



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Helena Pacheco Ferreira Kretzer

**Avaliação do Desempenho Técnico de Fornecedores: Uma Aplicação
em uma Empresa do Setor Metal-Mecânico**

FLORIANÓPOLIS

2020

Helena Pacheco Ferreira Kretzer

**Avaliação do Desempenho Técnico de Fornecedores: Uma Aplicação
em uma Empresa do Setor Metal-Mecânico**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

FLORIANÓPOLIS

2020

Ficha de identificação da obra

Kretzer, Helena Pacheco Ferreira
Avaliação do Desempenho Técnico de Fornecedores: Uma
Aplicação em uma Empresa do Setor Metal-Mecânico / Helena
Pacheco Ferreira Kretzer ; orientador, JOAO CARLOS
ESPINDOLA FERREIRA, Phd. FERREIRA, 2020.
127 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Engenharia Mecânica. 2. Avaliação de fornecedores. 3.
Desenvolvimento de fornecedores. 4. Desenvolvimento de
fornecedores com foco em metrologia. I. FERREIRA, JOAO
CARLOS ESPINDOLA FERREIRA, Phd.. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica. III. Título.

Helena Pacheco Ferreira Kretzer

Avaliação do Desempenho Técnico de Fornecedores: Uma Aplicação em uma Empresa do Setor Metal-Mecânico

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr.-Ing. Carlos Manuel Taboada Rodriguez
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. André Ogliari, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marco Antônio Martins Cavaco, Ph.D.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia Mecânica.

Prof. Jonny Carlos da Silva, Dr.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, Ph.D.

Orientador

Florianópolis, 31 de janeiro de 2020.

Ao Diogo e Júlia,
com muito carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por garantir serenidade ao longo desta jornada.

Aos professores que direta ou indiretamente contribuíram com ideias e incentivo, e gostaria de agradecer ao Professor Gustavo Daniel Donatelli pelo apoio fornecido desde o início deste trabalho. E em especial ao Prof. João Carlos Espíndola Ferreira, que se dedicou e pacientemente me orientou para a conclusão do meu trabalho.

Ao meu marido Diogo Felipe Kretzer, que me apoiou de forma especial em todos os momentos que fizeram com que eu chegasse ao fim desta jornada e nunca me deixou desistir.

Aos meus pais Osório Cândido Ferreira Jr. e Célia Pacheco Ferreira, indispensáveis nesta e em todas as minhas demais conquistas.

Aos amigos que contribuíram efetivamente para a realização deste trabalho, em especial aos meus amigos da Van (Joinville - Florianópolis), que fizeram as viagens para Florianópolis mais divertidas.

A todo o corpo diretivo da *Empresa*, por ter apoiado a realização deste trabalho, em especial à área de Metrologia e a garantia da qualidade de fornecedores onde este trabalho foi referenciado.

RESUMO

O contexto deste trabalho reside nas dificuldades enfrentadas pelas empresas de manufatura na garantia da qualidade dos produtos de fornecedores. A principal função da avaliação é propiciar à empresa cliente o conhecimento das condições do fornecedor de maneira a proporcionar a confiança necessária de que o produto que está sendo adquirido será suprido de acordo com as especificações e condições pré-estabelecidas. A proposta deste trabalho é a construção de uma ferramenta que visa garantir a qualidade dos produtos na fonte, ou seja, garantir que os fornecedores compreendam a importância da medição, alinhamento de procedimentos e equipamentos adequados para o controle da qualidade dos produtos. Este trabalho apresenta uma ferramenta em formato de *checklist* para a avaliação de fornecedores, com questões importantes voltados à metrologia, para garantia da qualidade das medições do fornecedor. Esta ferramenta foi utilizada em uma empresa do setor metal-mecânico, e observou-se uma melhoria no desempenho dos fornecedores da empresa e uma diminuição no índice de não-conformidades. Além da criação da ferramenta de avaliação, foi construído também um fluxo de processo no qual o envolvimento da metrologia é mais focado durante o desenvolvimento de itens no fornecedor. Esta ferramenta e o fluxo de desenvolvimento focado em aspectos metrológicos são de grande importância para a construção de um mesmo modo de atuação entre a empresa A e o fornecedor, para que ambos trabalhem de forma similar e que sejam evitados erros de medição durante os projetos implementados.

