

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro Tecnológico

Departamento de Engenharia Mecânica

**Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial
Labmetro - Laboratório de Metrologia e Automação**

**Avaliação Econômica das Atividades
Metrológicas, Racionalizadas pela
Contratação de Serviços e
Assessoramento Remotos**

Dissertação submetida à: Universidade Federal de Santa Catarina para a
obtenção do título de Mestre em METROLOGIA

José Guilherme Machado Leal

Florianópolis, 28 de março de 2003

Avaliação Econômica das Atividades Metrológicas, Racionalizadas pela Contratação de Serviços e Assessoramento Remotos

José Guilherme Machado Leal

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

Mestre em METROLOGIA

e aprovada na sua forma final pelo

Programa de Pós Graduação em Metrologia Científica e Industrial

Prof. Carlos Alberto Schneider, Dr. Ing.
Orientador

Prof. Marco Antonio Martins Cavaco, Ph.D.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Antonio Diomário de Queiroz, Dr. Econ.

Prof. Gustavo Daniel Donatelli, Dr. Eng.

Prof. André Roberto de Souza, Dr. Eng.

Günther Pfeiffer, M. Eng.

Ao meu pequenino rei - DAVI

Agradecimentos

Aos meus pais, pelos valores recomendados, cuidados dispensados e amor dedicado.

A METROPAR, pelo investimento concedido e compreensão pela minha ausência.

Ao estimado Prof. Schneider, pela orientação e oportunidade concedida em aprender muito mais do que se apresenta neste trabalho.

Ao professor Samir Gerges, pela sua sábia percepção no direcionamento de meu trabalho.

Aos amigos, familiares e pessoas queridas, que de alguma forma tenham sentido minha ausência freqüente, mas souberam me incentivar e apoiar neste trabalho.

A Universidade Federal de Santa Catarina / Labmetro pela oferta subsidiada do curso de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial.

Aos professores, alunos e colaboradores do Labmetro e Fundação CERTI pela atenção dispensada.

A turma 2000, pela convivência extremamente positiva e amizades conquistadas.

A EqLMA do LASAR, pelas experiências e trabalho em equipe.

As minhas queridas colegas Janaina e Lu, pela disposição imediata no apoio de algumas fases do trabalho e pelo carinho dedicado.

Aos amigos Jeferson, Xico Bento e Cabelo, pela acolhida em suas casas e companhia nas horas de festa.

Aos colegas Fred, Riba, Salgado, Tiago, Heike, Puchalski, Sutério, Max, Daniel, Pedroso, Pedro, Cézare, Cesar (Jano), Bel, Analucia, Pezzota e Ferinha, suas amizades vão ficar...

Agradeço a Deus por me conceder uma carreira profissional que amo.

Resumo

As empresas modernas precisam empregar sistemas de gestão que adotem os avanços tecnológicos para flexibilizar processos, qualificar produtos, reduzir desperdícios e incentivar a melhoria contínua. Este aspecto é um importante fator para determinar o seu nível de competitividade mundial. O envolvimento das atividades metrológicas neste sistema apresenta funções de informação e diagnóstico de características, especificações e medidas de desempenho, tanto dos produtos como do processo produtivo.

Os avanços da tecnologia da informação e comunicação acrescentam novas possibilidades que podem ser usadas para desenvolver um conceito inovador de assistência metrológica industrial, o LASAR – Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos. LASAR é um sistema de comunicação disposto pela *Internet*, entre as empresas de fabricação e os centros tecnológicos e laboratórios de calibração e testes, que apresenta possibilidades de treinamento remoto e consultorias.

Para avaliar os efeitos econômicos do sistema LASAR foi necessário o desenvolvimento de um método de gestão de custos que coloque em evidência os custos das atividades metrológicas dentro do contexto dos custos relativos à qualidade. O método proposto utiliza técnicas de custos baseados em atividades e requer o estabelecimento de um grupo de trabalho envolvendo metrologia, garantia da qualidade, engenharias de produto e processo e contabilidade.

O método foi aplicado em estudos de caso simulados, baseados em dados reais de empresas. Os resultados demonstraram que as atividades metrológicas são altamente relevantes sobre o ponto de vista econômico e a adoção do LASAR pode ser um método para racionalizar os custos da metrologia.

Palavras-chave: metrologia, assistência metrológica, serviços remotos, custos relativos à qualidade, custos relativos às atividades metrológicas, avaliação econômica.

Abstract

It is a fact that modern industries need management systems that implement state of the art technologies, in order to make the processes more flexible, qualify products, minimize waste and promote continuous improvement. These are some important factors that determine the industries' worldwide competitive level. Within the management system, metrology activities provide information and diagnosis of characteristics, specifications and performance measures of products and processes.

The evolution of information and communication technologies brings up new possibilities, that can be used to develop an innovative concept of metrological assistance to industries, the LASAR - Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos. LASAR is an Internet-based communication system between manufacturing companies, technology centers and calibration and testing laboratories, that makes possible remote training and consultancy.

To assess the economic effect of the LASAR system, it was necessary to develop a cost management method able to put in evidence the cost of metrological activities within the context of quality costs. The proposed method uses activity-based costing techniques and requires establishing cross-functional teams, involving metrology, quality assurance, process and product engineering and accounting.

The method has been applied to simulated case studies, based on real industry data. It has been shown that metrology activities are highly relevant from the economic viewpoint and that the adoption of LASAR could be a method to rationalize metrology costs.

Key words: metrology, metrological assistance, remote services, quality costs, metrological activities costs, economic evaluation.

Sumário

Avaliação Econômica das Atividades Metroológicas, Racionalizadas pela Contratação de Serviços e Assessoramento Remotos

| | |
|---|------------|
| Resumo | v |
| Abstract | vi |
| Sumário | vii |
| Lista de Abreviaturas | xi |
| Capítulo 1 | |
| Relevância da Metrologia no Cenário da Competitividade Mundial | 1 |
| 1.1 CENÁRIO DA COMPETITIVIDADE MUNDIAL..... | 1 |
| 1.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS ASSOCIADAS AOS SISTEMAS DA QUALIDADE E À CONFIABILIDADE DE PRODUTO | 6 |
| 1.3 ATIVIDADES METROLÓGICAS ASSOCIADAS À QUALIDADE DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL..... | 8 |
| 1.4 CENÁRIO DA METROLOGIA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA..... | 10 |
| 1.5 PROPOSTA DE TRABALHO..... | 13 |

Capítulo 2

| | |
|---|-----------|
| Aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação para a Prestação de Serviços Metrológicos e Assessoramento Remotos | 16 |
| 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA INFORMÁTICA E COMUNICAÇÃO..... | 17 |
| 2.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS APOIADAS PELA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO..... | 19 |
| 2.2.1 Emprego da tecnologia da informação às atividades metrológicas | 19 |
| 2.2.2 O problema das ações desintegradas..... | 20 |
| 2.3 O SISTEMA LASAR..... | 21 |
| 2.3.1 Contexto geral e desafios..... | 21 |
| 2.3.2 Definição do sistema LASAR | 22 |
| 2.3.3 Status atual do desenvolvimento | 24 |
| 2.4 O LASAR E SEU IMPACTO ECONÔMICO PARA AS EMPRESAS..... | 25 |
| 2.4.1 Interferência das atividades metrológicas nos resultados econômicos das empresas..... | 25 |
| 2.4.2 A importância do acompanhamento dos custos relativos às atividades metrológicas..... | 27 |

Capítulo 3

| | |
|--|-----------|
| Concepção de um Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas | 29 |
| 3.1 SISTEMAS DE GESTÃO ESTRATÉGICA NAS EMPRESAS “CLASSE MUNDIAL” | 29 |
| 3.2 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO DE CUSTOS..... | 31 |
| 3.2.1 Evolução histórica dos sistemas de gestão de custos..... | 31 |
| 3.2.2 Potenciais aplicações do ABC substituindo as técnicas de VBC | 35 |
| 3.3 GESTÃO DOS CUSTOS RELATIVOS À QUALIDADE..... | 41 |
| 3.3.1 História do desenvolvimento das técnicas de gestão dos custos relativos à qualidade..... | 42 |
| 3.3.2 Considerações sobre o sistema de gestão de custos relativos à qualidade | 44 |
| 3.3.3 Conceitos da técnica de gestão dos custos relativos à qualidade | 44 |
| 3.4 AS TÉCNICAS DE GESTÃO DOS CUSTOS RELATIVOS À QUALIDADE APLICADAS NA INDÚSTRIA..... | 52 |
| 3.4.1 Etapas de Crosby | 52 |
| 3.4.2 O <i>status</i> nacional..... | 53 |
| 3.4.3 Custos das atividades metrológicas | 54 |
| 3.5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ATIVIDADES METROLÓGICAS..... | 55 |
| 3.5.1 Premissas para o sucesso do método..... | 55 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.5.2 | Apresentação do fluxograma de implantação..... | 57 |
| 3.5.3 | Detalhamento do processo executivo..... | 59 |

Capítulo 4

Benefícios Econômicos Estimados pela Contratação de um LASAR. 68

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | ORGANIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO | 68 |
| 4.1.1 | Seleção das empresas..... | 69 |
| 4.1.2 | Apresentação do método..... | 69 |
| 4.1.3 | Desenvolvimento e aplicação | 70 |
| 4.1.4 | Análise de resultados..... | 70 |
| 4.2 | IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CUSTOS RELATIVOS ÀS ATIVIDADES METROLÓGICAS – APLICAÇÃO DO MÉTODO..... | 71 |
| 4.2.1 | Estudo de caso 1 – Empresa A..... | 71 |
| 4.2.2 | Estudo de caso 2 – Empresa B..... | 76 |
| 4.3 | RACIONALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES METROLÓGICAS PELA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS E ASSESSORAMENTO REMOTOS | 85 |
| 4.3.1 | Soluções integradas ao LASAR – Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos | 85 |
| 4.3.2 | Análise econômica dos resultados do LASAR integrado à empresa..... | 93 |

Capítulo 5

Contribuições do Método de Avaliação Econômica e da Aplicação do LASAR na Empresa 96

| | | |
|-----|--|----|
| 5.1 | IMPACTO CAUSADO PELA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ATIVIDADES METROLÓGICAS..... | 96 |
| 5.2 | IMPACTO CAUSADO PELA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E ASSESSORAMENTO REMOTOS - LASAR | 97 |
| 5.3 | OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E CONTINUIDADE DO TRABALHO..... | 98 |

Referências Bibliográficas 100

Anexo1

Lista de análise de relevância das atividades metrológicas
Estudo de Caso Empresas A e B 105

Anexo2

Planilhas de custos das atividades metrológicas
Estudo de Caso Empresa B 111

Anexo3

Planilhas de custos das atividades metrológicas
Simulação do LASAR 115

Lista de Abreviaturas

| | |
|----------------|---|
| WCM | <i>World Class Manufacturing</i> – Empresa Classe Mundial |
| SQs | Sistemas da Qualidade |
| TIC | Tecnologia da Informação e Comunicação |
| AM | Atividades Metrológicas |
| OCCs | Organismos Certificadores Credenciados |
| SI | Sistema Internacional de Unidades |
| RBC | Rede Brasileira de Calibração |
| RBLE | Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial |
| SGQM | Sistema de Gestão da Qualidade Metrológica |
| CEP | Controle Estatístico de Processo |
| CrQ | Custo relativo à Qualidade |
| LPS | Laboratório Prestador de Serviços |
| CT | Centro Tecnológico |
| CERTI | Fundação Centro de Referências em Tecnologias Inovadoras |
| AMI | Assistência Metrológica Industrial |
| LASAR | Laboratório Associado de serviços e Assessoramento Remotos |
| CrAM | Custo relativo às Atividades Metrológicas |
| PCAQ | Planejamento, Controle e Avaliação da Qualidade |
| PP | Ponto de Presença |
| ABC | <i>Activity Based Costing</i> – Custeio Baseado em Atividades |
| MBN | <i>Management by Numbers</i> – Gestão Baseada em Números |
| VBC | <i>Volume Based Costing</i> – Custeio Baseado em Volume |
| CIF | Custos Indiretos de Fabricação |
| CDF | Custos Diretos de Fabricação |
| TQM | <i>Total Quality Management</i> – Gestão da Qualidade Total |

Capítulo 1

Relevância da Metrologia no Cenário da Competitividade Mundial

A globalização apresenta uma nova realidade às empresas: a concorrência mundial. A oportunidade de atendimento das demandas do mercado global é uma possibilidade positiva, porém, este mesmo aspecto favorece a atuação da concorrência. Produtos e serviços são oferecidos com alta qualidade, baixos custos e prazos de entrega reduzidos. A melhoria na eficiência dos processos de fabricação e sistemas de gestão tornou-se objetivo essencial às empresas que desejam tornar-se fornecedoras de classe mundial (WCM) - *World Class Manufacturing* ^{[1][2][3]}.

As atividades metrológicas caracterizam-se de forma estratégica em ações para o atendimento dos requisitos de sistemas da qualidade e confiabilidade do produto, assim como para a eficiência do processo de produção industrial. Apresenta-se neste capítulo o cenário das atividades metrológicas aplicadas ao atendimento das demandas das empresas, caracterizando-se por fim a proposta de trabalho ^{[4][5][6]}.

1.1 CENÁRIO DA COMPETITIVIDADE MUNDIAL

Os acordos estabelecidos entre os países, voltados ao estímulo do comércio internacional, praticam a redução das tarifas de importação. Estas barreiras tarifárias estão sendo substituídas por barreiras técnicas, na forma de normas e regulamentos de avaliação de produtos ^[7].

O domínio da competência técnica e estrutura de certificação de produtos e sistemas da qualidade favorece os países desenvolvidos na medida em que protegem seus mercados, aplicando normas rigorosas, enquanto tem acesso facilitado aos mercados emergentes, pois detém a qualificação de seus produtos.

A imposição de barreiras técnicas ao comércio internacional exige das empresas ações de garantia da qualidade e confiabilidade de seus produtos e certificação de seus sistemas da qualidade (SQs), que devem atender aos requisitos de fornecimento e regulamentos técnicos estabelecidos pelos mercados internacionais^{[8][9][10][11][12]}. Sobre este aspecto, destaca-se a relevância da capacidade das empresas em fornecerem produtos tecnicamente qualificados e dos países em possibilitarem estruturas de normalização, certificação de sistemas da qualidade e produtos, calibrações e ensaios que sejam reconhecidas internacionalmente^{[5][13][14][17]}.

O fenômeno que contribuiu de maneira relevante para a evolução do cenário de globalização do comércio, assim como para a evolução tecnológica de produtos e processos de fabricação, incutindo maiores níveis de qualidade, redução dos custos, aumento da flexibilidade no atendimento das demandas e redução dos prazos de entrega é a evolução tecnológica de *hardware* e *software*. A percepção da evolução das tecnologias e metodologias de produção favorece a análise de como os processos de fabricação mudaram desde a época de produção artesanal (figura 1.1).

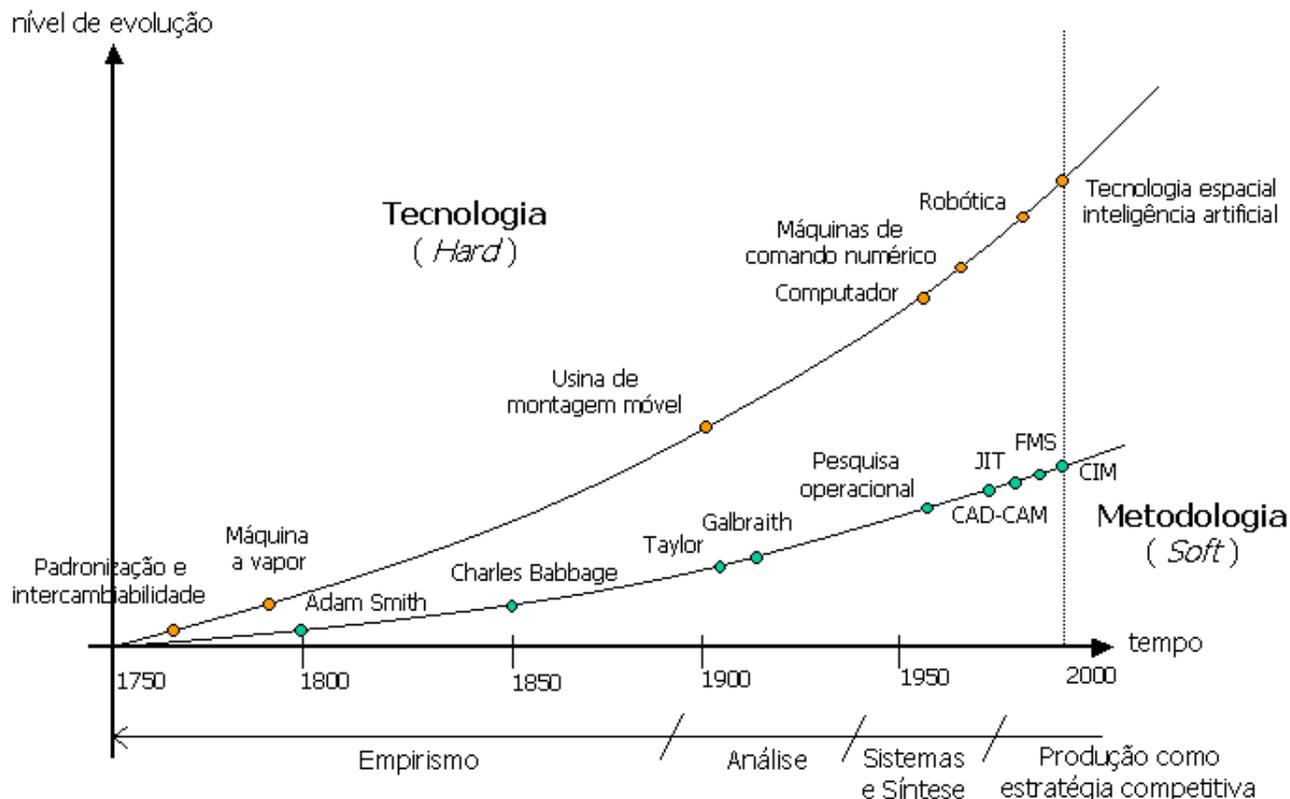


Figura 1.1 - Evolução Tecnológica e Metodológica Industrial^[14]

A evolução da informática e dos sistemas de comunicação incentiva o nível de competição global ao qual as empresas submetem-se atualmente. A aplicação da tecnologia da informação e comunicação (TIC) é cada vez mais intensiva, pois a quebra das barreiras geográficas e do tempo é potencializada pelo desenvolvimento de novos equipamentos – *hardware* e pelo desenvolvimento de novos sistemas operacionais – *software* e pela disponibilização destas tecnologias a novos usuários.

O cenário de inovação tecnológica combinado com o cenário das exigências do mercado, racionalizado pela evolução das tecnologias de informática e comunicações, aponta para o aumento da complexidade e flexibilidade de processos. As economias de escala deram lugar às economias de escopo, atendendo às exigências de mercado pela diversidade de produtos e ciclos de vida menores, causados pela evolução tecnológica constante (figura 1.2) [12][14][15][16][17][18].

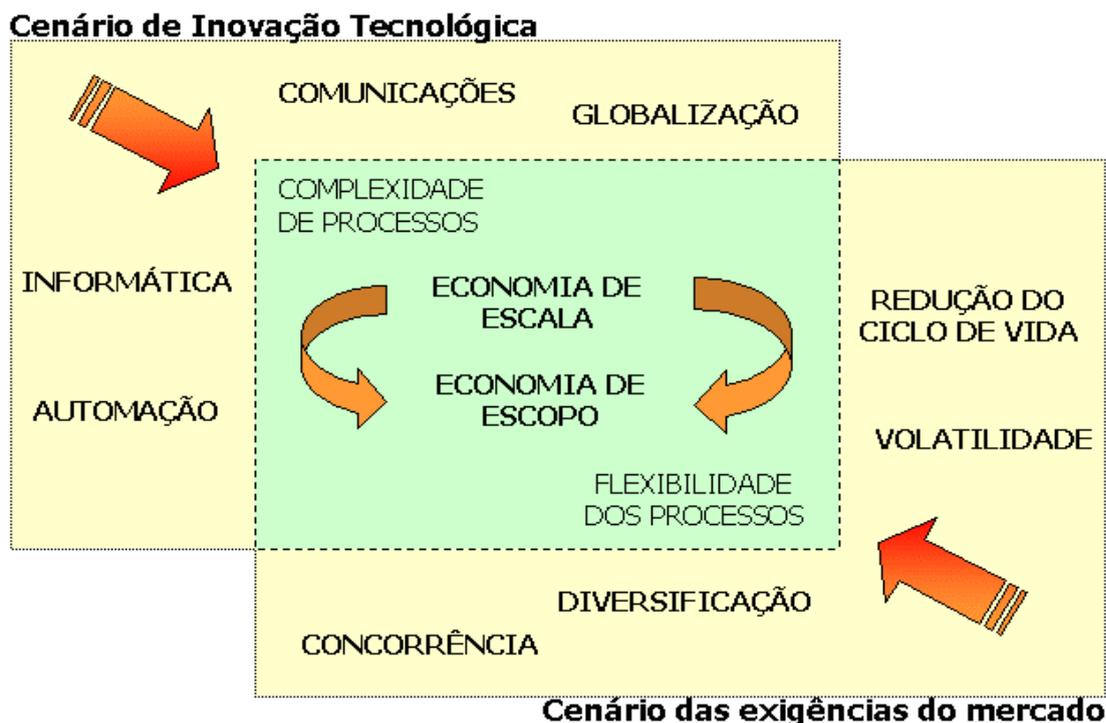


Figura 1.2 – Transformação dos processos de produção

Empresas que contam com base tecnológica mais avançada utilizam tecnologias mais avançadas de gestão, planejamento e controle da produção. Objetivos traçados em função de técnicas de aperfeiçoamento contínuo - *KAIZEN*¹ - e eliminação dos desperdícios - *No Waste*,

¹ *KAIZEN* – Técnica japonesa baseada na filosofia de melhoria contínua pelo incentivo de equipes de trabalho. Prática a motivação para o atendimento de metas pelo incentivo e compartilhamento de informações e idéias.

associam diversas outras ferramentas de gestão essenciais para a competitividade da empresa^{[1][2][4][14][16][19][20]}.

Entre as técnicas de aperfeiçoamento aplicadas, destacam-se:

- Controle da Qualidade Total – TQC (*Total Quality Control*);
- Gestão da Qualidade Total – TQM (*Total Quality Management*);
- Controle Estatístico de Processo – CEP;
- Planejamento da Necessidade de Materiais – MRP (*Material Require Planing*);
- Planejamento de Recursos de Manufatura – MRP II (*Manufacturing Resources Planing*);
- Projeto Assistido Por Computador – CAD (*Computer Aided Design*);
- Manufatura Assistida por Computador – CAM (*Computer Aided Manufacturing*);
- Manufatura Integrada por Computador – CIM (*Computer Integrated Manufacturing*);
- Sistemas Flexíveis de Manufatura – FMS (*Flexible Manufacturing System*);
- Just in Time – JIT;
- Metodologia de Taguchi;
- Técnica de Análise do Valor;
- Custeio Baseado em Atividades – ABC (*Activity Based Costing*);
- Administração Baseada em Atividades – ABM (*Activity Based Management*).

As exigências de certificação, presentes nas transações comerciais, são impostas pelo mercado às empresas de produto acabado (montadoras), e por estas aos seus fornecedores de partes e peças. Para este universo, define-se empresa de produto acabado aquelas que dispõem ao cliente o produto final, freqüentemente composto por várias partes e peças, fornecidas em sua maioria por fabricantes especializados na produção dos mesmos (fornecedores). O ambiente de sustentabilidade para a empresa apresenta necessidades de certificação de produtos e componentes para o atendimento dos requerimentos de mercado e requisitos regulatórios, utilizando-se da aplicação de tecnologias avançadas de produto, processo e gestão (figura 1.3)^[9].

O cenário atual intensifica as demandas das atividades metrológicas (AM), normalização e avaliação da conformidade dos requisitos. O atendimento destes aspectos impacta diretamente sobre os objetivos de fornecimento das empresas, associando confiabilidade de produto com aumento das vendas e exportações^{[2][6][9][15]}.

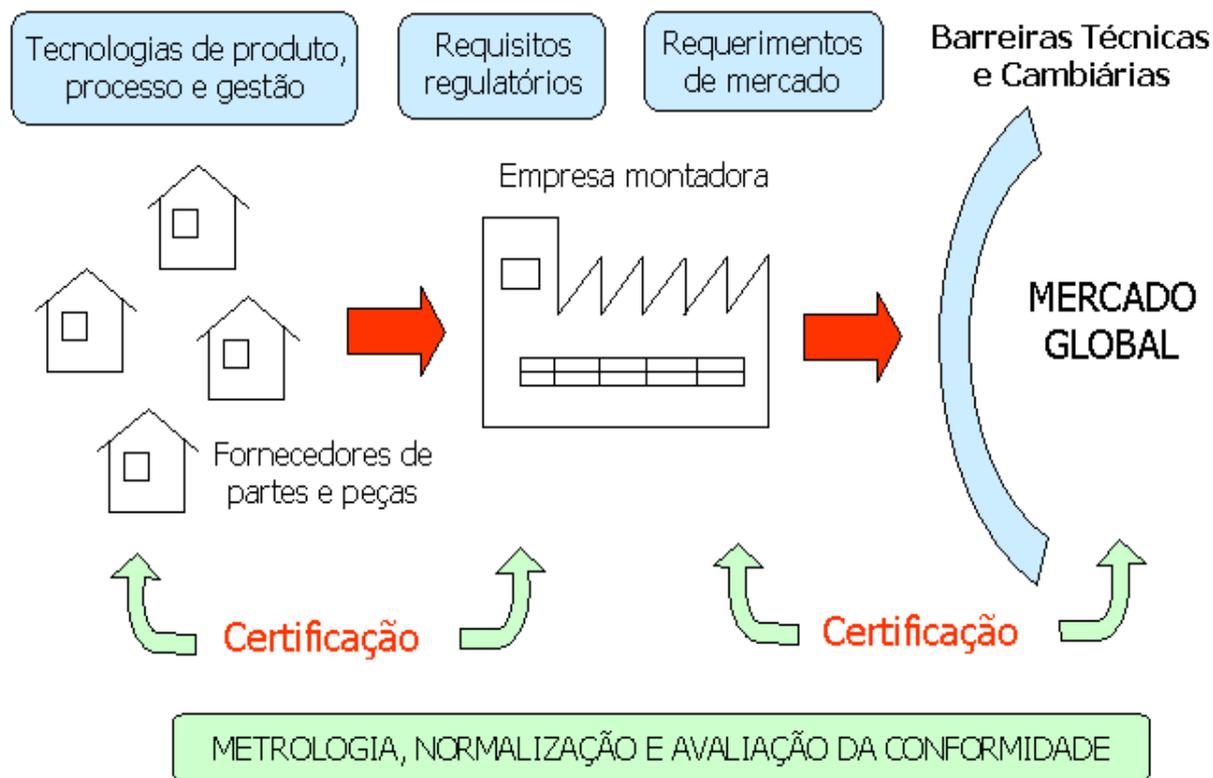


Figura 1.3 - Ambiente de sustentabilidade para a empresa

O Brasil apresenta-se no mercado global com um posicionamento histórico de exportador de produtos primários. Os níveis de exportação de produtos com maior valor agregado – produtos acabados e com tecnologia associada – é significativamente inferior aos níveis de exportação de produtos agrícolas ou produtos semi-industrializados.

O comprometimento dos resultados da balança comercial brasileira associa-se com estes fatos, o que levou o ex-Presidente da República Exmo. Fernando Henrique Cardoso a eleger: “Exportar ou Morrer” como ação estratégica fundamental para a viabilidade econômica do Brasil. Ocorre um despertar do governo brasileiro para a necessidade de investimento em ações de qualificação da indústria nacional e seus produtos, possibilitando um maior nível de exportações. A eficiência das ações do governo brasileiro em disponibilizar políticas públicas favoráveis às empresas brasileiras, associada à eficiência global destas é que realmente possibilitarão o atendimento da necessidade nacional de aumento da qualificação de produtos e conseqüente crescimento das exportações (figura 1.4)^{[9][16][17]}.

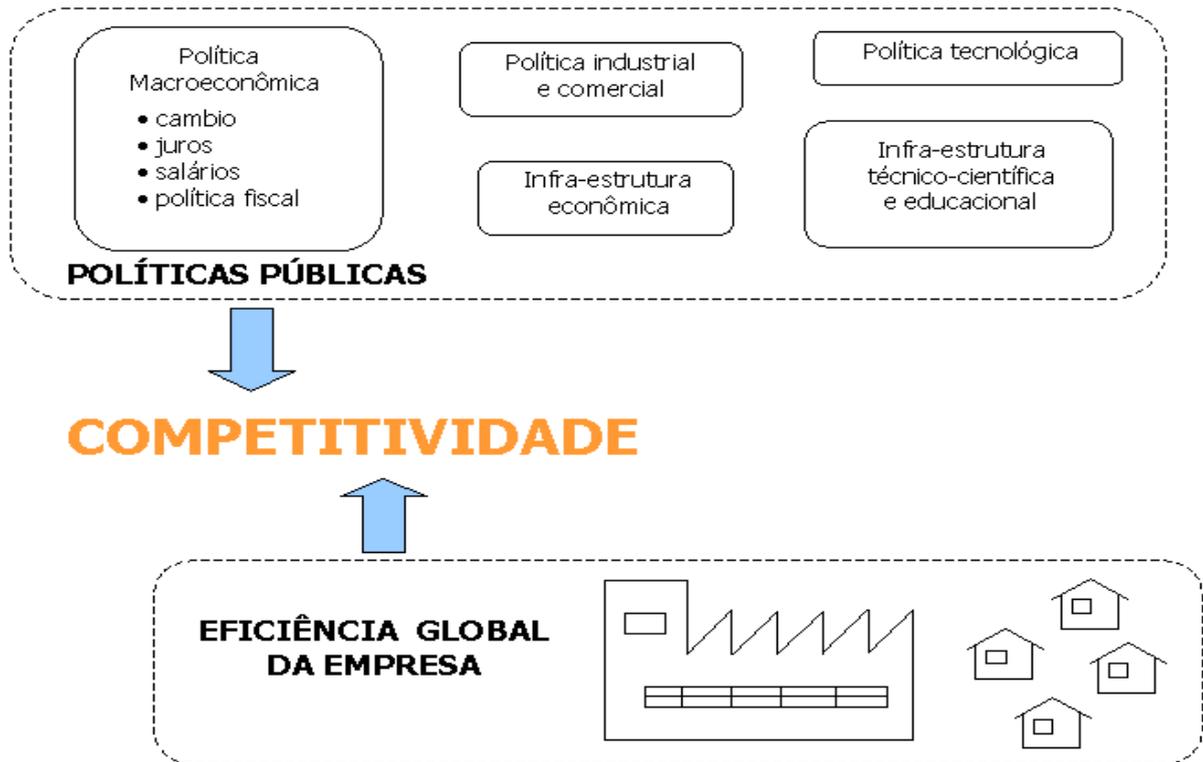


Figura 1.4 - Fatores determinantes de competitividade

1.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS ASSOCIADAS AOS SISTEMAS DA QUALIDADE E À CONFIABILIDADE DE PRODUTO

A abertura de mercados e a concorrência mundial exigem competitividade das empresas, que devem apresentar ações de qualificação de produtos e implantação de sistemas da qualidade (SQs). Observa-se crescente número de empresas buscando a certificação de SQs como a série ISO 9000:2000 e ISO/TS 16949^{[21][22][23][24]}, reflexo da mobilização nacional pela busca de atendimento das exigências à participação no mercado global.

O sistema internacional de reconhecimento de certificações de SQs e qualificação de produtos exige uma organização complexa tanto nas ações de certificação de empresas como a disseminação da rastreabilidade metrológica no país^[9].

A dependência do comércio internacional para com a confiabilidade de produtos e suas características de intercambiabilidade necessárias, assim como o atendimento dos requisitos do produto conferem ao sistema nacional de metrologia e certificação alta relevância técnica e estratégica (figura 1.5)^{[4][9][11][22][25][27]}.

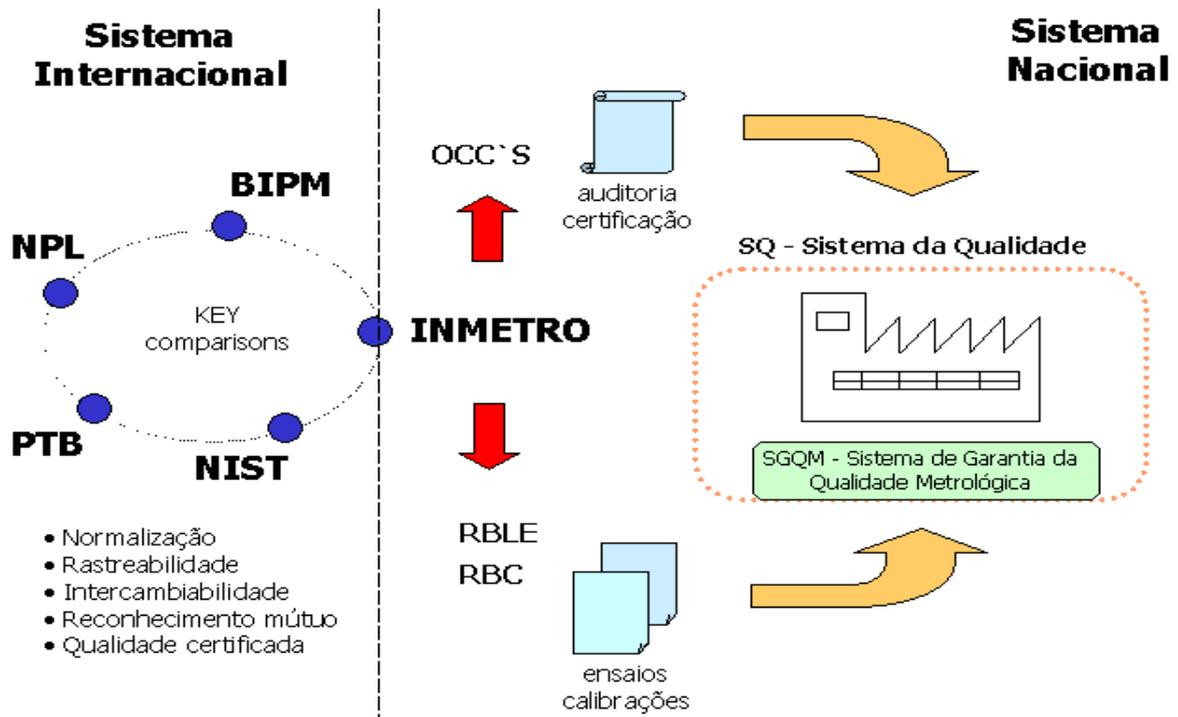


Figura 1.5 - Sistema internacional de certificação de sistemas da qualidade

As auditorias de avaliação de conformidade dos requisitos dos SQs realizadas pelos organismos certificadores credenciados (OCCs) exigem observações particulares no que concerne às atividades metrológicas, pois a avaliação da conformidade com os requisitos do produto é resultado destas operações.

É fundamental a organização nacional sobre os aspectos de disseminação e adoção do sistema internacional de unidades (SI)^[9], através da Rede Brasileira de Laboratórios de Calibração (RBC) e pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios (RBLE). O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO é responsável pela correta aplicação das práticas necessárias ao reconhecimento internacional de nosso sistema de metrologia e certificação, participando de programas internacionais e assinando acordos de reconhecimento mútuo e multilaterais^{[5][11][12]}.

A relevância das atividades metrológicas como função para a confiabilidade de produto e implantação de sistemas da qualidade é tal que o assunto é particularmente tratado pelas normas em requisitos específicos. A gestão das atividades metrológicas aplicadas em processos industriais é complexa e compreende vários aspectos que, inseridos no contexto da garantia da qualidade, denominam-se por sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM)^{[25][27]} (figura 1.6).

