custo da qualidade

Como não existe nenhum padrão definido para realização do levantamento dos custos da qualidade, o melhor parâmetro a ser aplicado é definido pelos gestores da qualidade da empresa, assim como os meios e modelos de coleta de dados da qualidade, diferindo, de modo substancial, de uma empresa para outra, afim de atender as necessidades de cada empresa em particular (Martins, 2003). Muitas empresas realizam *Benchmark* com outras empresas que criaram o programa de custos da qualidade, para poderem se guiar com a identificação dos elementos de custos da qualidade (Oakland, 1998). Entretanto a maioria dos especialistas de qualidade relata que os programas de custos da qualidade devem ser desenvolvidos, na medida, para cada organização, de tal forma que se integrem na estrutura e no sistema de contabilidade da empresa e, não apenas, serem copiados (Campanella, 1999).

Existem vários métodos de custeio que foram desenvolvidos a partir da necessidade gerencial das empresas. Esta pesquisa trata, de forma genérica, dos modelos de custos da qualidade mais prováveis de se aplicar na empresa estudada, em função de suas atividades e necessidades. Para isso, foram avaliados os dois modelos a seguir:

- Modelo PAF ou modelo de Crosby;
- Modelo ABC de custo baseado por atividade (*Activity Based Costing*);

Os modelos de custos possuem seus aspectos positivos e suas limitações, cabendo à empresa que pretende utilizá-los, averiguar qual se adapta melhor às necessidades informativas e às peculiaridades das operações executadas. Martins (2003) afirma que:

“É absolutamente incorreto dizer-se que um método é, por definição, melhor que outro. Na realidade, um é melhor do que outro em determinadas circunstâncias, para determinadas utilizações etc”.

Esses modelos podem ser aplicados em qualquer um dos sistemas de acumulação de custos, ou seja, por Processo e por Ordem de Produção.

2.2. Modelos de custos da qualidade

2.2.1. Modelo PAF (Prevenção, Avaliação e Falha)

O modelo PAF é o mais comum utilizado, na determinação dos custos da qualidade (Aoieong *et al.*, 2002; Love e Irani, 2003). O objetivo desse modelo é enfatizar que os investimentos, em prevenção e avaliação, minimizam os gastos com falhas externas e internas. As empresas, normalmente, começam a apuração dos custos da qualidade enxergando a “ponta do iceberg” do problema. Posteriormente, conforme amadurecem o sistema, passam a aumentar a sua abrangência.

- **Prevenção:** custos com ações realizadas para garantir que um determinado processo forneça produtos e serviços de qualidade;
- **Avaliação:** custos com a medição e monitoramento dos níveis de qualidade, alcançados pelo processo;
- **Falha:** custos com correção de qualidade de produtos e serviços, tanto antes quanto após o envio ao cliente.

A visão clássica do comportamento do modelo PAF é sustentar que uma ótima qualidade econômica existirá, quando os custos aplicados para a garantia de uma maior qualidade forem acima dos custos de se manter a melhoria da qualidade. No entanto, essa visão é frequentemente desafiada, pois se argumenta não haver um plano econômico de qualidade, nos quais os gastos com a prevenção sempre possam ser justificados, além dos níveis ideais de qualidade, que devem ser zero defeito (Daniel e Reitsperger, 1991). Essas e várias outras referências (Porter e Rayner, 1992; Cole *et al.*, 1993) discutem ambas as visões conflitantes sobre o nível econômico do custo da qualidade, ilustrado nas Figuras 1 e 2.

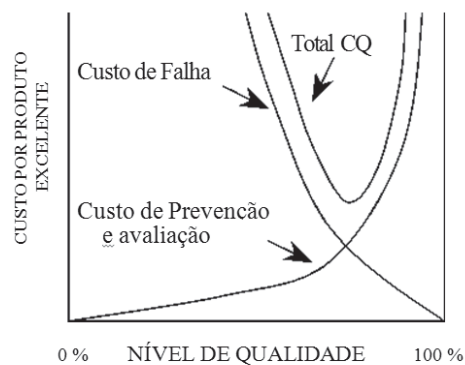


Fig. 1. Modelo de custo ótimo da qualidade.

Fonte: Juran, (1991)

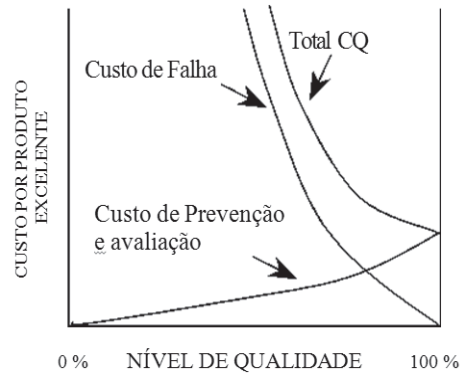


Fig. 2. Modelo de custo ótimo da qualidade sendo igual a zero defeitos.
Fonte: Daniel e Reitsperger, (1991)

A Fig. 1 mostra que, com o custo ótimo da qualidade, não se alcança 100% do nível desejado da qualidade total desejada. Para atingir esse nível, os investimentos em prevenção e avaliação aumentam expressivamente até os custos de falhas serem reduzidos por completo.

A Fig. 2 mostra que com o custo ótimo da qualidade se alcança 100% do nível da qualidade total desejada, através de melhorias contínuas, obtendo a redução dos custos de falha, sem a necessidade de expressivo aumento dos custos de prevenção e avaliação.

A constatação de que, para se atingir 100% da qualidade pré-estabelecida, os custos de prevenção e de avaliações são maiores do que os custos de falha, conforme ilustrado na Fig. 1, contrariamente à afirmação de Burgess (1996) e Kumar&Shah (1998). Esses autores realizaram análises comparativas dos custos da qualidade com os da não qualidade, entre empresas, concluindo que os custos de não qualidade estiveram acima dos resultados dos custos da qualidade. Afirmam, ainda, que os custos de falhas podem continuar a diminuir ao longo do tempo, sem um correspondente aumento nos custos de prevenção e avaliação.

2.2.2. Modelo de Custeio Baseado em Atividade (*Activity Based Costing ABC*)

Wood (2007) ressalta que o gerenciamento da qualidade baseia-se na eliminação de atividades que não agregam valor e que resultam em custos desnecessários para a organização. Nesse contexto, os custos da qualidade devem ser obtidos através do modelo de custeio ABC. Para Nakagawa (2001), o modelo de custeio ABC (*Activity Based Costing ABC*) foi desenvolvido como uma metodologia para facilitar as verificações estratégicas dos custos, mais relacionados com as atividades mais impactantes no consumo de recursos da empresa. O propósito desse sistema é minimizar a deficiência ocasionada por outros sistemas de custeio, conforme apresentado por Martins (2003). Para Leone (2000), invés de focar os produtos, o critério de distribuição dos custos foca, diretamente, as atividades de desenvolvimento e manufatura do produto.

Bornia (2010), Brimson (1996), Megliorini (2012), Silvestre (2002), entre outros autores, defendem a ideia de que, um dos principais fatores que favoreceu o desenvolvimento do método do custeio ABC, foi o descontentamento com os dados de custos, apurados pelos sistemas tradicionais, que alteram os custos dos bens ou serviços, atribuindo custos indiretos aos produtos, de acordo com bases de rateio descabido. Considerado por muitos autores como um método de difícil implantação e, por outros, como a solução para todos os problemas de uma empresa, esse método parte do princípio de que não são os bens ou serviços que consomem recursos, mas sim os recursos que são consumidos pelas atividades e estas, por sua vez, são consumidas pelos bens ou serviços.