Palavras-chave: Avaliação de Fornecedores, Desempenho, Controle de Qualidade, Metrologia.

ABSTRACT

The context of this work resides in the difficulties faced by the manufacturing companies in guaranteeing the quality of the products of suppliers. The main purpose of the evaluation is to provide the client company with knowledge of the supplier's conditions in order to provide the necessary confidence that the product being purchased will be supplied according to the pre-established specifications and conditions. The purpose of this work is the construction of a tool that seeks to ensure the quality of products at the source, that is, to guarantee that suppliers understand the importance of measurement, alignment of procedures and appropriate equipment for product quality control. This work presents a tool in a checklist format for the evaluation of suppliers, with important issues related to metrology, in order to guarantee the quality of the supplier's measurements. This tool was used in a company in the metal-mechanic sector, and there was an improvement in the performance of the company's suppliers as well as a decrease in the amount of non-conformances. In addition to the creation of the assessment tool, a process flow was also built in which metrology involvement is more focused during the development of items at the supplier. This tool and the development flow focused on metrological aspects are of great importance for the construction of the same mode of action between Company A and the supplier, so that both work in a similar way and that measurement errors are avoided during the implemented projects .

Keywords: Evaluation of Suppliers, Performance, Quality Control, Metrology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Eras da qualidade - Fonte: OLIVEIRA (2006)	21
Figura 2. Modo Juran de pensar a qualidade - Fonte: Davis, 1994.	24
Figura 3. Fatores-chave para o sucesso em desenvolvimento de produtos. Fonte: RIMOLI (2001)	26
Figura 4. Componentes de um sistema de medição – Fonte: FOCEM 2013.....	28
Figura 5. Fontes de variação baseada em cada componente do sistema de medição - Fonte: FOCEM 2013.	28
Figura 6. Abrangência da metrologia na qualidade dos produtos – Fonte: Araújo (1995)	37
Figura 7. Elementos que impactam a competitividade de processos produtivos - Fonte: Fernandes et al. (2009)	38
Figura 8. Região de vazamento entre os componentes tampa e terminal – Fonte: Autora.....	41
Figura 9. Fluxo do processo – Fonte: Autora	41
Figura 10. Presença e ausência de cunha de vedação no terminal – Fonte: Autora.....	42
Figura 11. Cravamento na certificação (desenho à esquerda) x terminal com problema (desenho à direita) – Fonte: Autora.	43
Figura 12. Exemplo de peças com e sem cravamento – Fonte: Autora.....	43
Figura 13. Marca da cunha de vedação na tampa – Fonte: Autora.	44
Figura 14. Tampas de duas peças, uma com problema (à esquerda), e outra sem problema (à direita) – Fonte: Autora.	45
Figura 15. Planeza da cavidade – Fonte: Autora.	45
Figura 16. Desenho da certificação do terminal – Fonte: Empresa A.	46
Figura 17. Alteração do desenho do produto – Fonte: Empresa A.	46
Figura 18. Etapas do processo de certificação de fornecedores da empresa A: subprocessos de aquisição – Fonte: KOPPEN, 2017.	50
Figura 19. Fluxo do processo de desenvolvimento fornecedores Empresa A: Fluxo do desenvolvimento do projeto – Fonte: Empresa A	52
Figura 20. Níveis de desempenho de fornecedores – Fonte: Empresa A	53
Figura 21. Avaliação do fornecedor – <i>Supplier Excellence</i> – Fonte: Empresa A.....	54
Figura 22. Avaliação da Qualidade – Fonte: Empresa A.....	55