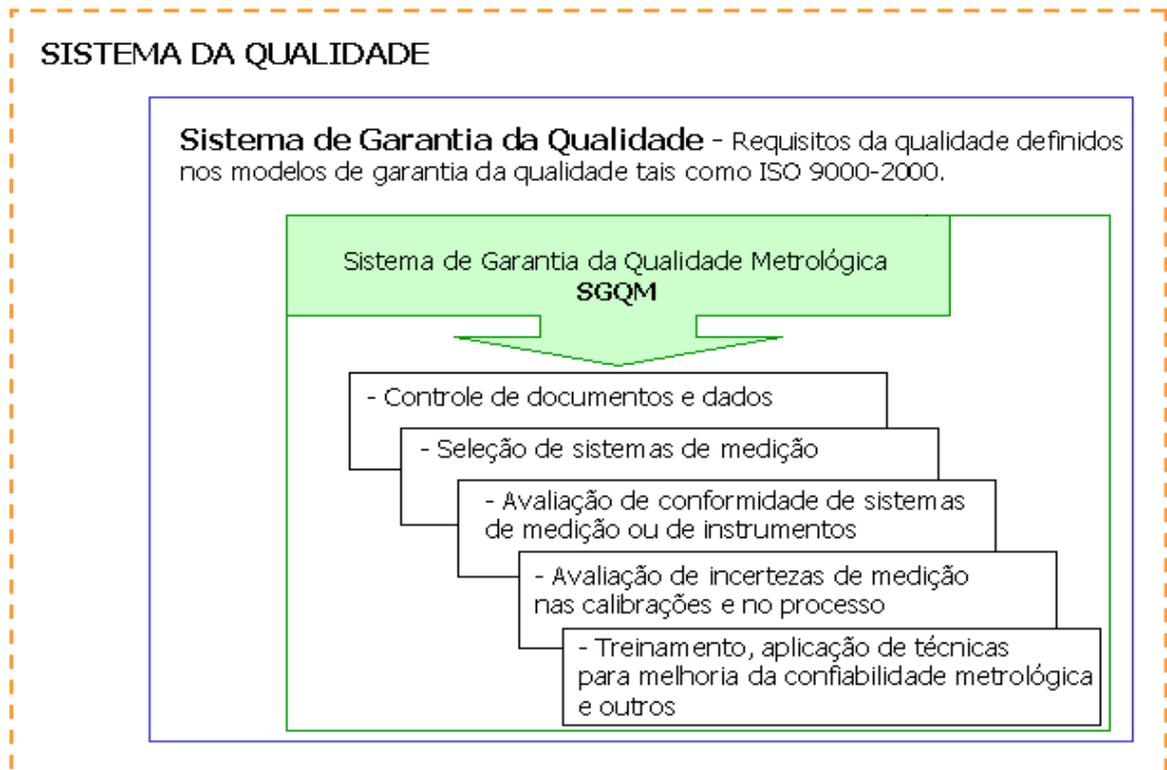


Figura 1.6 - Funções do sistema de garantia da qualidade metrológica – SGQM / adaptada de [25]

1.3 ATIVIDADES METROLÓGICAS ASSOCIADAS À QUALIDADE DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL

O surgimento de departamentos de controle da qualidade, responsáveis pela realização de inspeções e testes, permanentemente preocupados com a identificação e seleção de produtos e componentes defeituosos para reduzir o risco de envio destes aos clientes, estimulou a crença de que a responsabilidade pela produção de qualidade era do departamento que leva este nome. Este conceito incentivou a diminuição dos esforços pela eliminação das causas dos produtos defeituosos e desperdícios, cujas responsabilidades tornaram-se confusas^[15]. A percepção de que confiabilidade de produto e qualidade de produção dependem de ações que envolvem atividades metrológicas muitas vezes não ocorre, inibindo as ações de prevenção e avaliação necessárias a um ótimo controle de produção industrial^{[4] [11]}.

Tecnologias como CEP, controle da qualidade total e método de Taguchi possibilitam, além de melhorias da qualidade, reduções de custos. A metrologia apresenta-se como ferramenta de coleta de dados e diagnóstico para tomada de decisão. As medições fornecem dados importantes para a correção de problemas, reduzindo os retrabalhos, refugos, desperdícios e

perdas de produtividade^{[11][27]}. Quanto mais cedo um desvio ou perturbação possa ser identificado, maiores probabilidades os técnicos terão em evitar problemas que provoquem perdas, as quais poderiam vir a ser detectadas depois da venda ser efetuada e cujo impacto econômico é muito maior^{[4][22][25][28]}.

"As atividades metrológicas viabilizam a quantificação de grandezas necessárias à geração de um bem ou serviço, subsidiando o planejamento, a produção e o gerenciamento dos processos que os produzem" ^[4]

Destacam-se algumas ações que dependem de operações metrológicas no processo de produção industrial, ferramentas para atuação na prevenção de não conformidades e avaliação da qualidade de produtos e processos^[4]:

- Estabelecimento de características de qualidade do produto: As fases de projeto e planejamento da qualidade de produto exigem a definição de aspectos qualitativos, quantitativos, valores nominais e efetivos, desvios e tolerâncias;
- Planejamento de inspeção: Deve ocorrer em sinergia entre o desenvolvimento de produto e o planejamento de processo. Os departamentos envolvidos devem contribuir para a otimização do planejamento da inspeção, para que os dados investigados orientem o processo de melhoria contínua e a otimização de produtos e processos;
- Controle de processo: O monitoramento necessário para o controle do processo exige medições freqüentes de requisitos do produto. As variações encontradas, associadas aos requisitos pré-estabelecidos apresentam o desempenho de capacidade de produção de um processo de fabricação²;
- Controle de produto: Verificação da conformidade com os requisitos, seja em atividades de recebimento de matéria prima ou componentes, seja do produto acabado; são necessárias e estão presentes na forma de medições e ensaios.

A cada ano são gastos milhões de reais em ações para assegurar a qualidade. Afirma-se que nos países mais industrializados, são gastos em torno de 4% do volume total de vendas e, dependendo do nível tecnológico dos produtos, os custos relativos à qualidade (CrQ) – detalhado no capítulo três, atingem entre 5% e 15% do valor dos produtos. Dos recursos investidos em qualidade, somente 10% dos gastos totais são investidos em ações de

² Ver Manual de Referência – Fundamentos de Controle Estatístico de Processo – CEP^[26].

prevenção, 40% são destinados às tarefas de avaliação e os demais 50% são provenientes dos defeitos e suas consequências^[28].

É importante salientar que a metrologia mal equacionada pode elevar as perdas, assim como a metrologia bem equacionada está diretamente associada à situação de máximo ganho^{[27][28]}. Os investimentos em atividades de prevenção e avaliação promovem a redução de falhas internas e externas, havendo neste processo um ponto ótimo, de custo mínimo (detalhamento no capítulo três).

1.4 CENÁRIO DA METROLOGIA NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

A gestão das atividades metrológicas nas empresas enfrenta dificuldades conceituais e técnicas dos profissionais envolvidos com o sistema de gestão da qualidade metrológica (SGQM). A ausência de um fluxo ordenado de informações com função de disponibilizar dados confiáveis e imediatos aos departamentos envolvidos inibe os processos de tomada de decisão, dependentes de informações metrológicas. Por outro lado, a funcionalidade do ambiente industrial não caracteriza a integração do sistema de informação de dados entre os departamentos de engenharia de produto e projeto, planejamento de processo, produção e gestão metrológica. O fluxo desordenado de informação implica em falhas e perdas de oportunidade de melhorias no processo (figura 1.7)^{[4][27]}.

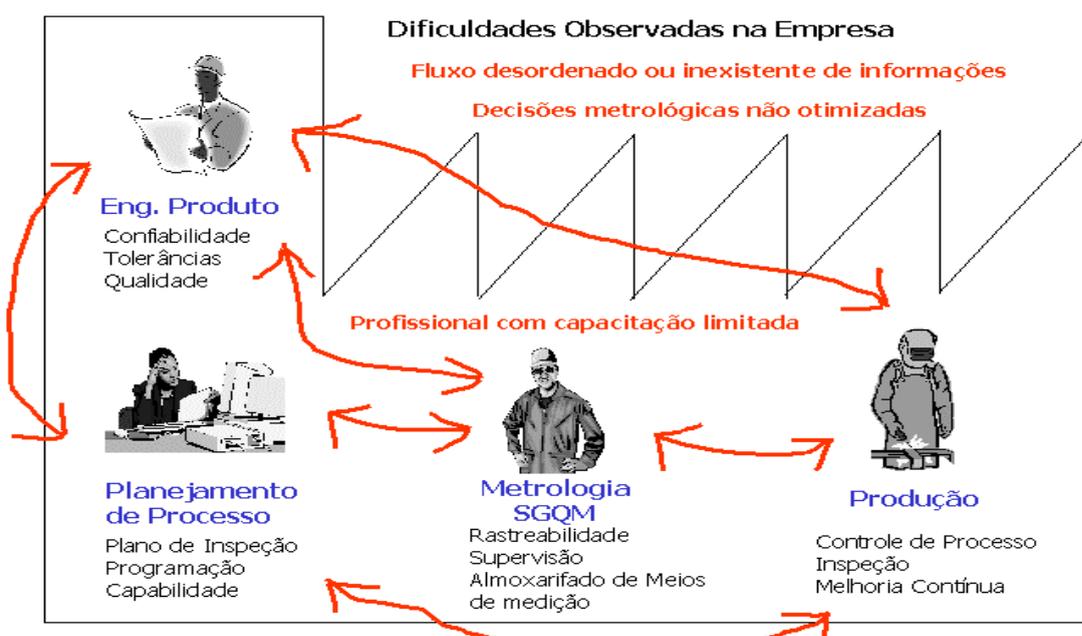


Figura 1.7 - Deficiências do SGQM na empresa

As funções do SGQM são freqüentemente debilitadas e aplicadas fundamentalmente com objetivo ao atendimento dos requisitos dos sistemas da qualidade, o que caracteriza, entre outras deficiências, a falta de cultura metrológica. A função do SGQM para a melhoria dos processos de fabricação e da qualidade do produto é freqüentemente desordenada^[25].

Ocorrem dificuldades nos processos de certificação de sistemas da qualidade pelo atendimento dos requisitos metrológicos, esta dificuldade associa-se a recursos humanos pouco qualificados na implantação e gestão do sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM) (figura 1.8). Este problema é agravado pela descrição superficial dos requisitos, por parte das normas e manuais técnicos, potencializando as dificuldades de entendimento dos profissionais responsáveis^{[25][29]}, tanto pela sua implantação na empresa quanto pelas auditorias de certificação.

Conclui-se que muitos dos responsáveis pela implantação e gestão das atividades metrológicas (AM) nas empresas não apresentam o domínio técnico necessário para assegurar o atendimento aos requisitos mínimos estipulados pelas normas de sistemas da qualidade (SQs). O resultado da prática e gestão das atividades metrológicas não é confiável.

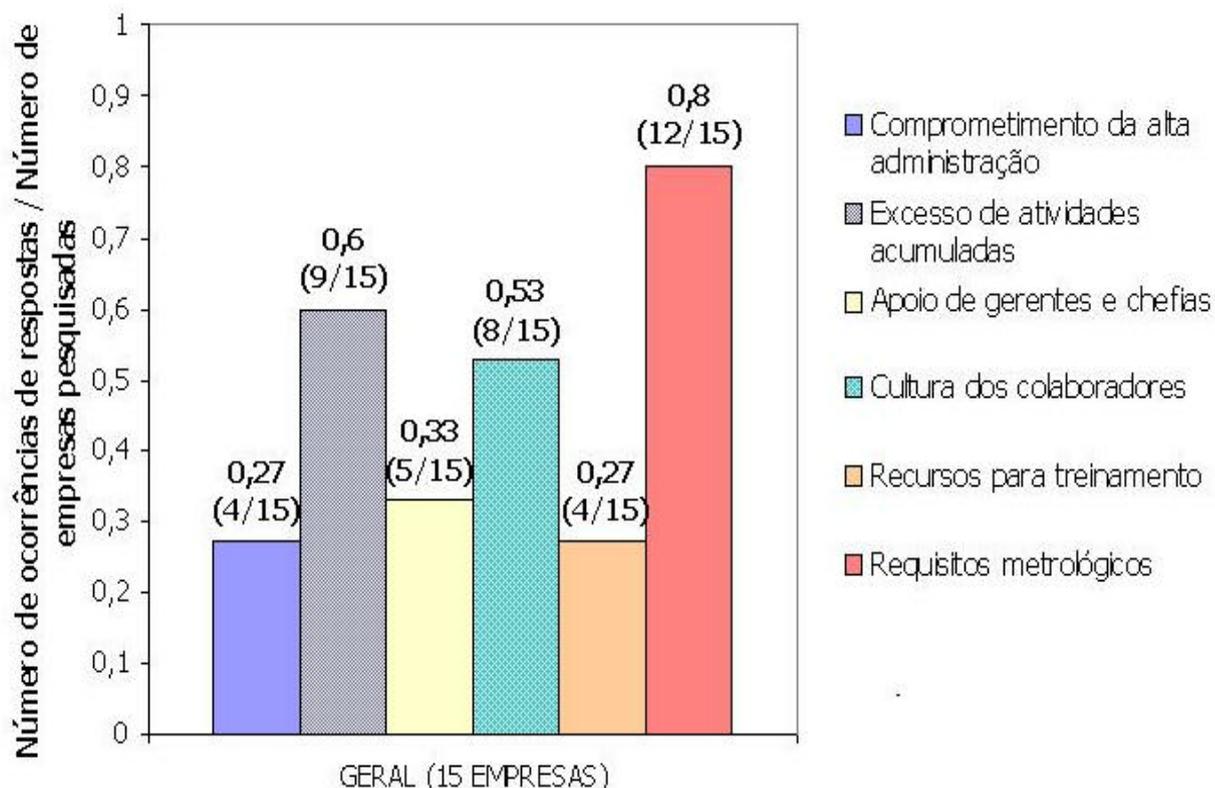


Figura 1.8 - Dificuldades na Certificação da Qualidade ^[19]

As empresas demandam a contratação de serviços de calibração, ensaios, treinamento e consultoria aos laboratórios prestadores de serviços (LPS) e centros tecnológicos (CT). Estes prestadores de serviço também apresentam dificuldades conceituais, assim como o domínio técnico de suas atividades freqüentemente é questionado.

As soluções oferecidas às empresas são dispersas e desintegradas, destacando-se os poucos LPS e CT que oferecem serviços que atendam plenamente as necessidades dos seus clientes (calibração, ensaios, gerenciamento dos sistemas de medição, treinamento, consultoria, pesquisa e desenvolvimento entre outras)^[5].

O problema da prestação de serviços de assistência metrológica industrial deve ser abordado sobre dois aspectos:

- Dificuldade de competência técnico-administrativa: Problemas relacionados com a qualidade e confiabilidade das informações, agilidade de serviços, custos da prestação de serviços, transferência do conhecimento técnico, eficiência comercial;
- Dificuldade de fornecimento de soluções integradas e plenas: A oferta de serviços e sua diversidade não atendem todas as demandas dos clientes, os serviços são oferecidos e disponibilizados sem integração com os diversos departamentos da empresa, nota-se pouco uso da tecnologia da informação para quebrar barreiras e potencializar soluções.

O problema relacionado com as deficiências na aplicação correta e otimizada da metrologia seja pela empresa, seja pelos seus prestadores de serviços associados, destacados pela figura 1.9, contribui para a redução da capacidade competitiva das empresas, que apresentam dificuldades de gestão do processo industrial, certificação e desenvolvimento de produtos.

As conseqüências deste *status* na aplicação das atividades metrológicas nas empresas são:

- Dificuldades de implementação do SGQM e do sistema da qualidade;
- Dificuldades de aplicação de um sistema eficiente de melhoria contínua;
- Custos elevados causados pelas falhas e desperdícios.

Estes aspectos implicam em problemas de certificação de sistemas de qualidade e produtos, reduzindo a competitividade global, vendas e exportações.

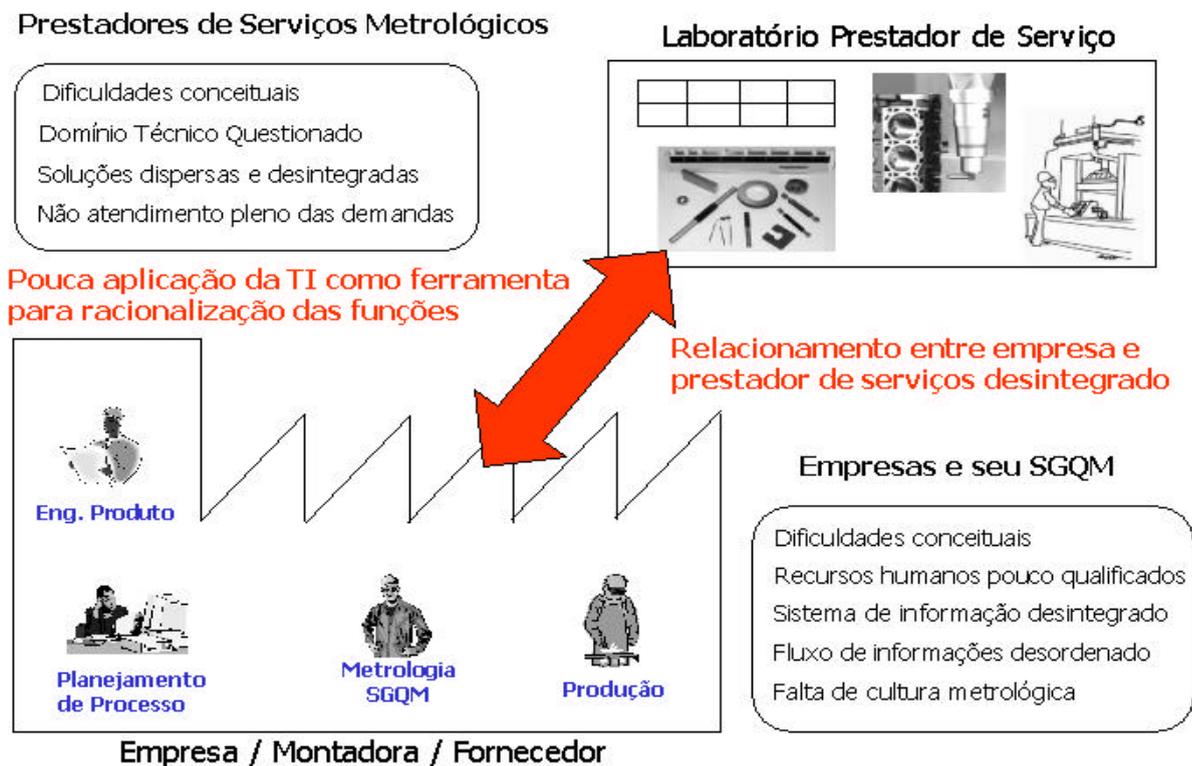


Figura 1.9 - Relação entre empresa e prestador de serviço metrológico – problemas metrológicos

As dificuldades para a obtenção de certificações de empresas e os elevados custos relativos à qualidade (CrQ), com componentes significativas de falhas e desperdícios, reduzem os níveis de exportação. A metrologia, em muitos casos, está contribuindo para os prejuízos nacionais à medida que não está sendo corretamente aplicada.

1.5 PROPOSTA DE TRABALHO

A constatação do potencial da tecnologia da informação e comunicação (TIC) associada à solução de deficiências na aplicação das atividades metrológicas (AM) nas empresas e pelos seus prestadores de serviços destaca o desenvolvimento de uma solução através da prestação de serviços e assessoramento remoto, que está sendo objeto de um mobilizador projeto de pesquisa e desenvolvimento conjunto entre Universidade Federal de Santa Catarina/Labmetro e Fundação CERTI^[30].

O conceito de assistência metrológica industrial (AMI) contempla a prestação de serviços e assessoramento às empresas em todas as suas demandas por atividades metrológicas (AM) compreendidas no processo de produção:

- Atividades metrológicas associadas aos sistemas da qualidade e confiabilidade de produto;
- Atividades metrológicas associadas à qualidade de produção industrial.

O desenvolvimento da solução que concebe um Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos – LASAR, apresenta uma ferramenta inovadora, ágil e eficiente para a assistência metrológica industrial (AMI), mas que, sobretudo deve apresentar ganhos econômicos às empresas associadas.

O objeto de estudo deste trabalho propõe a constatação da eficiência do LASAR, sendo necessário o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação econômica das atividades metrológicas na empresa, destacando a situação atual e os resultados econômicos possíveis e estimados com a prestação de serviços e assessoramento remotos por um laboratório prestador de serviço (LPS) / centro tecnológico (CT) qualificado.

O início do trabalho exigiu a percepção dos conceitos do LASAR, envolvendo o domínio do processo de integração da tecnologia da informação e comunicação às atividades metrológicas, qualificação do *status* atual da aplicação da metrologia e seu sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM) nas empresas e nos laboratórios prestadores de serviços, cujas constatações são apresentadas no capítulo 2.

O planejamento do trabalho previu o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação econômica das atividades metrológicas, que envolve o domínio das técnicas avançadas de gestão de custos e dos custos relativos às atividades metrológicas (CrAM). Estes conceitos possibilitaram o desenvolvimento de um método inovador de avaliação destes dados. A constatação da eficiência do método de avaliação econômica das atividades metrológicas ao atendimento de seus objetivos exigiu a sua aplicação prática em empresas. O desenvolvimento do método e a apresentação de dois estudos de caso aplicados estão contidas no Capítulo 3.

A observação da prática nas empresas gerou dados suficientes para o desenvolvimento da demonstração da racionalização das atividades metrológicas (AM) obtida pela aplicação dos conceitos do LASAR. Esta demonstração foi efetuada de maneira simulada e a análise dos benefícios econômicos obtidos pela contratação do LASAR é descrita no Capítulo 4.

Como resultado do trabalho desenvolvido demonstra-se que é possível a avaliação econômica das atividades metrológicas nas empresas, de forma segura e estratificada, o que auxilia muito o processo de tomada de decisão. Concomitantemente, é possível justificar economicamente a expectativa de melhoria nos ganhos das empresas pela aplicação do LASAR.

Capítulo 2

Aplicação da Tecnologia da Informação e Comunicação para a Prestação de Serviços Metrológicos e Assessoramento Remotos

Percebe-se que o conceito de desenvolvimento de processos de gestão de negócios, produção industrial, transferência de conhecimento, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e produtos, associa-se intimamente com o desenvolvimento dos recursos de informática (*hardware e software*) e recursos da tecnologia da informação e comunicação (TIC).

Os processos de gestão das atividades metrológicas, assim como o fornecimento de serviços de metrologia pelos laboratórios prestadores de serviço (LPS) ou pelos centros tecnológicos (CT) apresentam potenciais aplicações da TIC para a maximização de ganhos econômicos para ambas as partes. As iniciativas observadas apresentam aplicações diversas, mas que ainda não empregam a TIC plenamente, de maneira integrada e eficaz para o atendimento do universo de demandas industriais por assistência metrológica industrial (AMI).

Apresenta-se neste capítulo o cenário de aplicação da TIC para a assistência metrológica industrial - proposta denominada LASAR, assim como a relevância econômica das atividades metrológicas na composição dos Custos Relativos à Qualidade (CrQ).

2.1 O DESENVOLVIMENTO DA INFORMÁTICA E COMUNICAÇÃO

O desenvolvimento acelerado da tecnologia da informação e comunicação (TIC) e sua aplicação, a favor do desenvolvimento da sociedade, destaca a importância do estabelecimento de competências para que as empresas e trabalhadores, se utilizem destas ferramentas na transformação da informação em conhecimento, introduzindo racionalização e flexibilidade aos processos produtivos e comerciais. A aplicação da TIC associada às atividades de comércio, indústria, governo e educação apresenta a função de formação de uma sociedade da informação, condição essencial para as pessoas, empresas e organizações estarem aptas a lidar com o novo, estimulando a criação, liberdade e autonomia^[17].

A intensificação do comércio eletrônico estabelecido pela disseminação do uso da *internet* apresenta infinitas possibilidades de interação entre as funções destacadas pela figura 2.1^{[16][17]}.

- B2B (*business-to-business*): Transações entre empresas;
- B2C / C2B (*business-to-consumer/consumer-to-business*): Transações entre empresas e consumidores;
- B2G/G2B (*business-to-government/government-to-business*): Transações envolvendo empresas e governo;
- C2C (*consumer-to-consumer*): Transações entre consumidores finais.

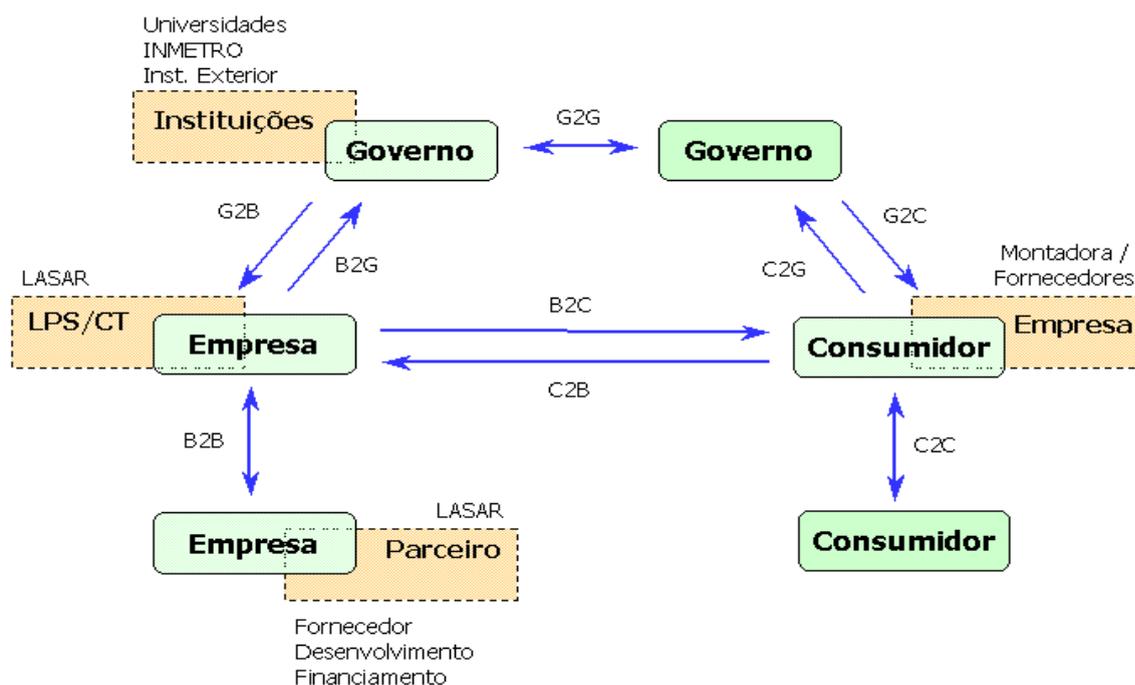


Figura 2.1 – Ambiente de negócios eletrônicos sob foco do LASAR / adaptada de [17]

É possível observar a dinâmica do relacionamento das funções de comércio, trabalho e governo. A intensificação do uso da TIC para agilizar e potencializar a eficiência nas transações entre o mercado, as empresas e o governo é essencial para o desenvolvimento do país segundo o modelo de transação econômica atual.

A percepção de que a TIC pode ser aplicada como ferramenta de auxílio para o estabelecimento de diferenciais competitivos, seja pelas empresas como estratégia de integração com o mundo, seja pelas pessoas como forma de capacitação e atualização pessoal, é fundamental. A cada dia as técnicas de trabalho e de formação de pessoas apresentam maior sinergia com a transmissão de dados e informações pela *internet*. Sua capacidade de aproximação de pessoas e disposição de dados em tempo real é um novo pressuposto para a sociedade integrada global que conta com a quebra das barreiras espaciais e temporais em suas estratégias e ações do dia a dia.

O estabelecimento e uso de sistemas de informação em empresas, com função voltada à informação imediata e disponível a todos os colaboradores deve ser utilizado como diferencial competitivo. A disponibilização de dados e informações com a velocidade do pensamento possibilitam uma inteligência organizacional ágil, conferindo eficiência e segurança ao processo de tomada de decisão, diferencial competitivo essencial frente aos desafios das empresas classe mundial - WCM^{[18][31][32]}.

O fluxo rápido de informações proveitosas para dinamizar processos, elevar a qualidade e melhorar a execução dos negócios permite às empresas ações rápidas e soluções anteriormente não disponíveis. Os fabricantes vão se diferenciar uns dos outros pela qualidade de projetos, pelo modo racional de utilização do *feedback* de seus clientes para a melhoria e evolução de produtos e serviços, pela rapidez com que aperfeiçoam seus processos de produção, pela habilidade e eficácia na comercialização e distribuição dos produtos e pela sua proximidade e nível de interatividade com o cliente^{[15][16][17][18][31]}.

As possibilidades de aplicação da tecnologia da informação e comunicação (TIC) para auxiliar a assistência metrológica industrial (AMI) são igualmente potencializadas, com possibilidades de melhoria no atendimento das demandas de soluções metrológicas em todas as fases do ciclo de vida de produtos. A avaliação econômica das atividades metrológicas, detalhada no capítulo 3 - será favorecida pela aplicação maximizada destas tecnologias e conhecimentos^[12].

2.2 ATIVIDADES METROLÓGICAS APOIADAS PELA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

As possibilidades de aplicação das técnicas de TIC para a prestação de assistência metrológica industrial são inúmeras e favoráveis à melhoria do desempenho de suas funções; percebem-se iniciativas que utilizam tais princípios e ferramentas, porém, de forma desintegrada.

2.2.1 Emprego da tecnologia da informação às atividades metrológicas

Simultaneamente à acelerada evolução de tecnologias de *hardware*, *software* e comunicação de dados, ocorre o desenvolvimento de novos sistemas de medição, integrando estas tecnologias. Sistemas de aquisição e transmissão de dados automatizados apresentam papel fundamental na evolução de processos industriais (automação e robótica).

Sistemas de suporte à gestão das atividades metrológicas nas empresas são oferecidos pelo mercado, como exemplo cita-se: CEP (na sua função de aquisição de dados), sistema de cálculo de incertezas, sistema de gerenciamento e seleção dos sistemas de medição. Também se observa a aplicação de sistemas e *softwares* para a organização de documentos e registros necessários ao atendimento dos requisitos de sistemas da qualidade (SQs) e do sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM). Todas as opções citadas anteriormente apresentam aplicação para o aumento da eficácia na implantação e gestão destes sistemas.

Iniciativas de apoio às atividades metrológicas pelo uso da informatização e desenvolvimento de *softwares* são observadas, principalmente com aplicação voltada à gestão da qualidade assistida por computador (CAQ – *Computer Assurance Quality*), apresentando função principal na execução da gestão e processamento de informações da qualidade. Da mesma forma são observadas iniciativas de assistência metrológica industrial (AMI) utilizando-se da *internet* como canal de comunicação entre os laboratórios prestadores de serviço (LPS), centros de tecnologia (CT) e as empresas, referências interessantes para a análise das funções propostas pelo LASAR.

O cenário atual de AMI e serviços que se associam com tecnologia da informação e comunicação (TIC) apresenta as seguintes iniciativas^[30]:

- Rede de computadores que utilizam *internet* para a integração de dados e videoconferências, intercomparações laboratoriais e compartilhamento de dados entre laboratórios - (MEASUREnet-gov / SIMnet / *National Measurement Partnership* – NMP);

- Monitoramento e diagnóstico de desempenho de Sistemas de Medição (SM) em empresas, utilizando a *internet* para a redução dos custos e aumento da qualidade e frequência dos serviços - (*Physikalish Technische Bundesanstalt – PTB*);
- Prestação de serviços de gerenciamento de sistemas de medição (GSM), com utilização da *internet* como acesso ao banco de dados, com funções de supervisão e controle de rastreabilidade - (METRINET – Unimetrik / Centro Tecnológico de Metrologia – CTM);
- Portais de acesso que utilizam a *internet* para a difusão e promoção da metrologia, disponibilizando informação e *links* - (*Portal Rede Nacional de Metrologia – RNM / Quality Online / Metrology Wolrd.com / Metrológica / Help-temperatura*);
- Desenvolvimento de *software* e sistemas de automação de processos laboratoriais - (*Cali / Softexpert / Fluke / JonSue Informática / Autolab – Automa / SGM – ITEP*).

As iniciativas indicadas não apresentam soluções para a assistência metrológica industrial (AMI) que utilize plenamente a tecnologia da informação (TIC) para o atendimento das demandas de atividades metrológicas (AM) ocorridas em todo o ciclo de vida do produto. Nota-se que as soluções oferecidas desenvolvem competências para o atendimento dos requisitos apresentados pelos sistemas da qualidade (SQs) – ISO 9000:2000, ISO-TS 16949, QS 9000, ISO/IEC 17025. Falta nestas iniciativas o foco do negócio de prestação de serviços de assistência metrológica industrial (AMI) voltado para a aplicação das atividades metrológicas (AM) como auxílio para o desenvolvimento de processos de gestão industrial e inovação de produtos, ferramenta para a redução dos desperdícios e não conformidades, proposta como uma solução completa e integral.

2.2.2 O problema das ações desintegradas

É freqüente a aplicação da TI como ferramenta de apoio às atividades metrológicas, porém, em ações desintegradas. As iniciativas observadas apresentam soluções pontuais, voltadas a necessidades específicas. O contexto de sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM) e AMI não é assistido por fornecedores que disponibilizem uma solução abrangente, global e robusta, de acordo com as possibilidades do uso da TIC^{[5][30]}. A ausência do fornecimento de soluções integradas pela TIC para o atendimento das demandas de empresas por AMI é função da dificuldade de estabelecimento de competência técnica dos laboratórios prestadores de serviço (LPS) e centros tecnológicos (CT), dentre outras dificuldades. A visão de que a metrologia bem equacionada nas empresas causa a situação de máximo ganho não é

percebida e disseminada nas empresas, tampouco pelos prestadores de serviços, limitando as ações ao atendimento dos requisitos das normas. Perdem as empresas em sua eficiência e os prestadores de serviços por deixarem de atender tais demandas^{[5][25][27][30]}.

2.3 O SISTEMA LASAR

O Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos – LASAR contempla o desenvolvimento de uma solução para a AMI, que utiliza a TIC como ferramenta integradora, sistêmica e disseminadora do conhecimento técnico metrológico necessário às empresas. A idealização da proposta exige definições sobre objetivos e condições de contorno para o estabelecimento de suas funções e *status* de implantação.

2.3.1 Contexto geral e desafios

Nota-se que já ocorre a utilização da TIC para a prestação de serviços de AMI, porém, o conceito LASAR – Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos, estabelece como premissa a competência do laboratório prestador de serviço (LPS) ou centro tecnológico (CT) para a oferta de assistência metrológica industrial (AMI).

Serviços de capacitação e treinamento em metrologia, prestação de serviços metrológicos, projetos e assessoramento metrológico, serão demandados como atividades e ações integradas a todo o ciclo de vida do produto, assim como ao processo de evolução contínua, pesquisa e desenvolvimento^{[30][33]}. Destacam-se como aspectos favoráveis ao desafio:

- Potenciais aplicações de *e-business*^[17];
- Demandas observadas no segmento de prestação de serviços metrológicos^{[30][33]};
- Importância econômica^{[2][6][9][34]}.

A concepção do sistema LASAR, que se desenvolve no âmbito do Labmetro da Universidade Federal de Santa Catarina e da Fundação CERTI, estabeleceu condições de contorno iniciais para o atendimento do requisito competência técnica do LPS/CT. Estes requisitos vão de encontro às competências da CERTI como centro tecnológico e restringem o universo da proposta de implantação do projeto LASAR:

- Empresa do ramo industrial;
- Pequeno e médio porte (preferencial ou inicialmente);

- Setor metal-mecânico – autopeças / produção seriada;
- SQ implementado ou com decisão de implantação;
- Demandas por soluções metrológicas principalmente da área dimensional.

2.3.2 Definição do sistema LASAR

O sistema LASAR apresenta soluções de assistência metrológica industrial como forma de atendimento de deficiências observadas no tratamento das atividades de SGQM e no seu relacionamento com os LPS e CT. Suas funções atendem aos objetivos de^[30]:

- Disponibilizar informações;
- Gerenciar sistemas de medição;
- Incentivar atividades para a confiabilidade metrológica de medições;
- Prover educação e treinamento;
- Prover avaliação econômica da atividade metrológica.

As decisões das empresas para atender as exigências de confiabilidade de produtos por meio da qualificação e certificação de sistemas de qualidade (SQs), processos de gestão e desenvolvimento e melhoria contínua serão auxiliadas positivamente com o sistema LASAR, a partir do domínio das funções metrológicas inseridas nas ações de Planejamento, Controle e Avaliação da Qualidade (PCAQ).

A competência do LPS/CT exige uma estrutura laboratorial fornecedora de serviços com reconhecimento de competência técnica, assim como uma equipe de especialistas em metrologia e processos industriais, aptos a aplicar conhecimentos e técnicas a favor da empresa contratante^{[30][33]}.

Caracteriza-se a estrutura de apoio e operacionalização do LASAR como um grande servidor de dados, e armazenador de informações, suportado por estações de administração, gestão e desenvolvimento. Condições de segurança e agilidade de transmissão de dados devem ser asseguradas em transmissões de informação em formato de dados, som e imagem. A disseminação da informação na empresa se dará a partir de um ou mais Pontos de Presença (PP), na forma de um terminal de computador com uma interface amigável para usuários diversos (figura 2.2).