O modelo ABC se identifica com o custeio por absorção, ao não separar os custos fixos, mas, sim, apropriá-los aos bens ou serviços, tornando isso uma desvantagem (Megliorini, 2012).

2.3. Meios de medições do custo da qualidade

Os meios de medições do custo da qualidade devem conter indicadores adequados e *feedback*, de modo que demonstrem os resultados globais e detalhados, assim representando os elementos do custo da quali-

dade e a medição dos desempenhos. Os indicadores detalhados podem ser medidos, por exemplo, pelos custos de prevenção, custo de percentual de rejeição e defeitos, custo de atraso de entrega, custo de reclamações recebidas, dentre outros, que a própria organização deve identificar e avaliar entre os mais importantes a serem monitorados. Já, como indicador global, o mais mencionado do contexto de custo da qualidade é o retorno sobre a qualidade, resultante entre a divisão dos resultados do aumento dos lucros pelo custo do programa de melhoria da qualidade (Tatikonda e Tatikonda, 1996; Slaughter *et al.*, 1998). Os primeiros autores afirmam que as empresas de sucesso demonstram o retorno sobre a qualidade, como uma premissa para aceitar os projetos de melhorias da qualidade.

2.3.1. Utilização de indicadores para gerenciar os resultados

A gestão da qualidade baseada em indicadores quantitativos, com aspectos monetários, pode ser mais efetiva por gerar maior questionamento e sensibilização, por parte da alta administração (Mattos e Toledo, 1997). O único indicador, que possui esse requisito, são os custos da qualidade que, segundo Feigenbaum (1994), constitui o denominador econômico comum por meio do qual a alta administração das empresas, e os integrantes do sistema da qualidade, podem estabelecer comunicação, de forma nítida e efetiva, em termos empresariais.

A classificação dos componentes dos custos da qualidade da empresa estudada foi definida, e está relacionada no quadro 1.

Dessa forma, os dados necessários, para realizar os relatórios de custo da qualidade da empresa, além de serem coletados pela contabilidade, também são retirados de outras fontes, tais como departamento de

Quadro 1. Classificação dos componentes para medição do custo da qualidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Classe	Tipo de Custo	Englobam
Prevenção	Planejamento da qualidade	custos associados a equipe de planejamento, gerenciamento e projeto, visando a garantia de atender as exigências e normas conforme requisitos do cliente.
	Garantia da qualidade do produto e serviço	custos associados ao controle de qualidade e a medição durante o processo de fabricação e na inspeção final.
	Treinamento do pessoal	custos relacionados associados a realização da capacitação e qualificação dos funcionários, bem como os treinamentos internos do departamento da qualidade.
Avaliação	Inspeção	custos associados a inspeção de recebimento de materiais no aspecto de qualidade, quantidade e preço, sendo estes materiais de uso direto ou indireto.
	Calibração e manutenção de instrumentos	custos associados a calibração dos instrumentos e meios de controle, tais como instrumentos da metrologia e de equipamentos de produção (manômetro, etc).
Falha Interna	Desperdício	custos de matéria prima e produtos perdidos e desperdiçados durante o processo de fabricação.
	Rejeição	custos de serviços e produtos rejeitados por não estar conforme os padrões de qualidade da empresa e/ou do cliente.
	Retrabalho	custos em produtos e serviços rejeitados, necessitando de processos adicionais para atingir o padrão de qualidade, já que não foi realizado corretamente na primeira vez.
	Exceder as necessidades	custos de perdas com excessos de zelo e operações desnecessárias no processo operacional.
	Embalagem	custos associados a rejeição ocasionada por embalagens inapropriadas.
Falha Externa	Processo Subcontratado	custos associados a resultados de fornecedores de serviços por não atingirem o padrão de prazo e qualidade solicitado para atender especificações do cliente.
	Compra de materiais	custos associados a valores mal orçados, cotações acima do valor de mercado, prazo de entrega não respeitado, especificações técnicas mal esclarecidas.

gestão e controle da qualidade e gestão da produção. Todas as atividades que geram custos (compras, aquisição, retrabalho, rejeição, avaliação e serviços externos) são diretamente ligadas ao número da OS do produto específico em questão; todos os registros de pedidos de compras possuem citações da OS.

2.4. Uso dos modelos de custo da qualidade

Como resultado de várias pesquisas e estudos, confirma-se que o custo da qualidade não é um conceito amplamente utilizado (Kumar e Shah, 1998; Morse, 1991; Dale e Duncalf, 1985). Uma análise bibliográfica realizada por Vasconcelos (2014), composta de 31 artigos publicados em 12 países diferentes, obtidos em revistas acadêmicas internacionais no período de 2004 a 2014, com o tema relacionado aos custos da qualidade nas organizações, concluiu que a importância da implantação e mensuração dos custos da qualidade, dentro de uma organização, é bastante diversificada, ou seja, varia muito de empresa para empresa. Essa análise demonstra as diversas metodologias, utilizadas para medir o custo da qualidade, assim como seus diferentes resultados, dificuldades encontradas e disseminação da importância da gestão dos custos da qualidade.

Raramente, as organizações têm ideia de quanto elas perdem com a má qualidade e, as empresas de pequeno porte, na maioria das vezes, sequer têm qualquer orçamento previsto para a gestão da qualidade e não tendem a controlar os custos da qualidade (Porter e Rayner, 1992). Silva (2000) analisou a gestão da qualidade em pequenas e médias empresas tradicionais do setor de manufaturados, concluindo ser pouco praticada nessa categoria de organizações. Além de terem treinamentos de pessoal e comunicações deficientes, as metas e objetivos da organização ainda são definidos e concentrados na alta administração em 70% das pequenas empresas, ou seja, prevalece a prática organizacional funcional.

As grandes empresas costumam afirmar a necessidade de avaliar os custos da qualidade (Schmahl *et al.*, 1997); no entanto, de acordo com Tatikonda e Tatikonda (1996) e Morse (1987), apenas um pequeno número dos gestores realmente medem os resultados dos programas de melhorias da qualidade.

Em muitas das empresas, que anunciam ter o costume de medir os custos da qualidade, os resultados são muito subestimados (Porter e Rayner, 1992; Schmahl *et al.*, 1997; Tatikonda e Tatikonda, 1996).

Poucas das empresas, que monitoram os custos da qualidade, possuem um quadro estabelecido de coleta de dados de todas as categorias definidas desses custos (Dale e Duncalf, 1985). É um fato que as empresas que costumam medir os custos visíveis e quantificáveis, ignoram custos significativos, como vendas perdidas devido à insatisfação e desistência dos clientes (Porter e Rayner, 1992; Schmahl *et al.*, 1997; Tatikonda e Tatikonda, 1996).

Portanto, uma grande proporção dos custos tem demonstrado sua dificuldade de ser dimensionada e, assim, permanecem desconhecidos (Sorqvist, 1997).