Figura 23.	Avaliação da Logística – Fonte: Empresa A	56
Figura 24.	Matriz de Complexidade – Fonte: Empresa A	59
Figura 25.	Processo de desenvolvimento de fornecedores – Fonte: Adaptado pela Autora.....	61
Figura 26.	Processo interno do setor de metrologia – Fonte: Autora	62
Figura 27.	Alinhamento de método de medição – Fonte: Autora.....	63
Figura 28.	Validação da peça referência – Fonte: Autora.....	65
Figura 29.	Avaliação e aprovação da medição do fornecedor – Fonte: Autora.....	65
Figura 30.	Cálculo da incerteza de medição – Fonte: Autora.....	66
Figura 31.	Definição da peça referência – Fonte: Autora	67
Figura 32.	Execução do estudo MSA – Fonte: Autora	67
Figura 33.	Execução do estudo MSA – Mudanças e melhorias – Fonte: Autora	68
Figura 34.	Estudo R&R – Fonte: Autora	68
Figura 35.	Desenho de molas de compressão sem retífica – Fonte: Empresa A	70
Figura 36.	Desenho de molas de compressão com retífica – Fonte: Empresa A.....	70
Figura 37.	Desenho de molas do tubo – Fonte: Empresa A.....	71
Figura 38.	Dispositivo para controle do diâmetro interno – Fonte: Empresa A	71
Figura 39.	Direcionamento da medição – Fonte: Empresa A	72
Figura 40.	Posicionamento na medição – Fonte: Empresa A	72
Figura 41.	Diâmetros dos pinos – Fonte: Empresa A	73
Figura 42.	Posicionamento da mola no projetor – Fonte: Empresa A	73
Figura 43.	Alinhamento da mola no projetor – Fonte: Empresa A.....	74
Figura 44.	Medição do comprimento da mola – Fonte: Empresa A	74
Figura 45.	Fixação mola para medição de batimento – Fonte: Empresa A	75
Figura 46.	Visualização no projetor de perfil batimento mola – Fonte: Empresa A	75
Figura 47.	Dispositivo base mola – Fonte: Empresa A	76
Figura 48.	Fechamento do dispositivo base mola – Fonte: Empresa A.....	76
Figura 49.	Mola no ponto zero – Fonte: Empresa A.....	77
Figura 50.	Medição de batimento – Fonte: Empresa A	77
Figura 51.	Lados medição – Fonte: Empresa A.....	78
Figura 52.	Posicionamento mola espira aberta – Fonte: Empresa A	78
Figura 53.	Tangente interna mola – Fonte: Empresa A	79

Figura 54.	Ponto simétrico mola – Fonte: Empresa A.....	79
Figura 55.	Posicionamento mola perpendicularismo – Fonte: Empresa A.....	80
Figura 56.	Alinhamento da mola perpendicularismo – Fonte: Empresa A.....	80
Figura 57.	Tangente da segunda espira – Fonte: Empresa A.....	80
Figura 58.	Ponto simétrico das tangentes – Fonte: Empresa A	81
Figura 59.	Ponto zero centro mola – Fonte Empresa A	81
Figura 60.	Posicionamento 90° mola – Fonte: Empresa A	82
Figura 61.	Cálculo erro perpendicularismo – Fonte: Empresa A	82
Figura 62.	Fixação mola paralelismo – Fonte: Empresa A.....	83
Figura 63.	Alinhamento mola paralelismo – Fonte: Empresa A.....	83
Figura 64.	Paralelismo mola – Fonte: Empresa A	84
Figura 65.	Dados do Fornecedor – Fonte: Autora	85
Figura 66.	Resultados da Avaliação – Fonte: Autora	85
Figura 67.	Observações gerais referentes à avaliação – Fonte: Autora	86
Figura 68.	Certificações de terceira parte – Fonte: Autora	87
Figura 69.	Pessoas contatadas no fornecedor – Fonte: Autora	87
Figura 70.	Critérios de Pontuação – Fonte: Autora	87
Figura 71.	Requisito Pessoas – Fonte: Autora	88
Figura 72.	Requisito Infraestrutura – Fonte: Autora.....	89
Figura 73.	Requisito Documentação – Fonte: Autora.....	90
Figura 74.	Requisito Qualidade – Fonte: Autora	91
Figura 75.	Requisito Outros – Fonte: Autora.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificação do scanner óptico Atos Core.....	44
Tabela 2 - Especificação da máquina de medição de coordenadas Zeiss UPMC 850.....	44
Tabela 3 - AQP Empresa A – Fonte: Autora.....	50
Tabela 4 - Pontuação de não conformidades NCM - Empresa A - Fonte: Autora.....	55
Tabela 5 - Pontuação de não conformidades NCE - Empresa A - Fonte: Autora.....	56
Tabela 6 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor A – Fonte: Autora.....	95
Tabela 7 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor B – Fonte: Autora.....	96
Tabela 8 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor C – Fonte: Autora.....	98
Tabela 9 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor D – Fonte: Autora.....	99
Tabela 10 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor E – Fonte: Autora.....	100
Tabela 11 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor F – Fonte: Autora.....	102
Tabela 12 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor G – Fonte: Autora.....	104
Tabela 13 – Resultado do <i>checklist</i> do fornecedor H – Fonte: Autora.....	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AD - Documento de análise de decisão