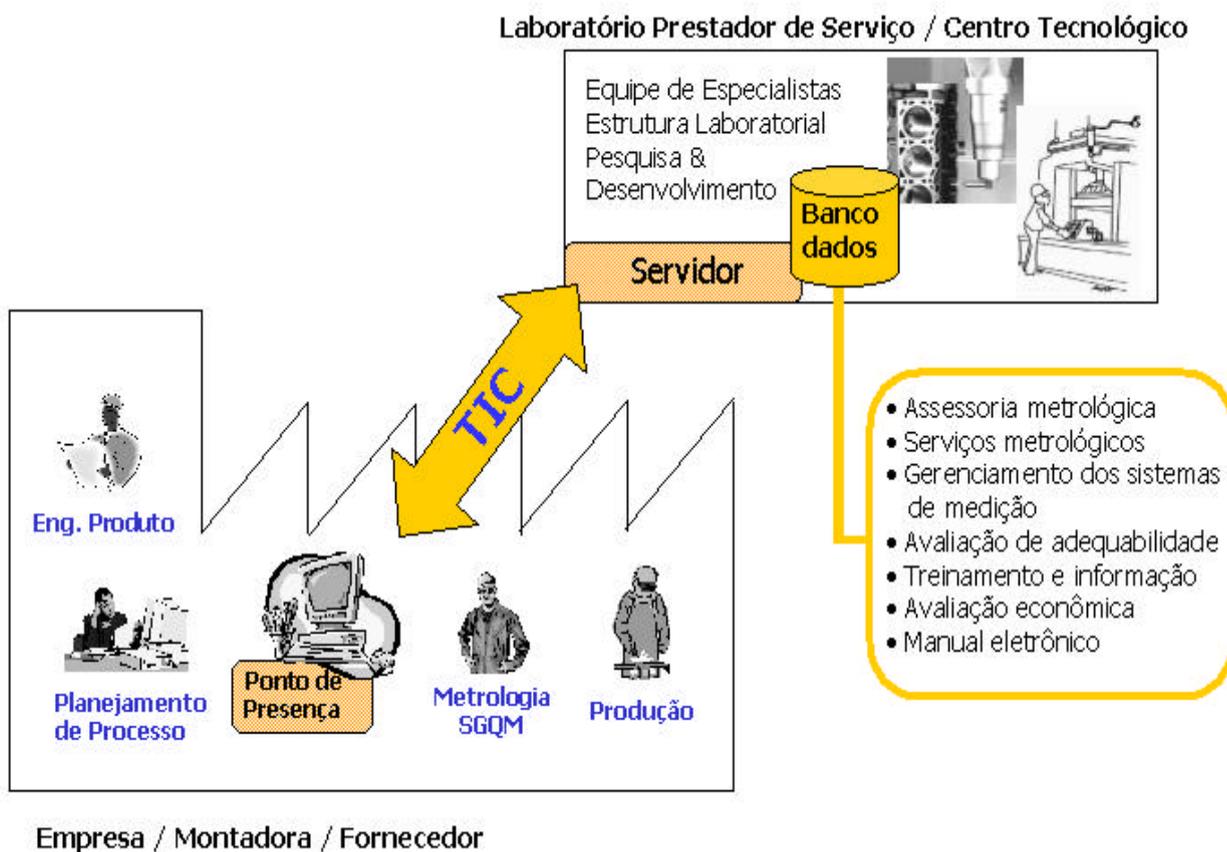


Figura 2.2 – Cenário da assistência metrológica industrial no contexto do LASAR

O processo de integração do LPS/CT com as empresas e o incentivo à formação da cultura LASAR será facilitado pela figura do disseminador, profissional treinado na utilização do PP e das ferramentas por ele dispostas para a efetivação da AMI. As funções do sistema LASAR irão oferecer aos usuários, em sua plena utilização, práticas de^{[29][30]}:

- Consultas a normas, metodologias, informações e FAQ's;
- Acesso à capacitação e treinamento remoto;
- *Link's* com fornecedores de serviços de AMI, instituições e CT parceiros;
- Assessoria remota por serviços de transmissão de imagem, dados e som simultâneo;
- Acesso a metodologias básicas – módulos iniciais:
 - Gerenciamento de sistemas de medição;
 - Sistema de melhoria da confiabilidade metrológica das medições;
 - Estudos de adequabilidade de processos de medição;
 - Avaliação do impacto econômico das atividades metrológicas.

O LASAR como forma de AMI entre LPS/CT e empresa, destacado pela figura 2.3, irá favorecer os aspectos de^[30]:

- Fortalecimento da atenção das atividades da empresa no seu foco de negócio.
- Redução de custos industriais e da prestação de serviços pelo LPS / CT;
- Domínio da técnica nas empresas e usuários do PP;
- Eficiência na prevenção de falhas;
- Integração de sistemas de planejamento, controle e avaliação da qualidade (PCAO);
- Aplicação da TIC rompendo barreiras geográficas e de tempo;
- Capacitação de recursos humanos;

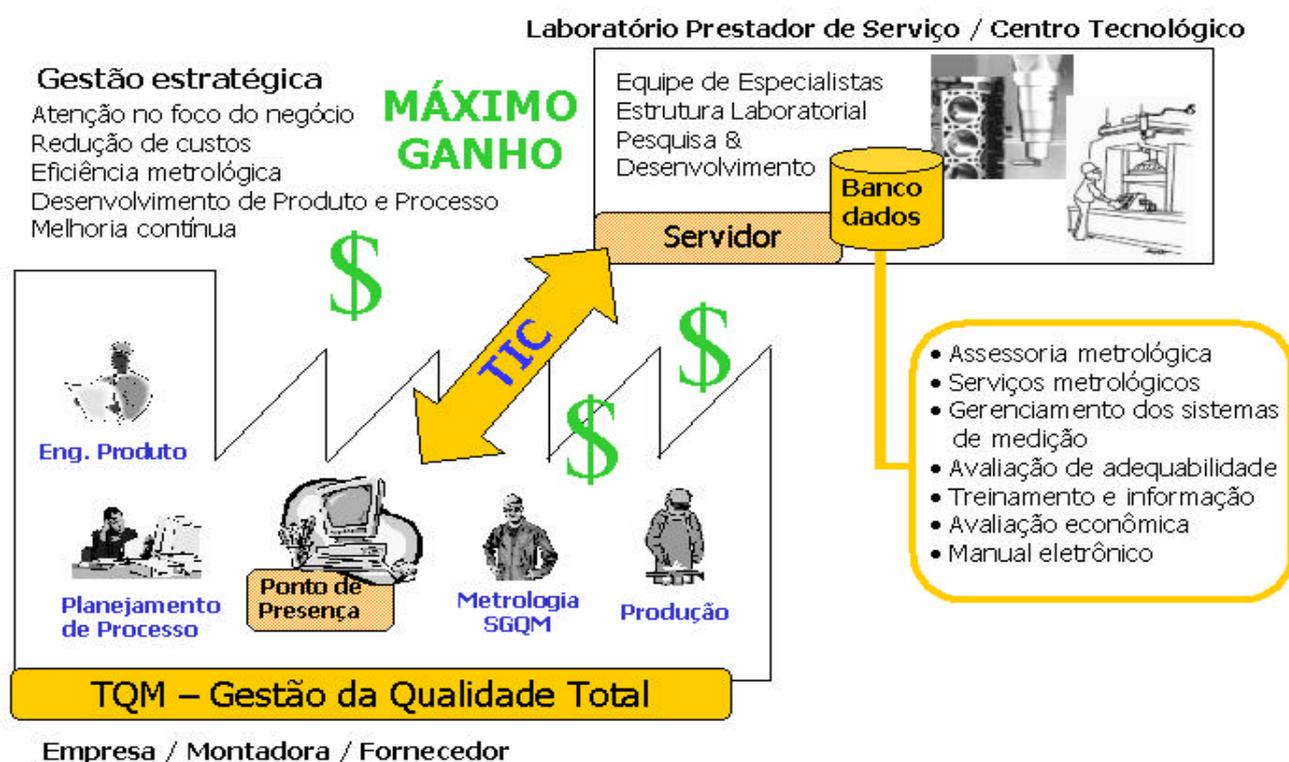


Figura 2.3 – O sistema LASAR integrado à empresa

2.3.3 Status atual do desenvolvimento

O projeto LASAR, que se desenvolve no âmbito da Fundação CERTI, que apresenta-se como Centro Tecnológico (CT) e Labmetro/UFSC, contribuindo na investigação técnico-científica, envolve o trabalho de uma tese de doutorado e quatro dissertações de mestrado, que apresentam como fases já concluídas:

- Coleta de informações;
- Desenvolvimento de conceitos;
- Execução da primeira rodada de estudos de caso – diagnóstico.

A previsão para a aplicação dos conceitos e práticas desenvolvidas até o momento, pela aplicação piloto do sistema LASAR em empresas envolve as seguintes etapas futuras^[30]:

- Desenvolvimento de metodologias;
- Execução da segunda rodada de estudos de caso – avaliação das metodologias;
- Desenvolvimento de protótipo e infra-estrutura para sua implementação;
- Execução da terceira rodada de estudos de caso – aplicação piloto e validação.

2.4 O LASAR E SEU IMPACTO ECONÔMICO PARA AS EMPRESAS

O sistema LASAR justifica-se pelo fato de que a metrologia bem equacionada nas empresas possibilita a situação de máximo ganho. Sua interferência sobre o sistema da qualidade (SQ), planejamento, controle e avaliação da qualidade (PCAQ), sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM) e assistência metrológica industrial (AMI), aplicando a metrologia de forma mais eficaz e econômica causará ganhos atualmente não mensuráveis pela redução de desperdícios e perdas.

A visão de que metrologia é um investimento rentável será compartilhada na medida que os resultados obtidos pela eficiência metrológica industrial se caracterizar através de valores monetários.

As empresas, na sua maioria, analisam investimentos em metrologia de maneira isolada e desintegrada de suas implicações e melhorias causadas nos processos de fabricação e gestão, assim como os seus possíveis retornos econômicos. Não obstante, quando são praticadas análises de retorno de investimentos e avaliação econômica, os métodos de análise de custos utilizadas baseiam-se em sistemas por absorção e rateio – detalhados no capítulo 3 - técnicas consideradas ineficientes pela mutação dos consumos de recursos das empresas de classe mundial.

2.4.1 Interferência das atividades metrológicas nos resultados econômicos das empresas

As iniciativas de controle dos custos relativos à qualidade (CrQ) observadas nas empresas dos países em que o sistema de gestão de custos relativos à qualidade é empregado em larga escala, apresentam os seguintes resultados: EUA – 10 % a 20 %, Japão – 2,5 % a 4 % do

seu faturamento bruto^{[28][37]}.

Em muitas economias, dependendo dos níveis de competitividade, este percentual é muito próximo do lucro das empresas, exigindo a análise e monitoramento contínuo de sua composição e comportamento para ações de tomada de decisão estratégica. Portanto, a função de gestão econômica não deve ser deixada de lado, sua administração é estratégica para as empresas.

O reconhecimento de que investimento em qualidade é importante, é destacado com relevância, porém, primeiramente com justificativa na exigência dos consumidores e em segundo lugar pelos resultados em redução de custos. Já foram discutidas as características do mercado globalizado, que encara a qualidade como um requisito mínimo de fornecimento, tornando estratégica a função de redução de custos dentro das empresas, promovendo o seu potencial de competitividade (figura 2.4).

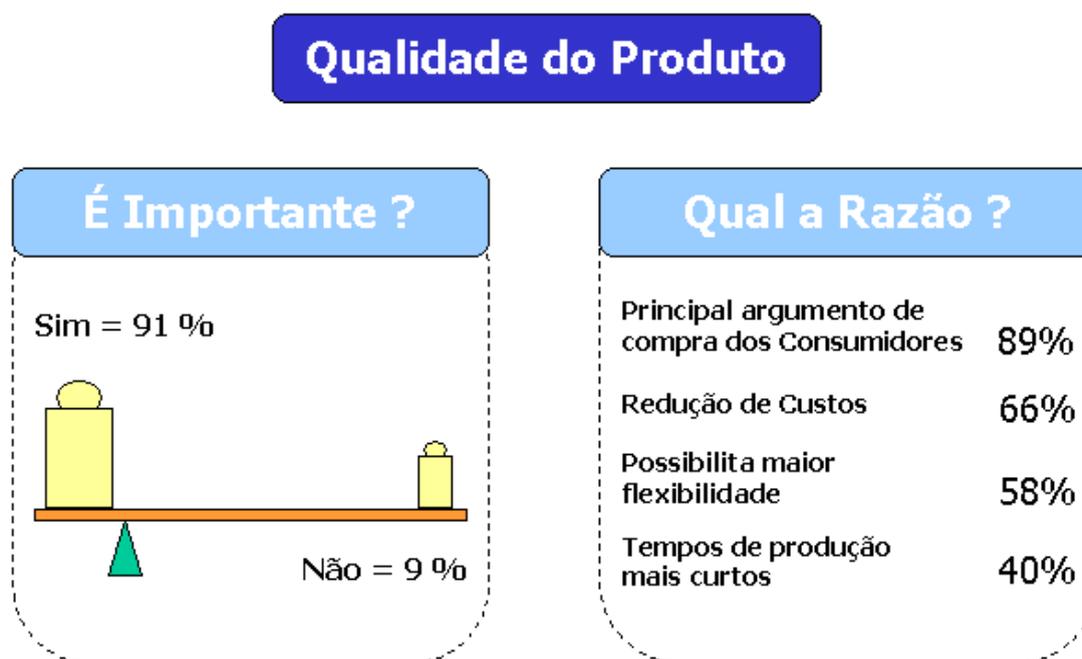


Figura 2.4 – Importância da qualidade para os empresários europeus / adaptada de [28]

A presença de custos relativos às atividades metrológicas (CrAM) inseridos nos custos relativos à qualidade (CrQ) destaca sua contribuição em níveis acima dos valores normalmente estimados pelas empresas – detalhamento no capítulo 04 – portanto, sua estratificação é essencial e estratégica para o processo de tomada de decisão (figura 2.5).

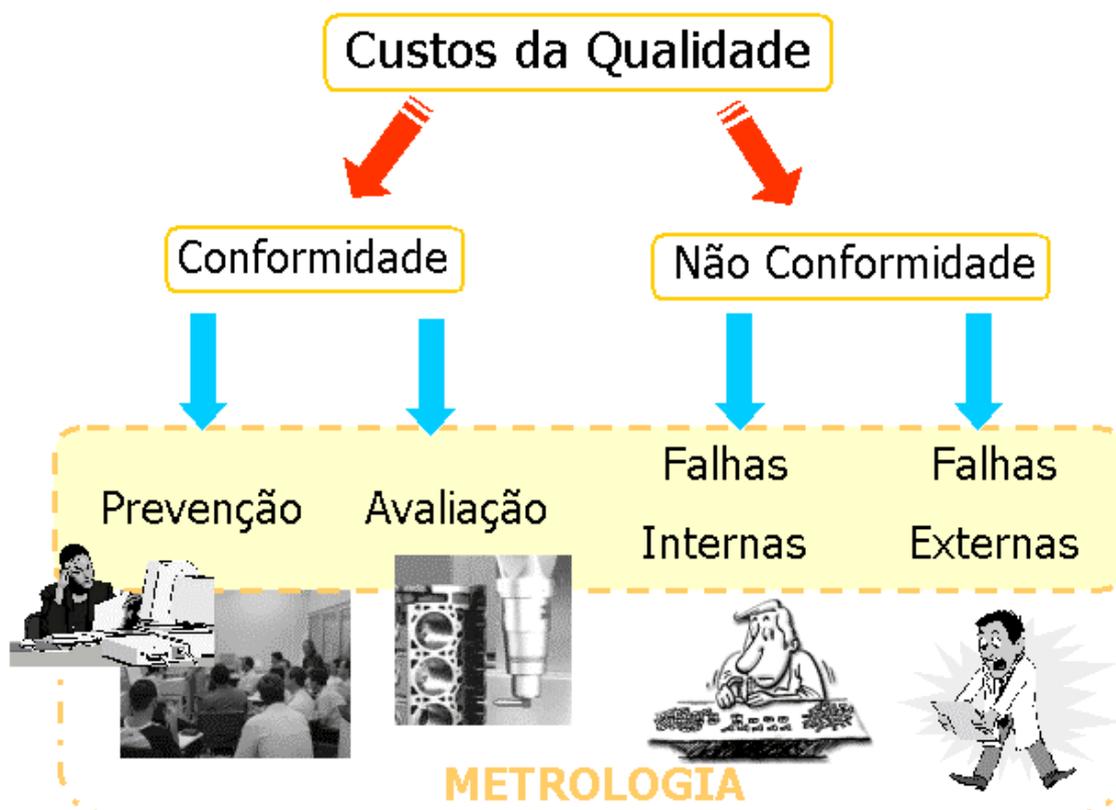


Figura 2.5 – Custos Relativos às Atividades Metrológicas (CrAM) inseridos nos Custos Relativos à Qualidade (CrQ)

A expectativa pela obtenção de níveis consideráveis de participação de CrAM nos CrQ causada por todas as afirmações anteriores, associada à necessidade de desenvolvimento de uma metodologia de estratificação e identificação das contribuições das AM nas empresas estimulou o desenvolvimento deste trabalho.

2.4.2 A importância do acompanhamento dos custos relativos às atividades metrológicas

As técnicas de avaliação econômica são tradicionalmente aplicadas para o acompanhamento e auxílio nos processos de tomada de decisão. A visão de que o tratamento dos custos relativos à qualidade (CrQ) não estratifica os custos relativos às atividades metrológicas (CrAM), pela convenção de que estes não contribuem significativamente na sua composição, indica práticas que provavelmente distorcem as informações para ações de melhoria de processos e investimentos afins. Da mesma forma, os cálculos de retorno econômico de investimentos em metrologia não são claros na demonstração de seus retornos, incentivando a menor relevância dada às atividades metrológicas nos processos industriais.

A importância das atividades metrológicas, presentes nos sistemas da qualidade, controle de processos industriais, garantia da confiabilidade de produto e processo de pesquisa e desenvolvimento nas empresas, revela a necessidade do monitoramento do seu consumo de recursos e impacto sobre os custos relativos à qualidade. A estratificação dos custos relativos às atividades metrológicas é fundamental para a sua análise comportamental e eficiência nas ações de gestão da empresa.

Capítulo 3

Concepção de um Método de Avaliação Econômica das Atividades Metrológicas

A competitividade global exige das empresas a adoção de sistemas de gestão que forneçam informações precisas e detalhadas, para que o processo de tomada de decisão seja ágil e eficaz.

Caracteriza-se a seguir a relevância dos sistemas de gestão de custos nas empresas e a filosofia do sistema de custos baseado em atividades (ABC), assim como as técnicas de controle de custos relativos à qualidade (CrQ), sua aplicação pela indústria brasileira e iniciativas para o controle dos custos relativos às atividades metrológicas inseridas neste contexto. Na seqüência, é descrito o método de avaliação econômica das atividades metrológicas, produto do presente trabalho.

3.1 SISTEMAS DE GESTÃO ESTRATÉGICA NAS EMPRESAS “CLASSE MUNDIAL”

O cenário no qual as empresas de classe mundial (WCM) estão inseridas exige condições extremas de eficiência e competitividade. Os sistemas de gestão da qualidade, gestão de processo e gestão de custos devem apresentar alta integração, premissa fundamental para segurança do processo de tomada de decisão^{[3][11][21][22][25][31]}.

O atendimento das quatro dimensões competitivas: Preço, qualidade, confiabilidade e flexibilidade exigem a aplicação de tecnologias de administração integradas como elemento

estratégico para o sucesso da empresa na competição mundial. A percepção de que não deve haver forma de compensação entre qualidade e custo demonstra a possibilidade de melhoria em todas as dimensões competitivas, simultaneamente, processo que desenvolve crenças e valores voltados à melhoria contínua e eliminação dos desperdícios (figura 3.1)^{[11][21][22][25]}.

As tecnologias avançadas de produção, ao mesmo tempo em que estão revolucionando os processos produtivos, têm provocado sensíveis alterações nos padrões de comportamento dos custos. As melhorias de produtividade e qualidade, possíveis pela aplicação das novas tecnologias como automatização e robótica, associadas à redução de custos e eliminação de desperdícios para vencer a competição global, exigem a geração de dados e informações para auxiliar os gestores a tomarem decisões corretas, tanto em relação às atividades funcionais, quanto em relação a investimentos e retornos econômicos^[3].

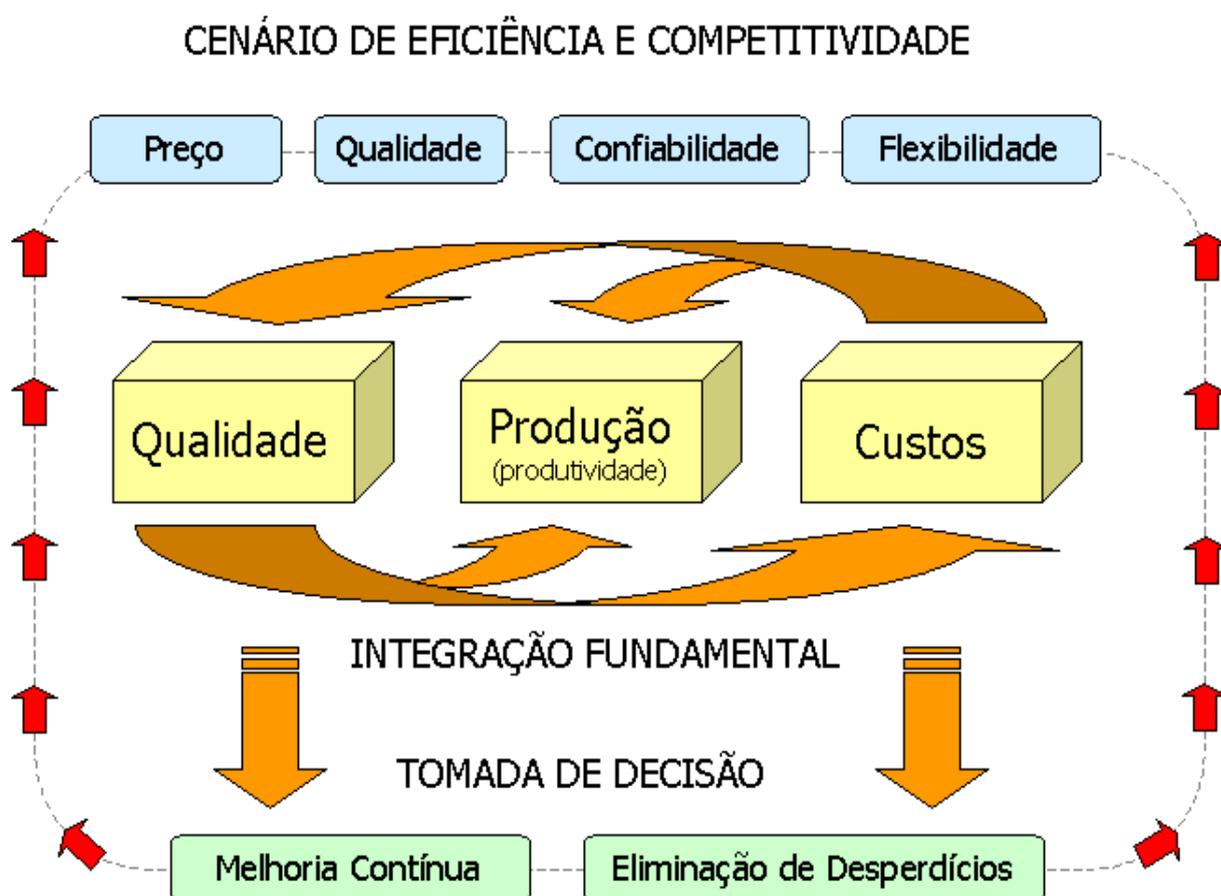


Figura 3.1 – Prática das tecnologias da administração nas WCM

Considerando a participação e influência significativa da metrologia no sistema de gestão da qualidade e gestão de processos, é fundamental que se tenha à disposição ferramentas para análise e monitoramento do impacto econômico das atividades metrológicas na empresa, para o atendimento dos seguintes objetivos:

- Medição dos resultados e sucessos dos programas de gestão;
- Realização de estimativas de perdas e desperdícios;
- Percepção do nível de consumo de recursos, por atividade;
- Direcionamento a objetivos estratégicos;
- Avaliação de retorno de investimentos - impacto econômico.

As dificuldades relacionadas à complexidade de sistemas de controle de custos apresentam conseqüências negativas no processo de tomada de decisão, inibindo as avaliações de impacto econômico e retornos financeiros de ações e mudanças nas atividades metrológicas (AM).

3.2 APRESENTAÇÃO DAS TÉCNICAS DE GESTÃO DE CUSTOS

As definições sobre peculiaridades dos sistemas de gestão de custos, história de sua evolução e conceitos são fundamentais para a percepção das suas potenciais aplicações como sistema de gestão estratégica nas empresas.

3.2.1 Evolução histórica dos sistemas de gestão de custos

Os modelos de gestão de custos que predominaram até o final da década de 70 privilegiavam a exatidão dos números, principalmente para atender a demanda por informações sobre a eficiência da condução das atividades operacionais. Os dados estatísticos e financeiros eram essenciais para a tomada de decisão dos executivos, que acreditavam que os mesmos representavam adequadamente os eventos, objetos e transações da empresa.

Até 1970 as empresas competiam principalmente com base nos custos do produto, destacando-se até então o modelo de produção Ford que valorizava a produção em massa e praticava a chamada gestão baseada em números - *Management by Numbers* (MBN). O desenvolvimento e adoção do sistema de gestão de custos por volume ou por absorção - *Volume Based Costing* (VBC), que pratica a apropriação dos custos indiretos de fabricação³

³ CIF – Custos Indiretos de Fabricação relacionam-se com os gastos relativos às atividades que não podem ser caracterizadas com um único produto. Normalmente estes custos são compostos por diversas atividades com função de apoio ao processo

(CIF) por rateio aos produtos, proporcionalmente à quantidade de unidades fabricadas, atendia às necessidades deste modelo de gestão^{[16][35][36][39]}.

A visão do VBC pressupõe que são os produtos que consomem os recursos necessários para fabricá-los e comercializá-los. Sua contabilidade de custos é originalmente destinada a atender apenas às necessidades informativas de balanços e outros relatórios financeiros complementares^{[16][35]}.

Ainda hoje a prática do MBN é ampla, porém, surgem críticas a este sistema pelas seguintes razões^{[19][34]}:

- Começou-se a descobrir que os números contidos nos relatórios não representavam consistentemente os recursos consumidos pelos produtos e processos na empresa, principalmente quando esta se insere num ambiente de tecnologias avançadas de produção;
- Percebeu-se que faltava aos números dos relatórios financeiros a capacidade de indicação de como os recursos da empresa são consumidos no processo de produção.

A MBN favorecia a explicação das variações de eficiência e de gastos no processo de produção em relação aos parâmetros predeterminados, mas não favorecia nem incentivava a mudança de atitude das pessoas para a prática do *KAIZEN* e eliminação dos desperdícios, fundamentos da filosofia de excelência de uma empresa classe mundial (WCM).

Observa-se o crescente questionamento da eficiência das antigas técnicas de gestão de custos, em fornecerem as informações necessárias ao processo de tomada de decisão gerencial. Estas técnicas foram desenvolvidas em uma época na qual o ambiente de negócios diferia dramaticamente do atual, e que considerava que^{[14][16]}:

- Os custos variam basicamente em função do volume de produção;
- A minimização dos custos de mão de obra direta era a chave para a alta lucratividade;
- Os custos indiretos de fabricação (CIF) eram consideravelmente baixos se comparados com os custos diretos de fabricação⁴ (CDF);
- As empresas tinham uma visão predominantemente doméstica de seus mercados,

produtivo. Exemplo: Mão de obra indireta (Engenharia, Administração, Qualidade), Depreciação, Energia, Aluguel, Material de consumo, Aquisição de tecnologias.

⁴ CDF – Custos Diretos de Fabricação são definidos como aqueles elementos de custo que podem ser identificados com um produto específico.

fornecedores e concorrentes;

- A estratégia predominante era a produção em massa e não a variedade e flexibilidade de produtos e serviços;
- A alta qualidade de produtos e serviços era vista como um meio para se cobrar preços mais altos e não como uma condição para permanência no mercado;
- Os serviços desempenhavam um papel muito menor na definição estratégica.

Perante os questionamentos sobre a eficiência das técnicas de gestão de custos por volume (VBC), são observadas características associadas às mudanças na economia e indústria mundial^{[14][16][19][37]}:

- As inovações tecnológicas nas áreas de informática e comunicações permitiram uma rápida e extraordinária mudança no perfil da demanda e oferta de bens e serviços em nível global;
- Os tradicionais princípios de economia de escala defrontam agora o mercado global, que impõe a necessidade de adoção de princípios de economia de escopo;
- A diversidade e volatilidade de produtos associados à complexidade e flexibilidade de processos constituem as características de empresas de sucesso, sugerindo uma nova forma de análise de custos;
- Os custos indiretos de fabricação (CIF) têm crescido mais do que proporcionalmente em relação aos custos de mão de obra direta;
- Os rateios são praticados com grande dose de arbitrariedade pessoal de quem os utiliza, prejudicando a exatidão dos números relacionados com os custos finais dos produtos.

A partir da divulgação do modelo de produção Toyota é que se tornou possível a concepção de uma nova prática de gestão de negócios que poderia aperfeiçoar a gestão baseada em números (MBN) e a gestão de custos baseada em volume ou absorção (VBC): A Gestão Baseada em Atividades - *Activity Based Management* (ABM), que apresenta como princípios a aplicação das estratégias de administração da qualidade total - *Total Quality Management* (TQM) e custos baseados em atividades - *Activity Based Costs* (ABC).

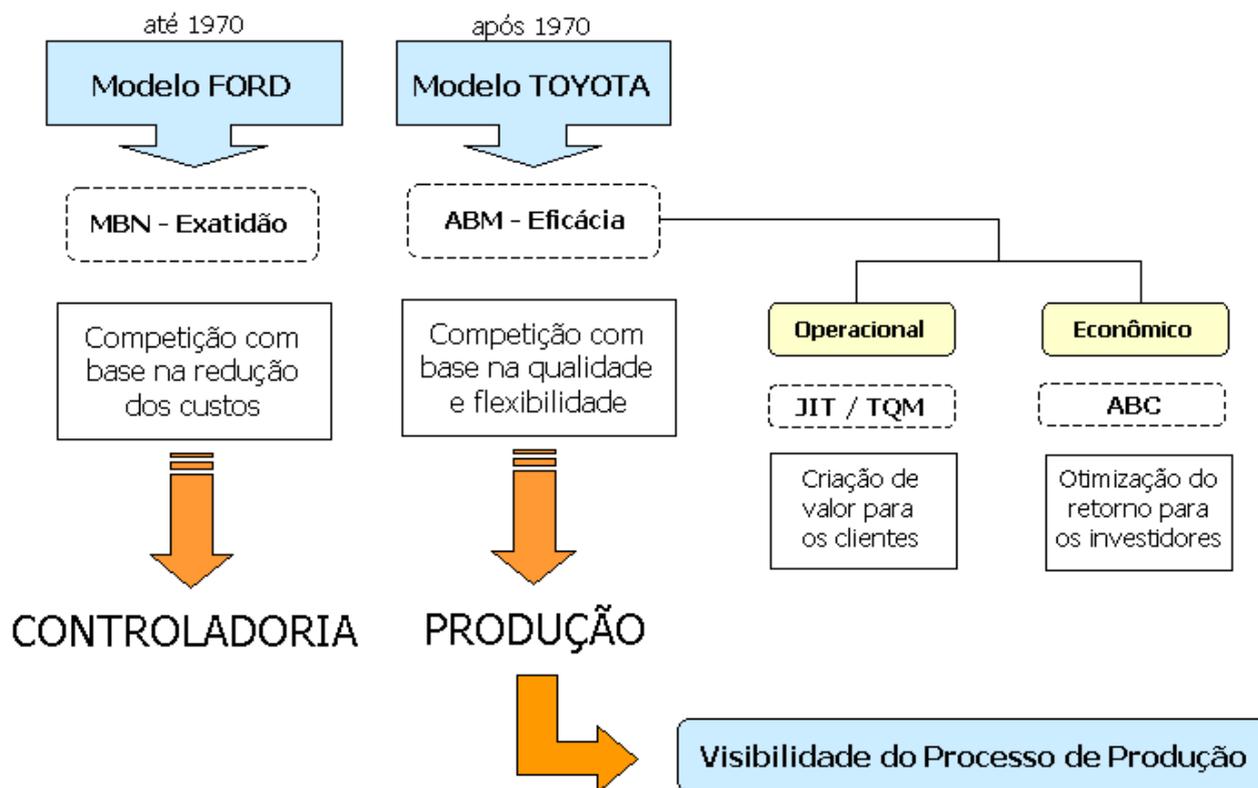


Figura 3.2 – Gestão do processo de produção sob foco MBN e ABM

Assim como a MBN enfatizava a exatidão dos números, a ABM enfatiza a eficácia dos números aplicados no processo de tomada de decisão (figura 3.2)^{[1][3][14][16][37]}.

O sistema de gestão de custos baseado em atividades – *Activity Based Costs* (ABC) integrado ao ABM faz uso da análise de atividades para seus estudos. Taylor, Fayol, Elton Mayo e outros que contribuíram para o desenvolvimento das técnicas de administração científica fizeram uso da análise das atividades para seus estudos de tempos e movimentos de organização do trabalho. No Brasil os estudos e pesquisas sobre o ABC tiveram início em 1989, no departamento de contabilidade da faculdade de economia, administração e contabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)^{[3][14][16][36][37]}.

“A preocupação com a qualidade não é recente. Recente é a preocupação com os processos e os desperdícios” ^[19].

O ressurgimento da função de produção como elemento chave das estratégias de empresas que pretendem vencer com sucesso em um mercado global, extremamente competitivo, exige um sistema de custeio baseado em atividades (ABC). Esta ferramenta foi desenhada

essencialmente para a análise estratégica de custos, o ABC apresenta a visão de negócios, processos e atividades que são de interesse imediato para a competitividade das empresas, revelando oportunidades de se otimizarem retornos estratégicos que o consumo de recursos adequado proporcione.

A técnica de ABC pressupõe que os recursos de uma empresa são consumidos pelas atividades desempenhadas e não pelos produtos fabricados. Os produtos surgem como consequência das atividades necessárias para fabricá-los e comercializá-los, como forma de se atender as necessidades, expectativas e anseios dos clientes^[14].

Seu objetivo é oferecer informações pelo rastreamento das atividades mais relevantes, identificando as diversas rotas de consumo de recursos na empresa. O ABC possibilita facilitar a análise estratégica de custos relacionados com as atividades que mais impactam o consumo de recursos da empresa. A quantidade, a relação causa e efeito e a eficiência com que os recursos são consumidos nas atividades mais relevantes de uma empresa são investigados, disponibilizando dados para as ações sobre qualidade, produtividade e eficácia no consumo de recursos.

3.2.2 Potenciais aplicações do ABC substituindo as técnicas de VBC

É importante a apresentação dos aspectos relevantes sobre o fenômeno que caracteriza a maior eficiência do uso das técnicas de gestão de custos baseado em atividades (ABC) em relação aos resultados obtidos pelas técnicas de gestão de custos por volume ou absorção (VBC). A aquisição e aplicação de tecnologias avançadas de gestão e produção pelas empresas, principalmente as que apresentam base tecnológica avançada, tem aumentado consideravelmente os gastos que são considerados indiretos. Contemplam este aspecto sistemas de planejamento e controle computadorizados, incorporados ou não às máquinas, sistemas *Just inTime* (JIT), *Total Quality Management* (TQM), *Total Productive Maintenance* (TPM), *Group Tecnology* (GT), *Automatically Guided Vehicle* (AGV), *Flexible Manufacturing Systems* (FMS), *Computer Integrated manufacturing* (CIM), *Cost Management System* (CMS) e outros, não só aplicados às atividades de produção mas também aos processos de administração, vendas, transportes, distribuição e logística ^{[14][16][20] [36][38]}.

A introdução do sistema *Pull* em vez do sistema *Push* na manufatura, função da flexibilidade na produção que é comandada a partir dos pedidos de clientes, associado aos conhecimentos de *Quality Function Deployment* (QFD) e tecnologias de compressão do tempo e dos custos constitui parte da nova forma de visão e gestão dos negócios. A integração do ABC neste sistema é fundamental pela sua função de informação de dados econômicos para o processo de análise de desempenho e de tomada de decisão gerencial^[36].

As suspeitas de que há algo de errado com os custos dos produtos ocorrem porque:

- As demonstrações de resultados dos lucros planejados pela contabilidade, calculados com base nos dados de custos disponíveis, geralmente não se confirmam;
- Diversas medidas de redução de custos tomadas em função de pressão da concorrência ou de clientes preferenciais apresentam pouquíssimo efeito sobre o nível geral de gastos da empresa;
- As reduções de custos ou aumento dos lucros alavancados por campanhas de vendas, terceirizações ou eliminação de produtos problemáticos acabam não acontecendo^{[14][16]}.

Percebe-se que o processo de evolução tecnológica crescente ao qual as empresas se submeteram, ligado ao fenômeno de globalização, redução do ciclo de vida dos produtos e flexibilização dos processos, causou uma severa mudança nos padrões de comportamento dos custos. Ao mesmo tempo em que a incidência em custos com materiais e mão de obra direta vem decrescendo, os custos indiretos de fabricação (CIF) como depreciação, gastos com engenharia, logística, movimentação e transportes, inspeções e *setups* e aquisição de novas tecnologias aumentaram, potencializando as distorções possíveis pelo sistema de gestão de custos por volume ou absorção (VBC) (figura 3.3) ^{[14][16][19][20]}.