3. METODOLOGIA

Nesta pesquisa, adota-se a classificação de Diehl e Atim (2004), que é constituída segundo as bases lógicas de investigação, a abordagem do problema, o objetivo geral e o procedimento técnico. A abordagem utilizada foi de pesquisa qualitativa por descrever a interação de certas variáveis, compreendendo e classificando os custos da qualidade da empresa. Segundo Vergara (2005), o Estudo de caso é uma das principais recomendações para abordagem qualitativa. A natureza é de uma pesquisa aplicada, pois o objetivo principal é a implantação de um método em uma empresa, para que ele possa ser utilizado por seus gestores e traga resultados válidos para auxílio na tomada de decisão. O procedimento técnico adotado foi o estudo de caso, por apresentar um problema que não tem uma solução pré-definida, exigindo empenho da gestão da empresa estudada, visando identificar o problema, analisar evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e propor soluções. Os métodos aplicados foram os de pesquisa bibliográfica devido à pesquisa em materiais e artigos já publicados, e pesquisa documental, pois parte da investigação concentra-se em dados obtidos, a partir de documentos restritos da empresa estudada. Esses documentos foram elaborados conforme a necessidade da empresa, estando de acordo com seus requisitos de gestão da qualidade total.

As características do método empregado na presente pesquisa estão descritas no quadro 2.

Quadro 2. Métodos empregados na presente pesquisa.
Fonte: Elaborado pelo autor

<i>Classificação da Pesquisa</i>	<i>Metodologia Aplicada</i>
Abordagem	Qualitativa
Natureza da Pesquisa	Aplicada
Procedimento Técnico	Estudo de caso
Método	Pesquisa Bibliográfica; Pesquisa documental

4. ESTUDO DE CASO

4.1. Desenvolvimento da metodologia em um caso real na empresa estudada

Os registros deste estudo de caso, realizado ao longo de doze meses, foi, especificamente relacionado a uma empresa de pequeno porte. A empresa estudada é do segmento de usinagem e ferramentaria industrial, localizada no Estado de São Paulo. É uma empresa de ferramentaria e prestadora de serviços de metrologia e inspeção de qualidade.

Os produtos fornecidos pela empresa estudada são específicos por encomenda e não se aplica a produção seriada em seu escopo de fornecimento.

Durante o período de realização deste estudo, o número de funcionários da empresa era em torno de 52.

A empresa estudada adquire externamente os processos de tratamento térmico, tratamento superficial e de calibração dos dispositivos de medição. Possui um certificado de sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos da norma NBR ISO 9001: 2008.

4.1.1. Metodologia aplicada ao caso da empresa estudada

A empresa estudada adotou o modelo PAF, para associar a um modelo de medição, adequado ao seu processo.

Devido às suas condições operacionais, de processos específicos e não seriados, para a empresa estudada, o melhor modelo de custeio precisa possibilitar a coleta de dados por ordem de serviço, que atrela os custos a cada produto fabricado, independente de todo o processo manter vários itens produzidos ao mesmo tempo. Por essa razão, o modelo de custeio baseado por atividade ABC foi o escolhido, para ser associado ao sistema de classificação PAF.

O modelo ABC apresenta uma tendência a se adequar à necessidade da empresa, pois absorve os custos por atividade (produto), saindo da visão departamental e entrando no campo produtivo, tornando-se uma vantagem para a empresa. No modelo ABC, as atividades são direcionadas como um rateio dos processos realizados, denominado *direcionador de custo*. Dessa forma, para a empresa estudada, foi criado um direcionador de custo específico para cada tipo de atividade. Com o modelo ABC é possível usar múltiplas bases de rateio. A desvantagem desse modelo é que, por ser um método muito mais exato e objetivo, necessita ser tratado com critérios mais atentos; entretanto, essa desvantagem é das menores, em relação aos demais sistemas apresentados anteriormente.

4.1.2. Fórmulas e metas aplicadas na medição do custo da qualidade da empresa

O quadro 3 apresenta fórmulas e metas definidas, aplicadas pela empresa estudada, no primeiro ano da implantação do modelo de custos da qualidade.

Essas fórmulas tiveram seu desenvolvimento, para possibilitar as medições de cada tipo de custo da qualidade específico da empresa estudada.

Muitas fórmulas foram aproveitadas e aprimoradas dos dados internos do sistema de gestão da qualidade da empresa. Dessa maneira, muitos levantamentos de informações, para gerar o modelo matemático e fórmulas, foram retirados do manual da qualidade da empresa estudada. Também, já foi estabelecida a meta para o segundo ano, fundamentada e baseada nos resultados apresentados no primeiro ano.

Quadro 3. Fórmulas e metas para implantação dos custos da qualidade.
Fonte: Elaborado pelo autor

Classe	Tipo de Custo	Fórmula	Meta 1º ano	Meta 2º ano
Prevenção	Planejamento da qualidade	$P = \frac{FEP}{OSP}$	0%	0%
	Garantia da qualidade do produto e serviço	$Q = \frac{FEM}{OSP}$	0%	0%
	Treinamento do pessoal	$T = \frac{QFE}{VT}$	gerencial	gerencial
Avaliação	Inspeção	$I = \frac{FEI}{OSP}$	0%	0%
	Calibração e manutenção de instrumentos	$C = \frac{VC}{QIE}$	gerencial	7%
Falha Interna	Desperdício	$D = \frac{CMP}{CMA}$	0%	0%
	Rejeição	$RJ = \frac{QR}{QP}$	3%	1%
	Retrabalho	$RT = \frac{QT}{QP}$	5%	3%
	Exceder as necessidades	$CEN = \frac{AR}{AE}$	gerencial	+ 2% - 8%
	Embalagem	$E = \frac{FE}{OSP}$	0%	0%
Falha Externa	Processo Subcontratado	$F = \frac{FF}{OSP}$	0%	0%
	Compra de materiais	$CM = \frac{CP}{CG}$	0%	0%

AE= Apontamento teórico Estimado no ato da cotação no mês

AR = Apontamento Real no mês

C = Calibração e manutenção de instrumentos e meio de controle

CEN = Custo de Exceder as Necessidades

CG = Valor dos custos Gerais de todos materiais adquiridos

CM = Índice de perdas oriundas de Compras de Materiais

CMA = Custo de matéria prima adquirida no mês

CMP = custo de matéria prima perdida no mês

CP = Valor dos Custos de materiais Perdidos devido erro de compra

D = Desperdício / refugo da produção

E = Índice de perdas oriundas de Embalagem

F = Índice de perdas oriundas de Fornecedores de processos

FE = Falha oriunda de Embalagem no mês

FEI = Falha por Erro de Inspeção de recebimento no mês

FEM = Falha por Erro de Medição durante o processo no mês

FEP = Falha por Erro no Planejamento da qualidade no mês

FF = Falha oriunda de Fornecedores de processos

I = Inspeção

OSP = Ordem de Serviço Programada no mês

P = Planejamento da qualidade

Q = Garantia da qualidade do produto e serviço

QFE = Quantidade do quadro de Funcionários da Empresa

QIE = Quantidade total de Instrumentos ativos na Empresa

QP= Quantidade de peças Produzidas no mês

QR = Quantidade de peças Rejeitadas no mês

QT = Quantidade de peças Retrabalhadas no mês

RJ = Índice de peças Rejeitadas

RT = Índice de peças Retrabalhadas

T = Treinamento do pessoal

VC = Valor gasto com Calibração no mês

VT = Valor de investimentos em Treinamento no mês

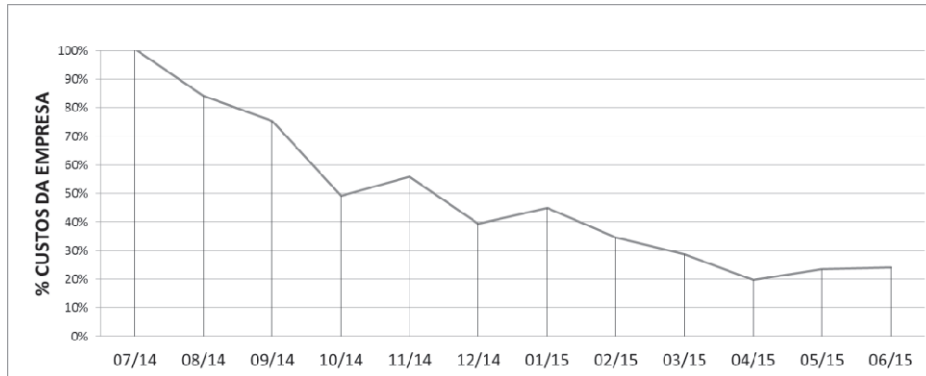


Fig. 3. Indicador de avaliação dos custos da qualidade.
Fonte: Elaborado pelo autor