APQP - Programas avançados na qualidade do produto

AQP – *Advanced Quality Planning*

BVQI – *Bureau Veritas Certification* (Sociedade Certificadora)

CLT - *Concept Lockdown Tollgate*

ECN – *Engineering Change Notice* (Notificação de alteração de engenharia)

FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise de Modo e Efeito da Falha)

IATF – *International Automotive Task Force* (Força Tarefa Automotiva Internacional)

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia

IDT - *Investment Decision Tollgate*

ISO - *International Organization for Standardization*

LCT - *Launch Contract Tollgate*

LIMS - Software de controle de atividades do laboratório de metrologia

MSA - *Measurement System Analysis*

PPAP - Processo de aprovação de peças de produção

PRT - *Project release tollgate*

R&R - Repetibilidade e Reprodutibilidade

SCM – *Supply Chain Management* (Gestão da cadeia de suprimentos)

SD - *Supplier Development* (Documentação para desenvolvimento de fornecedores)

SM - Sistemas de Medição

YTD - *Year to Date*

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO	16
1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA	16
1.2 CONTRIBUIÇÕES	18
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo Geral	18
1.3.2 Objetivos Específicos	18
1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA	19
1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA	19
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1 QUALIDADE.....	21
2.2 QUALIDADE DE PROCESSO	27
2.2.1 Controle dos sistemas de medição.....	27
2.2.2 MSA - <i>Measurement System Analysis</i>	27
2.3 QUALIDADE DE FORNECEDORES	29
2.3.1 Fornecedores e sua importância	29
2.3.2 Desenvolvimento de item em fornecedores.....	31
2.4 ATENDIMENTO ÀS NORMAS TÉCNICAS.....	32
2.5 QUALIDADE METROLÓGICA.....	36
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	39
3. CONFIABILIDADE METROLÓGICA DOS FORNECEDORES DA EMPRESA A 40	
3.1 IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DO FORNECEDOR.....	40
3.2 FORNECEDORES DA EMPRESA A	47
3.2.1 Considerações da Empresa A sobre a Relação com os Fornecedores	48
3.2.2. AQP - Planejamento Avançado de Qualidade	49
3.2.3. Desenvolvimento de Fornecedores da Empresa A.....	50
3.2.4. Classificação do Fornecedor.....	53
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	57

4. METODOLOGIA E RESULTADOS.....	58
4.1. EXEMPLO DE PROCEDIMENTO MEDIÇÃO	69
4.2. <i>CHECKLIST</i> PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES	84
5. CONCLUSÕES.....	106
6. REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A – Documento de Orientação para Avaliação de Fornecedores.....	118
APÊNDICE B – Documento de Orientação para Avaliação de Fornecedores	121

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa contextualizar o tema da dissertação, mostrar a relevância e contribuições, apresentar os objetivos do trabalho, a justificativa da pesquisa e as suas limitações, bem como estruturar o corpo do trabalho.

1.1 CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

O contexto deste trabalho reside nas dificuldades enfrentadas pelas empresas de manufatura na garantia da qualidade dos produtos de fornecedores (por exemplo, CURKOVIC et al., 1999; YEUNG, 2008). Propõe-se neste trabalho adequar técnicas aos fornecedores a fim de garantir a qualidade dos produtos na fonte. Nesse contexto, é aplicada uma ferramenta de avaliação de fornecedores que visa garantir a qualidade das medições no fornecedor. Para verificar a ferramenta proposta, é feita uma pesquisa-ação em uma empresa fabricante de compressores localizada em Santa Catarina, e em alguns de seus fornecedores.

Para a garantia da confiabilidade de um produto, é necessária a avaliação dele por inteiro, contra todas as especificações de engenharia (MURTHY et al., 2008). Por vezes, os fornecedores, não têm acesso aos outros produtos no qual seu item é montado e, nesse caso, o quesito montabilidade não é aplicado na maioria das vezes pelo fornecedor (BOOKER et al., 2005). Dado este fato, os desenhos de engenharia devem ter a maior quantidade de informações possíveis, que resultem na correta montagem do produto (TERZI et al., 2010).