As demonstrações contábeis continuam sendo relevantes para a controladoria, mas a gestão industrial exige uma visão de negócios, processos e atividades que são de interesse direto e imediato para a competitividade da empresa^{[14][16][40]}.

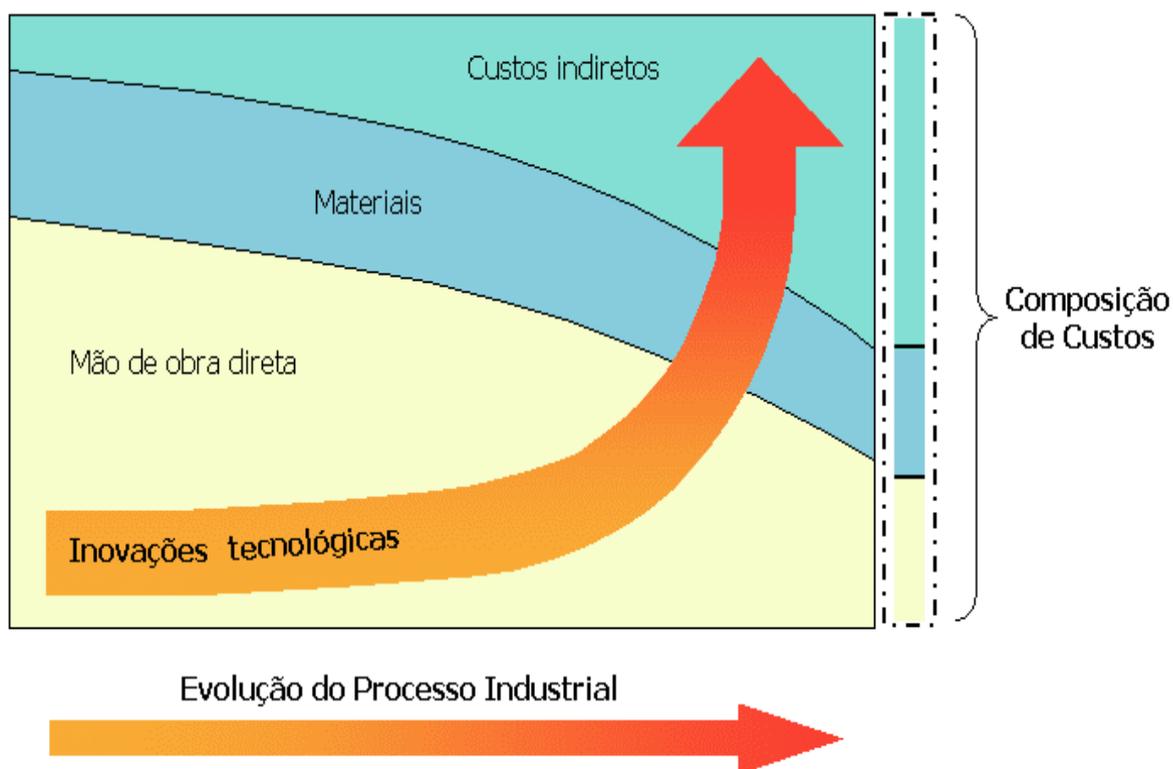


Figura 3.3 – Aumento dos custos indiretos nas empresas / adaptada de [16].

O sistema de informação do ABC revela oportunidades de serem otimizados os retornos estratégicos que o consumo adequado de recursos possa possibilitar, facilitando a mudança de atitude dos gestores de uma empresa no rumo da otimização de lucros para os investidores e de produtos para os consumidores – base da filosofia das empresas classe mundial (WCM) – aperfeiçoamento contínuo e redução de custos.

Para facilitar o entendimento sobre ambas as formas de gestão de custos (VBC x ABC), apresenta-se a seguir um exemplo de aplicação^[37] (figura 3.4).

Pretende-se caracterizar a lógica de três métodos distintos de gestão de custos:

- (1) Método tradicional de apropriação por horas-homem de mão-de-obra direta;
- (2) Método de apropriação por horas-homem de mão-de-obra direta e horas-máquina;
- (3) Método ABC.

| Produto | Volume da produção | Montagem horas-homem | Horas-máquina | Nº de desenhos | Nº de preparações | Pedidos de compra | Manuseio de materiais (lotes) | Total |
|---------|--------------------|----------------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|----------|
| P1 | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | |
| P2 | 100 | 9 | 10 | 1 | 2 | 3 | 7 | |
| Total | 110 | 10 | 11 | 2 | 3 | 4 | 10 | |
| Custo | | \$ 800 | \$ 550 | \$ 420 | \$ 270 | \$ 240 | \$ 250 | \$ 2.800 |

Figura 3.4 – Tabela de dados gerais^[36]

- Método 1 – Método tradicional (horas-homem de mão-de-obra direta):

Aplicação observada em muitas empresas americanas e japonesas, cuja apropriação de despesas gerais - *overhead*⁵, é relacionada ao volume, baseada principalmente em horas-homem de mão-de-obra. Primeiramente os custos de *overhead* são apropriados aos departamentos de produção (por exemplo, aluguel é rateado por espaço, despesas com recursos humanos são rateadas pela quantidade de funcionários, depreciação de equipamentos são relacionados com o grupo de trabalho). Uma vez apropriado o custo de *overhead* aos departamentos de produção, passa-se à apropriação deste custo total aos produtos, mediante critério de rateio relacionado com volumes de produção, sendo a base de apropriação mais comum a quantidade de horas-homem de mão-de-obra direta. Apresenta-se a seguir um exemplo desta aplicação com os dados da figura 3.4.

- Cálculo da taxa de apropriação de custos = custo total ÷ horas-homem de mão-de-obra direta total.
= \$ 2.800 ÷ 10
= \$ 280 / hora
- Cálculo do valor da apropriação P1 = \$ 280 / hora x 1 = \$ 280
P2 = \$ 280 / hora x 9 = \$ 2.520
- Cálculo do custo por unidade P1 = \$ 280 ÷ 10 = **\$ 28,00 por unidade**
P2 = \$ 2.520 ÷ 100 = **\$ 25,20 por unidade**

- Método 2 – Método de apropriação de múltiplas bases, voltado para o volume:

Desenvolvido na década de 80, apresenta a utilização de apropriação de custos por horas-máquina, além de horas-homem de mão-de-obra direta. Este método utiliza várias bases de alocação de horas-máquina simultaneamente, de acordo com o processo de fabricação,

⁵ *Overhead* - representa as atividades que se apresentam como despesas gerais em uma empresa. Também pode ser definido como a parcela de custos indiretos de fabricação - CIF que se associa com as atividades dos departamentos prestadores de serviços.

o exemplo da figura 3.6 apresenta os resultados desta técnica, utilizando apenas uma estratificação.

Horas-homem de mão-de-obra direta

- Cálculo da taxa de apropriação de custos = $(\text{custo total} - \text{custo horas máquina}) \div \text{horas-homem de mão-de-obra direta total}$
 $= (\$ 2.800 - \$ 550) \div 10$
 $= \$ 2.250 \div 10$
 $= \$ 225 / \text{hora}$
- Cálculo do valor da apropriação
 $P1 = \$ 225 / \text{hora} \times 1 = \$ 225$
 $P2 = \$ 225 / \text{hora} \times 9 = \$ 2.025$

Horas-máquina

- Cálculo da taxa de apropriação de custos = $\text{custo total horas máquina} \div \text{horas-máquina total}$
 $= \$ 550 \div 10$
 $= \$ 50 / \text{hora}$
- Cálculo do valor da apropriação
 $P1 = \$ 50 / \text{hora} \times 1 = \$ 50$
 $P2 = \$ 50 / \text{hora} \times 9 = \$ 500$

Totalizador

- Cálculo do custo por unidade
 $P1 = (\$ 225 + \$ 50) \div 10 = \mathbf{\$ 27,50 \text{ por unidade}}$
 $P2 = (\$ 2.025 + \$ 500) \div 100 = \mathbf{\$ 25,25 \text{ por unidade}}$

- Método 3 – Gestão de custos baseado em atividades (ABC)

O ABC baseia-se na afirmação de que o que os sistemas de custo tradicionais chamados de *overhead* (despesas gerais) são consumidos de maneira não proporcional ao volume de produção. Para este exemplo, as bases de apropriação destes custos são:

1. custos de elaboração de desenho – nº de desenhos
2. custos de preparação de máquinas – nº de preparações necessárias
3. custos do setor de compras – quantidade de pedidos
4. custos com manuseio de materiais – quantidade de lotes de produção

Para o exemplo da figura 3.4 há dois departamentos produtivos e quatro departamentos prestadores de serviços⁶, a diferenciação na apropriação de custos aplica-se aos departamentos prestadores de serviços, responsáveis pelo acúmulo de despesas gerais.

⁶ Departamentos produtivos são normalmente chamados de centros de custo produtivos. Departamentos prestadores de serviços são chamados normalmente de centros-de-custo auxiliares.

Para este método temos os seguintes resultados (figura 3.5 e figura 3.6):

| Atividades | Direcionadores de custos | Overhead | | Base de apropriação | Taxa de overhead |
|------------|--------------------------|----------|---|---------------------|------------------|
| Montagem | Horas-homem m-o-d | \$ 800 | ÷ | 10 h/homem montagem | \$ 80/h |
| Usinagem | Horas-máquina | \$ 550 | ÷ | 11 h/máquina | \$ 50/h |
| Desenho | Nº de desenhos | \$ 420 | ÷ | 2 desenhos | \$ 210/desenho |
| Preparação | Nº de preparações | \$ 270 | ÷ | 3 preparações | \$ 90/preparação |
| Compras | Otde. de pedidos | \$ 240 | ÷ | 4 pedidos | \$ 60/pedido |
| Manuseio | Otde. de lotes | \$ 520 | ÷ | 10 lotes | \$ 52/lote |

Figura 3.5 – Cálculo da taxa de apropriação de custos^[36]

| Atividades | P1 | P2 | Total |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|----------|
| Montagem | \$ 80 x 1 = \$ 80 | \$ 80 x 9 = \$ 720 | \$ 800 |
| Usinagem | \$ 50 x 1 = \$ 50 | \$ 50 x 10 = \$ 500 | \$ 550 |
| Desenho | \$ 210 x 1 = \$ 210 | \$ 210 x 1 = \$ 210 | \$ 420 |
| Preparação | \$ 90 x 1 = \$ 90 | \$ 90 x 2 = \$ 180 | \$ 270 |
| Compras | \$ 60 x 1 = \$ 60 | \$ 60 x 3 = \$ 180 | \$ 240 |
| Manuseio | \$ 52 x 3 = 156 | \$ 52 x 7 = \$ 156 | \$ 520 |
| Totais | \$ 646 | \$ 2.154 | \$ 2.800 |
| Volume de produção (unidades) | 10 | 100 | 110 |
| Custo por unidade | \$ 64,60 | \$ 21,54 | |

Figura 3.6 – Cálculo do valor da apropriação e custo por unidade^[36]

| Método | P1 | P2 |
|-----------------|----------|----------|
| Tradicional | \$ 28,00 | \$ 25,20 |
| Múltiplas bases | \$ 27,50 | \$ 25,25 |
| ABC | \$ 64,60 | \$ 21,54 |

Figura 3.7 – Comparação de resultados gerais

Percebe-se na figura 3.7 a distinção nos resultados de análises da apropriação dos custos entre os três métodos, destacando-se a diferença significativa dos resultados obtidos para a formação de preços de produtos, assim como o sistema de informação de consumo de recursos pelos departamentos prestadores de serviços (despesas gerais) disposto pela técnica ABC.

A constatação de que o método ABC apropria os custos das atividades aos produtos na proporção mais adequada de consumo de recursos, partindo da premissa de que as atividades indiretas (departamentos prestadores de serviço) consomem recursos de maneira desproporcional ao volume de produção confere a relevância de sua aplicação.

Destaca-se, no exemplo abordado, a informação de consumo de recursos por atividade associada a cada produto, que orienta possíveis ações, em eliminação de desperdícios e redução de custos objetivamente aplicadas.

3.3 GESTÃO DOS CUSTOS RELATIVOS À QUALIDADE

Os sistemas de gestão da qualidade caracterizados nas empresas e que compõem a administração da qualidade total (TQM) apresentam importância significativa para a performance dos negócios. Além do atendimento das obrigações normativas e regulamentares estabelecidas pelos mercados, suas técnicas possibilitam resultados favoráveis ao desenvolvimento da melhoria contínua e redução de falhas, desperdícios e custos.

Para que seja possível a percepção e análise de retorno econômico e o sucesso de sistemas da qualidade (SQs) implementados e o estabelecimento de metas e verificação de melhorias, deve-se integrar o sistema de administração da qualidade total à análise de custos relativos à qualidade (CrQ), que avalia o desempenho econômico e consumo de recursos de todas as atividades que compõem o TQM (figura 3.8).

“O CrQ é o catalizador que leva a equipe de melhoria da qualidade e o restante da gerência à plena percepção do que está acontecendo”^[34].

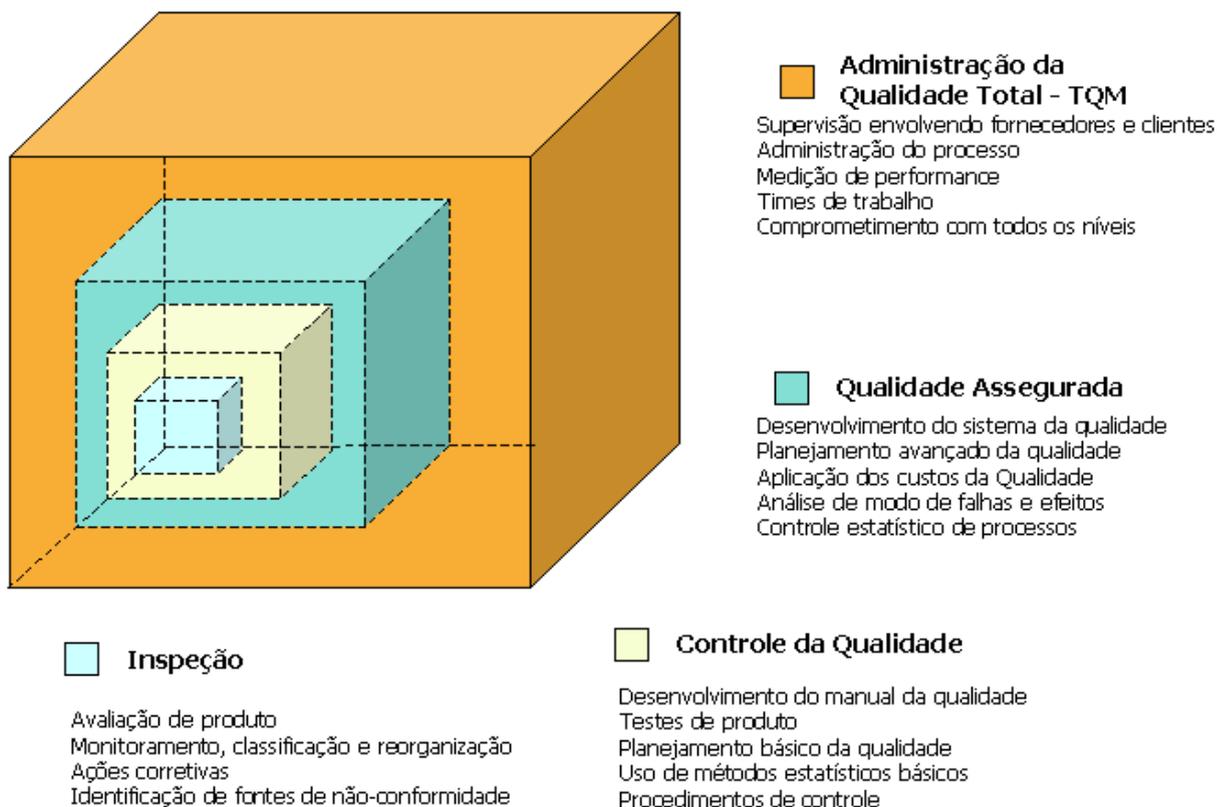


Figura 3.8 – Os quatro níveis de evolução da administração da qualidade / adaptada de [45]

3.3.1 História do desenvolvimento das técnicas de gestão dos custos relativos à qualidade

Os conceitos gerais pertinentes à teoria sobre custos relativos à qualidade (CrQ) foram apresentados no primeiro manual de controle da qualidade de Juran – *Quality Control Handbook* [42], sendo seguido pela obra de Feigenbaum – *Total Quality Control* [43]. Estes autores foram os primeiros a classificar os custos relativos à qualidade em categorias de prevenção, avaliação e falhas – conceitos até hoje aplicados^{[44][45]}.

Em dezembro de 1963, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos instituiu a MIL-Q-9858A, requisito para programas de qualidade intitulado *Costs Related to Quality*. Este documento destaca a importância da medição e acompanhamento dos custos relativos à qualidade, e, mesmo tratando-se de uma abordagem geral sobre o assunto, despertou nas empresas a atenção pela relevância do tema^{[44][45]}.

A norma BS 6143:1981 *Guide to the Determination and Use of Quality Related Costs*, apresenta-se como o documento que trata das definições sobre a determinação, classificação

e estratificação dos custos relativos à qualidade. Críticas de diversos autores são encontradas sobre a norma BS 6143, defendendo sua revisão, principalmente por necessidade de adequação de sua terminologia para a indústria de manufatura em geral. Suas especificações aplicam-se de maneira muito específica para a indústria metal-mecânica^[45].

As normas de sistemas de qualidade apresentam os seus requisitos em relação à prática de avaliação dos custos relativos à qualidade conforme suas versões^[45]:

- Série ISO 9000:2000^[23] - Recomenda que seja praticado algum método que avalie a eficiência do sistema da qualidade implantado. Diversas abordagens para o atendimento deste requisito são discutidas e aceitas, sendo uma delas a gestão dos CrQ, caracterizada como a técnica que identifica e incentiva de maneira mais eficiente o aperfeiçoamento da qualidade;
- QS 9000:1995^[26] - O item 4.1.5 solicita a identificação e mensuração dos custos da não qualidade – *Cost of Poor Quality*, definidos como os custos associados com a produção de material não conforme e perdas do processo. As demonstrações contábeis tradicionais são aceitas como relatórios satisfatórios. Em seguida, o item 4.2.5.2, que trata da melhoria da qualidade e produtividade, afirma que a identificação dos custos da não qualidade é uma forma de avaliar a melhoria de projetos. Sucata, falhas e retrabalhos assim como a insatisfação de clientes são oportunidades para a melhoria de qualidade e produtividade e seus índices devem ser monitorados para a orientação destes objetivos;
- VDA 6.1 - Apresenta requisito que exige o controle sobre os custos de não conformidade – custos de falhas internas e externas, assim como os custos relativos às atividades de garantia da qualidade e conformidade – custos de prevenção e avaliação;
- ISO/TS 16949^[24] – Apresenta em seu requisito de melhoria contínua, no item 4.1.1.4, determinações sobre o aspecto custo. No mesmo item, a nota 1 indica como técnica de melhoria contínua apropriada a análise de valores e na nota 2 são referenciadas as diretrizes para melhoria contínua estabelecidas pela norma ISO 9004:2000.

Empresas com certificação pela VDA 6.1 apresentam mais evidências na aplicação de sistemas de coleta e avaliação de dados sobre custos relativos à qualidade. Concomitantemente demonstram mais resultados favoráveis sobre a prática de ações de melhoria contínua em seus relatórios administrativos do que as demais empresas certificadas pelos sistemas ISO

9000 ou QS 9000, o que destaca os resultados positivos das ações de controle dos CrQ incentivados de maneira mais rigorosa pela VDA 6.1^[45].

3.3.2 Considerações sobre o sistema de gestão de custos relativos à qualidade

A relevância do sistema de controle dos custos relativos à qualidade (CrQ) justifica-se pelos seus elevados níveis de participação nos resultados econômicos das empresas e pelas potenciais possibilidades de melhorias de desempenho^[45]:

- A participação dos custos relativos à qualidade é estimada entre 10% e 25% do faturamento bruto das empresas. Em 1985, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Econômico do Reino Unido declarou que entre 10 e 20% do valor das vendas das empresas pesquisadas era voltado a atividades relacionadas com qualidade, o que representa aproximadamente 10 bilhões de libras destinadas por ano;
- 90% a 95% dos custos relativos à qualidade são consumidos por atividades de avaliação e falhas. Somente entre 5% a 10% são gastos em prevenção, 40% são gastos em avaliação e 50% são gastos relacionados com falhas, o que demonstra um enorme potencial de melhoria em função de investimentos em prevenção.^{[28][45]};
- 17% das empresas apresentam análises planejadas e estruturadas de custos relativos à qualidade, destas, 6% fazem análises detalhadas de falhas e causas de seus defeitos, e declaram que, sem exceção, os métodos aplicados para identificar, calcular e minimizar os custos relativos à qualidade auxiliam a evitar os gastos relacionados com tarefas defeituosas. Como exemplo cita-se o caso da *Garret Automotive (Turbocharger Division)* que diminuiu a participação de seus CrQ de 6,5% para 4% sobre o faturamento bruto, entre 1986 e 1988, pela adoção de sistema de gestão de CrQ e a *Philip Components Blackburn*, que apresentou redução de 60% de seus CrQ em um período de 6 anos, também pela adoção de sistema de gestão de CrQ.

3.3.3 Conceitos da técnica de gestão dos custos relativos à qualidade

A classificação adotada atualmente pelos autores sobre os custos relativos à qualidade é representada pela figura 3.9 ^{[15][19][22][25][28][37][39][40][44][45]}.



Figura 3.9 – Classificação atual dos custos relativos à qualidade

- Custos de prevenção: Custos de todas as atividades especificadas e designadas para a prevenção de produção de não conformidades em produtos ou serviços: revisões de projetos de produtos, planejamento da qualidade, estudos de capacidade de processos, desenvolvimento de planos de melhorias, desenvolvimento de projetos, treinamento em qualidade;
- Custos de Avaliação: Custos associados com medições, avaliações e inspeções, auditoria em produtos, serviços de comprovação de qualidade e performance, custos de inspeção inicial e avaliação de novas amostras, produtos e materiais, inspeções e testes no processo, inspeções iniciais e finais, auditorias de produto, processo ou serviços, calibrações de instrumentos de medições e ensaios, materiais de consumo;
- Custos de Falha Interna: Custos de falhas ocorridas e detectadas durante o processo de produção, desde recebimento até inspeção final: sucatas, retrabalhos, re-inspeções, re-testes, revisão de materiais e classificações;
- Custos de Falha Externa: Custos de falhas ocorridas após a entrega do produto ou durante a utilização pelo cliente relacionam-se com as despesas de atendimento de reclamações, manuseio e retrabalho de produto devolvido, substituição de produtos em garantia, multas, rechamadas, indenizações, serviços efetuados em campo.

Para uma melhor percepção sobre as atividades que contemplam os custos relativos à qualidade, apresenta-se a seguir seu detalhamento na figura 3.10 ^{[16][36][43][44]}.

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Prevenção

- | | |
|--|--|
| - Administração da qualidade | - Orientação para a qualidade |
| - Análise de custos da atividade de inspeção | - Outros custos de prevenção |
| - Aquisição, análise e relatório de dados da qualidade | - Pesquisa |
| - Auditoria da eficácia do sistema da qualidade | - Pesquisas com garantias de produtos |
| - Auditoria de sistema de qualidade | - Planejamento da qualidade do processo |
| - Avaliações de fornecedor | - Planejamento da qualidade do produto |
| - Calibração e manutenção de instrumentos | - Planejamento das inspeções e testes em - componentes comprados |
| - Calibração e manutenção de equipamentos de testes | - Planejamento de funções |
| - Círculos da qualidade | - Planejamento de inspeção |
| - Controle de ferramentas | - Planejamento de recebimento |
| - Controle de processo | - Planejamento e administração dos sistemas da qualidade |
| - Controle de projeto | - Programas de melhoria da qualidade |
| - Custos administrativos da qualidade | - Projeto e planejamento das avaliações da qualidade |
| - Desenvolvimento de equipamentos de inspeção | - Projeto de protótipo |
| - Desenvolvimento de sistemas da qualidade | - Qualificação de produto |
| - Engenharia da qualidade | - Relações com fornecedores |
| - Estudos de design | - Relações com inspeções de clientes |
| - Estudos de processo | - Relatórios da qualidade |
| - Exame de especificações | - Revisão de novos produtos |
| - Gerenciamento da qualidade | - Seminários sobre qualidade |
| - Identificação da necessidade de inspeção | - Suporte aos recursos humanos |
| - Implantação de procedimentos | - Suporte técnico para vendedores |
| - Informação da qualidade | - Tecnologia |
| - Inspeção e controle de moldes e ferramentas | - Testes de mercado |
| - Manutenção do sistema da qualidade | - Treinamento de pessoal |
| - Manutenções preventivas | - Treinamento para a operação |
| - Medições de ferramentas | - Treinamento para a qualidade |
| - Medições para melhoria de processo | - Validação e planejamento da qualidade das operações |
| - Necessidades de MKT | - Verificação de desenhos |
| - Orientação da engenharia da qualidade | |

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Avaliação

- Aceitação de produto
- Acompanhamento de dados de custos
- Análise de conformidade
- Análise e relatório de resultados de testes e inspeção
- Análises e ensaios
- Aprovações
- Aprovações externas
- Armazenamento de registros e dados
- Atividades de checagem
- Auditoria em estoques
- Auditorias de processo e produtos
- Auto-inspeção pelos operadores
- Avaliação da detereorização de matéria prima
- Avaliação de estoques
- Avaliação de produtos de concorrentes
- Avaliação de protótipo
- Avaliação de recebimento
- Custo da área de inspeção
- Custos laboratoriais
- Depreciação dos equipamentos de testes
- Equipamentos e suprimentos utilizados nos testes e inspeções
- Inspeção e testes em campo
- Inspeção final
- Inspeção, testes de protótipo e produto
- Inspeções e auditoria de operações de manufatura
- Laboratório de testes e aceitação
- Medições para controle do processo
- Avaliação de novos materiais
- Processamento de resultados
- Revisão de dados de testes e inspeção
- *Setup* de inspeções e testes
- Supervisão das áreas de inspeção
- Testes de aceitação de laboratório
- Testes de confiança
- Testes de performance em campo
- Testes dos ambientes de produção
- Testes e inspeções em materiais comprados
- Testes e inspeções nos componentes fabricados
- Testes e inspeções nos produtos fabricados
- Verificação de pré-produção
- Verificações de terceiros

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Falha Interna

- Análise de falhas ocorridas e defeitos
- Atrasos na produção
- Compras não planejadas
- Concessão e permissão de concessão
- Correções de engenharia
- Custo do material utilizado na recuperação de falhas
- Custo de estoques de segurança
- Custo de produtos sub-produzidos
- Custos de ação corretiva
- Descontos na venda de produtos com defeitos
- Erros no processo produtivo
- Falha de sub-fornecedor
- Horas extras para recuperação de atrasos
- Horas extras para retrabalho de peças
- Inspeção de unidades defeituosas
- Manutenção corretiva
- Operações extraordinárias
- Paradas de produção
- Pedido de mudança pela engenharia
- Pedido de mudança por compras
- Perda de material
- Perda de qualidade
- Perda de tempo
- Perda por aquisição de material inadequado
- Redesenho
- Refugo de peças
- Re-inspeção e re-testes
- Repetição de trabalho
- Re-planejamento
- Retrabalho, recuperação ou reparos
- Sucatas
- Tempo perdido por deficiência de projeto

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Falha Externa

- Assistência técnica fora da garantia
- Atendimento de reclamações
- Concessões
- Custo de produtos devolvidos
- Custos associados ao manuseio e substituição do produto devolvido
- Custos de re-chamada
- Custos do departamento de assistência técnica
- Garantias
- Gastos com expedição e recepção
- Insatisfação dos clientes
- Multas e indenizações
- Negócios do consumidor
- Perda do cliente
- Perdas em vendas
- Produtos rejeitados e devolvidos
- Reclamações
- Re-faturamento
- Reparos do produto devolvido
- Reposição para manter a imagem
- Responsabilidade de produtos
- Risco do produto
- Serviço após serviço
- Serviços em campo
- Substituição de produtos em garantia
- Transporte

Figura 3.10 – Classificação detalhada das atividades que compõem os CrQ

O gráfico da figura 3.11 apresenta a incidência dos custos relativos à qualidade em função de sua presença nas diversas etapas do processo, é relevante a percepção de que quanto mais tarde ocorrer a detecção do problema, maior é o dispêndio para a empresa.

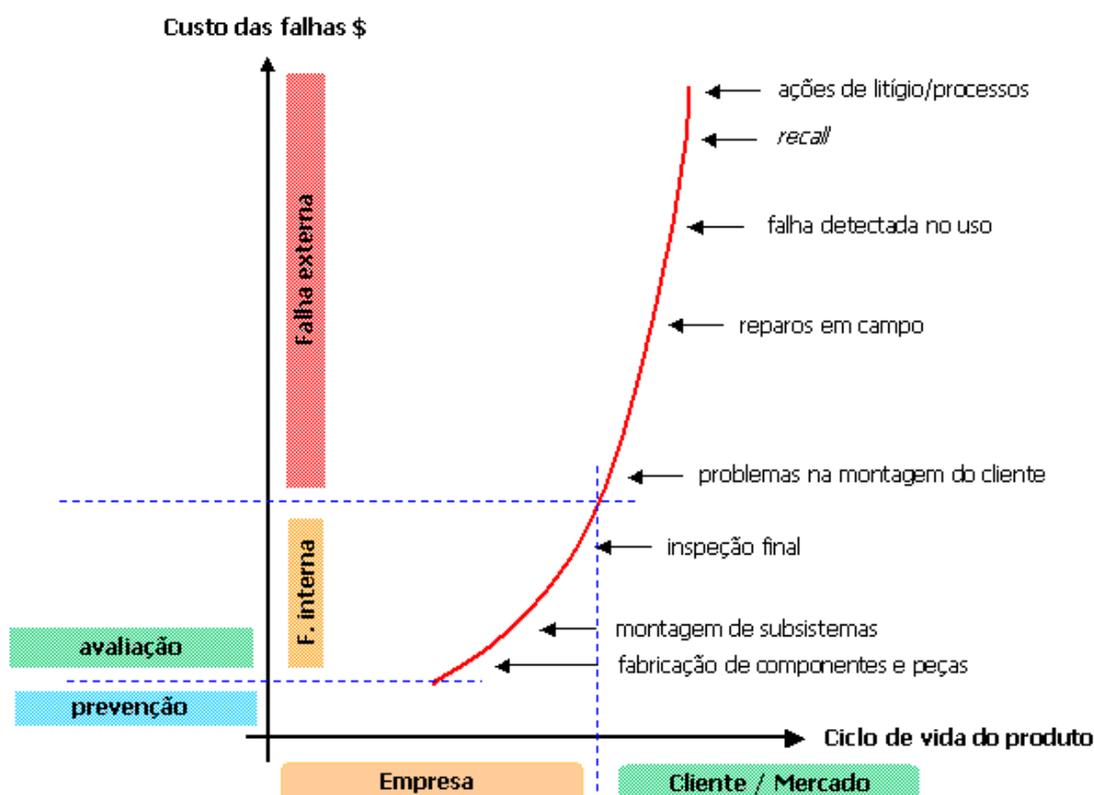


Figura 3.11 – Custo das falhas em função do ponto de detecção no ciclo de vida do produto / adaptada de [44]

Ocorrem dificuldades para a estimativa e monitoramento de custos de falhas externas, seus componentes e efeitos intangíveis acabam “mascarando” o seu impacto real. A figura 3.12 demonstra com clareza esta situação^{[28][44]}.

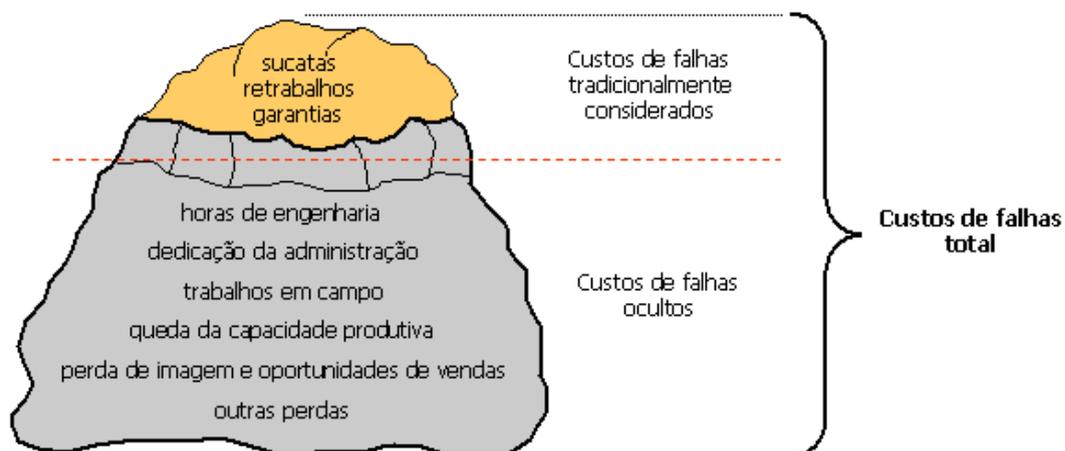


Figura 3.12 – Efeito multiplicador causado pelos custos de falhas ocultos^[44]

Os níveis de consumo de recursos ou formação de custos relativos à qualidade apresentam uma associação no relacionamento entre os custos da conformidade (prevenção + avaliação) e os custos da não conformidade (falhas internas + externas). À medida que são gastos recursos com atividades de prevenção, decresce o custo das não conformidades. À medida que os recursos com atividades de avaliação são investidos constata-se um aumento imediato nos custos com falhas internas, causado pelo maior rigor na constatação de erros, assim como a quantidade de falhas externas é reduzida. Estes relacionamentos são dependentes e complexos em função da obtenção de dados cada vez mais específicos – resultado da aplicação do sistema de gestão para análise de atividades para tomada de decisões.

As figuras 3.13 e 3.14 apresentam as teorias clássica e otimizada que tratam do comportamento dos custos da conformidade, da não conformidade e os custos totais relativos à qualidade. A evolução dos sistemas de tecnologias de gestão e produção industrial, associada com as exigências do mercado globalizado pela melhoria contínua e redução dos desperdícios apresenta o quadro de busca pela excelência na produção. Os objetivos da produção com “defeito zero” e práticas de *Six Sigma* justificam a eliminação de falhas (internas e externas) e seus custos. Desta forma, a componente responsável pela formação dos CrQ associa-se com investimentos em prevenção e avaliação^{[11][14][15][19][22][25][28][44][44]}.

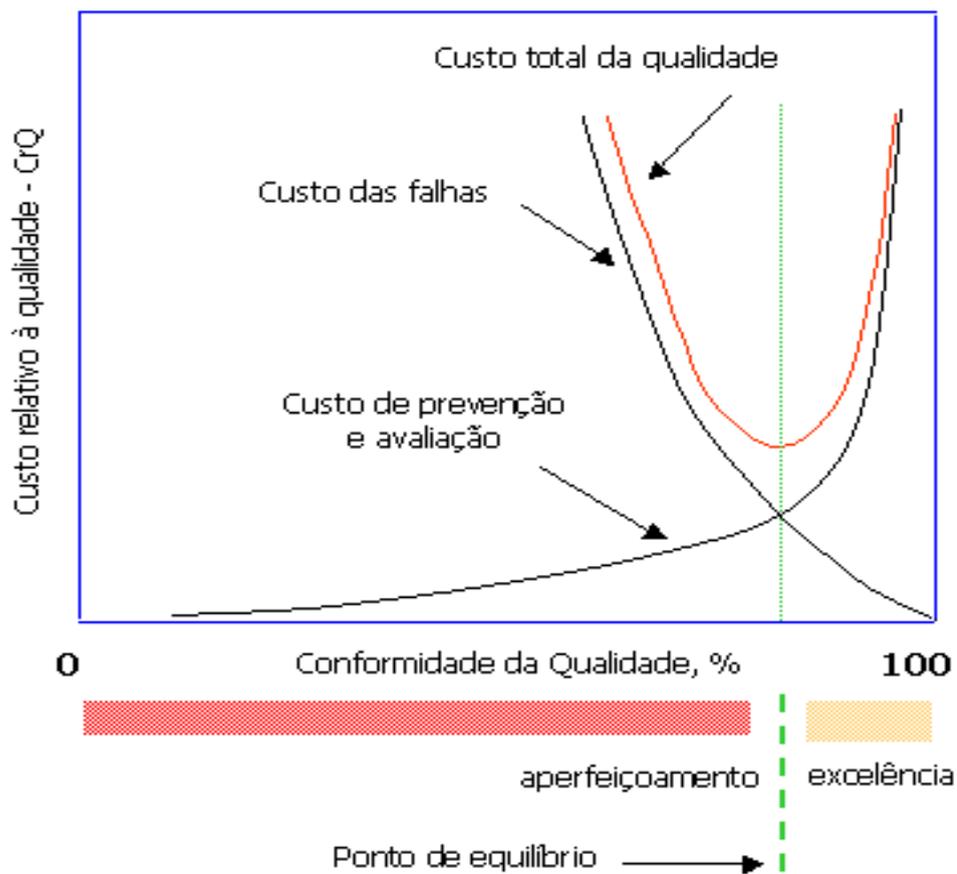


Figura 3.13 – Modelo clássico de CrQ ^[44]

A teoria clássica apresenta três regiões distintas entre o relacionamento dos CrQ:

- **Aperfeiçoamento:** Deve-se investir mais em prevenções e avaliações para que os níveis de falhas reduzam, um exemplo é o da empresa tipicamente classificadora de peças.
- **Excelência:** Empresa que atingiu a qualidade de produção às custas de altos gastos com a garantia da qualidade, porém, estes gastos superam em muito as possibilidades de equilíbrio.
- **Equilíbrio:** Situação de CrQ mínimo. Considera um sistema controlado, que mantém investimentos contínuos em prevenção. Seu sistema de avaliação é eficiente e seleciona os produtos com problema antes do envio aos clientes.