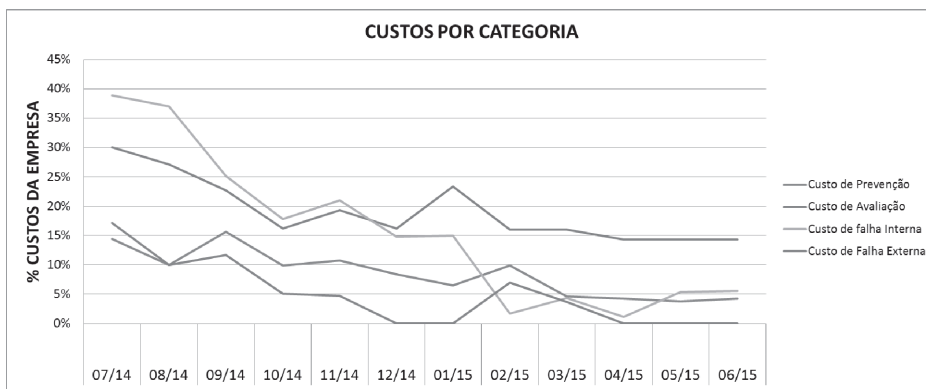


Fig. 4. Indicador de avaliação dos custos da qualidade por categoria.
Fonte: Elaborado pelo autor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se realizar a avaliação do desempenho e resultados, podendo obter valores comparativos de antes e depois da implantação do modelo de custo da qualidade, na empresa, foi necessário ter conhecimento de todos os custos iniciais.

Logo no primeiro mês de estudo, foram coletados todos os valores de despesas com custos da qualidade e transformados em percentual. Os custos iniciais foram representados como 100% dos resultados de custos da qualidade da empresa estudada.

A Fig. 3 mostra a evolução do custo da qualidade, na empresa, durante todos os meses do primeiro ano de implantação.

No final de doze meses da implantação do custo da qualidade, comprovou-se uma expressiva redução de 76% do custo da qualidade.

A Fig. 4 apresenta as classificações do custo da qualidade da empresa, por categoria.

Observa-se que, das quatro categorias, a classe de custo de falha interna foi a que teve maior resultado. Seu valor inicial representava 38,9% e, após 12 meses, 5,6% dos custos da qualidade, representando uma redução real de 33,3%, e melhoria específica, com desempenho de 85% nessa categoria.

A segunda categoria, de maior resultado, foia classe de falha externa. Seu valor inicial representava 17% e, após 12 meses, 0% dos custos da qualidade, representando uma redução real de 17%, e melhoria específica com desempenho de 100%, nessa categoria.

Isso demonstra que os custos de falha são os mais representativos para a empresa estudada.

A terceira categoria, de maior resultado, foia classe de avaliação. Seu valor inicial representava 30% e, após 12 meses, 14,3% dos custos da qualidade. Representando uma redução real de 15,7% e melhoria

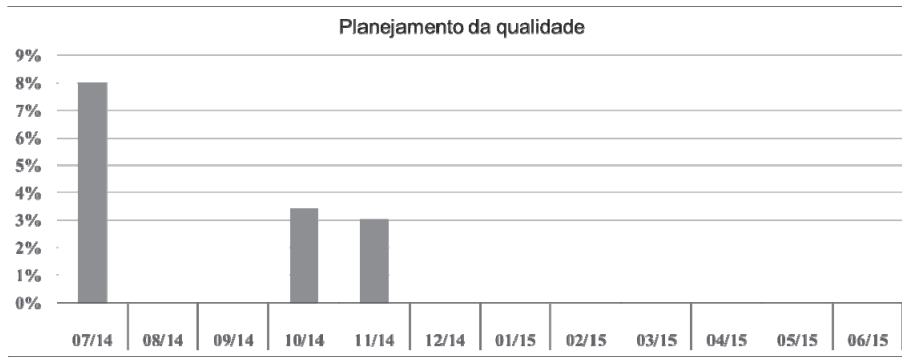


Fig. 5. Indicador de avaliação dos custos da qualidade planejamento da qualidade.
Fonte: Elaborado pelo autor.

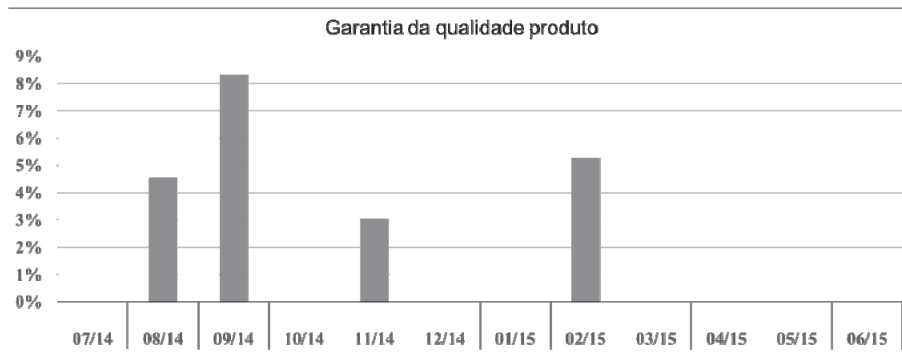


Fig. 6. Indicador de avaliação dos custos da qualidade em garantia da qualidade.
Fonte: Elaborado pelo autor.

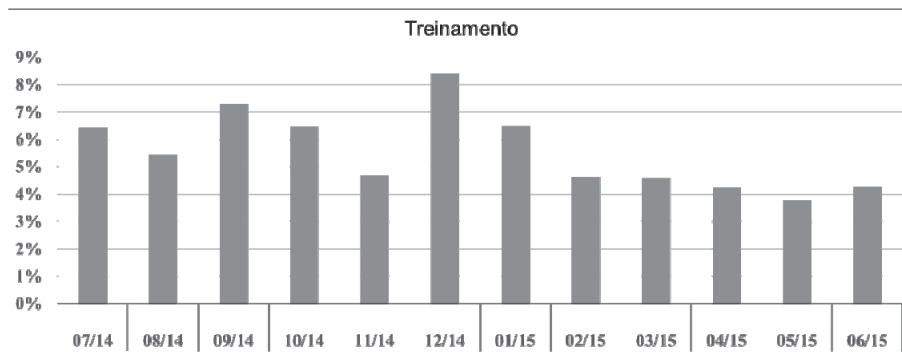


Fig. 7. Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente a treinamentos.
Fonte: Elaborado pelo autor.

específica, com desempenho de 52%, nessa categoria.