É necessário então que o fornecedor se atente às especificações e formas de medição, para garantir a confiabilidade do item (KUNZMANN et al., 2005), do contrário o item não vai ser funcional ou terá baixo rendimento, e este fato será verificado apenas quando o produto entrar na empresa cliente. Isso dificulta e prolonga o processo de desenvolvimento de item em fornecedores. Idealmente o item comprado deve ter sua qualidade assegurada pelo fornecedor e, para isso, é recomendado que a empresa cliente conheça as instalações do fornecedor (HANDFIELD et al., 2006), dependendo da criticidade do produto adquirido.

Existem diversos itens a serem avaliados em um fornecedor, conforme citado por KUMAR et al. (2015), e a seleção de fornecedores capacitados é uma das estratégias fundamentais para a melhoria da qualidade de qualquer organização. Para a melhoria da

avaliação do fornecedor, é necessária a inclusão de itens adicionais visando também a confiabilidade metrológica. Isto se deve ao fato de que, segundo a BVQI (2002), o motivo para se avaliar um fornecedor advém da seguinte pergunta: uma organização que adquire 50% de tudo que um fornecedor de produtos ou serviços produz está adquirindo também 50% dos problemas de qualidade deste fornecedor?

Nesse contexto, propõe-se uma ferramenta de trabalho com o uso de um *checklist* para a avaliação dos fornecedores de materiais para a empresa objeto desta pesquisa, denominada empresa A (ou empresa cliente). Nesse *checklist* constam pontos importantes a serem verificados durante o desenvolvimento de um item de um fornecedor novo, ou com o fornecedor corrente. Além de itens considerados genéricos para todos os fornecedores, ao desenvolver um novo item deve existir um exemplo de medição do produto que está sendo adquirido (desenvolvido), para que possa ser avaliada a capacidade do fornecedor na fabricação e medição do produto, conforme a fabricação. Efetuando-se o mesmo procedimento de medição, garante-se a conformidade do produto com os requisitos da empresa cliente.

É de suma importância que a empresa fornecedora seja certificada da norma ISO 9001:2008, passo esse que é muito importante para alcançar os objetivos da qualidade. Essa norma oferece direcionamentos específicos com o objetivo de padronizar linhas de produção, instalações, logística, gestão de pessoas e demais áreas da empresa.

Durante o desenvolvimento do item, deve ser avaliada a conformidade do produto antes do mesmo ser implementado como produto corrente. Para isso, devem ser avaliados os certificados de medição dos fornecedores e, quando aplicado, deve ocorrer a validação das medições no laboratório da empresa cliente. Essa definição de qual item deve ser avaliado na empresa cliente ou no fornecedor é feita de acordo com a criticidade de cada item.

Devido a este trabalho citar algumas áreas da empresa A, seguem abaixo algumas considerações de cada área citada, para melhor entendimento.

- Metrologia – Área responsável pelas medições de peças e pelo suporte metrológico nos projetos de desenvolvimento.
- Aquisições – Área responsável pelo desenvolvimento dos novos fornecedores da empresa A e a manutenção dos fornecedores correntes.
- R&D – Área responsável pelo desenvolvimento de produtos da empresa A, também denominada como engenharia de produto.

1.2 CONTRIBUIÇÕES

O projeto proposto visa contribuições acadêmicas e industriais. Academicamente, contribui-se na pesquisa bibliográfica (capítulo 2) sobre a importância de harmonia entre os procedimentos metrológicos do fornecedor com o cliente, visando aumentar a qualidade dos produtos. As contribuições para a indústria são quanto à criação de um documento que auxilie no entendimento de especialistas de qualidade, na avaliação no fornecedor. Dessa forma, busca-se garantir a qualidade na entrega de um produto, considerando a sua criticidade, avaliando-se a estrutura do laboratório de metrologia do fornecedor e, principalmente, a capacidade do laboratório na realização de medições.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 **Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta de avaliação de fornecedores, e aplicá-la em empresas do setor metal-mecânico, com o intuito de alinhar procedimentos de medição das empresas.

1.3.2 **Objetivos Específicos**

- Realizar uma pesquisa ação referente ao problema identificado no processo de desenvolvimento de itens com fornecedores, na empresa A.
- Desenvolver um *checklist* de avaliação no fornecedor, que inclui aspectos de metrologia.
- Padronizar a utilização do mesmo procedimento de medição no cliente e no fornecedor.
- Reduzir a demanda do laboratório de Metrologia da empresa A quanto ao desenvolvimento de item em fornecedores.