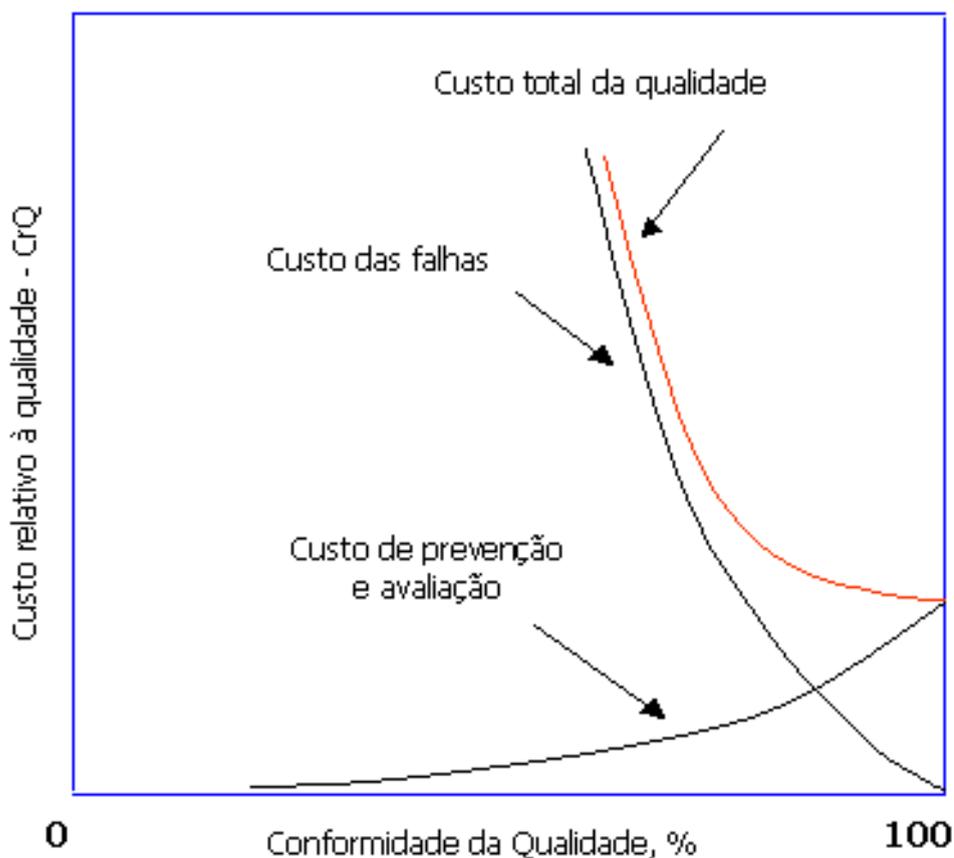


Figura 3.14 – O modelo de CrQ otimizado ^[44]

O novo modelo de CrQ otimizado apóia seus objetivos na obtenção de índices de 100% de qualidade assegurada – 0% de índice de rejeição, pela prática eficiente de atividades de prevenção e avaliação. Neste modelo o objetivo final, quando atingido, não apresenta produtos não conforme e os investimentos em qualidade resumem-se a custos da conformidade.

Técnicas avançadas de gestão aplicadas pelo sistema de TOM destacadas anteriormente, funções dos avanços tecnológicos e de sistemas de gestão de processos revelam a possibilidade de atendimento das metas de zero defeito – realidade exigida das empresas classe mundial – WCM.

3.4 AS TÉCNICAS DE GESTÃO DOS CUSTOS RELATIVOS À QUALIDADE APLICADAS NA INDÚSTRIA

A adoção pelas empresas de sistemas de gestão dos custos relativos à qualidade revela um ciclo evolutivo de implantação e amadurecimento.

Sua aplicação pela indústria brasileira deve ser observada, para o entendimento do status nacional, assim como para possibilitar a analogia da aplicação deste sistema na gestão das atividades metrológicas.

3.4.1 Etapas de Crosby

Crosby afirma que o *status* de implantação do sistema de gestão dos custos relativos à qualidade pode classificar-se em cinco níveis, em uma escala de evolução^[34]:

- Estágio 01 – Incerteza: O custo da qualidade não se encontra no glossário da empresa, provavelmente porque a gerência e diretoria não detêm conhecimentos básicos sobre o assunto. Esta é a chave para o início da ação de implementação do sistema. A melhoria deverá ser considerada uma opção pela empresa. A melhoria da qualidade nunca fará parte de uma empresa que esteja na era da incerteza. Todos os que trabalham na era da incerteza trabalham muito e a maioria se sente frustrada pela dedicação empregada para manter as atividades em andamento;
- Estágio 02 – Despertar: Nesta etapa a gerência começa a perceber que gestão da qualidade é útil. Inspeções e testes são realizados com maior frequência, e os problemas são identificados mais precocemente no ciclo de produção, soluções a longo prazo ainda não são consideradas. Os custos relativos à qualidade são calculados de forma errada, considerando apenas os custos com inspeção o que indica CrQ muito pequenos, causando um conforto inicial mas ilusório. Não existe propensão aos investimentos em programa de qualidade assim como não existe relacionamento entre dinheiro gasto e dinheiro economizado. O despertar exige o comprometimento com o futuro e somente age quem compreende o verdadeiro custo da qualidade;
- Estágio 03 – O esclarecimento: O esclarecimento surge com o compromisso formal de melhoria da qualidade, regulamentado e sacramentado. Neste momento ocorre o reconhecimento de que somos a causa de nossos problemas, estabelece-se o departamento de qualidade como unidade equilibrada, bem organizada e operante, assim

como um programa de treinamento para a educação da qualidade. As pessoas reconhecem que precisavam melhorar, trata-se de um fenômeno industrial de renascimento. Esta fase caracteriza-se pela franqueza com que os problemas são enfrentados, sem a busca pelos indivíduos para a atribuição de culpas. O custo relativo à qualidade (CrQ) terá sua primeira avaliação justa;

- Estágio 04 – A sabedoria: Pergunta-se agora: Por que antigamente existiam tantos problemas e por que o departamento da qualidade estava sempre por perto? As reduções de custos são efetivas e os problemas que surgem são enfrentados e logo desaparecem, sendo sua resolução praticada pelos níveis hierárquicos inferiores. Ocorre a integração entre todos os envolvidos com o programa da qualidade;
- Estágio 05 – A certeza: O que se percebe na empresa é a certeza de que não ocorrem problemas com qualidade. A certeza considera a gerência da qualidade como parte absolutamente vital da empresa. O sistema de prevenção é tal que pouquíssimos problemas chegam a ocorrer.

3.4.2 O *status* nacional

O *status* nacional em torno das aplicações das técnicas de gestão dos custos relativos à qualidade apresenta uma grande incógnita sobre a adoção do sistema, a padronização dos métodos aplicados e de relatórios emitidos. Alguns aspectos são relevantes neste diagnóstico^{[14][16][39][40][47]}:

- Observam-se iniciativas remotas na adoção do sistema de CrQ de forma plena. Esta constatação se dá em diversos setores produtivos (figura 3.15);

| Categoria | 1993 | | 1995 | | 1997 | |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| Sistemática | 10 | 3,6 | 16 | 3,6 | 34 | 5,8 |
| Em projetos específicos | 29 | 10,6 | 28 | 6,3 | 55 | 9,4 |
| Em estudo ou implantação | 41 | 14,9 | 97 | 21,9 | 118 | 20,1 |
| Não Mantém | 195 | 70,9 | 302 | 68,2 | 381 | 64,8 |
| Base | 275 | 100 | 443 | 100 | 588 | 100 |

Figura 3.15 – Aplicação dos sistemas de custos relativos à qualidade nas empresas brasileiras^[47]

- Os sistemas contábeis e de gestão de custos estão fortemente baseados nas técnicas de custeio por volume ou rateio (VBC), assim como os conhecimentos sobre técnicas de custeio baseado em atividades (ABC) são muito superficiais. Uma pesquisa realizada em empresas de grande porte de diversos segmentos industriais em Curitiba apresentou como resultado a constatação de que somente 27 % das empresas utilizam conceitos de ABC na sua gestão. Para o setor metal-mecânico / montadoras o índice de utilização apresenta-se em 12,5 % ^[39];
- Pode-se afirmar que a maioria das empresas brasileiras apresentam-se nos estágios da incerteza e despertar, sendo poucas as que se encontram no estágio de esclarecimento ou sabedoria na prática dos sistemas de custos relativos à qualidade (CrQ) e técnicas de gestão de custos baseado em atividades (ABC).

3.4.3 Custos das atividades metrológicas

A metrologia e suas atividades apresentam funções de fornecimento de informação e dados do processo e do produto fundamentais para a gestão industrial e atendimento aos objetivos de melhoria contínua e confiabilidade de produto. Seu sistema de gestão de custos se insere completamente no contexto de custos relativos à qualidade. É clara a relevância técnica das informações sujeitas ao controle metrológico, assim como as suas contribuições e impacto nos custos relativos à qualidade^{[4][5][6][22][25][27][30][48]}.

É possível realizar uma analogia sobre os custos relativos às atividades metrológicas (CrAM) nas empresas, com os aspectos técnicos, de gestão e de status dos custos relativos à qualidade (CrQ). Os CrAM estão completamente contemplados nos CrQ.

Pretende-se a seguir realizar a demonstração de um método de avaliação econômica das atividades metrológicas. Aplicando os conceitos de custeio baseado em atividades (ABC) e de gestão de custos relativos à qualidade (CrQ), é possível realizar a estratificação dos custos relativos às atividades metrológicas (CrAM) para auxiliar análises econômicas em processos de melhoria contínua, redução de custos e tomada de decisão gerencial.

3.5 MÉTODO DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ATIVIDADES METROLÓGICAS

Propõe-se a seguir um método que se aplica à identificação e estratificação dos custos relativos às atividades metrológicas (CrAM) nas empresas. Considera-se que estes custos estão inseridos dentro do sistema de gestão de custos relativos à qualidade (CrQ), o que estabelece a premência de adoção dos conceitos anteriormente estabelecidos como critérios para o desenvolvimento das técnicas aplicadas ao objetivo proposto.

Os resultados previstos como *outputs* do sistema devem ser adotados como sistema de informação gerencial para análise de desempenho de parte do sistema da qualidade – o sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM). Os dados resultantes das análises podem auxiliar o processo de tomada de decisão, assim como serem utilizados como ferramenta para análise de impacto econômico de investimentos.

Ressalta-se ainda o objetivo específico da aplicação do método de avaliação econômica das atividades metrológicas neste trabalho, aplicado para justificar os benefícios econômicos possíveis às empresas pela contratação de serviços e assessoramento remoto na assistência metrológica industrial – LASAR, cujos resultados encontram-se no capítulo 4.

3.5.1 Premissas para o sucesso do método

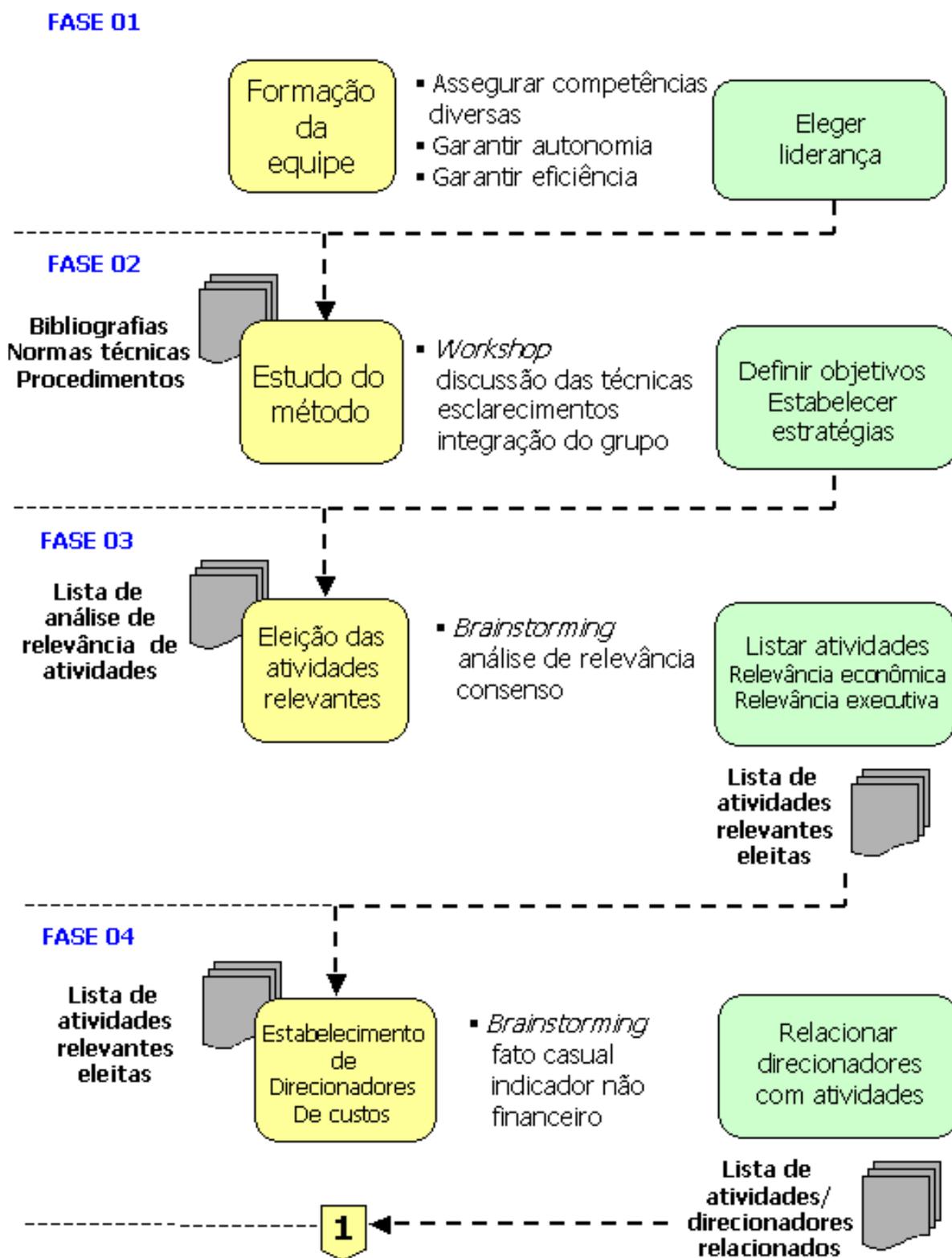
É importante o estabelecimento de algumas premissas que devem induzir ao sucesso da implantação do método e ao enriquecimento e valorização de seus resultados. Tais aspectos são essenciais para o desenvolvimento das atividades que seguem durante o desenvolvimento das técnicas de aplicação e estudos. Exige-se que ocorra um momento de reflexão anterior ao início dos trabalhos para que seja observado o atendimento pleno dos seguintes objetivos:

- Os critérios de envolvimento, dedicação e comprometimento com o trabalho devem ser plenamente atendidos. A equipe de implantação deverá garantir que estes requisitos recebam a devida atenção, de acordo com a programação de desenvolvimento estabelecida;
- As ações tomadas durante o desenvolvimento das atividades devem sempre estar sendo direcionadas para o atendimento dos objetivos estabelecidos;
- Deve ser assegurado o conhecimento prévio das técnicas envolvidas (*background*). A

equipe de implantação do método deve dominar plenamente o objeto de estudo;

- Devem ser possibilitadas as estruturas de trabalho necessárias, tanto das ferramentas de *hardware* e sistemas quanto de informações e dados a serem disponibilizados;
- Devem ser asseguradas as condições plenas para a aplicação do estudo e modelo de análise, este requisito deve ser estabelecido pela diretoria da empresa, reconhecendo os objetivos traçados e estratégias a serem adotadas para o seu atendimento e implantação.

3.5.2 Apresentação do fluxograma de implantação



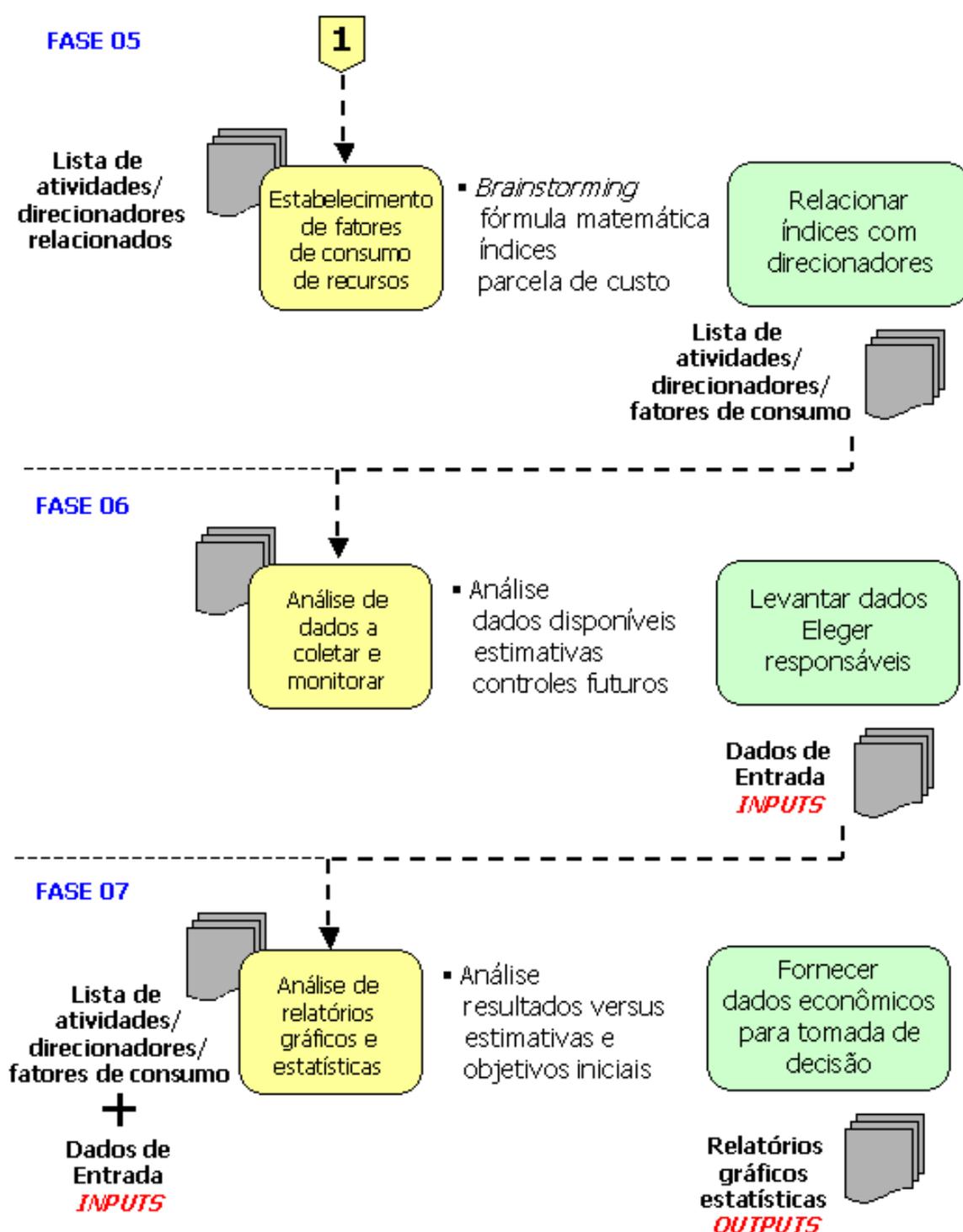


Figura 3.16 – Fluxograma de implantação do método de avaliação econômica dos custos relativos às atividades metrológicas

3.5.3 Detalhamento do processo executivo

O detalhamento do processo executivo complementa as informações descritas pelo fluxograma de atividades. São apresentadas as ações e atividades desenvolvidas durante o desenvolvimento do método.

Fase 1 – Formação da equipe de implantação

A etapa de formação da equipe de trabalho e implantação do sistema de CrAM deverá reunir membros com competências e envolvimento com as atividades de:

- Gestão da qualidade;
- Contabilidade ou gestão de custos;
- Gerência técnica;
- Gerência de produção industrial, processos ou operações;
- Gerência comercial ou administrativa;
- Engenharia de produto;
- Metrologia.

A participação de pessoas dos departamentos acima indicados apresenta objetivos voltados à autonomia e eficiência da equipe em estabelecer critérios e lógicas robustas, pelo conhecimento pleno dos processos administrativos e técnicos.

Após a definição dos membros integrantes da equipe de trabalho, deve ser eleito dentre eles um líder de implantação do sistema, cujo papel se sobrepõe ao dos demais pela função de incentivador dos trabalhos, organizador e viabilizador das atividades necessárias para o desenvolvimento das tarefas e conclusão das etapas necessárias à implantação das atividades. A eleição desta pessoa deverá considerar qualificações para liderança de equipes e *background* em conhecimentos de sistemas de análise de custos, principalmente em técnicas de ABC e de custos relativos à qualidade.

Fase 2 – Estudo do processo executivo do método

Após a formação da equipe deverá ocorrer um *workshop* para apresentação do contexto do trabalho, técnicas envolvidas e procedimentos necessários. Deverá ocorrer uma deliberação inicial para esclarecimentos que sejam pertinentes e indicação de referências bibliográficas, normativas e técnicas sobre os trabalhos envolvidos, abordando os sistemas de gestão de custos relativos à qualidade (CrQ) e sistemas de custos baseados em atividades (ABC). Neste

momento também deverão ser discutidos os objetivos do grupo, periodicidade de reuniões, estratégias de ação, relatórios de atividades, atribuição de responsabilidades e tarefas.

A visão de que o trabalho de implantação do sistema de gestão de custos relativos às atividades metrológicas é um trabalho de longo prazo deve ser compartilhada, o que exige uma dinâmica de trabalho que sofrerá ajustes durante o seu desenvolvimento. Alguns dados necessários como *inputs* do sistema não serão completamente ou adequadamente obtidos, exigindo estimativas iniciais para confirmação futura.

Esta fase inicial de análise é fundamental para a integração do grupo com as ações necessárias à organização geral. A partir deste detalhamento forma-se um conceito prévio sobre o desenvolvimento do método, o que deve causar uma dinâmica de trabalho que incentive o desenvolvimento das atividades com maior comprometimento com os objetivos e responsabilidades para com o grupo.

Fase 3 – Eleição das atividades metrológicas relevantes

O processo de eleição das atividades metrológicas mais relevantes se dá por seção de *brainstorming*. O grupo deve eleger dentre as atividades enumeradas na lista de análise de relevância de atividades (figura 3.17) as contas representativas das atividades, que no processo da empresa caracterizam relevância econômica ou executiva.

Considera-se que para empresas distintas serão eleitas atividades diferentes, segundo as peculiaridades de seus processos. A prática deste sistema em função do tempo possibilitará a análise de relevância das atividades por setores industriais distintos, enriquecendo as orientações sobre a aplicação do sistema de controle de custos relativos às atividades metrológicas em ações futuras de *benchmarking*.

A diferenciação entre relevância econômica e executiva está no aspecto de que muitas atividades já devem estar caracterizadas como relevantes na apropriação de custos pelo sistema tradicional – relevância econômica. Em outras atividades observa-se que são dispensadas ações executivas, apesar de ainda não ser possível ou praticada a mensuração da quantidade de recursos apropriados à tarefa – relevância executiva (Por exemplo: Custos com calibrações de instrumentos apresentam relevância econômica, custos com revisões em planos de inspeção apresentam relevância executiva).

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Prevenção

Código Descrição da Conta

P-EPD - Eng. Produto

- 1 especificações de produto
- 1.1 valores nominais, efetivos, desvios e tolerâncias
- 1.2 caracterização qualitativa e quantitativa
- 2 avaliação de protótipo / amostra inicial
- 3 revisão de projeto
- 4 avaliação da necessidade de inspeção
- 5 projeto de dispositivos de medição
- 5.1 desenvolvimento de equipamentos de inspeção

P-EPC - Eng. Processo

- 1 planejamento de inspeções e ensaios
- 2 planejamento de CEP
- 2.1 capacidade de processo
- 3 aprovação de primeira peça
- 4 controle de ferramentas (avaliação metrológica)
- 5 avaliação da qualidade no processo de desenvolvimento

P-SGM - SGQM

- 1 Administração dos SM
- 1.1 calibração de SM
- 1.2 manutenção de SM
- 1.3 análise de capacidade

P-RH - Recursos Humanos

- 1 entrevistas e contratação
- 2 definição de perfil profissional
- 3 planejamento de cursos e treinamento
- 4 Treinamento para inspetores / operadores
- 5 suporte técnico para vendedores e assist. técnica
- 6 suporte para participação de seminários e congressos
- 7 disponibilização de material bibliográfico

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Prevenção (cont.)

P-EQ - Eng. da Qualidade

- 1 revisão de planos, procedimentos de inspeção e normas
- 2 planejamento da avaliação da qualidade
- 3 auditorias das atividades metrológicas
- 4 administração do SGQM

P-FMP - Fornecedores e Matéria Prima

- 1 avaliação de amostra inicial (medições e ensaios)
- 2 planejamento de avaliação de recebimento
- 3 desenvolvimento de fornecedor (aspectos metrológicos)

P-AE - Avaliação Econômica

- 1 monitoramento de dados
- 2 avaliação de custos
- 3 avaliação de retorno de investimentos
- 4 relatórios

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Avaliação

| Código | Descrição da Conta |
|--------|--------------------|
|--------|--------------------|

A-EPD - Eng. Produto

- 1 auditorias da qualidade - metrologia
- 2 qualificação de produto
- 3 análise e relatório de resultados de testes e inspeção
- 4 revisão de especificações de fabricação

A-EPC - Eng. Processo

- 1 avaliação de processos
- 2 controle de processos
- 3 medições e controle de produtos fabricados
- 4 ensaios de vida e fadiga
- 5 auditorias de estoques
- 6 autoinspeção por operadores
- 7 inspeção final
- 8 testes de confiança
- 9 verificação de pré produção
- 10 inspeção de recebimento
- 11 materiais de consumo em inspeções e testes
- 12 testes de performance em campo

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Avaliação (cont.)

A-FMP - Fornecedores e Matéria Prima

- 1 inspeção de recebimento
- 2 avaliação de processos de fornecedores
- 3 verificações de terceiros
- 3 processamento e armazenamento de dados
- 4 desenvolvimento e validação de software
- 5 emissão de laudos e relatórios
- 6 avaliação de resultados
- 7 estudos de MSA

A-RH - Recursos Humanos

- 1 custos de RH - metrologia
- 2 custos de supervisão - metrologia

A-EQ - Eng. da Qualidade

- 1 auditorias de processo e produtos
- 2 inspeção e testes de materiais
- 3 aprovações externas
- 4 revisão e aprovação de procedimentos e instruções técnicas
- 5 auditorias de procedimentos e sistemas
- 6 avaliação de desempenho e produto de concorrentes
- 7 avaliação de deterioração de MP

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Falhas Internas

| Código | Descrição da Conta |
|--------|--------------------|
|--------|--------------------|

FI-EP - Eng. Produto

- 1 falhas por características de produto
- 2 correções de engenharia

FI-EPC - Eng. Processo / Produção

- 1 retrabalhos, recuperação ou reparos
- 2 operações extraordinárias
- 3 sucatas
- 4 desperdícios

Custos da Qualidade – Atividades de Falhas Internas (cont.)

FI-SGM - SGQM

- 1 reparo de SM danificados
- 2 detenção das linhas de produção
- 3 aquisição de SM redundantes
- 4 substituição de SM inadequados
- 5 subutilização de SM
- 6 reinspeção por retrabalhos / seleção de peças
- 7 setup

FI-EQ - Eng. da Qualidade

- 1 detenção da produção por má qualidade
- 2 reprovação de produtos bons
- 3 aprovação de produtos ruins
- 4 ensaios em sucatas
- 5 análise de desenhos
- 6 análise de não conformidades
- 7 busca de falhas no sistema
- 8 estimativas erradas

Custos Relativos à Qualidade – Atividades de Falhas Externas

Código Descrição da Conta

FE-AD - Atividades diversas

- 1 atendimento de reclamações
- 2 substituição de produto em garantia
- 3 produtos rejeitados e devolvidos
- 4 concessões
- 5 perda de vendas
- 6 responsabilidade de produtos
- 7 serviços em campo
- 8 custos de rechamada
- 9 RH de administração de não conformidades
- 10 reuniões / informes de problemas.

Nesta etapa deve ocorrer a análise sobre quais das atividades indicadas apresentam relevância sobre uma das duas formas. Preocupações com a quantidade de recursos econômicos dispensados ou gastos não devem interferir na decisão de relevância. Constata-se que muitas atividades consideradas como pouco relevantes pelo sistema tradicional ou pela experiência dos profissionais apresentam após o estudo participações representativas.

Serão consideradas atividades relevantes as que forem eleitas pelo grupo, por unanimidade. Sobre este aspecto, as argumentações para convencimento do grupo deverão apresentar fundamentação técnica-administrativa suficiente pelos seus argüidores.

Fase 4 – Estabelecimento dos direcionadores de custos

A técnica de ABC apresenta os direcionadores de custo como o fato casual que afeta a quantidade de trabalho e caracteriza-se quase sempre como um indicador não financeiro. É importante a percepção de que o método prevê a análise de consumo de recursos pelas atividades, portanto, para cada atividade anteriormente eleita como relevante, deve-se discutir qual o melhor direcionador de custos associado, sendo admitido somente um tipo, também por unanimidade (figura 3.18).

| Natureza | Atividade | Direcionador |
|-----------------|--|--------------------------|
| Prevenção | avaliação de amostra inicial | nº de amostras avaliadas |
| Avaliação | inspeção de recebimento | nº de funcionários |
| Falha Interna | classificação de produtos não conforme | custo direto |
| Falha Externa | rechamada (<i>recall</i>) | custo direto |

Figura 3.18 – Direcionadores de recurso

Fase 5 - Determinação dos fatores de consumo de recurso

A determinação dos fatores de consumo de recursos associa-se a fórmulas matemáticas cujas funções buscam o estabelecimento de índices que multiplicados pelos direcionadores de custos representam a alocação dos custos incidentes à atividade sob análise. O fator de consumo de recursos deve refletir a parcela de custo proporcional a uma unidade de direcionador de recurso.

O estabelecimento de fatores de consumo de recursos é determinado pela equipe de implantação, seu memorial de cálculo será revisado caso algum componente de sua fórmula sofra alterações, por exemplo, o custo de hora-homem de determinado setor (figura 3.19).

| Natureza | Atividade | Direcionador | Fator de consumo |
|---------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Prevenção | avaliação de amostra inicial | nº de amostras | \$hora-homem x tempo médio da tarefa |
| Avaliação | inspeção de recebimento | nº de funcionários | \$hora-homem x horas trabalhadas |
| Falha Interna | classificação de produto não conforme | custo direto | valor apropriado |
| Falha Externa | rechamada (<i>recall</i>) | custo direto | valor apropriado |

Figura 3.19 – Fatores de consumo de recurso

Fase 6 - Análise dos dados a coletar e monitorar

Após a determinação das contas de atividades relevantes e o estabelecimento de seus direcionadores de custos e fatores de consumo de recursos, deve ser realizada a análise de dados necessária para alimentar o sistema de informação e cálculos. Muitos itens já deverão estar disponíveis pelo sistema de informação existente na empresa, outros deverão ser levantados ou estimados. É essencial a objetividade pela determinação de dados que ainda não estão sob controle, as estimativas fazem parte da implantação do sistema, que após um período de controle sistemático estará apto a fornecer os dados reais.

Para as ações de coleta de dados e emissão de relatórios deverão ser eleitos responsáveis, assim como o comprometimento com o monitoramento contínuo e futuro deve ser estabelecido. Para estas necessidades devem ser discutidas ações de implantação de novos controles, monitoramento e estabelecimento de índices de referência.

Fase 7 - Análise de relatórios, gráficos e estatísticas

Como resultados iniciais do sistema de gestão dos custos relativos às atividades metrológicas (CrAM) devem ser estabelecidos relatórios que sejam voltados para a demonstração de resultados consistentes com os objetivos traçados inicialmente, assim como possibilitar as funções de fornecimento de informações gerenciais. É importante a definição de formatos de relatórios que apresentem os *outputs* de acordo com as expectativas, seja para apresentar o consumo de recursos econômicos por estratificação de atividades, seja para a execução de

comparações de desempenho, seja para estimativas e simulações de impactos econômicos de investimentos. A definição de índices objetivos é relevante para o processo de monitoramento, qualquer tempo de amostragem de dados - mensal, trimestral ou anual permite o controle uma vez que os dados de entrada estejam disponibilizados no momento necessário.

A figura 3.20 apresenta a função de melhoria contínua e gestão de custos que o sistema possibilita. O processo de tomada de decisão exige que a avaliação do sistema ocorra sistematicamente, em comparação com as expectativas e metas estabelecidas. Desta forma as decisões sobre investimentos, correções no processo e análises estratégicas tornam-se mais seguras.

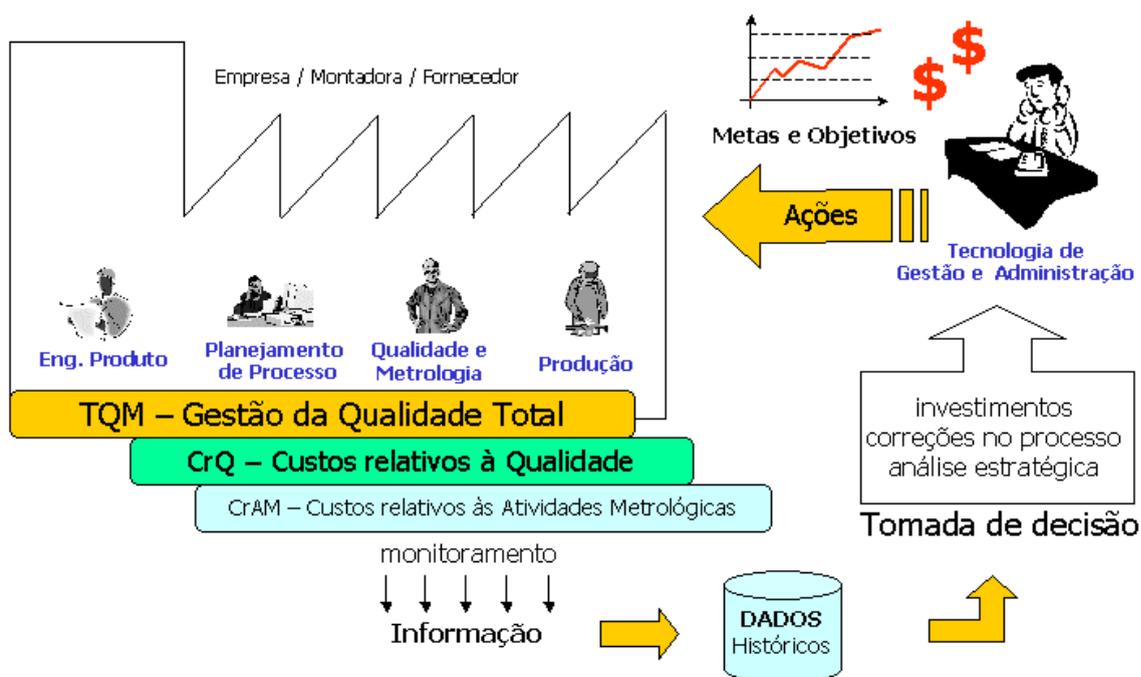


Figura 3.20 – Ciclo de gestão e melhoria contínua do sistema de gestão dos custos das atividades metrológicas

Capítulo 4

Benefícios Econômicos Estimados pela Contratação de um LASAR.