A última colocação, mas não menos importante, foi a classe de prevenção. Seu valor inicial representava 14% e, após 12 meses, 4% dos custos da qualidade, representando uma redução real de 10%, e melhoria específica com desempenho de 71%, nessa categoria.

A Fig. 5 mostra os resultados das medições do planejamento da qualidade. No primeiro mês da implantação, uma medição resultou em um índice de 8% de falha, resultante de planejamento da qualidade, oscilando até o quinto mês. A partir do sexto mês, a meta foi atingida e mantida, sem novas falhas, por erro de planejamento da qualidade. Com toda equipe trabalhando para garantir a verificação dos planos de ações e relatórios, todas as falhas potenciais e dúvidas foram sanadas, previamente.

A Fig. 6 mostra os resultados das medições da garantia da qualidade do produto e serviço. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 0% de perda, porém, nos dois meses seguidos, a tendência apresentou um índice de 4% e 8%.

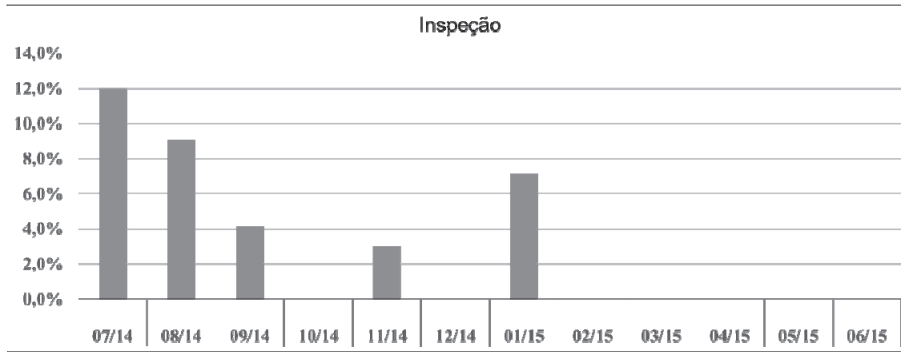


Fig. 8. Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente à inspeção.
Fonte: Elaborado pelo autor.

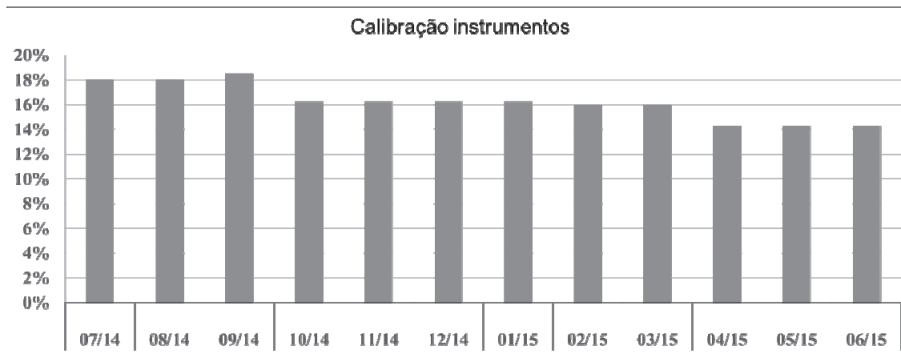


Fig. 9. Indicador de avaliação dos custos da qualidade com calibração de instrumentos.
Fonte: Elaborado pelo autor.

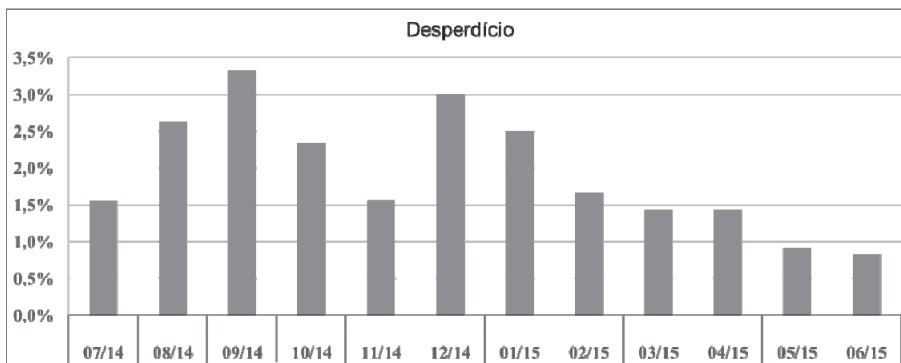


Fig. 10. Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente a desperdício.
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Fig.7 mostra os resultados das medições dos custos de treinamentos. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice acima de 6% dos custos da qualidade representando o treinamento. Como esse indicador é gerencial e não existe uma meta, mas sim um monitoramento para avaliar as tendências, é possível observar que no primeiro semestre da implantação, os custos com treinamentos tiveram uma grande oscilação, atingindo o seu máximo valor em torno de 8%.

A Fig. 8 mostra os resultados da medição dos custos de inspeção. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 12% de perda por falha de inspeção. A partir do oitavo mês conseguiu-se atingir e manter a meta estável.

A Fig. 9 mostra os resultados da medição dos custos de calibração de instrumentos. No primeiro mês da implantação, uma medição resultou em um índice em torno de 18% dos custos da qualidade, representando

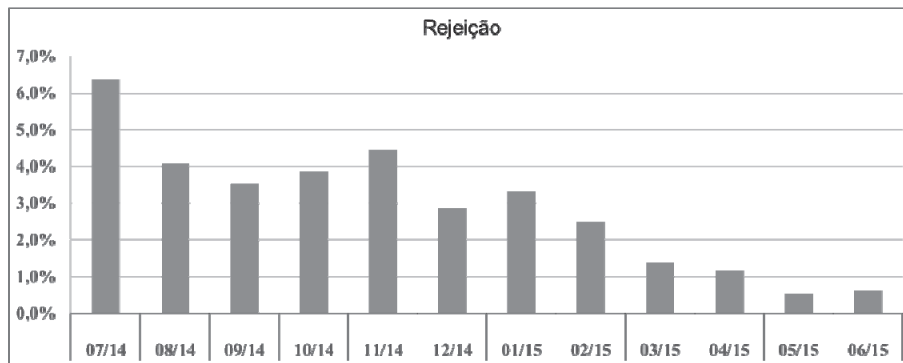


Fig. 11. Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente à rejeição.
Fonte: Elaborado pelo autor.

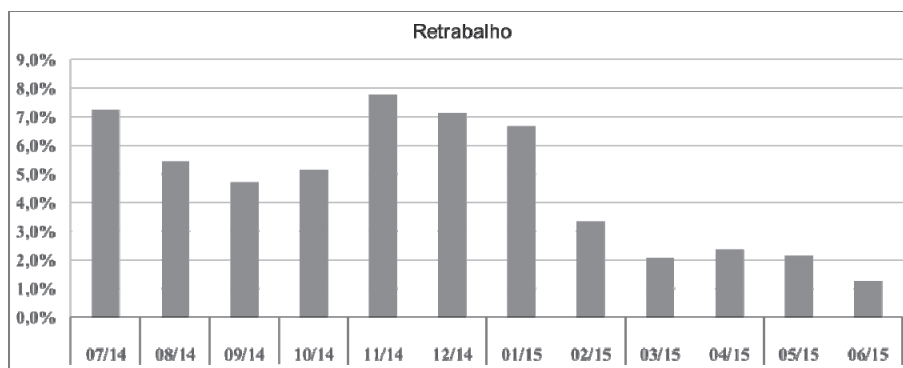


Fig. 12. Indicador de avaliação dos custos da qualidade referente ao retrabalho.
Fonte: Elaborado pelo autor.

do calibração e manutenção de instrumentos de controle e medição. Para o segundo ano, a meta foi revisada e alterada de gerencial para 7%.