1.4 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este trabalho considera a aplicação de um método de avaliação de fornecedores na área da qualidade de fornecedores. Esta pesquisa limita-se aos fornecedores de matérias-primas e insumos diretos à produção da empresa cliente.

1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Com o objetivo de assegurar o melhor entendimento, esta pesquisa foi classificada de acordo com os critérios da metodologia científica:

- Quanto à abordagem do problema: esta pesquisa é qualitativa, visto que a preocupação é obter informações sobre a perspectiva dos indivíduos, bem como interpretar o ambiente em que a problemática acontece (MIGUEL, 2012).
- Quanto à natureza: esta é uma pesquisa-ação, pois esta ferramenta permite a focalização de problemas reais e a colaboração entre o pesquisador e os indivíduos que atuam no objeto de estudo, com ênfase na descrição das atividades conduzidas para a solução do problema identificado, contribuindo de maneira significativa para o estudo de temas em que os processos de mudança são essenciais (MIGUEL 2012).

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação é composta pelos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: contém uma discussão introdutória para contextualizar o tema da pesquisa. Neste são apresentados a formulação do problema, os objetivos do trabalho, a justificativa da pesquisa e as suas limitações.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema qualidade, qualidade de fornecedores, metrologia, atendimento as normas técnicas e finalmente, critérios utilizados para validação de decisões, como forma de validar os resultados obtidos na aplicação do método. A revisão dá suporte à pesquisa desenvolvida.

Capítulo 3 – Confiabilidade metrológica de fornecedores da empresa A: Neste capítulo é apresentado um exemplo de avaliação da confiabilidade metrológica de fornecedores, uma vez que nesta pesquisa buscar-se identificar características relevantes do processo de certificação de fornecedores.

Capítulo 4 – Metodologia e Resultados: Com apoio no embasamento teórico e adaptações provenientes de observações de fornecedores, este capítulo visa a metodologia e a aplicação do método, as suas principais características, aplicações e resultados esperados.

Capítulo 5 – Conclusões: O capítulo final apresenta uma síntese sobre os resultados obtidos com a pesquisa, avaliando se os objetivos foram atingidos e as limitações do trabalho. Também contém as recomendações para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 QUALIDADE

Técnicas relacionadas à qualidade existem há milhares de anos. De acordo com PALADINI (1995), já na antiguidade havia um controle de qualidade na construção de pirâmides do Egito, sendo realizada uma verificação das dimensões das pedras usadas na construção.

Segundo Martins e Laugeni (2006), o conceito de qualidade como conhecido atualmente surgiu em 1970, com o renascimento da indústria japonesa, que, seguindo os preceitos do consultor americano W. E. Deming, faz da qualidade uma arma competitiva.

Depois da segunda guerra mundial, devido ao Japão apresentar um mau desempenho de suas empresas, de acordo com ROBLES JR. (1994), as empresas japonesas foram incentivadas por Deming a adquirirem o programa da qualidade, sendo na época a única forma de o Japão ter sucesso. A *Japanese Union of Scientists and Engineers* (JUSE) convidou pessoas como Deming, Juran e Ishikawa, os quais forneceram consultoria para alavancar a confiabilidade dos produtos, redefinindo o conceito de qualidade, diminuindo os custos operacionais e aumentando sua produtividade. Como resultado, empresas japonesas reapareceram para o cenário mundial.

Segundo OLIVEIRA (2006), a evolução da qualidade para a moderna administração da qualidade total tem três períodos principais, denominadas “eras”, conforme mostrado na Figura 1: (a) era da inspeção, em que os produtos são verificados antes de chegar ao cliente, (b) era do controle estatístico, em que os produtos são verificados por amostragem, e (c) era da qualidade total, onde se tem a qualidade assegurada.