É imprescindível a indicação de que as funções inovadoras e os objetivos técnicos apresentados por um Laboratório Associado de Serviços e Assessoramento Remotos (LASAR) sejam economicamente viáveis. A proposta de racionalização das atividades metrológicas nas empresas, possibilitada pela contratação de serviços e assessoramento remotos implica na melhoria do controle do processo, garantia da qualidade e confiabilidade dos produtos e redução dos custos, o que implica necessariamente em retornos econômicos favoráveis.

Neste capítulo apresenta-se a aplicação de um método de avaliação econômica das atividades metrológicas em empresas, através de dois estudos de caso, em seguida é realizada uma simulação de melhoria do desempenho das atividades metrológicas no ambiente de uma das empresas, considerando a implantação do LASAR e são demonstrados os resultados econômicos esperados.

4.1 ORGANIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

A fase de organização executiva dos estudos de caso nas empresas contempla as etapas de seleção das empresas, apresentação, desenvolvimento/aplicação e análise de resultados do método de avaliação econômica. Todo o planejamento das atividades necessárias ao sucesso dos estudos de caso está descrito no documento: *Visitas de Estudo em Empresas – Plano de Trabalho*^[33].

A lógica de desenvolvimento das ações dos estudos de caso exigiu sinergia entre o autor e a equipe de implantação do estudo da empresa. A preocupação com a concepção de uma solução voltada às necessidades da empresa e viável na sua aplicação esteve presente em todas as etapas de desenvolvimento descritas a seguir.

4.1.1 Seleção das empresas

O processo de seleção das empresas para realização dos estudos de caso seguiu as mesmas diretrizes e condições de contorno estabelecidas no projeto LASAR^{[30][33]}.

- Ramo de atividade: Metal-mecânica;
- Porte: Pequena e média empresa;
- Produção de peças seriadas;
- Demandas essencialmente por metrologia dimensional;
- Sistema da qualidade implementado;
- Empresas não concorrentes entre si;
- Empresas localizadas no eixo Florianópolis – Curitiba.

4.1.2 Apresentação do método

Descrito também como primeira rodada de visitas, a apresentação do método proposto destacou como objetivo inicial o contato com a empresa e a sua sensibilização ao tema de trabalho, assim como a percepção da receptividade, interesse e disposição pelo desenvolvimento das ações propostas, por parte das empresas.

Uma análise superficial sobre as práticas da empresa em relação aos controles de custos foi realizada, detectando o *status* dos sistemas de avaliação econômica, assim como o conhecimento básico (*background*) dos profissionais selecionados sobre as técnicas envolvidas. Também foi realizada uma seção de *brainstorming* tendo como tema: “Quais as características que o LASAR deve apresentar para ser uma poderosa ferramenta de auxílio à solução de problemas metrológicos na empresa?”. Os resultados e ponderações sobre esta etapa de trabalho são detalhados nos Relatórios Executivos – primeira rodada^{[49][50]}.

4.1.3 Desenvolvimento e aplicação

Etapa caracterizada pela segunda rodada de visitas, a qual apresentou objetivos específicos ao desenvolvimento do sistema de gestão dos custos relativos às atividades metrológicas (CrAM). A etapa de desenvolvimento desencadeou as ações de:

- Análise dos processos de fabricação;
- Apresentação e aplicação do método de avaliação econômica (conforme fluxograma do método – figura 3.16);
- Observações de oportunidades de melhoria;
- Críticas e opiniões sobre o método proposto;
- Encaminhamentos (levantamento de dados - *inputs*).

Nesta etapa foi consolidada a lógica do método em função da percepção do desempenho de sua aplicação, percepção das dificuldades da equipe de implantação e suas expectativas em relação aos objetivos e metas. Os resultados e ponderações sobre esta etapa de trabalho são detalhados nos Relatórios Executivos – segunda rodada^{[51] [52]}.

4.1.4 Análise de resultados

A etapa de análise de resultados, caracterizada como terceira rodada de visitas, ocorreu após o levantamento dos dados de entrada (*inputs*) solicitados pelo método e sua aplicação nas planilhas de cálculo. As constatações sobre os resultados obtidos pelo sistema foram apresentadas e discutidas com a equipe de implantação do método, com objetivo de analisar a robustez dos dados gerados e sua contribuição para a melhoria do sistema de gestão de custos das atividades metrológicas e avaliação de seu impacto econômico.

Além da apresentação dos resultados da análise, ocorreram deliberações sobre atividades que ainda apresentavam dúvidas ou dificuldades para cálculo e controle. Os resultados e ponderações sobre esta etapa de trabalho são detalhados no Relatório Executivo – terceira rodada^[55].

A terceira rodada de estudos ocorreu somente em uma das duas empresas cujos estudos de caso foram iniciados, detalhes sobre as causas da interrupção da aplicação do método na outra empresa estão descritas no item descritivo do desenvolvimento do respectivo estudo de caso (item 4.2.1).

4.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE CUSTOS RELATIVOS ÀS ATIVIDADES METROLÓGICAS – APLICAÇÃO DO MÉTODO

A descrição detalhada do desenvolvimento das ações de implantação do método de avaliação econômica das atividades metrológicas nas empresas é relevante para a orientação sobre o desempenho do método proposto. A seguir são apresentadas as aplicações em dois estudos de caso.

4.2.1 Estudo de caso 1 – Empresa A

- Caracterização da empresa:

Empresa de pequeno porte, atuação no setor metal-mecânico como fabricante de macacos, prensas e guinchos hidráulicos. Empresa fornecedora para o setor automobilístico – montadoras, mercado nacional, internacional e linha de reposição. Apresenta processos de beneficiamento de matéria prima – usinagem e montagem do produto final. Possui certificação QS 9000, não possui laboratório de metrologia interno, o sistema de gestão da qualidade metrológica visa o atendimento dos requisitos da norma QS 9000 e o cadastro de instrumentos de medição apresenta cerca de 150 unidades.

A primeira rodada de visitas apresentou como *status* de amadurecimento do sistema de gestão do impacto econômico das atividades metrológicas e sistema de custos os seguintes aspectos:

- A empresa apresenta sistema de gestão de custos por volume/rateio (VBC);
- As pessoas ligadas à gestão de custos não detêm conhecimentos aprofundados sobre técnicas de gestão ABC;
- Não existe sistema de gestão de custos relativos à qualidade ou às atividades metrológicas, muito embora alguns índices da qualidade sejam controlados, tais como retrabalhos e refugos;
- A equipe de implantação do sistema apresentou percepção sobre a relevância de implantação do sistema de gestão dos CrAM e avaliação econômica para os processos de tomada de decisão.

- **Aplicação do método:**

As premissas estabelecidas para a garantia do sucesso da implantação foram asseguradas pelo comprometimento da equipe e da diretoria com os objetivos propostos. A dedicação da equipe e a estrutura de informações necessárias foram asseguradas na reunião inicial da segunda rodada. O *background* necessário aos integrantes da equipe de implantação sobre as técnicas envolvidas foi assegurado por treinamento efetuado no início das atividades do grupo, também na segunda rodada de visitas. A aplicação do método de avaliação econômica das atividades metrológicas (AM) seguiu o fluxograma de implantação estabelecido. O detalhamento do desempenho da implantação do método possibilita análises sobre as dificuldades de sua implantação e possibilidades de melhoria. Informações detalhadas das atividades desenvolvidas são apresentadas no Relatório Executivo – segunda rodada^[51].

Fase 01 – Formação da equipe:

A formação da equipe envolveu o pessoal responsável pelas seguintes funções na empresa:

- Gerente de Produção
- Contabilidade
- Gerente da Qualidade
- Departamento Técnico.

A convocação de pessoas ligadas especificamente à metrologia, engenharia de produto e gerência comercial não se caracterizou, pois tais funções são acumuladas pelos integrantes citados. A eleição do líder de implantação de sistema foi desconsiderada, pois para a aplicação de estudo de caso, as funções do líder são exercidas pelo autor (executor do estudo). Numa situação de implantação definitiva, um líder eleito é imprescindível.

Fase 02 – Estudo do processo executivo do método:

O *workshop* para esclarecimentos pertinentes sobre técnicas, procedimentos, determinação de objetivos e estratégias de ação realizou-se na segunda rodada de visitas. O detalhamento dos resultados sobre discussões são apresentados no Relatório Executivo – segunda rodada^[51].

Fase 03 – Eleição das atividades relevantes:

A sessão de *brainstorming* para eleição das atividades relevantes apontou para poucas atividades metrológicas com consumo de recursos e necessidade de controle, cuja causa se deve ao processo de produção e controle metrológico ser simples, assim como as fases de desenvolvimento de produto, protótipos e processos. A indicação das atividades eleitas é apresentada no anexo 1 – Lista de análise de relevância das atividades metrológicas.

Fase 04 – Estabelecimento de direcionadores de custos:

O estabelecimento de direcionadores apresentou dificuldades na aplicação da técnica, com difícil percepção da equipe de implantação sobre a função do direcionador para a apropriação dos custos às atividades destacadas como relevantes (figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4).

Fase 05 – Estabelecimento de fatores de consumo de recursos:

Esta fase também apresentou dificuldade para sua implantação, tendo em vista que os conhecimentos da equipe de implantação eram superficiais e impediam a visão da aplicação do método para os objetivos estabelecidos (figuras 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4).

| Código | Descrição da Atividade | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|---|---|----------------|---|
| P-EPD - Eng. Produto | | | |
| 1 | avaliação de protótipo / amostra inicial | n° projetos | (\$ hora homem) . tempo médio por projeto |
| 2 | revisão de projeto | n° projetos | (\$ hora homem) . tempo médio por projeto |
| 3 | avaliação da necessidade de inspeção | n° projetos | (\$ hora homem) . tempo médio por projeto |
| P-EPC - Eng. Processo | | | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - FMEA | n° planos | (\$ hora homem) . tempo médio por plano |
| P-SGM - SGQM | | | |
| 1 | Administração dos SM | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| 1.1 | calibração de SM | custo direto | valor contratação |
| 1.2 | manutenção de SM | custo direto | valor contratação |
| 1.3 | análise de capacidade - MSA | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| P-RH - Recursos Humanos | | | |
| 1 | planejamento de cursos e treinamento interno | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| P-EQ - Eng. da Qualidade | | | |
| 1 | revisão de planos, procedimentos de inspeção e normas | n° planos | (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa |
| 2 | auditoras das atividades metrológicas | custo direto | $(\$ 3^{05} + MOD) \times 0,30$ |
| P-FMP - Fornecedores e Matéria Prima | | | |
| 1 | avaliação de amostra inicial (medições e ensaios) | n° amostras | (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa |
| P-AE - Avaliação Econômica | | | |
| 1 | monitoramento de dados | tempo dedicado | (\$ hora homem) |

Figura 4.1 – Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de prevenção

| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|---|---|----------------|--|
| A-EPD - Eng. Produto | | | |
| 1 | qualificação de produto - Protótipo | nº projetos | (\$ hora homem) . tempo médio por projeto |
| A-EPC - Eng. Processo | | | |
| 2 | autoinspeção por operadores | nº inspeções | (\$ hora homem) . tempo médio por inspeção |
| A-FMP - Fornecedores e Matéria Prima | | | |
| 1 | inspeção de recebimento | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| A-SGM - SGQM | | | |
| 1 | depreciação de SM e instalações | custo direto | valor da depreciação |
| 2 | desenvolvimento e validação de software | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| 3 | estudo de MSA | nº estudos | (\$ hora homem) . tempo médio por estudo |
| A-RH - Recursos Humanos | | | |
| 1 | custos de RH - metrologia | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| 2 | custos de supervisão - metrologia | tempo dedicado | (\$ hora homem) |

Figura 4.2 – Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de avaliação

| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|--|---------------------------------------|--------------|------------------------------|
| FI-EP - Eng. Produto | | | |
| 1 | falhas por características de produto | custo direto | valor apropriado |
| FI-EPC - Eng. Processo / Produção | | | |
| 1 | retrabalhos, recuperação ou reparos | custo direto | valor apropriado |
| FI-SGM - SGQM | | | |
| 1 | Setup | custo direto | valor apropriado |
| FI-EQ - Eng. da Qualidade | | | |
| 1 | detenção da produção por má qualidade | custo direto | valor apropriado |
| 2 | reprovação de produtos bons | custo direto | valor apropriado |
| 3 | aprovação de produtos ruins | custo direto | valor apropriado |
| 6 | análise de não conformidades | custo direto | valor apropriado |
| FI-FMP - Fornecedores e Matéria Prima | | | |
| 3 | análise de fornecedores com problemas | custo direto | valor apropriado |
| 5 | concessão e permissão de concessão | custo direto | valor apropriado |
| * Valor apropriado deverá considerar custos de MOD, Horas máquina, valor de material, perdas com vendas, etc ... | | | |

Figura 4.3 – Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de falhas internas

| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Cálculo de Overhead |
|--|---|--------------|---------------------|
| FE-AD Atividades diversas | | | |
| 1 | atendimento de reclamações - metrologia | custo direto | valor apropriado |
| * Valor apropriado deverá considerar custos de MOD, Horas máquina, valor de material, perdas com vendas, etc ... | | | |

Figura 4.4 – Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de falhas externas

Fase 06 – Análise de dados a coletar e monitorar:

A análise de dados apresentou necessidade de levantamento das informações de entrada do sistema, as quais, em sua maioria não apresentaram disponibilidade imediata. Ficaram responsáveis por informar os dados as pessoas envolvidas com a contabilidade e gestão da qualidade.

Fase 07 – Análise de relatórios, gráficos e estatísticas:

Dificuldades da empresa em efetuar o levantamento dos dados de entrada e em dispor de tempo para dedicação às funções necessárias ao mesmo impediram a continuidade das ações.

▪ Resultados:

A análise do estudo de caso realizado na Empresa A aponta para dificuldades de implementação relacionadas com os seguintes aspectos:

- Mesmo com o compromisso estabelecido pela diretoria da empresa e pelos integrantes da equipe de implantação do estudo para com os objetivos estabelecidos, as dificuldades relacionadas com os aspectos técnicos da metodologia e suas exigências de conhecimentos básicos sobre as técnicas de gestão de custos ABC dificultaram a análise dos dados de entrada, sua obtenção e mensuração;
- A ausência de controles de custos das atividades metrológicas na empresa e seu histórico dificultaram a visão de suas contribuições;
- Percebe-se claramente o alijamento das atividades metrológicas causado pela visão simplificada de suas contribuições para o estabelecimento de confiabilidade de produto e controle de processos;
- O aspecto de dedicação da equipe às ações relacionadas com a implementação do sistema deve ser priorizado de acordo com a programação previamente estabelecida na fase 02. Os integrantes da equipe apresentaram acúmulo de atividades que assoberbaram o tempo de dedicação para as ações necessárias à coleta e informação dos dados de entrada do sistema;
- A disposição de investir em um método em experimentação reduziu-se perante a tarefa a ser cumprida, no prazo exigido. A demonstração futura de *cases* de sucesso do LASAR impelirão posturas mais pró-ativas na busca de resultados pela empresa.

4.2.2 Estudo de caso 2 – Empresa B

- Caracterização da empresa:

Empresa de médio porte, atuação no setor metal-mecânico como fabricante de partes e peças denominadas impulsores de partida e componentes do conjunto do motor de arranque, tais como mancais de alternadores, polias, porta escovas, retificadores e reguladores de voltagem. Empresa fornecedora para o setor automotivo – montadoras, mercado nacional, internacional e linha de reposição. Apresenta processos de beneficiamento de matéria prima, usinagem e montagem do produto final. Possui certificação QS 9000 e encontra-se em fase de certificação ISO/TS 16949, possui mais de um laboratório de metrologia interno, apresentando em torno de 1.100 itens em seu cadastro de instrumentos. O sistema de gestão da qualidade metrológica visa o atendimento dos requisitos da norma QS 9000, assim como se integra ao sistema de melhoria contínua e desenvolvimento de produtos de maneira superficial.

A primeira rodada de visitas constatou como *status* de amadurecimento do sistema de gestão do impacto econômico das atividades metrológicas e sistema de custos os seguintes aspectos:

- A empresa apresenta sistema de gestão de custos por volume/rateio (VBC) bastante detalhado e discriminado;
- As pessoas ligadas ao controle de custos não detêm conhecimentos aprofundados sobre técnicas de gestão de custos por ABC, porém, apresentam visão da necessidade e possibilidades de melhorias na gestão, possíveis pela aplicação das técnicas ABC;
- Existe sistema de gestão de custos relativos à qualidade implementado e a percepção de sua aplicação para a análise de desempenho do sistema da qualidade é madura;
- Não existe sistema de custos relativos às atividades metrológicas implementado;
- Nenhum índice de retorno de investimentos ou práticas de desenvolvimento e melhoria de processo é fornecido pelo sistema de gestão de custos atual;
- A equipe de implantação do sistema apresentou percepção sobre a relevância pela implantação do sistema de gestão dos CrAM e avaliação econômica para o processo de tomada de decisão.

- **Aplicação do método:**

As premissas estabelecidas para a garantia do sucesso da implantação foram asseguradas pelo comprometimento da equipe e da diretoria aos objetivos propostos. A dedicação da equipe e a estrutura de informações necessárias foram asseguradas na reunião inicial da segunda rodada. O *background* necessário aos integrantes da equipe de implantação sobre as técnicas envolvidas foi assegurado por treinamento efetuado no início das atividades do grupo, também na segunda rodada de visitas.

A aplicação do método de avaliação econômica das atividades metrológicas (AM) seguiu o fluxograma de implantação estabelecido. O detalhamento do desempenho da implantação do método possibilita análises sobre as dificuldades de sua implantação e possibilidades de melhoria. Informações pertinentes ao complemento das atividades desenvolvidas são apresentadas no Relatório Executivo – segunda rodada^[52].

Fase 01 – Formação da equipe:

A formação da equipe envolveu o pessoal responsável pelas seguintes funções:

- Garantia da Qualidade;
- Metrologia;
- Contabilidade.

A convocação de pessoas ligadas à gerência técnica, gerência de produção industrial, engenharia de produto e gerência comercial não foi possível por dificuldades para a disposição de tempo de dedicação dos demais convocados. As atividades desenvolvidas não foram prejudicadas, pois os profissionais selecionados apresentaram conhecimento e dedicação suficientes para o atendimento dos objetivos. A eleição do líder de implantação de sistema foi desconsiderada, pois para a aplicação de estudo de caso, as funções do líder são exercidas pelo autor (executor do estudo). Numa situação de implantação definitiva, um líder eleito é imprescindível.

Fase 02 – Estudo do processo executivo do método:

O *workshop* para esclarecimentos pertinentes sobre técnicas e procedimentos, determinação de objetivos e estratégias de ação realizou-se na segunda rodada de visitas. O detalhamento dos resultados sobre discussões são apresentados no Relatório Executivo – segunda rodada^[51].

Fase 03 – Eleição das atividades relevantes:

A indicação das atividades eleitas é caracterizada no anexo 1 - Lista de análise de relevância das atividades metrológicas.

Fase 04 – Estabelecimento de direcionadores de custos:

O estabelecimento de direcionadores apresentou certa discussão sobre sua indicação, porém todos os direcionadores foram obtidos por consenso do grupo (figuras 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8).

Fase 05 – Estabelecimento de fatores de consumo de recursos:

Esta fase apresentou bastante polêmica para o estabelecimento da fórmula de cálculo. Notou-se que as discussões geradas acabaram por contribuir para a melhor percepção em como os recursos são consumidos pelas atividades desempenhadas. Em muitos casos a visão inicial sobre quais seriam as fontes de recurso acabou revelando-se equivocada, por causa da baixa percepção de consumo de recursos que a prática de rateios possibilita aos gestores (figuras 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8).

| Código | Descrição da Atividade | Centro de Custo | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|---|---|-----------------|-----------------------------|--|
| P-EPD - Eng. Produto | | | | |
| 1 | projetos de dispositivos de medição | 215 | nº projetos | (\$ hora homem) . tempo médio por projeto |
| P-EPC - Eng. Processo | | | | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios | 321/350/219/326 | nº planos/setor | (\$ hora homem) . tempo médio por planejamento |
| 2 | planejamento de CEP | 331 | nº planos | (\$ hora homem) . tempo médio por planejamento |
| 3 | aprovação de primeira peça - PPAP | 321 | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| 4 | controle de ferramentas | 218 + 333 | nº inspeções | (\$ hora homem) . tempo médio por inspeção |
| P-SGM - SGQM | | | | |
| 1 | Administração dos SM | 333 | tempo dedicado | (\$ hora homem) |
| 1.1 | calibração de SM | 333 | (\$ 3os) + (tempo dedicado) | (valor contratação) + (\$ hora homem) |
| 1.2 | manutenção de SM | 333 | custo direto | valor contratação |
| 1.3 | análise de capacidade - MSA | 333 | nº estudos | (\$ hora homem) . tempo médio por estudo |
| P-RH - Recursos Humanos | | | | |
| 1 | treinamento para inspetores e operadores | diversos | custo direto | (\$ 3 ^{os} + MOD x tempo dedicado) |
| P-EQ - Eng. da Qualidade | | | | |
| 1 | auditoras das atividades metrológicas | diversos | custo direto | (\$ 3 ^{os} + MOD x tempo dedicado) x fator de consumo |
| P-FMP - Fornecedores e Matéria Prima | | | | |
| 1 | avaliação de amostra inicial (medições e ensaios) - REA | 332 | nº REA's | (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa |
| P-AE - Avaliação Econômica | | | | |
| 1 | monitoramento de dados | - | tempo dedicado | (\$ hora homem) |

Figura 4.5 - Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de prevenção

| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|---|---|-----------------|--------------------|---|
| A-EPD - Eng. Produto | | | | |
| 1 | auditorias da qualidade - metrologia | 321 | nº atividades | (\$ hora homem) . tempo médio dedicado |
| A-EPC - Eng. Processo | | | | |
| 1 | ensaios de vida e fadiga | 325 | tempo da tarefa | (\$ hora homem) |
| 2 | autoinspeção por operadores | 111/121 | nº atividades | (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa |
| 3 | inspeção final | 332 | nº funcionários | (\$ hora homem) . horas trabalhadas |
| 4 | verificação de pré produção - setup | diversos | nº setup/processo | (tempo méd. setup / tempo prod. 01 peça) . \$ margem contribuição |
| 5 | materiais de consumo, inspeções e teste | 332 | custo direto | valor dos materiais |
| A-FMP - Fornecedores e Matéria Prima | | | | |
| 1 | inspeção de recebimento | 332 | nº funcionários | (\$ hora homem) . horas trabalhadas |
| A-SGM - SGQM | | | | |
| 1 | depreciação de SM e instalações | 333/326/325 | custo direto | valor da depreciação |
| 2 | setup de inspeções e testes | diversos | nº setup/máq/seção | (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa |
| A-RH - Recursos Humanos | | | | |
| 1 | custos de RH - metrologia | diversos | tempo dedicado | (\$ hora homem) |

Figura 4.6 - Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de avaliação

| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|--|---|--------------|------------------------------|
| FI-SGM SGQM | | | |
| 1 | reinspeção por retrabalhos / seleção de peças | custo direto | valor apropriado |
| FI-AD Atividades diversas | | | |
| 1 | Indicações de falhas - metrologia | custo direto | valor apropriado |
| * Valor apropriado deverá considerar custos de MOD, Horas máquina, valor de material, perdas com vendas, etc ... | | | |

Figura 4.7 - Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de falhas internas

| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Fator de Consumo de Recursos |
|--|---|--------------|------------------------------|
| FE-AD Atividades diversas | | | |
| 1 | atendimento de reclamações - metrologia | custo direto | valor apropriado |
| * Valor apropriado deverá considerar custos de MOD, Horas máquina, valor de material, perdas com vendas, etc ... | | | |

Figura 4.8 - Direcionador e fator de consumo de recursos – atividades de falhas externas

Fase 06 – Análise de dados a coletar e monitorar:

O fato de haver um sistema de gestão de custos relativos à qualidade já implementado, facilitou a determinação de dados de entrada (*inputs*). Algumas informações necessitaram ser estimadas, mas a experiência da equipe de implantação conferiu segurança a estes dados. Todos os integrantes da equipe ficaram responsáveis pelo levantamento dos dados necessários.

O fornecimento das informações solicitadas ocorreu de forma ágil e reflete a análise de custos do primeiro trimestre de 2002, muito embora esta amostra não seja significativa dentro de um período de doze meses, a equipe demonstrou por registros anteriores de custos relativos à qualidade que ocorre uma proporção no consumo destes recursos durante os meses do ano, permitindo projeções sobre estes indicadores.

Fase 07 – Análise de relatórios, gráficos e estatísticas:

Esta fase apresenta-se como terceira rodada de visitas, detalhada no Relatório Executivo – terceira rodada^[53]. Foram necessários esclarecimentos e tomada de decisão sobre a contribuição de custos de algumas atividades de prevenção e avaliação, assim como esclarecimento de conceitos e correção de dados. Sobre o processo de coleta de dados ressalta-se a dificuldade da equipe em adquirir dados anteriormente não controlados, o que exige um sistema integrado e robusto de controle dos direcionadores de recurso e dos fatores de consumo no sistema de custos geral da empresa. Os integrantes da equipe sugeriram que o sistema (*software*) fosse amigável com os controles e planilhas atualmente utilizadas objetivando a facilitação das ações futuras.

▪ Resultados:

A análise econômica detalhada do estudo de caso realizado na Empresa B (anexo 2) demonstra resultados favoráveis à continuidade da aplicação do sistema de gestão dos CrQ e IeAM pelos seguintes aspectos:

- O método de avaliação econômica das atividades metrológicas é coerente com a visão da empresa pela implantação de um sistema de gestão de custos por ABC;
- Os resultados apresentados pelos gráficos das figuras 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13 e 4.14 indicam a estratificação das atividades metrológicas, que apresentaram participação relacionada com os custos relativos à qualidade além da esperada. O método provou sua eficiência em destacar o consumo de recursos das atividades eleitas como relevantes;
- A avaliação da equipe de implantação da empresa recomendou a continuidade do controle dos custos relativos às atividades metrológicas. Os dados gerados irão favorecer o processo de gestão do sistema de garantia da qualidade metrológica, melhoria de processo e redução de custos;
- A prática na aplicação do método gerou conhecimento e experiência suficiente para possibilitar a analogia da sua prática, aplicada ao controle dos custos relativos à qualidade.

Custos Relativos às Atividades Metrológicas

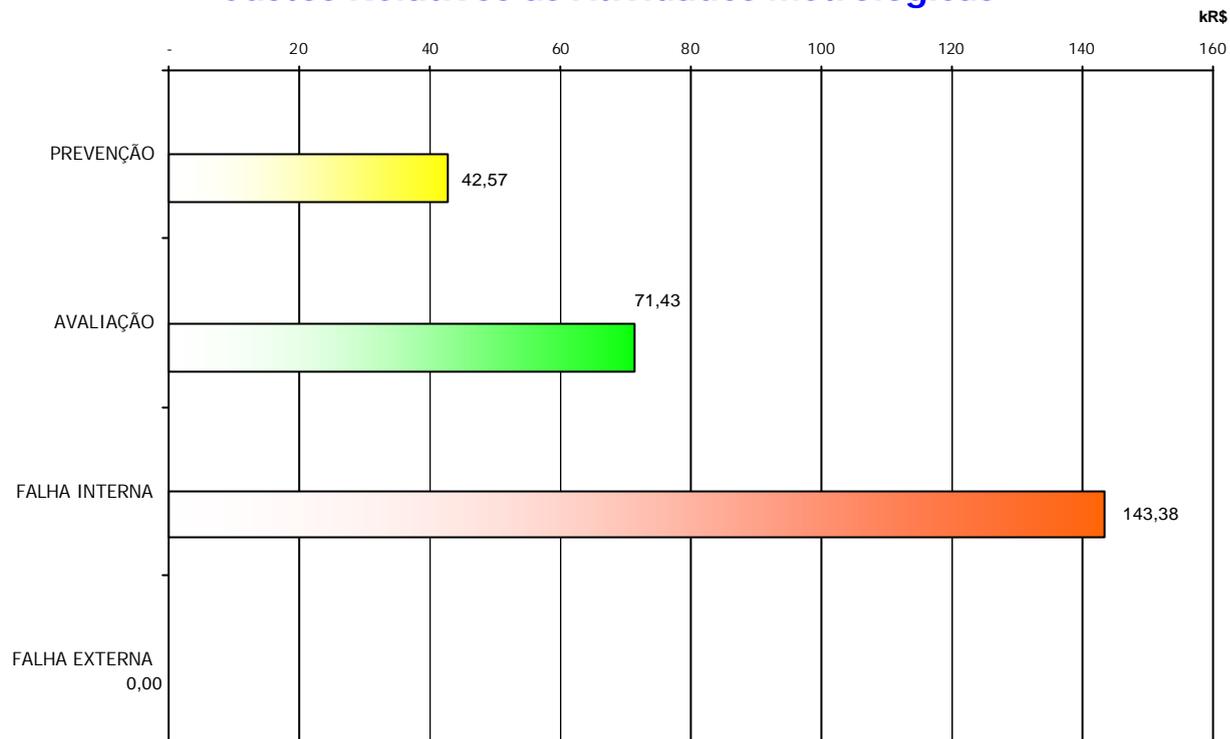


Figura 4.9 – Gráfico Geral (primeiro trimestre de 2002)

Custos Prevenção

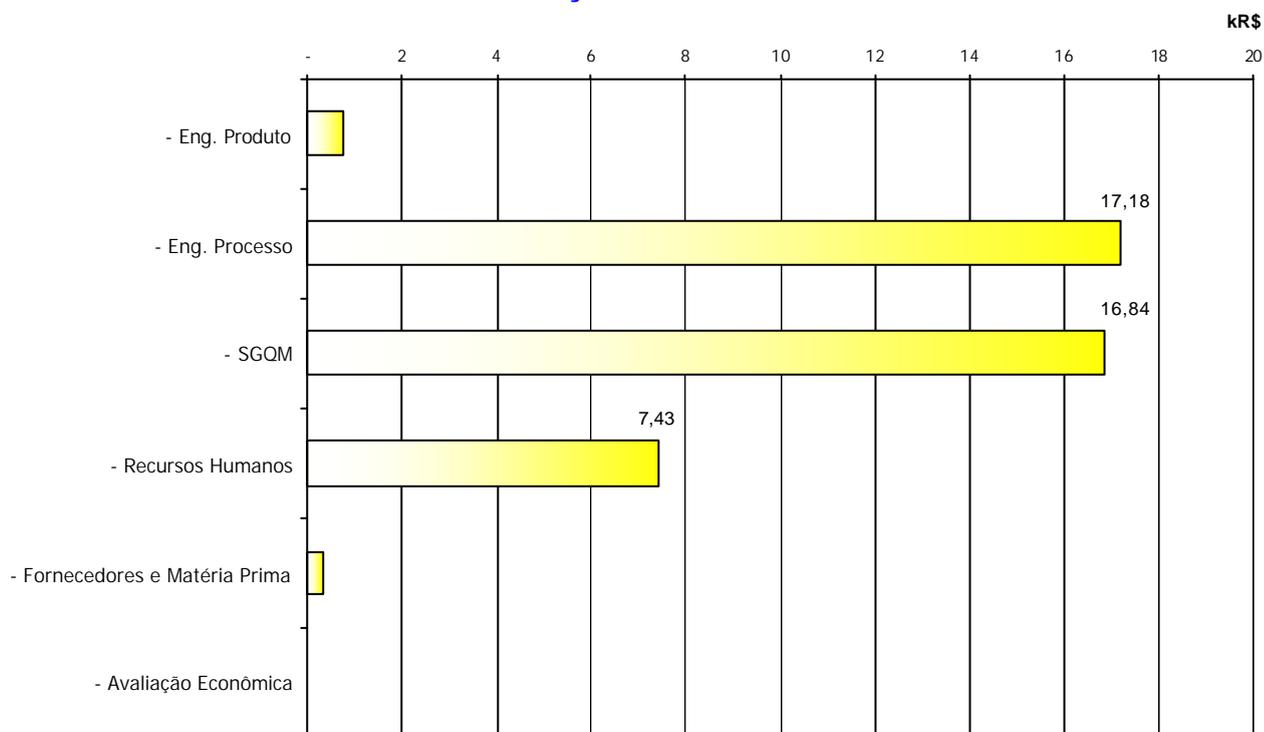


Figura 4.10 – Gráfico por grupos de atividades – prevenção (primeiro trimestre de 2002)

Custos Prevenção - (detalhado)

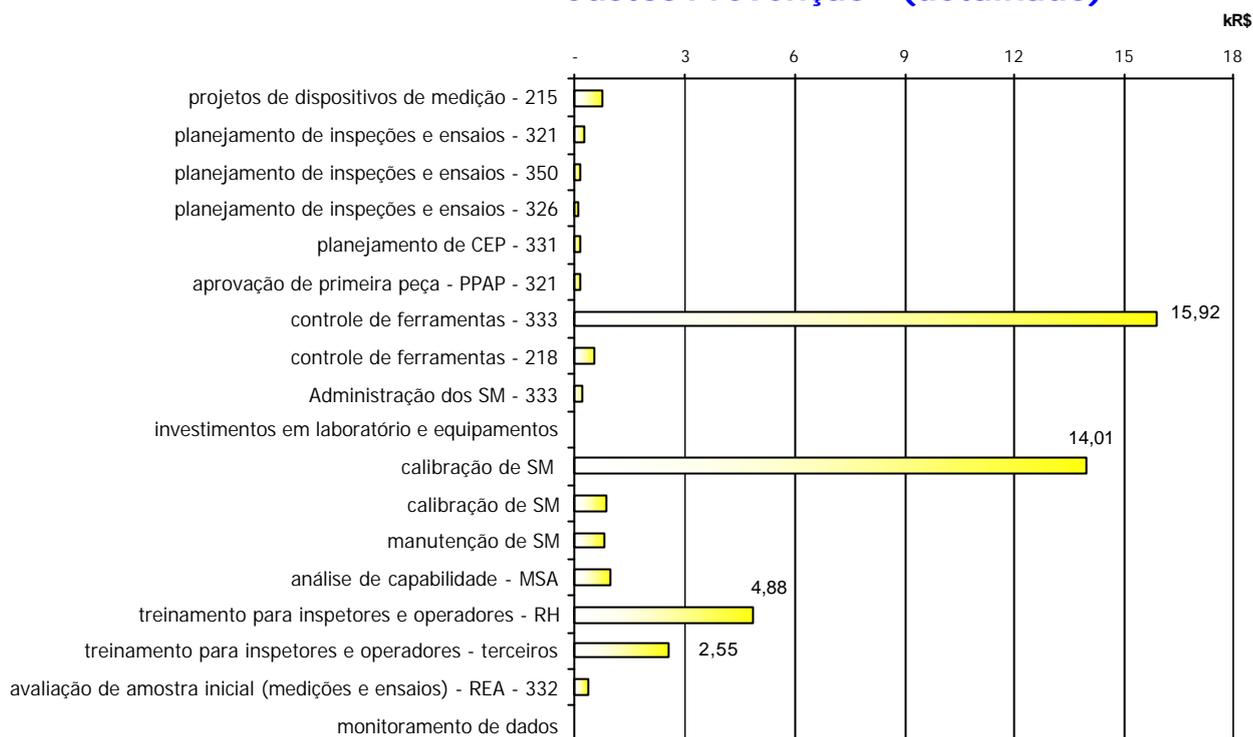


Figura 4.11 – Gráfico detalhado – prevenção (primeiro trimestre de 2002)

Custos Avaliação

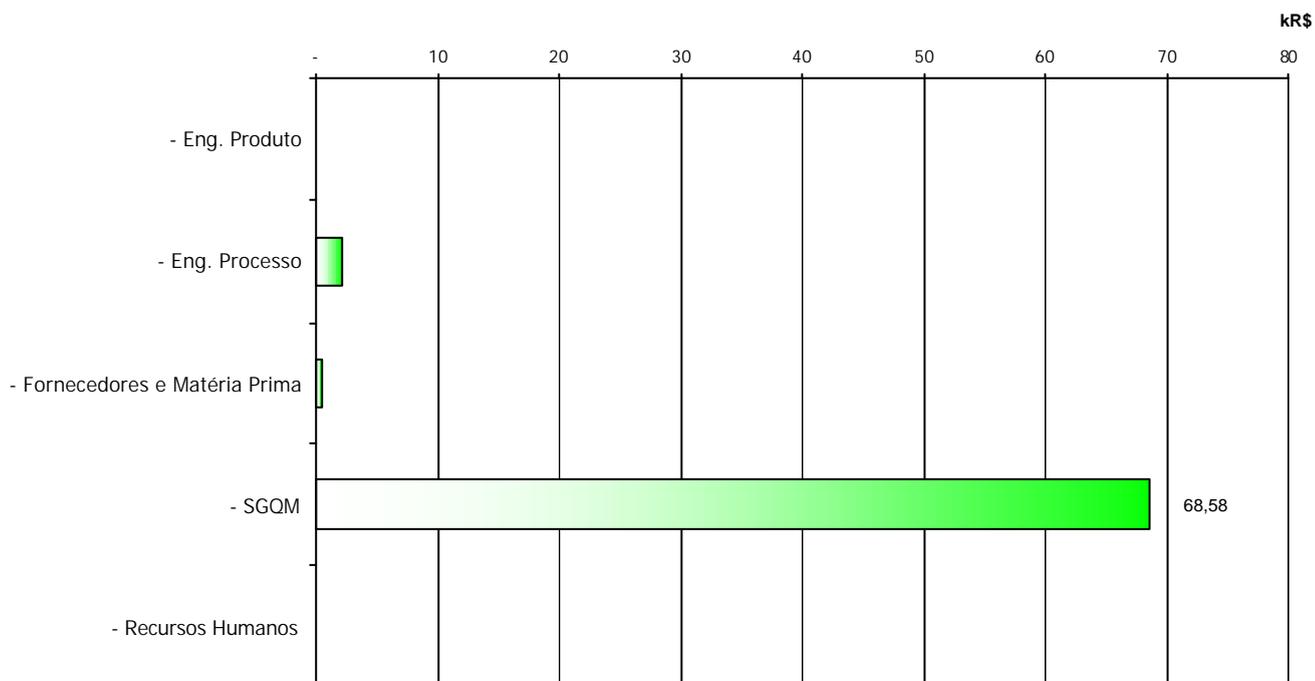


Figura 4.12 – Gráfico por grupos de atividades – avaliação (primeiro trimestre de 2002)