A Fig. 10 mostra os resultados da medição dos custos de desperdícios. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 1,6% de perda, aumentando significativamente para mais de 3% no terceiro mês. Isso chamou a atenção da alta direção da empresa.

A direção da empresa assumiu que a gestão entrou em uma zona de conforto, pois o índice disparou de 1,6% no quinto mês, para 3% no sexto mês, um salto de 87% em 30 dias. Por isso uma nova abordagem foi aplicada, com algumas ações corretivas. Após essa abordagem, observa-se a redução contínua e estável nos últimos seis meses, fechando com 0,8%.

A Fig. 11 mostra os resultados de medição dos custos de rejeição. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de mais de 6%. Logo, no terceiro mês, atingiu 3,5%, uma redução muito satisfatória de início, em função das melhorias aplicadas. Para o segundo ano, a empresa revisou sua meta de aceitação de rejeição, para minimizar e limitar a 1%.

A Fig. 12 mostra os resultados de medição dos custos de retrabalho. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice acima de 7% de perda.

Nos últimos quatro meses do estudo, fechou com tendência em torno de 2% e, no último mês, 1,3%, dentro da meta de 5%. Para o segundo ano, a empresa revisou sua meta de aceitação de retrabalho, para minimizar e limitar a 3%.

A Fig. 13 mostra os resultados de medição dos custos de exceder as necessidades. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de mais de 15% de perda

Os valores desse indicador, mostram a porcentagem de tempo operacional, que está sendo realizada acima do estimado. Assim, quando os valores do indicador são negativos, significa que o tempo real está abaixo do teórico estimado, mas não significa que o processo está sendo com qualidade inferior

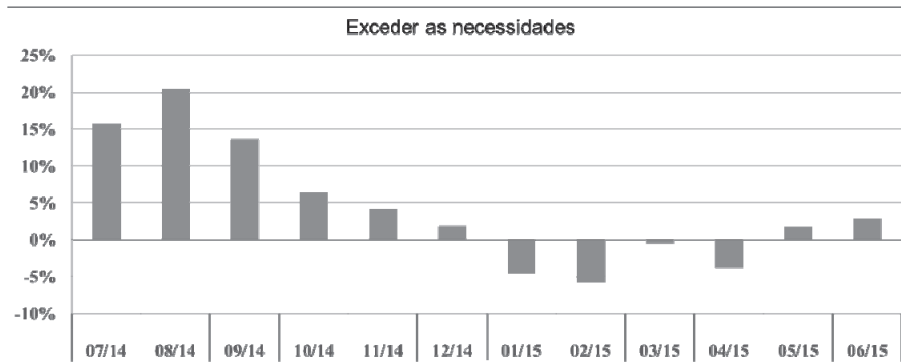


Fig. 13. Indicador de avaliação dos custos da qualidade ref. exceder as necessidades.
Fonte: Elaborado pelo autor.

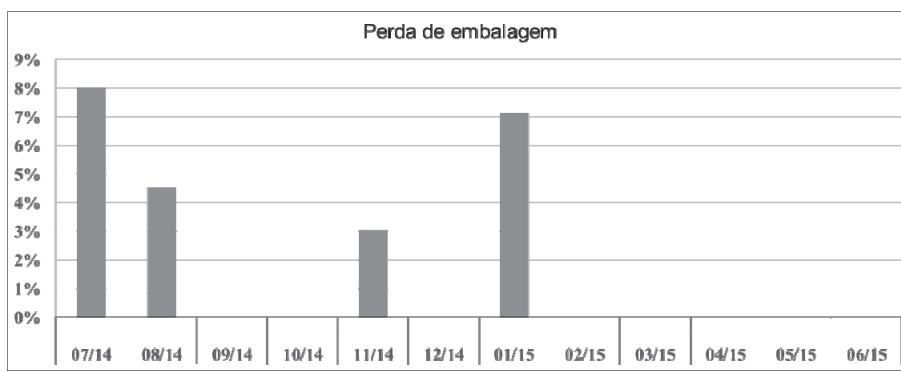


Fig. 14. Indicador de avaliação dos custos da qualidade ref. Perda porembalagem.
Fonte: Elaborado pelo autor.

e, sim, que é possível produzir o produto, conforme desenho e qualidade necessária, com menor tempo que o estimado. Com esse indicador, o orçamentista pode trabalhar em seus cálculos e raciocínio, atualizar-se, alinhar-se com a produção real e até mesmo realizar descontos estratégicos na hora de orçar, tendo isso como uma vantagem em relação à concorrência.

Como benefício, a empresa estudada pode continuar a fornecer produtos de boa qualidade e com possibilidades de rever seus preços. Mantém suas margens de lucro e minimiza suas perdas com qualidade superior. No segundo mês, houve um aumento desse índice, seguido de uma contínua queda, até atingir os resultados abaixo de zero, do sétimo ao décimo mês. Para a empresa, esse período de indicador negativo, representa ganho em tempo operacional. Para o segundo ano, a empresa definiu um limite, formando um campo de meta, permitindo uma oscilação dentro do intervalo de 2% a -8%.

A Fig. 14 mostra os resultados da medição dos custos de perdas, resultantes por problemas de embalagens. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 8% de perda, por embalagens e manuseios inadequados. Ações corretivas pontuais foram tomadas para eliminar a causa raiz. A partir do oitavo mês conseguiu-se atingir e manter a meta.

A Fig. 15 mostra os resultados da medição dos custos de perda pelo processo subcontratado. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 8% de perda.

A maior dificuldade na medição desse indicador é que seria adequado se todos os fornecedores fossem avaliados mensalmente, porém isso não ocorre. A contratação dos serviços e processos, subcontratados, variam de acordo com os pedidos de compras que a empresa estudada recebe de seus clientes, pois, em se tratando de produção específica, existem fornecedores que prestam seus serviços uma vez por semestre: isso tem grande oscilação.

Nos últimos três meses, o resultado atingiu 0%, porém a direção da empresa está empenhada em monitorar continuamente esse indicador, para poder acompanhar os resultados dos fornecedores, estando disposta, se preciso for, a substituir todos, para desenvolvimento de novos fornecedores.

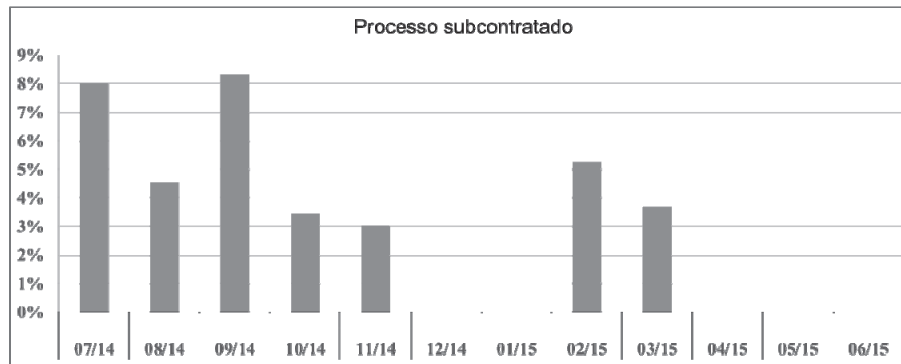


Fig. 15. Indicador de avaliação dos custos da qualidade processo subcontratado.
Fonte: Elaborado pelo autor.