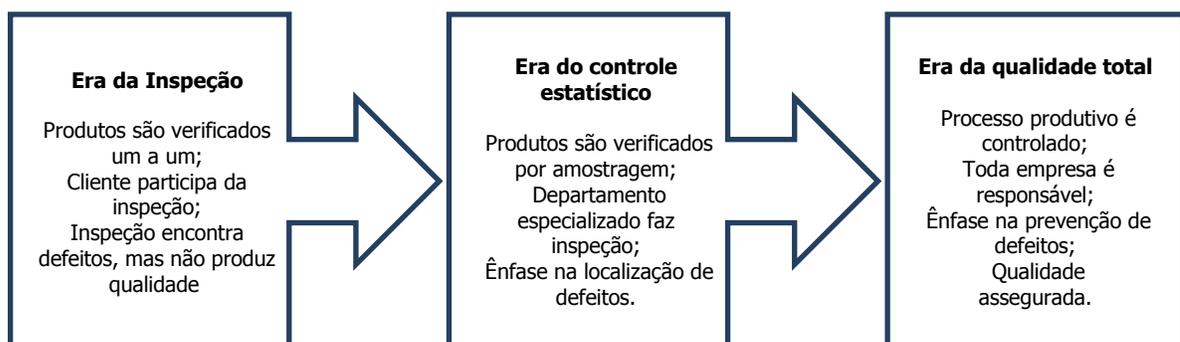


Figura 1. Eras da qualidade - Fonte: OLIVEIRA (2006)

Segundo CROSBY (1990), no passado a qualidade era tratada como: (a) fato positivo, em que os defeitos eram limitados ao tempo de funcionamento de um item; (b) fato negativo, em que o correto era conter os problemas ao invés de analisá-los, ou seja, buscava-se na época não deixar o defeito passar para o cliente, ao vez de focar em não gerar o defeito:

Os conceitos, técnicas e práticas do controle de qualidade eram desenvolvidos segundo suposições da inevitabilidade de erro e não davam espaço para uma situação em que não houvesse falhas. Quando ocorria uma falha, a conclusão era de que alguma coisa havia sido esquecida e que ela era um sucesso devido apenas à insuficiência do esforço de avaliação. O controle da qualidade era aplicado apenas à atividade de fabricação (CROSBY, 1990).

A era da qualidade total abrange um processo produtivo controlado, em que toda a empresa é responsável pela qualidade (LAU; ANDERSON, 1998). A qualidade é visualizada como uma forma de gerenciamento que, quando implementada, visa melhorar de modo contínuo o desempenho organizacional (SEETHARAMAN; SREENIVASAN, 2006).

A ênfase passa a ser o cliente, tornando-se o centro das atenções das organizações, que dirigem seus esforços para satisfazer suas necessidades e expectativas. A principal característica dessa era é que toda a empresa passa a ser responsável pela garantia da qualidade dos produtos e serviços.

Segundo CAMPOS (2004), a qualidade de um produto está diretamente ligada à satisfação do consumidor, e inclui os seguintes fatores: qualidade ampla, custo reduzido e atendimento, que são igualmente importantes em um relacionamento comercial. Como a base da qualidade é a satisfação do cliente, é necessário que as empresas antecipem as necessidades dos consumidores para satisfazê-los. Essa satisfação, segundo CAMPOS (2004), é sustentada por três aspectos da qualidade:

A qualidade em seu sentido amplo, que objetiva a “satisfação das pessoas” e inclui a qualidade do produto ou serviço (ausência de defeitos e presença de características que irão agradar o consumidor), a qualidade da rotina da empresa (previsibilidade e confiabilidade em todas as operações), a qualidade do treinamento, a qualidade da informação, a qualidade das pessoas, a qualidade da

empresa, qualidade da administração, a qualidade dos objetivos, a qualidade do sistema, a qualidade dos engenheiros etc.;

O custo do produto ou serviço. Para o consumidor, quanto menor o preço, maior a satisfação. Como o preço é função do mercado, este aspecto da qualidade se reflete no custo;

O atendimento no prazo certo, no local certo, na quantidade certa é o terceiro pilar da satisfação total do consumidor e que forma o conceito da qualidade. Portanto, tendo em vista o que foi citado acima, pode-se concluir que a qualidade é a satisfação do cliente, o sentido amplo da qualidade deve sempre considerar o custo e as condições de atendimento como fortes fatores da satisfação total do cliente. Com o conceito de qualidade pode-se dizer que as empresas, mediante a qualidade ampla e o custo do produto e o seu atendimento, ter uma qualidade que tem como objetivo a satisfação do cliente ou consumidor. Toda essa cadeia fará com que a empresa sobreviva nesse mercado que espera que as organizações sempre procurem a melhoria contínua dos seus processos.