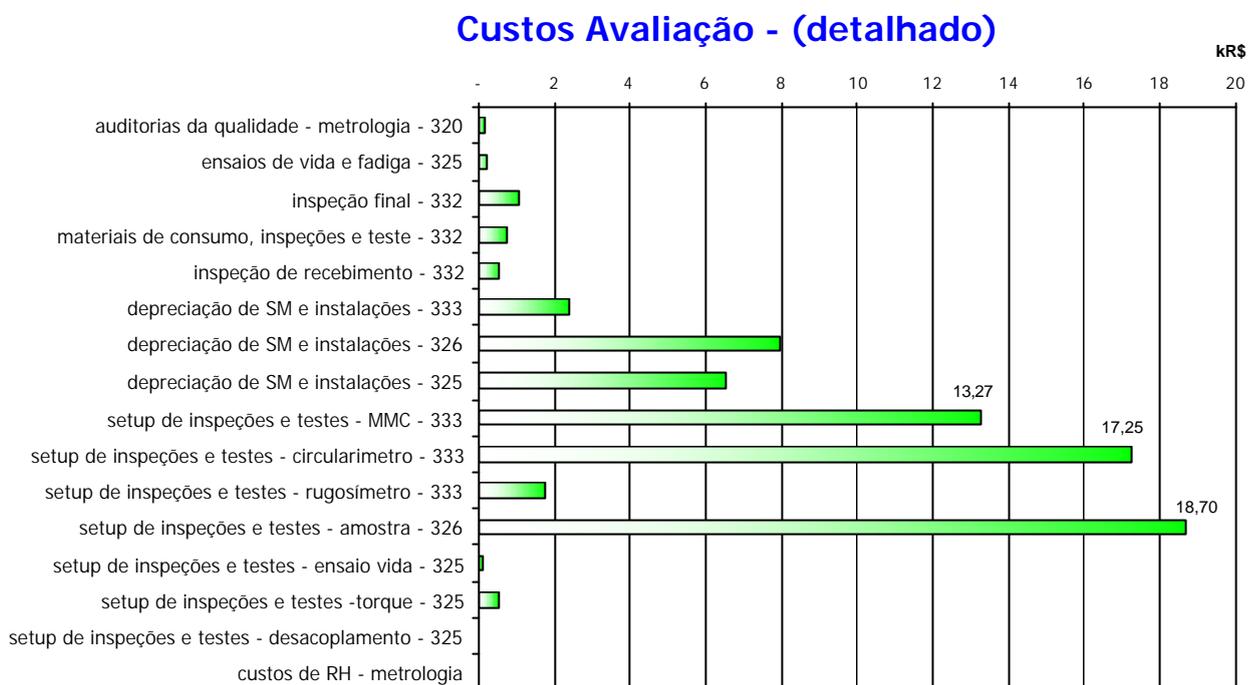


Figura 4.13 – Gráfico detalhado – avaliação (primeiro trimestre de 2002)

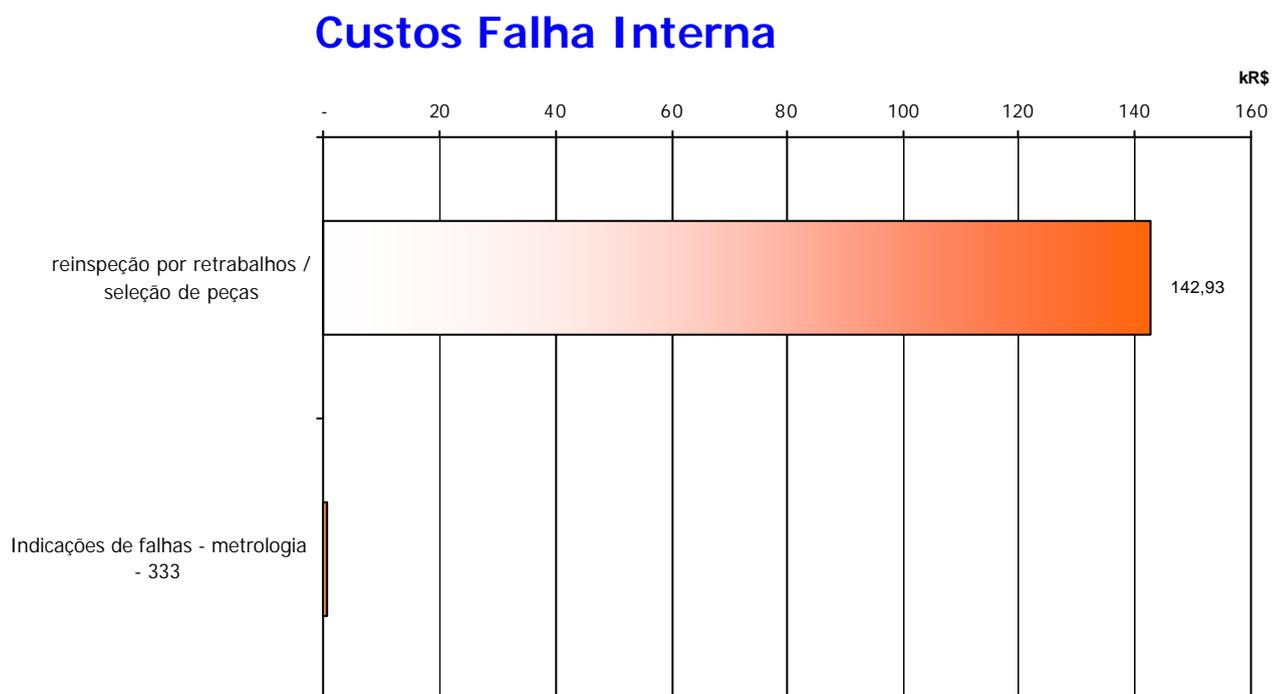


Figura 4.14 – Gráfico por grupos de atividades – falhas internas (primeiro trimestre de 2002)

Novamente destaca-se a contribuição do método para a estratificação das atividades metrológicas, dentro do sistema de garantia da qualidade da empresa. A forma de controle de custos relativos à qualidade (CrQ) anterior à implantação do método não apresentava tal detalhamento em relação ao consumo de recursos pelas atividades metrológicas.

Desta forma, os resultados obtidos pelo método proposto ressaltaram a participação das atividades metrológicas no sistema da qualidade (SQ) da empresa, indicando oportunidades de ações para melhoria e redução de custos nas atividades mais relevantes.

A análise dos dados da figura 4.15 favorece a percepção do nível de participação das atividades metrológicas dentro do contexto dos custos relativos à qualidade. Deve ser considerado que diversas atividades indicadas pela estratificação do método de avaliação econômica não estavam contempladas na gestão dos CrQ. Estas atividades apresentam níveis de 2,4% de participação sobre o faturamento bruto e 44% sobre o valor total dos custos relativos à qualidade, superando as expectativas existentes antes da aplicação do método.

| Natureza das atividades | Gestão Custos Qualidade (forma antiga) | % FT | Custos das atividades metrológicas | % FT | % CrAM nos CrQ |
|-------------------------|--|------------|------------------------------------|------------|----------------|
| Prevenção | R\$ 116.318 | 1,0 | R\$ 42.572 | 0,4 | 37 |
| Avaliação | R\$ 136.309 | 1,3 | R\$ 71.428 | 0,7 | 52 |
| Falha Interna | R\$ 298.859 | 2,8 | R\$ 143.383 | 1,3 | 48 |
| Falha Externa | R\$ 34.476 | 0,3 | - | - | - |
| Total | R\$ 585.682 | 5,4 | R\$ 257.383 | 2,4 | 44 |

Faturamento do período (FT): R\$ 10.759.051,00

Janeiro, fevereiro e março de 2002.

Figura 4.15 – Análise de participação dos CrAM nos CrQ

médio para sua realização e pelo custo de hora/homem. As inspeções são realizadas segundo planos de inspeção e conforme frequências definidas. Basicamente, as características verificadas envolvem medições dimensionais como diâmetros, profundidades, rugosidade, planeza, e outras. As inspeções são realizadas por inspetores em uma sala específica, os registros apresentam pouca informatização, tanto dos desenhos e planos de inspeção quanto dos registros das medições. Não existe um procedimento de análise das frequências de inspeção, que considere os resultados das medições para sua redução ou ampliação.

- Oportunidades potenciais para o LASAR:

- a) A automatização do processamento das informações, tanto de planos de inspeção e desenhos, quanto dos registros de medições, possibilitada pelo ponto de presença (terminal) e disponível aos inspetores agilizará o tempo de execução das tarefas;
- b) A automatização dos registros de medições em um banco de dados facilita a análise de frequências de inspeção, o que poderá reduzir o número de atividades necessárias;
- c) A rotina de trabalho oferecida pelo LASAR possibilita a qualificação dos profissionais em suas atividades do dia a dia. Indicações de melhores práticas e procedimentos para a execução das tarefas de inspeções e medições serão dispostas de forma ágil durante o desenvolvimento do trabalho, consultas integradas aos planos de inspeção e registros contribuirão para a melhoria da eficiência e qualidade dos serviços executados.

- Avaliação econômica (estimativas):

- a) Automatização da informação: redução em 20% no tempo de execução da tarefa;
- b) Análise de frequência de inspeção: redução em 15% da quantidade de tarefas;
- c) Capacitação do profissional: redução de 30% do tempo de execução da inspeção.

Destaca-se também a interferência destas ações para a redução de falhas internas, causada pela maior confiabilidade do controle de ferramentas.

2) **P-SGM / 1.1 e 1.2 – Calibração de SM:** Custo Trimestral: R\$ 14.846
Custo anual projetado: R\$ 59.384

- Caracterização:

A atividade de calibração divide-se em calibrações internas e externas, correspondendo às calibrações internas 94% dos custos totais. O cálculo de custos desta atividade baseia-se no tempo destinado à atividade e no custo de hora/homem. Os registros de calibrações são informatizados, porém, este sistema não apresenta conexão com outros que necessitam destas informações em suas aplicações. Não há metodologia de cálculo e análise de frequência de calibração implementada, a prática atual é intuitiva e os resultados obtidos nas calibrações não são utilizados para este fim. Não ocorre nenhuma análise de custos das atividades de calibração interna, voltada para a tomada de decisão frente à terceirização de serviços de calibração economicamente inviáveis.

- Oportunidades potenciais para o LASAR:

- a) O destaque para a formação de um banco de dados integrado, suporte para as diversas atividades e metodologias necessárias na gestão metrológica como função do LASAR revela uma elevada contribuição para a empresa. O sistema de gestão dos meios de medição, contemplando cadastros, controle de vencimentos de calibração e resultados de certificados compartilha dados com os sistemas que demandam tais informações. Os sistemas de controle estatístico de processo, análise dos meios de medição, cálculo de incertezas, especificações de planos de inspeção e aquisição de instrumentos serão integrados em um único banco de dados;
- b) A padronização de procedimentos de calibração será oferecida com critérios mais adequados às necessidades da empresa;
- c) A análise de frequência de calibração será realizada de forma automática, pelo *software* de gestão dos meios de medição, a cada nova calibração e inserção de dados;
- d) A análise econômica de custos para execução de calibrações internas, informando a viabilidade para eventuais terceirizações ou sub-contratações será oferecida pelo módulo de avaliação econômica.

- Avaliação econômica (estimativas):

a) O retorno econômico estimado pela aplicação das práticas indicadas anteriormente pode apresentar uma redução de 25% dos custos atuais.

Outras implicações podem ser destacadas como: Minimização de falhas internas causadas por instrumentos qualificados indevidamente. A qualidade da medição será melhor assegurada. A gestão do laboratório de metrologia e a disposição de suas informações serão facilitadas e integradas com outros setores.

3) P-RH / 1 – Treinamento:

Custo Trimestral: R\$ 7.433

Custo anual projetado: R\$ 29.732

- Caracterização:

A atividade de treinamento em metrologia para inspetores e operadores realiza-se por instrução interna e externa. O treinamento de instrução interna apresenta 65% do gasto total, que considera como principal contribuição de custo o tempo do funcionário parado em treinamento. Destaca-se para esta atividade que a informação técnica não é seletiva, considerando a diversidade do público expectador. O profissional tem que aguardar o acontecimento do treinamento para sanar sua necessidade por treinamento, mesmo que esta seja imediata.

- Oportunidades potenciais para o LASAR:

- a) As possibilidades previstas para ações de treinamento pelo LASAR apresentam a oferta de módulos de treinamento específicos. Para cada necessidade de treinamento em metrologia será disponibilizado um módulo, associado ou não à execução prática da atividade. Este modelo apresenta vantagens para a eficiência de atendimento da necessidade específica dos profissionais;
- b) O LASAR disponibilizará a informação a qualquer momento, facilitando o uso de suas aplicações;
- c) Estima-se que o treinamento remoto possibilitado pelo LASAR irá reduzir os custos de deslocamento do instrutor ou dos alunos – nos casos de treinamento externo;
- d) É esperado o incentivo ao interesse dos profissionais pelo aprendizado, tanto em situações de treinamento conjugado à execução das tarefas do dia a dia (interativo),

quanto em módulos de treinamento específicos. Estas expectativas implicam no aumento dos custos causado pela maior dedicação das pessoas nesta atividade.

- Avaliação econômica (estimativas):

a) Custos de deslocamento: redução em 40% nos treinamentos externos;

b) Custos de dedicação de pessoal: aumento em 30% no tempo dispensado.

B - Atividades de Avaliação

A análise que segue considera as atividades detectadas pela metodologia e indicadas na figura 4.13 como as de maior relevância. Possibilidades de ações de melhoria nas demais atividades poderão ser analisadas, mas não fazem parte desta demonstração.

1) **A-SGM / 2 – Setup de inspeções e testes:** Custo Trimestral: R\$ 51.662

Custo anual projetado: R\$ 206.648

- Caracterização:

As atividades de *setup* de inspeções e testes referem-se às medições e ensaios para liberação de produção de máquinas ou liberação de produto montado. Para cada lote de produção ou mudança de turno é necessário um novo *setup*. Estas medições e ensaios são realizadas pelo pessoal do laboratório de metrologia e utiliza os seguintes instrumentos / técnicas de medição:

- Máquina de Medir por Coordenadas;
- Circularímetro;
- Amostras e ensaios de materiais.

São desempenhadas por profissionais tecnicamente qualificados na operação dos equipamentos e execução dos procedimentos, mas que apresentam necessidade de treinamento para a análise de dados e resultados para gestão da metrologia. Observa-se que os metrologistas estão cumprindo a sua função sem questionamento pelos resultados obtidos e aplicação dos mesmos para o processo de melhoria contínua. As críticas aos planos de inspeção, procedimentos, frequência de amostragem, estabilidade do processo e capacidade das máquinas não são realizadas pelos metrologistas no seu trabalho rotineiro, ações que podem auxiliar o trabalho de analistas de produção.

- Oportunidades potenciais para o LASAR:

- a) A atuação do LASAR na sua sistemática de disseminação do conhecimento e técnicas de trabalho permite a transferência do conhecimento aos profissionais, qualificando-os para a atuação plena no processo de produção;
- b) Pontualmente, serão destacadas técnicas de medições e ensaios, procedimentos e dicas para as diversas rotinas de trabalho identificadas pelos usuários. A forma interativa de trabalho possibilitará a consulta freqüente e contínua destas informações;
- c) Destacando as necessidades específicas da empresa, o estabelecimento de novos planos de inspeção será efetuado, a assessoria em oportunidades de melhoria será contínua e aproximada pela integração que o LASAR possibilita.

- Avaliação econômica (estimativas):

- a) O retorno econômico estimado pela aplicação das práticas indicadas anteriormente pode apresentar uma redução de 25% dos custos atuais.

Outras implicações podem ser destacadas como: Minimização de falhas internas causadas por liberações de máquinas equivocadas, assim como o incentivo pela melhoria contínua e busca por soluções para o controle e estabilidade do processo de produção.

C - Atividades de Falha Interna

A análise que segue considera as atividades detectadas pela metodologia e indicadas na figura 4.14 como as de maior relevância. Possibilidades de ações de melhoria nas demais atividades poderão ser analisadas, mas não fazem parte desta demonstração.

1) FI-SGM / 1 – Reinspeção por retrabalhos:

Custo Trimestral: R\$ 142.928

Custo anual projetado: R\$ 571.712

- Caracterização:

A incidência de reinspeções por retrabalho ou seleção de peças ocorre com freqüência, em uma série de produtos, partes e peças que apresentam variabilidade do processo de produção ou pouca confiabilidade no processo de medição. Estes dois aspectos colaboram para a ocorrência das seguintes situações:

- a) Peças não conforme, detectadas na amostra, que exigem inspeção 100% para classificação em peças boas e ruins;
- b) Peças retrabalhadas e inspecionadas 100%, por exigência do cliente;
- c) Peças produzidas normalmente, que exigem inspeção 100% pelo fato do processo não apresentar estabilidade.

- Oportunidades potenciais para o LASAR:

O sistema de integração proporcionado pela forma com que o LASAR atua na empresa incentiva as ações para a formação da consciência metrológica na empresa e a garantia da qualidade do seu sistema de informação. O favorecimento à situação de máximo ganho apresenta-se neste aspecto.

a) Ações de garantia do processo de produção:

- Controle de ferramentas (item 1 – atividades de prevenção);
- Confiabilidade de sistemas de medição (item 2 – atividades de prevenção);
- Qualificação de pessoal (item 3 – atividades de prevenção);
- *Setup* de inspeções e testes (item 1 – atividades de avaliação).

As ações de garantia do processo de produção apresentam dependências na confiabilidade de medições, ensaios e informações dispostas pelo sistema de garantia da qualidade metrológica (SGQM). Destaca-se também o incentivo à formação da consciência metrológica para a aplicação de sua prática no auxílio do controle e estudo de capacidade de processos e desenvolvimento de materiais, componentes e produtos.

b) Ações para o desenvolvimento e inovação de processos:

A integração entre centro tecnológico (CT) ou laboratório prestador de serviços (LPS) com a empresa possibilita a percepção e diagnóstico de oportunidades e necessidades de desenvolvimento de soluções, discutidas pelo canal de comunicação estabelecido. O escopo de serviços do LASAR apresenta serviços de consultoria para inovações em processos e produtos, situações particulares e que exigirão investimento por parte da empresa em projetos específicos.

c) Desenvolvimento de sistemas de medição aplicados à inspeção 100% - automatização:

O desenvolvimento pelo contato de especialistas em metrologia com a realidade da empresa facilita a percepção de oportunidades de melhoria e desenvolvimento de dispositivos e sistemas de automatização para inspeções e ensaios. Como exemplo desta situação pode ser citado o envolvimento da empresa B com o Labmetro, através do projeto DECAM, para o desenvolvimento de 02 soluções voltadas ao problema de inspeção 100%^[54] ^[55].

- Avaliação econômica (estimativas):

a) O retorno econômico estimado pela aplicação eficiente das práticas e indicadas anteriormente pode seguramente apresentar uma redução em 30% dos custos atuais, pela redução da necessidade de inspeção 100% e pelos demais fatores de melhoria de desempenho acima mencionados.

D - Atividades de Falha Externa

O estudo revela que no período de amostragem dos dados a ocorrência de falhas externas na empresa, associadas às atividades metrológicas é nula, com ocorrências anteriores muito esporádicas. Este fato é causado pelo amadurecimento do seu sistema de qualidade, assim como pelo domínio da tecnologia de produção. O estágio do ciclo de desenvolvimento de produto atingiu a maturidade.

Ressalta-se que quando ocorrem detecções de falhas externas, seus impactos econômicos são pequenos pois a função do produto apresenta baixos riscos para o cliente final, não se tratando de item de segurança, reduzindo gastos da empresa com ações de *recall* e indenizações assim como perdas de vendas e depreciação da marca.

Os aspectos destacados revelam a consoância da filosofia LASAR com as constatações de que é fundamental para as empresas investir em metrologia, na forma de prevenção e avaliação, para que os resultados sejam observados na eliminação das falhas internas e externas. Todas as interferências discutidas em atividades de prevenção e avaliação repercutem nas falhas internas para este estudo de caso.

4.3.2 Análise econômica dos resultados do LASAR integrado à empresa

As simulações apresentadas são demonstradas a seguir, pela figura 4.16 e 4.17 e pelos gráficos representados nas figuras 4.18 a 4.21. Os cálculos são detalhados no anexo 3.

Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metroológicas de Prevenção

| Código | Descrição da Atividade | Custo Atual | Impacto LASAR | Custo c/ LASAR |
|---------------|---|-------------------|---------------|-------------------|
| P-EPC 4 | - Eng. Processo controle de ferramentas - 333 / 218 | R\$ 16.490 | -65% | R\$ 5.772 |
| P-SGM 1.1 | - SGQM calibração de SM | R\$ 14.013 | -25% | R\$ 10.510 |
| 1.2 | calibração de SM | R\$ 833 | - | R\$ 833 |
| P-RH 1 | - Recursos Humanos treinamento para inspetores e operadores - RH | R\$ 4.882 | 30% | R\$ 6.347 |
| 2 | treinamento para inspetores e operadores - terceiros | R\$ 2.551 | -40% | R\$ 1.531 |
| Total: | | R\$ 38.769 | -36% | R\$ 24.993 |

Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metroológicas de Avaliação

| Código | Descrição da Atividade | Custo Atual | Impacto LASAR | Custo c/ LASAR |
|---------------|--|-------------------|---------------|-------------------|
| A-SGM 2 | - SGQM setup de inspeções e testes - MMC - 333 | R\$ 13.270 | -25% | R\$ 9.953 |
| 2 | setup de inspeções e testes - circularimetro - 333 | R\$ 17.251 | -25% | R\$ 12.938 |
| 2 | setup de inspeções e testes - amostra - 326 | R\$ 18.699 | -25% | R\$ 14.024 |
| Total: | | R\$ 49.220 | -25% | R\$ 36.915 |

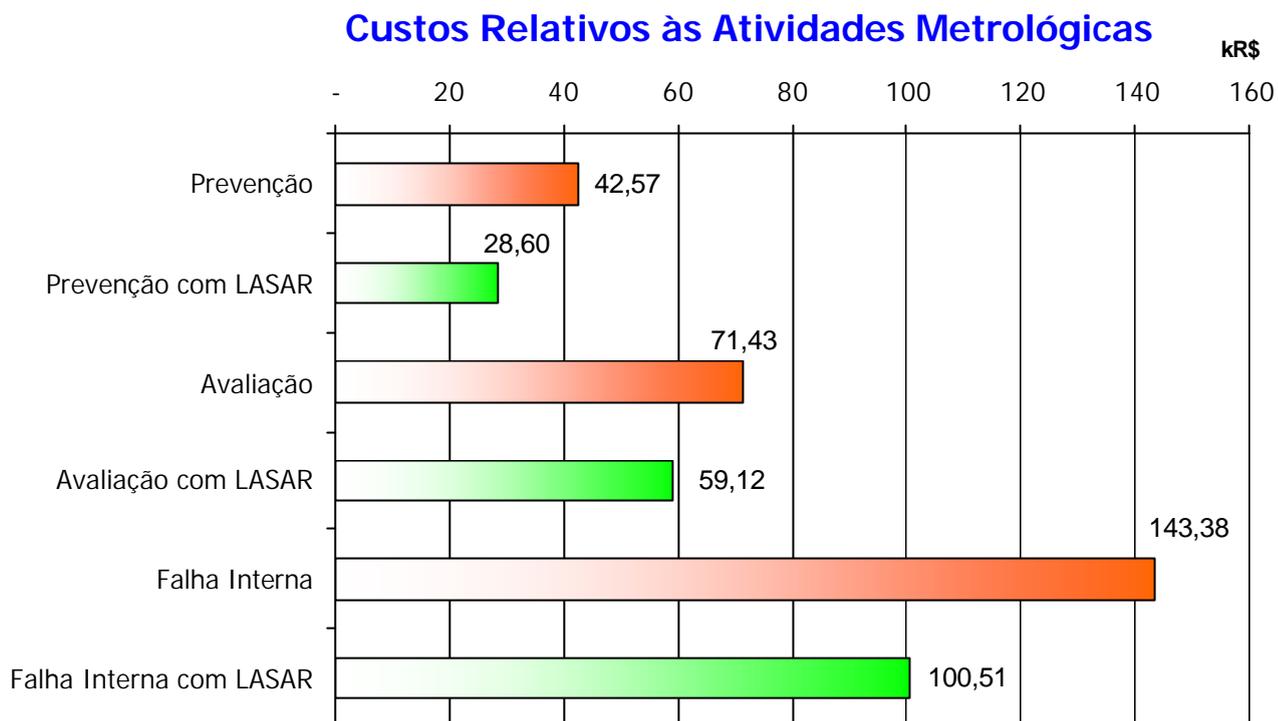
Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metroológicas de Falha Interna

| Código | Descrição da Atividade | Custo Atual | Impacto LASAR | Custo c/ LASAR |
|--|---|--------------------|---------------|--------------------|
| FI-SGM 6 | SGQM reinspeção por retrabalhos / seleção de peças | R\$ 142.928 | -30% | R\$ 100.050 |
| Total: | | R\$ 142.928 | -30% | R\$ 100.050 |
| Análise econômica (trimestral): | | R\$ 230.917 | -30% | R\$ 161.958 |
| Análise econômica (projeção anual): | | R\$ 923.668 | | R\$ 647.832 |

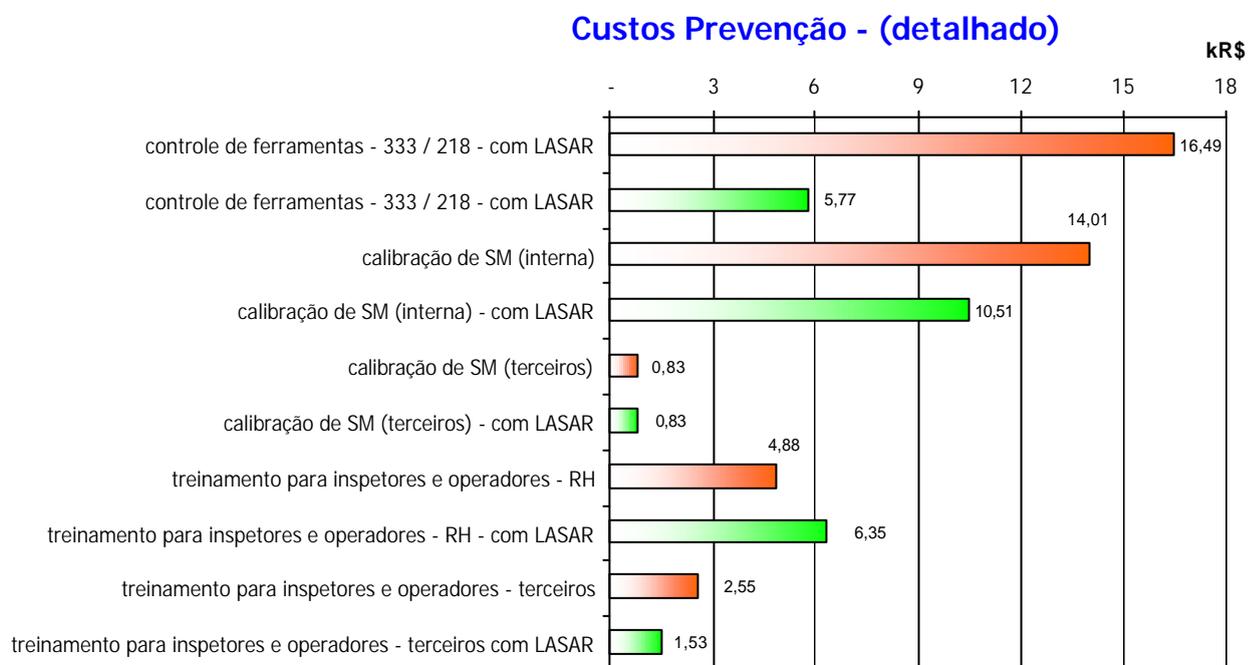
Figura 4.16 – Análise econômica da implantação do LASAR, aplicado na empresa

| Natureza das atividades | CrAM | CrAM com LASAR | % redução total |
|-------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Prevenção | R\$ 42.572 | R\$ 28.597 | 33 |
| Avaliação | R\$ 71.428 | R\$ 59.123 | 17 |
| Falha Interna | R\$ 143.383 | R\$ 100.505 | 30 |
| Falha Externa | - | - | - |
| Total | R\$ 257.383 | R\$ 188.225 | 27 |

Figura 4.17 – Demonstração de resultados gerais por natureza de atividade



4.18 – Estimativa do retorno econômico do LASAR / Gráfico Geral (primeiro trimestre 2002)



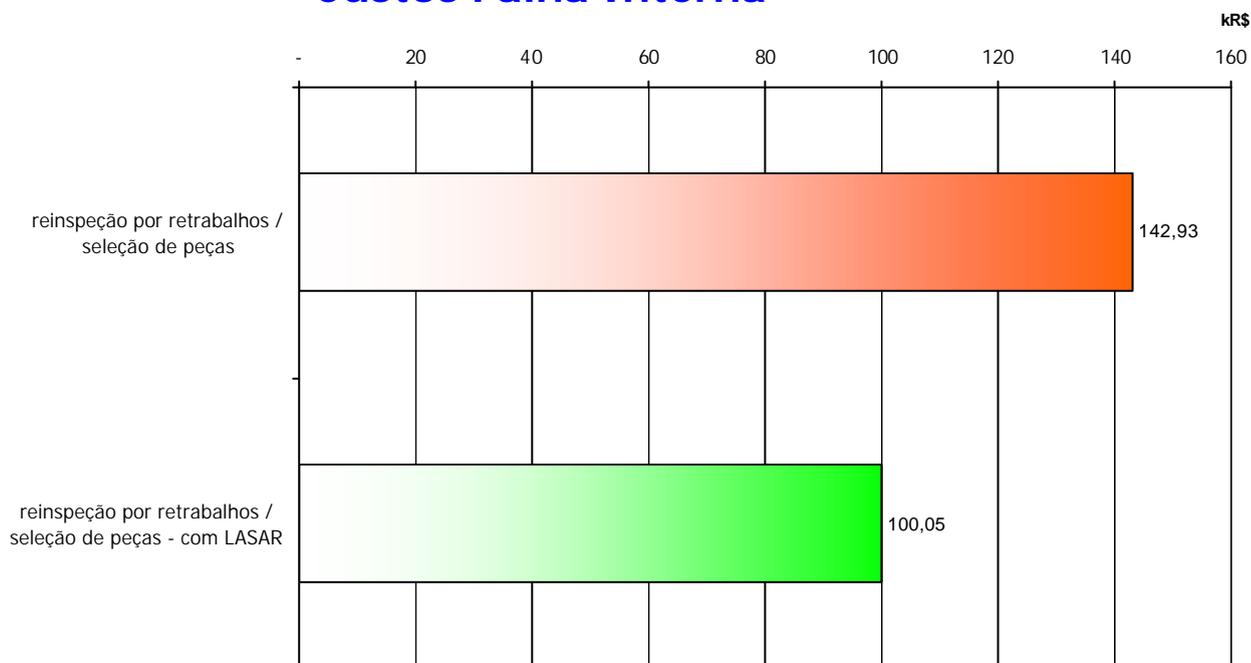
4.19 – Estimativa do retorno econômico do LASAR / Gráfico detalhado por atividades de prevenção (primeiro trimestre 2002)

Custos Avaliação - (detalhado)



4.20 – Estimativa do retorno econômico do LASAR / Gráfico detalhado por atividades de avaliação (primeiro trimestre 2002)

Custos Falha Interna



4.21 – Estimativa do retorno econômico do LASAR / Gráfico por atividades de falha interna (primeiro trimestre 2002)

Capítulo 5

Contribuições do Método de Avaliação Econômica e da Aplicação do LASAR na Empresa

O trabalho desenvolvido favorece o aprimoramento da prática da gestão das atividades metrológicas nas empresas. Contempladas em um sistema de garantia da qualidade de produto, as atividades metrológicas são a base para práticas de aperfeiçoamento contínuo, controle e desenvolvimento de processos, pesquisa e desenvolvimento, redução de desperdícios e redução de custos que não agregam valor aos produtos.

A gestão estratégica das empresas é cada vez mais caracterizada como função da competitividade global. As contribuições desenvolvidas por este trabalho, para o auxílio de ações voltadas para esta necessidade são apresentadas a seguir.

5.1 IMPACTO CAUSADO PELA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS ATIVIDADES METROLÓGICAS

O desenvolvimento dos conceitos de sistemas de gestão de custos, práticas de gestão de Custos relativos à Qualidade (CrQ) e gestão de Custos relativos às Atividades Metrológicas (CrAM) formaram a base para o desenvolvimento do método de avaliação econômica das atividades metrológicas.

O método de avaliação desenvolvido apresentou desempenho favorável à contribuição para a estratificação dos custos das atividades metrológicas nas empresas, muito embora tenham sido constatadas algumas dificuldades conceituais e práticas na sua aplicação, em função do desconhecimento das técnicas envolvidas e da ausência de dados de entrada solicitados pelo sistema. Suas principais contribuições apresentam como resultado:

- Incentivo ao contato de pessoas da empresa com o tema, apresentando a relevância das técnicas envolvidas para o processo de gestão estratégica e tomada de decisão;
- Identificação das atividades metrológicas relevantes e apontamento de custos relacionados;
- Apresentação de indicadores para o processo de tomada de decisão envolvendo objetivos de melhoria contínua e redução de custos;
- Implementação de sistema de controle e monitoramento do desempenho do Sistema de Garantia da Qualidade Metrológica (SGQM);
- Implementação de um sistema de avaliação econômica das Atividades Metrológicas (AM) que permite a avaliação de retorno de investimentos associados;
- Desenvolvimento de conceitos análogos para a implantação de um sistema de gestão dos Custos relativos à Qualidade (CrQ);
- Desenvolvimento de conceitos análogos para a implantação de um sistema de monitoramento do desempenho dos Sistemas da Qualidade (SQ).

5.2 IMPACTO CAUSADO PELA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS E ASSESSORAMENTO REMOTOS - LASAR

As expectativas relacionadas ao desempenho econômico do projeto LASAR para as empresas necessitam de justificativa prática. O processo de estratificação das atividades metrológicas, causado pelo método de avaliação dos CrAM, apresentou oportunidades de melhoria nas empresas e vão de encontro aos serviços oferecidos pelo LASAR. A simulação de implicações práticas e tecnicamente embasadas demonstra, através de dados históricos das empresas, que existe a oportunidade para iniciativas de melhoria de desempenho das atividades metrológicas, causada principalmente por dois aspectos: falta de dados e informações claras e objetivas e ausência de estrutura de alto nível para desenvolvimento de soluções associadas à metrologia.

As simulações apresentadas contemplam um espectro pequeno das possibilidades de prestação de assessoria metrológica industrial e desenvolvimento de soluções integradas às empresas, porém, apresentam retornos econômicos favoráveis para sua justificativa. Destacam-se como resultados do trabalho desenvolvido:

- Sensibilidade do sistema de avaliação dos CrAM para simulações de impactos econômicos causados pela assistência metrológica industrial;
- Avaliação favorável e com retornos econômicos interessantes do LASAR na empresa B, caracterizando-se inclusive a assessoria metrológica industrial como um serviço que já está sendo prestado;
- Destaque para as oportunidades de implantação do LASAR, que não contemplam exclusivamente empresas de pequeno porte. A valorização das ações de melhoria contínua e garantia da qualidade é mais freqüente em empresas de maior porte e sobre este aspecto, o LASAR viabiliza a prática razoável das grandes empresas ser disponibilizada para as médias e pequenas empresas pelo compartilhamento de técnicas, informação e funções;
- Percepção da convergência das ações do LASAR integrado às empresas para os objetivos de produção com “zero defeito”, de acordo com o modelo de comportamento dos custos relativos à qualidade otimizada.