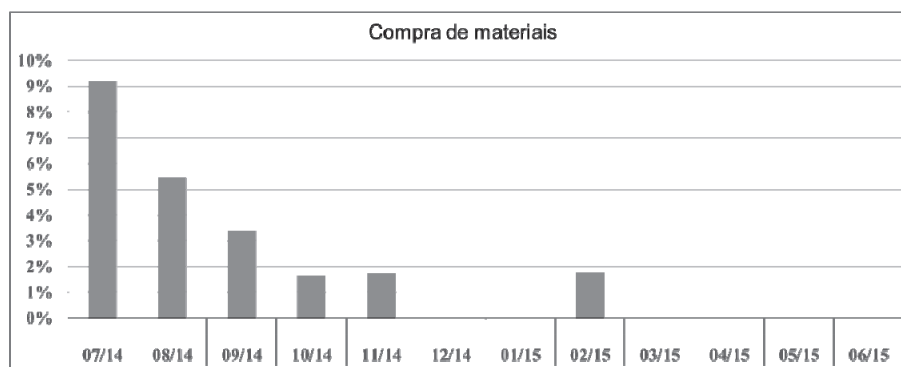


Fig. 16. Indicador de Avaliação dos custos da qualidade referente à compra de materiais.
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Fig. 16 mostra os resultados da medição dos custos de perda pelo processo de compra de materiais. No primeiro mês, uma medição resultou em um índice de 9% de perda, seguido de resultados visivelmente satisfatórios, quando, no quarto mês, atingiu valores abaixo de 2%, graças às ações de melhorias contínuas aplicadas. Esses custos foram relacionados ao custo por perda de compras de materiais, visto que o comprador, ao fechar o pedido, não se atentou ao prazo do fornecedor.

5.1. Avaliação do custo ótimo da qualidade

A Fig. 17 mostra a curva de custo total da qualidade, correlação entre os custos de controle e os custos de falha. Nessa correlação, é possível visualizar o custo ótimo da qualidade, atingido no décimo mês da implantação, abril/2015, considerando que o nível de qualidade total, desejado, foi alcançado.

Esse comportamento confirma a afirmação de Daniel e Reitsperger (1991), mostrado na Fig. 2 que, com o custo ótimo da qualidade no nível de 100% da qualidade total desejada, através de melhorias contínuas, é possível a redução dos custos de falha, sem a necessidade de expressivo aumento dos custos de prevenção e avaliação.

Na Fig. 17, o custo ótimo da qualidade, para zero defeitos é limitada pelo processo da empresa. Após o décimo mês, quando se atingiu o custo ótimo da qualidade, os valores de custo de falha aumentaram, representando, porém, um efeito estável. Qualquer tentativa de melhoria estará ligada aos esforços de inovação e/ou revolução nos processos, para se reduzir esses custos de falha. Já para os custos de prevenção e avaliação, a empresa determinou novas metas para o segundo ano, com o objetivo de diminuir essa linha e, assim, conseguir diminuir o custo total da qualidade.

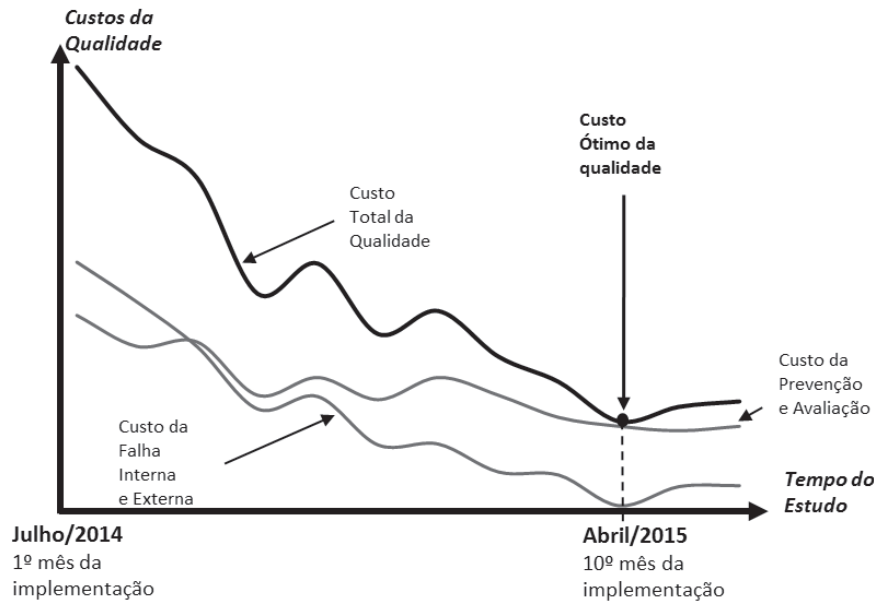


Fig. 17. Diagrama do custo ótimo.

Fonte: elaborado pelo autor / adaptado de Daniel e Reitsperger, 1991.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi efetuado nesta pesquisa, verificou-se que no estudo realizado na empresa estudada, pôde-se observar que investimentos em projetos de melhorias e sistema de medição e monitoramento conduziram resultados expressivos de 76% na redução dos custos da qualidade, no primeiro ano.

A correlação entre os custos de falha e os custos de prevenção e avaliação demonstraram que a empresa atingiu o seu custo ótimo da qualidade após 10 meses da implantação.

Concluiu-se que o método teve uma utilização adequada, trazendo, como maior benefício para a empresa, uma ferramenta nova, para tomada de decisão, assim como para o controle dos custos de qualidade e, também, para as melhorias de seu processo.

A empresa abandonou a teoria de um gerenciamento sob um gerente de fábrica e deixou de praticar gerenciamento tradicional de contabilidade, que focava esforços para reduzir os custos do produto, ao invés de concentrar-se em atividades, que iriam reduzir os custos da qualidade e aumentar o lucro, possibilitado com a implantação do modelo de custos da qualidade.

Sugere-se que esse sistema desenvolvido durante o estudo seja praticado continuamente na empresa estudada, sendo essa validação liberada como possíveis aplicações em outras empresas do mesmo segmento e com suas particularidades em comum. Dessa forma, espera-se unir novas informações contribuintes para novos estudos e aplicações, aspirante ao aprimoramento da engenharia da qualidade nesse tipo de organização.

6.1. Estudos futuros

Novos estudos, sobre como as empresas, bem sucedidas, tomam decisões, no que diz respeito à melhoria da qualidade e como elas reduzem os custos de qualidade, devem ser realizados. Especificamente, as pesquisas mais detalhadas sobre a coleta e mensuração dos custos da qualidade em ambientes reais, devem produzir informações úteis sobre as melhores práticas do custo da qualidade.

Incentivo às empresas para relatar os dados e ajudá-las a programar sistemas abrangentes, assim como a medição do custo da qualidade deve ser parte de qualquer programa de gestão de qualidade.

A metodologia é complexa e não está bem documentada. Programas de custos da qualidade fornecem um bom método, para identificação e mensuração dos custos de qualidade e, assim, são permitidas ações específicas, para reduzir os custos da qualidade.