5.3 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E CONTINUIDADE DO TRABALHO

As conclusões observadas apresentam o atendimento de objetivos que envolvem o tema de pesquisa, descritos como:

- Incentivo ao desenvolvimento de conceitos inovadores no âmbito da metrologia e administração estratégica – prática profissional do aluno de mestrado;
- Desenvolvimento de técnica multidisciplinar, flexível, robusta e simples, aplicável a diversas situações, onde se faça necessária a gestão de custos e a análise de impacto econômico de atividades – gestão de custos relativos à qualidade, gestão de custos relativos às atividades metrológicas, análise de desempenho de sistemas da qualidade, análise de investimentos e outras necessidades.
- Disseminação dos conceitos de administração estratégica dentro de um universo

estritamente técnico, o qual muitas vezes apresenta necessidade de desenvolvimento dos conceitos de gestão de recursos.

- Concepção de um método que possibilita a formação de um sistema de informação de dados para análises futuras – *benchmarking*.

As ações observadas como oportunidades de continuidade do trabalho contemplam possibilidades de:

- Aplicação do método em mais empresas, em setores de produção distintos para a análise do comportamento de consumo de recursos das atividades metrológicas em processos distintos;
- Desenvolvimento de *software* de gestão dos CrAM e avaliação do leAM para ser disponibilizado pelo LASAR;
- A consistência apresentada pelo método desenvolvido revela sua aplicação para dois grandes objetivos futuros:
 - Avaliação do retorno do LASAR como negócio, tanto para análise de viabilidade econômica de sua implantação quanto para sua justificativa de venda para as empresas.
 - Aplicação em empresas para análise *Top Down* na identificação de ações de melhorias do desempenho econômico das atividades metrológicas e monitoramento de resultados sobre estas ações.
- Oportunidade para continuidade do trabalho de desenvolvimento do método, aprofundando o conhecimento na área de mensuração do IMPACTO ECONÔMICO das atividades metrológicas nas empresas, que deve considerar as implicações que vão além do ambiente de produção, considerando os aspectos de formação de valor ao cliente.

Referências Bibliográficas

- [1] BERLINER, C
BRIMSON, J. A. **Gerenciamento de Custos em Indústrias Avançadas** – 1ª Edição brasileira, tradução de José Luiz Basseto – T.A. Queiroz, Editor Ltda, São Paulo – SP, 1992.
- [2] BACHMAIR, H. ***The impact of globalization on today's metrology.*** Anais do Metrocal 2001 – *Segundo Congreso Internacional de Metrologia para la Productividad y la Calidad. Universidad de Concepción*, p.485-497. Chile, 25 al 27 de abril de 2001.
- [3] OSTRENGA, M.R.
OZAN, T.R Mc.
ILHATTAN, R.D.
HARWOOD, M.D. **Guia da Ernest & Young para a Gestão total dos Custos** – 1ª Edição, Editora Record, Rio de Janeiro – RJ, 1993.
- [4] PFEIFFER, G. **Uma metodologia para determinação da necessidade de inspeção na manufatura.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial, UFSC. 70p. Florianópolis, Julho de 1999.
- [5] GIÁGIO, M. A. **Gerenciamento técnico e econômico de laboratório de calibração credenciado.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial, UFSC. Florianópolis, 94p. Maio/2001.
- [6] SEMERJIAN, H. G.
WATTERS Jr., R. L. ***Impact of measurement and standards infrastructure on the national economy and international trade.*** *Chemical Science and Technology Laboratory, National Institute of Standards and Technology, Chemistry A-317 – Gaithersburg, USA, 1999.*
- [7] INMETRO **Barreiras Técnicas às exportações.**
<http://www.inmetro.gov.br/articulacoes/barreirasTecnicas.asp>, 2002.

- [8] WLOKA, M. ***The connection of measurement traceability in testing in view of the accreditation process.*** Anais do II Congresso Brasileiro de Metrologia - Metrologia 2000. Volume 3: II ENLAB, p.270-280. São Paulo, Brasil, 4 a 7 de dezembro de 2000.
- [9] INMETRO
CNI - SENAI **Sistema Internacional de Unidades - SI.** – Tradução do original: *Lê Système International d`Unités – BIPM*, 7ª edição, 114p. Brasília – DF, 2001.
- [10] SEILER, E. ***The World Trade System and Metrology.*** Anais do II Congresso Brasileiro de Metrologia - Metrologia 2000. São Paulo, Brasil, 4 a 7 de dezembro de 2000.
- [11] SILVA, A. C. **Desenvolvimento de uma metodologia para reduzir os custos da qualidade através de atividades metroológicas.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial, UFSC. 80p. Florianópolis, abril de 2001.
- [12] MICT / CBM **Plano Nacional de Metrologia: sumário executivo.** Novembro de 1999.
- [13] MCT **Programa tecnologia industrial básica e serviços tecnológicos para a inovação e competitividade.** Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Secretaria de Política Tecnológica Industrial. 60p. 2001.
- [14] NAKAGAWA, M. **Gestão Estratégica de Custos, Conceitos, Sistemas e Implementação – JIT/TQC - 1ª Edição,** Editora Atlas, São Paulo – SP, 1993.
- [15] JURAN, J. M. **Juran na Liderança pela Qualidade – Um Guia para Executivos – 3ª Edição,** tradução de João Mário Csillag – Editora Livraria Pioneira, São Paulo – SP, 1995.
- [16] NAKAGAWA, M. **ABC – Custeio Baseado em Atividades – 1ª Edição,** Editora Atlas, São Paulo – SP, 1995
- [17] TAKAHASHI, T. (Org.) **Sociedade da informação no Brasil: livro verde.** Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia. 195p. ISBN 85-88063-01-8. 2000.
- [18] INMETRO **Mudam os Tempos, Mudam as Empresas? – Reportagem revista COMPETITIVIDADE,** p.24-27 (publicações DI-1343).
- [19] ROBLES Jr., A. **Custos da Qualidade – Uma Estratégia Global – 1ª Edição,** Editora Atlas, São Paulo – SP, 1994.
- [20] SOUZA, A.
CLEMENTE, A. **Contextos, Paradigmas e Sistemas de Custeio – Artigo.**

- [21] THEISEN, Á. M. F. **A contribuição da calibração dos equipamentos de medição para a qualidade do produto.** Anais do II Congresso Brasileiro de Metrologia - Metrologia 2000. Volume 1: Generalist papers, p.412-416. São Paulo, Brasil, 4 a 7 de dezembro de 2000.
- [22] URRUTIA, J. I. D. **Avaliação dos processos de medição na indústria, baseada no impacto econômico da operação de controle geométrico.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial, UFSC. 87p. Florianópolis, Agosto de 2000.
- [23] NBR ISO 9001:2000 **Sistema de gestão da qualidade – requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT. 17p. 2001.
- [24] ISO/TS 16949 **Sistemas da qualidade – fornecedores automotivos – requisitos particulares para aplicação da ISO 9001:1994.** 1ª ed., (Tradução livre para fins de treinamento). 66p. 1999.
- [25] SOARES Jr., L. **Confiabilidade metrológica no contexto da garantia da qualidade industrial: diagnóstico e sistematização de procedimentos.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial, UFSC. 111p. Florianópolis, Abril de 1999.
- [26] QS 9000 / CEP **Fundamentos de controle estatístico do processo (CEP): manual de referência.** 1ª. ed. brasileira. Tradução da 2ª. ed. americana. São Paulo: IQA – Instituto de Qualidade Automotiva. 168p. Junho de 1995.
- [27] SCHNEIDER, C. A. **Metrologia integrada ao processo de manufatura.** Conferência Temática apresentada no Congresso SAE Brasil 2001. São Paulo, Brasil, 20 de novembro de 2001.
- [28] PFEIFER, T.
TORRES, F. **Manual de gestión e ingeniería de la calidad.** 1.ed. espanhola. Zaragoza: Mira Editores. ISBN.: 84-89859-43-4. 586p. 1999.
- [29] BECKERT, S. F.
TRAPP, S. R. B. **Competência técnica: requisito básico para quem controla os meios de medição calibrados por laboratórios terceirizados.** Anais do II Congresso Brasileiro de Metrologia - Metrologia 2000. Volume 3: II ENLAB, p.133-142. São Paulo, Brasil, 4 a 7 de dezembro de 2000.
- [30] RIBEIRO, L. F.M. **Inovação da assistência metrológica industrial através de serviços e assessoramento remoto.** Qualificação de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, área de concentração em Metrologia e Instrumentação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Setembro de 2002.

- [31] GATES, B. **A Empresa na Velocidade do Pensamento com um Sistema Nervoso Digital** – 1ª Edição, Editora Companhia das Letras, São Paulo – SP, 1999.
- [32] PEPPERS and ROGERS Group. **CRM Series – Marketing 1 to 1** – 2ª Edição, Editora Makron Books, São Paulo – SP, 2001.
- [33] NEIVA, F.
M. LEAL, J. G.M.
SALGADO, J. V.F.
RIBEIRO, L. F.M. **Visita de Estudos em empresas: Plano de trabalho.** Documento interno da EqLMA do Projeto LASAR. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 5 de Março de 2002.
- [34] CROSBY, P.B. **Qualidade é Investimento? A arte de Garantir a Qualidade** – 7ª Edição, Editora J. Olympio, Rio de Janeiro – RJ, 1999.
- [35] CSILLAG, J. M. **Análise do Valor: Metodologia do Valor** – 4ª Edição, Editora Atlas, São Paulo – SP, 1995.
- [36] ROBLES Jr.,A. **Apuração dos Custos da Qualidade no Ambiente ABC** <http://www.rau-tu.unicamp.br/nou-rau/sbu/document/?view=107> 2002.
- [37] SAKURAI, M. **Gestão Integrada de Custos** – 1ª Edição, Editora Atlas, São Paulo – SP, 1997
- [38] CHASE, N. **Accounting for Quality: Counting Costs, Reaping Return** www.qualitymag.com , 2000.
- [39] FABRI, L. F. **Um Estudo dos Sistemas de Custos Adotados nas Grandes Empresas Filiadas à Associação da Cidade Industrial de Curitiba-PR Como Suporte ao Processo de Gestão Empresarial.** Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração, UFSC. 147p. Florianópolis, agosto de 2000.
- [40] BOISVERT, H. **Contabilidades por Atividades – Contabilidade de Gestão, práticas avançadas** – 1ª Edição brasileira, Tradução de Antônio Diomário de Queiroz, Editora Atlas, São Paulo – SP, 1999.
- [41] NBR ISO 9004:2000 **Sistema de gestão da qualidade – Diretrizes para melhorias de desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT. 48p. 2000.
- [42] JURAN, J. M.
GRYNA, F. M. **Controle da Qualidade Handbook – Conceitos, políticas e filosofia da qualidade** – Editora McGraw-Hill, 1991.
- [43] FEIGENBAUM, A. V. **Total Quality Control** – Editora McGraw-Hill, 1986.
- [44] CAMPANELLA, J. **Principles of Quality Costs**, 3ª Edição, Editora ASQ – American Society for Quality, Milwaukee – USA, 1999.

- [45] DALE, B. G.
PLUNKETT, J. J. **Quality Costing**, 3ª Edição, Editora Gower, England, 1999.
- [46] COGAN, S. **O Impacto do ABC Costing na Gestão da Qualidade** – reportagem do encarte - Desenvolvimento Cultural, Ano 2, nº 20 – agosto de 2001,
- [47] MCT **Relatório de Pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia** www.mct.gov.br/temas/info/dsi/evoluquali/tabevol97_10.htm ,2002.
- [48] URRUITA, J. I. D. **Selección de Procesos de Medición, un Problema de Costos**. Anais do II Congresso Brasileiro de Metrologia - Metrologia 2000. São Paulo, Brasil, 4 a 7 de dezembro de 2000.
- [49] NEIVA, F.
M. LEAL, J. G.M.
SALGADO, J. V.F.
RIBEIRO, L. F.M. **Projeto LASAR – Relatório Executivo: primeira rodada – Empresa A** Documento interno da EqLMA do Projeto LASAR. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 26 de Março de 2002.
- [50] NEIVA, F.
M. LEAL, J. G.M.
SALGADO, J. V.F.
RIBEIRO, L. F.M. **Projeto LASAR – Relatório Executivo: primeira rodada – Empresa B** Documento interno da EqLMA do Projeto LASAR. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 26 de Março de 2002.
- [51] NEIVA, F.
M. LEAL, J. G.M.
SALGADO, J. V.F.
RIBEIRO, L. F.M. **Módulo de Avaliação Econômica das Atividades Metrológicas – Relatório Executivo: segunda rodada – Empresa A** Documento interno da EqLMA do Projeto LASAR. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 06 de Abril de 2002.
- [52] NEIVA, F.
M. LEAL, J. G.M.
SALGADO, J. V.F.
RIBEIRO, L. F.M. **Módulo de Avaliação Econômica das Atividades Metrológicas – Relatório Executivo: segunda rodada – Empresa B** Documento interno da EqLMA do Projeto LASAR. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 06 de Abril de 2002.
- [53] NEIVA, Frederico
M. LEAL, José G.M.
SALGADO, João V.F.
RIBEIRO, Luis F.M. **Módulo de Avaliação Econômica das Atividades Metrológicas – Relatório Executivo: terceira rodada – Empresa B** Documento interno da EqLMA do Projeto LASAR. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 25 de Maio de 2002.
- [54] GEMAQUE, M.J.A. **Garantia da Qualidade nas Medições de Engrenagens e Estrias de Impulsores de Motores de Partida**. Proposição de trabalho de curso. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. 26 de Novembro de 2002.
- [55] VELOSO, P.G. **Garantia da Qualidade na Geometria de Arrastes para Motores de Partida**. Proposição de trabalho de curso. Florianópolis. UFSC: Labmetro/EMC. Ver. Novembro de 2002.

Anexo 1

Lista de análise de relevância das atividades metrológicas – Estudo de Caso Empresas A e B

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 1

Lista de Análise de Relevância das Atividades Metrológicas

| Análise de Relevância da Atividades - Prevenção | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| | | | | | |
| |  Atividade apresenta participação de custos metrológicos relevantes | Empresa A | Empresa B | | |
| Código | Descrição da Conta | identificação da relevância | | | |
| P-EPD | - Eng. Produto | | | | |
| 1 | especificações de produto | | | | |
| 1.1 | valores nominais, efetivos, desvios e tolerâncias | | | | |
| 1.2 | caracterização qualitativa e quantitativa | | | | |
| 2 | avaliação de protótipo / amostra inicial |  | | | |
| 3 | revisão de projeto |  | | | |
| 4 | avaliação da necessidade de inspeção |  | | | |
| 5 | projeto de dispositivos de medição | |  | | |
| 5.1 | desenvolvimento de equipamentos de inspeção | | | | |
| P-EPC | - Eng. Processo | | | | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios |  |  | | |
| 2 | planejamento de CEP | |  | | |
| 2.1 | capabilidade de processo | | | | |
| 3 | aprovação de primeira peça | |  | | |
| 4 | controle de ferramentas (avaliação metrológica) | |  | | |
| 5 | avaliação da qualidade no processo de desenvolvimento | | | | |
| P-SGM | - SGQM | | | | |
| 1 | Administração dos SM |  |  | | |
| 1.2 | calibração de SM |  |  | | |
| 1.3 | manutenção de SM |  |  | | |
| 1.4 | análise de capacidade |  |  | | |
| P-RH | - Recursos Humanos | | | | |
| 1 | entrevistas e contratação | | | | |
| 2 | definição de perfil profissional | | | | |
| 3 | planejamento de cursos e treinamento |  | | | |
| 4 | treinamento para inspetores / operadores | |  | | |
| 5 | suporte técnico para vendedores e assist. técnica |  | | | |
| 6 | suporte para participação de seminários e congressos | | | | |
| 7 | disponibilização de material bibliográfico | | | | |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 1

Lista de Análise de Relevância das Atividades Metrológicas

| | | | | | | |
|--------------|---|---|---|--|--|--|
| P-EQ | - Eng. da Qualidade | | | | | |
| 1 | revisão de planos, procedimentos de inspeção e normas | ● | | | | |
| 2 | planejamento da avaliação da qualidade | | | | | |
| 3 | auditoras das atividades metrológicas | ● | ● | | | |
| 4 | administração do SGQM | | | | | |
| | | | | | | |
| P-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | | | |
| 1 | avaliação de amostra inicial (medições e ensaios) | ● | ● | | | |
| 2 | planejamento de avaliação de recebimento | | | | | |
| 3 | desenvolvimento de fornecedor (aspectos metrológicos) | | | | | |
| | | | | | | |
| P-AE | - Avaliação Econômica | | | | | |
| 1 | monitoramento de dados | ● | ● | | | |
| 2 | avaliação de custos | | | | | |
| 3 | avaliação de retorno de investimentos | | | | | |
| 4 | relatórios | | | | | |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metroológicas

ANEXO 1

Lista de Análise de Relevância das Atividades Metroológicas

| Análise de Relevância da Atividades - Avaliação | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
|  Atividade apresenta participação de custos metroológicos relevantes | | Empresa A | Empresa B | | |
| | | | | | |
| Código | Descrição da Conta | identificação da relevância | | | |
| A-EPD | - Eng. Produto | | | | |
| 1 | auditorias da qualidade - metrologia | |  | | |
| 2 | qualificação de produto |  | | | |
| 3 | análise e relatório de resultados de testes e inspeção | |  | | |
| 4 | revisão de especificações de fabricação | | | | |
| A-EPC | - Eng. Processo | | | | |
| 1 | avaliação de processos | | | | |
| 2 | controle de processos | | | | |
| 3 | medições e controle de produtos fabricados | | | | |
| 4 | ensaios de vida e fadiga | |  | | |
| 5 | auditorias de estoques | | | | |
| 6 | autoinspeção por operadores |  |  | | |
| 7 | inspeção final | |  | | |
| 8 | testes de confiança | | | | |
| 9 | verificação de pré produção | |  | | |
| 10 | inspeção de recebimento | | | | |
| 11 | materiais de consumo em inspeções e testes | |  | | |
| 12 | testes de performance em campo | | | | |
| A-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | | |
| 1 | inspeção de recebimento |  |  | | |
| 2 | avaliação de processos de fornecedores | | | | |
| 3 | verificações de terceiros | | | | |
| A-SGM | - SGQM | | | | |
| 1 | depreciação de SM e instalações |  |  | | |
| 2 | set-up de inspeções e testes | |  | | |
| 3 | processamento e armazenamento de dados | | | | |
| 4 | desenvolvimento e validação de software |  | | | |
| 5 | emissão de laudos e relatórios | | | | |
| 6 | avaliação de resultados | | | | |
| 7 | estudos de MSA |  |  | | |
| A-RH | - Recursos Humanos | | | | |
| 1 | custos de RH - metrologia |  |  | | |
| 2 | custos de supervisão - metrologia |  | | | |
| A-EQ | - Eng. da Qualidade | | | | |
| 1 | auditorias de processo e produtos | | | | |
| 2 | inspeção e testes de materiais | | | | |
| 3 | aprovações externas | | | | |
| 4 | revisão e aprovação de procedimentos e instruções técnicas | | | | |
| 5 | auditorias de procedimentos e sistemas | | | | |
| 6 | avaliação de desempenho e produto de concorrentes | | | | |
| 7 | avaliação de deterioração de MP | | | | |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 1

Lista de Análise de Relevância das Atividades Metrológicas

| Análise de Relevância da Atividades - Falha Interna | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| | | | | | |
| |  Atividade apresenta participação de custos metrológicos relevantes | Empresa A | Empresa B | | |
| Código | Descrição da Conta | identificação da relevância | | | |
| FI-EP | - Eng. Produto | | | | |
| 1 | falhas por características de produto |  | | | |
| 2 | correções de engenharia | | | | |
| FI-EPC | - Eng. Processo / Produção | | | | |
| 1 | retrabalhos, recuperação ou reparos |  |  | | |
| 2 | operações extraordinárias | | | | |
| 3 | sucatas | |  | | |
| 4 | desperdícios | | | | |
| FI-SGM | - SGQM | | | | |
| 1 | reparo de SM danificados | | | | |
| 2 | detenção das linhas de produção | | | | |
| 3 | aquisição de SM redundantes | | | | |
| 4 | substituição de SM inadequados | | | | |
| 5 | subutilização de SM | | | | |
| 6 | reinspeção por retrabalhos / seleção de peças | | | | |
| 7 | setup |  |  | | |
| FI-EQ | - Eng. da Qualidade | | | | |
| 1 | detenção da produção por má qualidade |  | | | |
| 2 | reprovação de produtos bons |  |  | | |
| 3 | aprovação de produtos ruins |  |  | | |
| 4 | ensaios em sucatas | | | | |
| 5 | análise de desenhos | | | | |
| 6 | análise de não conformidades |  | | | |
| 7 | busca de falhas no sistema | | | | |
| 8 | estimativas erradas | | | | |
| FI-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | | |
| 1 | revisão de materiais | | | | |
| 2 | liberação de material não conforme | | | | |
| 3 | análise de fornecedores com problemas |  | | | |
| 4 | falha de subfornecedor | | | | |
| 5 | concessão e permissão de concessão |  | | | |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 1

Lista de Análise de Relevância das Atividades Metrológicas

| Análise de Relevância da Atividades - Falha Externa | | | | | |
|---|--|---|---|--|--|
| | | | | | |
| |  Atividade apresenta participação de custos metrológicos relevantes | Empresa A | Empresa B | | |
| Código | Descrição da Conta | identificação da relevância | | | |
| FE-AD | - Atividades diversas | | | | |
| 1 | atendimento de reclamações |  |  | | |
| 2 | substituição de produto em garantia | | | | |
| 3 | produtos rejeitados e devolvidos | | | | |
| 4 | concessões | | | | |
| 5 | perda de vendas | | | | |
| 6 | responsabilidade de produtos | | | | |
| 7 | serviços em campo | | | | |
| 8 | custos de rechamada | | | | |
| 9 | RH de administração de não conformidades | | | | |
| 10 | reuniões / informes de problemas. | | | | |

Anexo 2

Planilhas de custos das atividades metrológicas - Estudo de Caso Empresa B

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 2

Planilhas de custos das atividades metrológicas – Estudo de Caso Empresa B

| Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metrológicas de Prevenção | | | | |
|--|---|-----------------|------------|-------------------|
| Código | Descrição da Atividade | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| P-EPD | - Eng. Produto | | | R\$ 772 |
| 1 | projetos de dispositivos de medição - 215 | 215 | R\$ 772 | |
| P-EPC | - Eng. Processo | | | R\$ 17.184 |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - 321 | 321 | R\$ 276 | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - 350 | 350 | R\$ 112 | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - 326 | 326 | R\$ 71 | |
| 2 | planejamento de CEP - 331 | 331 | R\$ 117 | |
| 3 | aprovação de primeira peça - PPAP - 321 | 321 | R\$ 117 | |
| 4 | controle de ferramentas - 333 / 218 | 333 / 218 | R\$ 16.490 | |
| P-SGM | - SGQM | | | R\$ 16.840 |
| 1 | administração dos SM - 333 | 333 | R\$ 199 | |
| 1,1 | calibração de SM | 333 | R\$ 14.013 | |
| 1,2 | calibração de SM | 333 | R\$ 833 | |
| 1,3 | manutenção de SM | 333 | R\$ 800 | |
| 1,4 | análise de capacidade - MSA | 333 | R\$ 995 | |
| P-RH | - Recursos Humanos (treinamento) | | | R\$ 7.433 |
| 1 | treinamento para inspetores e operadores - interno / 3os | diversos | R\$ 7.433 | |
| P-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | R\$ 342 |
| 1 | avaliação de amostra inicial (medições e ensaios) - REA - 332 | 332 | R\$ 342 | |
| P-AE | - Avaliação Econômica | | | R\$ - |
| 1 | monitoramento de dados | - | R\$ - | |
| CUSTO TOTAL PREVENÇÃO | | | | R\$ 42.572 |

| Planilha de Indicação de Direcionador e Cálculo de Overhead - Prevenção | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------------|--|
| Código | Descrição da Atividade | Centro de Custo | Direcionador | Cálculo de Overhead |
| P-EPD | - Eng. Produto | | | |
| 1 | projetos de dispositivos de medição | 215 | nº projetos 1 | 19.31 (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 40 h |
| P-EPC | - Eng. Processo | | | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios | 321 | nº planos 30 | 18.43 (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 30 min |
| | | 350 | 15 | 14.96 X 30 min |
| | | 326 | 9 | 15.71 X 30 min |
| 2 | planejamento de CEP | 331 | nº planos 3 | 19.49 (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 2 h |
| 3 | aprovação de primeira peça - PPAP | 321 | tempo dedicado 2 hs | (\$ hora homem) 18.43 |
| 4 | controle de ferramentas | 333 | nº inspeções 1200 | 13.27 (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 0,5 h |
| | | 218 | hora homem 11.80 | horas trabalhadas 48hs |
| D-SGM | - SGQM | | | |
| 1 | Administração dos SM | 333 | tempo dedicado 15 hs | 13.27 (\$ hora homem) |
| 1.1 | investimentos em laboratório e equipamentos | diversos | custo direto zero | valor de aquisição zero |
| 1.2 | calibração de SM | 333 | (tempo dedicado) 1056 hs | 13.27 (\$ hora homem) |
| 1,2 | calibração de SM | 333 | Custo terceiro | valor contratação R\$ 833.00 |
| 1.3 | manutenção de SM | 333 | custo direto | valor contratação R\$ 800.00 |
| 1.4 | análise de capacidade - MSA | 333 | nº estudos 50 | 13.27(\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 1,5 h |
| P-RH | - Recursos Humanos (treinamento) | | | |
| 1 | treinamento para inspetores e operadores | diversos | custo direto | (MOD 35 ps x tempo dedicado) . Custo Homem |
| | | diversos | terceiros | 2551.00 (\$ 3os) |
| P-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | |
| 1 | avaliação de amostra inicial (medições e ensaios) - REA | 332 | nº REA 's 30 | 11.41 (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 1 h |
| P-AE | - Avaliação Econômica | | | |
| 1 | monitoramento de dados | - | tempo dedicado zero | (\$ hora homem) zero |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 2

Planilhas de custos das atividades metrológicas – Estudo de Caso Empresa B

| Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metrológicas de Avaliação | | | | |
|--|--|-----------------|------------|-------------------|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| A-EPD | - Eng. Produto | | | R\$ 174 |
| 1 | auditorias da qualidade - metrologia - 320 | 320 | R\$ 174 | |
| A-EPC | - Eng. Processo | | | R\$ 2.125 |
| 1 | ensaios de vida e fadiga - 325 | 325 | R\$ 248 | |
| 3 | inspeção final - 332 | 332 | R\$ 1.095 | |
| 5 | materiais de consumo, inspeções e teste - 332 | 332 | R\$ 782 | |
| A-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | R\$ 548 |
| 1 | inspeção de recebimento - 332 | 332 | R\$ 548 | |
| A-SGM | - SGQM | | | R\$ 68.581 |
| 1 | depreciação de SM e instalações - 333 | 333 | R\$ 2.422 | |
| 1 | depreciação de SM e instalações - 326 | 326 | R\$ 7.950 | |
| 1 | depreciação de SM e instalações - 325 | 325 | R\$ 6.547 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - MMC - 333 | 333 | R\$ 13.270 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - circularímetro - 333 | 333 | R\$ 17.251 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - rugosímetro - 333 | 333 | R\$ 1.752 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - amostra - 326 | 326 | R\$ 18.699 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - ensaio vida - 325 | 325 | R\$ 106 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - torque - 325 | 325 | R\$ 531 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - desacoplamento - 325 | 325 | R\$ 53 | |
| A-RH | - Recursos Humanos | | | R\$ - |
| 1 | custos de RH - metrologia | diversos | R\$ - | |
| CUSTO TOTAL AVALIAÇÃO | | | | R\$ 71.428 |

| Planilha de Indicação de Direcionador e Cálculo de Overhead - Avaliação | | | | |
|---|---|-----------------|------------------------------|---|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Direcionador | Cálculo de Overhead |
| A-EPD | - Eng. Produto | | | |
| 1 | auditorias da qualidade - metrologia | 320 | nº atividades 1 | 34.07 (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa 5 h |
| A-EPC | - Eng. Processo | | | |
| 1 | ensaios de vida e fadiga | 325 | tempo da tarefa 14 hs | (\$ hora homem) 17.7 |
| 3 | inspeção final | 332 | nº funcionários 4 | 11.41 (\$ hora homem) . horas trabalhadas 24 h |
| 5 | materiais de consumo, inspeções e teste | 332 | custo direto | valor dos materiais R\$ 782.23 |
| A-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | |
| 1 | inspeção de recebimento | 332 | nº funcionários 2 | 11.41 (\$ hora homem) . horas trabalhadas 24 h |
| A-SGM | - SGQM | | | |
| 1 | depreciação de SM e instalações | 333 | custo direto | valor da depreciação 2422.46 |
| 1 | depreciação de SM e instalações | 326 | custo direto | valor da depreciação 7950.10 |
| 1 | depreciação de SM e instalações | 325 | custo direto | valor da depreciação 6546.87 |
| 2 | setup de inspeções e testes | diversos | nº setup/máq/seção | (\$ hora homem) . tempo médio da tarefa |
| 2 | setup de inspeções e testes | 333 | MMC | R\$ 13.27 X 10 minutos |
| 2 | setup de inspeções e testes | 333 | circularímetro | R\$ 13.27 X 20 minutos |
| 2 | setup de inspeções e testes | 333 | rugosímetro | R\$ 13.27 X 05 minutos |
| 2 | setup de inspeções e testes | 326 | amostra | R\$ 15.74 X 20 minutos |
| 2 | setup de inspeções e testes | 325 | ensaio vida | R\$ 17.70 X 60 minutos |
| 2 | setup de inspeções e testes | 325 | torque | R\$ 17.70 X 10 minutos |
| 2 | setup de inspeções e testes | 325 | desacoplamento | R\$ 17.70 X 05 minutos |
| A-RH | - Recursos Humanos | | | |
| 1 | custos de RH - metrologia | diversos | tempo dedicado zero | (\$ hora homem) zero |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 2

Planilhas de custos das atividades metrológicas – Estudo de Caso Empresa B

| Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metrológicas de Falha Interna | | | | |
|---|---|-----------------|-------------|--------------------|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| FI-SGM | SGQM | | | R\$ 142.928 |
| 6 | reinspeção por retrabalhos / seleção de peças | - | R\$ 142.928 | |
| FI-AD | Atividades diversas | | | R\$ 455 |
| 1 | Indicações de falhas - metrologia - 333 | 333 | R\$ 455 | |
| CUSTO TOTAL FALHA INTERNA | | | | R\$ 143.383 |

| Planilha de Indicação de Direcionador e Cálculo de Overhead - Falha Interna | | | |
|---|---|---|---|
| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Cálculo de Overhead |
| FI-SGM | SGQM | | |
| 6 | reinspeção por retrabalhos / seleção de peças | custo direto | valor apropriado R\$ 142.928,34 |
| FI-AD | Atividades diversas | | |
| 1 | Indicações de falhas - metrologia | custo direto seção 333 sucata | valor apropriado R\$ 455,10 |
| * Valor apropriado deverá considerar custos de MOD, Horas máquina, valor de material, perdas com vendas, etc ... | | | |

| Planilha Contábil - Custos Relativos às Atividades Metrológicas de Falha Externa | | | | |
|---|---|-----------------|-------|---------------|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| FE-AD | Atividades diversas | | | R\$ - |
| 1 | atendimento de reclamações - metrologia | | R\$ - | |
| CUSTO TOTAL FALHA EXTERNA | | | | R\$ - |

| Planilha de Indicação de Direcionador e Cálculo de Overhead - Falha Externa | | | |
|---|---|--------------------------|------------------------------|
| Código | Descrição da Conta | Direcionador | Cálculo de Overhead |
| FE-AD | Atividades diversas | | |
| 1 | atendimento de reclamações - metrologia | custo direto zero | valor apropriado zero |
| * Valor apropriado deverá considerar custos de MOD, Horas máquina, valor de material, perdas com vendas, etc ... | | | |

Anexo 3

Planilhas de custos das atividades metrológicas - Simulação do LASAR

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 3

Planilhas de custos das atividades metrológicas – Simulação do LASAR

| Planilha Contábil - Custos Relativos à Qualidade das Atividades Metrológicas de Prevenção | | | | |
|--|---|-----------------|------------|-------------------|
| Código | Descrição da Atividade | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| P-EPD | - Eng. Produto | | | R\$ 772 |
| 1 | projetos de dispositivos de medição - 215 | 215 | R\$ 772 | |
| P-EPC | - Eng. Processo | | | R\$ 6.267 |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - 321 | 321 | R\$ 276 | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - 350 | 350 | R\$ 112 | |
| 1 | planejamento de inspeções e ensaios - 326 | 326 | R\$ 71 | |
| 2 | planejamento de CEP - 331 | 331 | R\$ 117 | |
| 3 | aprovação de primeira peça - PPAP - 321 | 321 | R\$ 117 | |
| 4 | controle de ferramentas - 333 | 333 | R\$ 5.573 | |
| 4 | controle de ferramentas - 218 | 218 | R\$ - | |
| P-SGM | - SGQM | | | R\$ 13.337 |
| 1 | Administração dos SM - 333 | 333 | R\$ 199 | |
| 1.1 | calibração de SM | 333 | R\$ 10.510 | |
| 1.2 | calibração de SM | 333 | R\$ 833 | |
| 1.3 | manutenção de SM | 333 | R\$ 800 | |
| 1.4 | análise de capacidade - MSA | 333 | R\$ 995 | |
| P-RH | - Recursos Humanos | | | R\$ 7.878 |
| 1 | treinamento para inspetores e operadores - RH | diversos | R\$ 6.347 | |
| | treinamento para inspetores e operadores - terceiros | terceiros | R\$ 1.531 | |
| P-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | R\$ 342 |
| 1 | avaliação de amostra inicial (medições e ensaios) - REA - 332 | 332 | R\$ 342 | |
| P-AE | - Avaliação Econômica | | | R\$ - |
| 1 | monitoramento de dados | - | R\$ - | |
| CUSTO TOTAL PREVENÇÃO | | | | R\$ 28.597 |

Método de Avaliação do Impacto Econômico das Atividades Metrológicas

ANEXO 3

Planilhas de custos das atividades metrológicas – Simulação do LASAR

| Planilha Contábil - Custos Relativos à Qualidade das Atividades Metrológicas de Avaliação | | | | |
|--|--|-----------------|------------|-------------------|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| A-EPD | - Eng. Produto | | | R\$ 174 |
| 1 | auditorias da qualidade - metrologia - 320 | 320 | R\$ 174 | |
| A-EPC | - Eng. Processo | | | R\$ 2.125 |
| 1 | ensaios de vida e fadiga - 325 | 325 | R\$ 248 | |
| 3 | inspeção final - 332 | 332 | R\$ 1.095 | |
| 5 | materiais de consumo, inspeções e teste - 332 | 332 | R\$ 782 | |
| A-FMP | - Fornecedores e Matéria Prima | | | R\$ 548 |
| 1 | inspeção de recebimento - 332 | 332 | R\$ 548 | |
| A-SGM | - SGQM | | | R\$ 56.276 |
| 1 | depreciação de SM e instalações - 333 | 333 | R\$ 2.422 | |
| 1 | depreciação de SM e instalações - 326 | 326 | R\$ 7.950 | |
| 1 | depreciação de SM e instalações - 325 | 325 | R\$ 6.547 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - MMC - 333 | 333 | R\$ 9.953 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - circularimetro - 333 | 333 | R\$ 12.938 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - rugosímetro - 333 | 333 | R\$ 1.752 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - amostra - 326 | 326 | R\$ 14.024 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - ensaio vida - 325 | 325 | R\$ 106 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - torque - 325 | 325 | R\$ 531 | |
| 2 | setup de inspeções e testes - desacoplamento - 325 | 325 | R\$ 53 | |
| A-RH | - Recursos Humanos | | | R\$ - |
| 1 | custos de RH - metrologia | diversos | R\$ - | |
| CUSTO TOTAL AVALIAÇÃO | | | | R\$ 59.123 |

| Planilha Contábil - Custos Relativos à Qualidade das Atividades Metrológicas de Falha Interna | | | | |
|--|---|-----------------|-------------|--------------------|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| FI-SGM | SGQM | | | R\$ 100.050 |
| 6 | reinspeção por retrabalhos / seleção de peças | - | R\$ 100.050 | |
| FI-AD | Atividades diversas | | | R\$ 455 |
| 1 | Indicações de falhas - metrologia - 333 | 333 | R\$ 455 | |
| CUSTO TOTAL FALHA INTERNA | | | | R\$ 100.505 |

| Planilha Contábil - Custos Relativos à Qualidade das Atividades Metrológicas de Falha Externa | | | | |
|--|---|-----------------|-------|---------------|
| Código | Descrição da Conta | Centro de Custo | Custo | Totalizadores |
| FE-AD | Atividades diversas | | | R\$ - |
| 1 | atendimento de reclamações - metrologia | | R\$ - | |
| CUSTO TOTAL FALHA EXTERNA | | | | R\$ - |