Educação intensiva, em níveis reais, é necessária para os gestores entenderem melhor o conceito do custo da qualidade, a fim de compreenderem, plenamente, os benefícios da abordagem, de modo a aumentar sua capacidade de implantar um sistema de medição de custos da qualidade e economia financeira.

REFERÊNCIAS

- [1] Aoieong, R.T., Tang, S.L., Ahmed, S.M., “A process approach in measuring quality costs of construction projects: Model development”, *Construction Management and Economics*, **20**, 179-192 (2002)
- [2] Baatz, E.B., “What is Return on Quality, and why you should care?”, *Electronic News*, October, 60-66 (1992)
- [3] Bornia, A.C., *Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas*, 3. ed. São Paulo, Atlas (2010)
- [4] Brimson, J., *Contabilidade por atividades: uma abordagem de custeio baseado em atividades*. São Paulo: Atlas (1996)
- [5] Burgess, T.F., “Modelling quality-cost dynamics”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, **13**(3), 8-26 (1996)
- [6] Campanella, J., *Principles of quality costs: Principles, implementation, and use*. In: ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings. American Society for Quality (1999)
- [7] Cole, R.E., Bacdayan, P., White, B.J., “Quality, participation and competitiveness”, *California Management Review*, **35**(3), 68-81 (1993)
- [8] Dale, B.G., Duncalf, A.J., “Quality-related decision making: A study in six British companies”, *International Journal of Operations & Production Management*, **5**(1), 15-25 (1985)
- [9] Daniel, S.J., Reitsperger, W.D., “Linking quality strategy with management control systems: empirical evidence from Japanese industry”, *Accounting, Organizations and Society*, **16**(7), 601-618 (1991)
- [10] Diehl, A.A., Tatim, D.C., *Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas*, Pearson Brasil (2004)
- [11] Feigenbaum, A.V., *Controle da qualidade total*, Volume IV. São Paulo: Makron Books (1994)
- [12] Giacaglia, G.E.O., *Inovação tecnológica na prática - Elaboração e Análise de Projetos*, UNITAU (2005)
- [13] Juran, J.M., Gryna, F.M., *Controle da qualidade handbook: conceitos, políticas e filosofia da qualidade*, v. 1. São Paulo: Makron Books (1991)
- [14] Kumar, K., Shah, R., Fitzroy, P.T., “A review of quality cost surveys”, *Total Quality Management*, **9**(6), 479-486 (1998)
- [15] Leone, S.G.G., *Curso de contabilidade de custos*. 2ª ed. São Paulo, Atlas S.A (2000)
- [16] Love, P.E.D., Irani, Z., “A project management quality cost information system for the construction industry”, *Information & Management*, **40**, 649-661 (2003)
- [17] Martins, E., *Contabilidade de custos*, 9 ed. São Paulo, Atlas (2003)
- [18] Mattos, J.C., Toledo, J.C., *Custo da qualidade como ferramenta de gestão da qualidade: diagnóstico nas empresas com certificação ISO 9000*. ENEP 17, 1997, Gramado. Anais XVII ENEGEP.
- [19] Megliorini, E., *Custos: Análise e Gestão*. 3. ed. São Paulo, Pearson Prentice Hall (2012)
- [20] Morse, W.J., Roth, H.P., “Why Quality Costs Are Important”, *Strategic Finance*, **69**(5), 42 (1987)
- [21] Morse, J.M., “Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation”, *Nursingresearch*, **40**(2), 120-123 (1991)
- [22] Nakagawa, M., *Gestão Estratégica de custos: conceitos, sistemas e implementação*, São Paulo: Atlas (1991)
- [23] Oakland, J.S., Oakland, S., “The links between people management, customer satisfaction and business results”, *Total Quality Management*, **9**(4-5), 185-190 (1998)
- [24] Plunkett, J.J., Dale, B.G., “Quality costs: a critique of some ‘economic cost of quality’ models”, *The International Journal of Production Research*, **26**(11), 1713-1726 (1988)
- [25] Porter, L.J., Rayner, P., “Quality costing for total quality management”, *International Journal of Production Economics*, **27**, 69-81 (1992)

- [26] Riccio, E.L. *et al.*, Um estudo sobre a pesquisa em custos no Brasil: período de 1967 A 1999. In: VI Congresso Brasileiro De Gestão Estratégica De Custos, 1999. Disponível em:<http://www.tecsi.fe-a.usp.br/riccio/artigos/pdf/custos_brasil.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2014.
- [27] Schmahl, K.E. *et al.*, “Measuring the cost of quality: a case study”, *Production and Inventory management journal*, **38**(4), 58-63 (1997)
- [28] Schiffauerova, A., Thomson, V., “A Review of Research on Cost of Quality Models and Best Practices. International”, *Journal of Quality & Reliability Management*, **23**(6), 647-669 (2006)
- [29] Schiffauerova, A., Thomson, V., “Managing cost of quality Insight into industry practice”, *The TQM Magazine*, **18**(5), 542-550 (2006)
- [30] Silva, J.C.T., Ferreira, D., “Pequenas e médias empresas no contexto da gestão da qualidade total”, *Production*, **10**(1), 19-32 (2000)
- [31] Silvestre, W.C., *Sistema de custos ABC: uma visão avançada para tecnologia de informação e avaliação de desempenho*, São Paulo, Atlas (2002)
- [32] Slack, N., Chambers, S., Johnston, R., *Administração da produção*, Atlas (2009)
- [33] Slaughter, S.A. *et al.*, “Evaluating the cost of software quality”, *Communications of the ACM*, **41**(8), 67-73 (1998)
- [34] Sörqvist, L., “Effective methods for measuring the cost of poor quality”, *Measuring Business Excellence*, **1**(2), 50-53 (1997)
- [35] Tatikonda, L.U., Tatikonda, R.J., “Measuring and reporting the cost of quality”, *Production and Inventory Management Journal*, **37**(2), 1-7 (1996)
- [36] Tsai, W., “Activity-based costing model for joint products”, *Computers & Industrial Engineering*, **31**(3), 725-729 (1996)
- [37] Wood, D.C., *The executive guide to understanding and implementing quality cost programs: reduce operating expenses and increase revenue*, American Society for Quality, Milwaukee, Wisconsin, U.S. (2007)
- [38] Vasconcelos, J. *et al.*, “Custos da qualidade: uma análise bibliográfica de 2004 a 2014”, XXI Congresso Brasileiro de Custos – Natal, RN, Brasil (2014)
- [39] Vergara, S.C., Branco, P.D., *Métodos de pesquisa em administração*, São Paulo, Atlas (2005)

CASE STUDY: MODELING FOR CALCULATIONS AND REDUCTION OF A QUALITY COST IN A SMALL BUSINESS

Abstract – Quality Costs are given by conformity and non- conformity costs, beginning with the initial process or activity work, in order to provide a product or service, with a desired quality. Although large companies usually state the necessity of evaluating costs of quality, in several cases, stating their activity of quality costs evaluation, results are largely under – estimated. Small size companies, in most cases, don't even have a quality management budget provision neither control their costs of quality. The objective of this article is to show how the implementation of a quality costs evaluation model, in a small size company. The methods used were bibliographical research and documentary, applied to a single case study with qualitative approach. The results showed that the quality costs were reduced by 76% in the first year. It was also concluded that the proposed model is perennial, leading to stability after several months of implantation, showing the scope of system maturity.

Keywords – Quality-costs, Optimal quality cost, Machining, Small size company.