Atualmente, a qualidade se tornou algo indispensável para a permanência no mercado. Ter qualidade nos produtos e serviços é uma obrigação de todas as empresas, não sendo mais o diferencial que era no início. Com isso, as empresas estão buscando o aprimoramento e melhoria contínua em seus produtos e serviços (SOOSAY et al., 2008).

Para PALADINI (2009), qualidade é “... tomar decisões gerenciais antes que as máquinas parem por defeitos... antes que nossos fornecedores nos deixem sem abastecimento, antes que nossos consumidores reclamem, antes que os custos disparem”.

Para alcançar a qualidade é necessário um bom planejamento e, sem planejar, não é possível obter bons resultados. O planejamento da qualidade requer a melhor maneira para algo ser executado e, com isso, elimina fatos inesperados. Para que se obtenha zero defeito é necessário ter cuidado com as ações tomadas de acordo com o planejamento. Abaixo é apresentado um modelo de planejamento da qualidade desenvolvido por PALADINI (2009):

- Política da qualidade: neste passo é definida a política da qualidade da empresa e, baseado nela, serão tomadas as futuras decisões;
- Diagnóstico: é a realização de levantamento de todos os recursos (pessoas e materiais) que a empresa possui;

- Organização e administração: é a definição de pontos importantes que a empresa possui;
- Planejamento propriamente dito: é realizado o planejamento da implantação, criação de projetos;
- Implantação: é a execução do que foi planejado, porém, é revisto o terceiro item deste modelo de planejamento, sendo dividido em três áreas: projeto, processo e produto;
- Avaliação: são discutidos os resultados obtidos, bem como as dificuldades e também a realização de avaliação dos resultados, tornando maior o contato com o cliente.

Qualidade é a conformidade às especificações, sendo o grau no qual um sistema, processo ou componente satisfaz os requisitos especificados e as necessidades dos clientes (AL-KILIDAR et al., 2005; LEE et al., 2001). Os componentes do produto bem como seus processos de produção e testes devem estar previstos e planejados de maneira apropriada. A qualidade requer contínuo planejamento, controle e melhoria (ver Figura 2).

PLANEJAMENTO DA QUALIDADE	CONTROLE DA QUALIDADE	MELHORA DA QUALIDADE
<ul style="list-style-type: none"> • Determine quem são os clientes • Determine as necessidades dos clientes • Desenvolva características dos serviços que respondam às necessidades dos clientes • Transfira o plano para o nível operacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Avalie o desempenho do serviço • Compare o desempenho real com os objetivos do serviço • Atue sobre a diferença 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabeleça a infra-estrutura • Identifique os projetos de melhoria • Estabeleça os projetos dos times • Forneça aos times recursos, treinamento e motivação para diagnosticar as causas, estimular a implantação das soluções, estabelecer controles para garantir os ganhos

Figura 2. Modo Juran de pensar a qualidade - Fonte: Davis, 1994.

O planejamento da qualidade se inicia no desenvolvimento do produto e processo. Se ambos forem bem projetados, o produto sairá sempre de acordo com o especificado. Segundo Juran e Gryna (1993), os passos para o correto planejamento da qualidade são os seguintes:

- Estabeleça o projeto;
- Identifique os clientes;
- Entenda a necessidade do cliente;
- Desenvolva o produto;
- Desenvolva o processo;
- Desenvolva os controles para garantir a operação.

Quando ocorre um problema de qualidade, é comum questionar-se o projeto do produto (RAGATZ et al., 2002). Se o projeto não está claro quanto às especificações, torna-se discutível a responsabilidade do problema. Há casos de discussão entre a responsabilidade da empresa e o fornecedor (CHAN; KUMAR, 2007). Para evitar essas situações, deve ser avaliado o início do projeto com cautela e tomar as decisões para que nenhuma etapa do desenvolvimento do produto seja prejudicada:

Desenvolvimento de produto é o processo pelo qual uma organização transforma as informações de oportunidades de mercado e de possibilidades tecnológicas em informações vantajosas para a fabricação de um produto. A forma de organização e de gestão do desenvolvimento de produto contribui para que a empresa tenha maior ou menor sucesso com a colocação do produto no mercado (CLARK e FUJIMOTO, 1991).

O processo de desenvolvimento do produto converte necessidades e requisitos dos clientes em informações para que um produto possa ser produzido (THOMKE; VON HIPPEL, 2002). É um processo que faz uso das informações do mercado, dos diversos projetistas, das equipes de produção, bem como de testes e análises de uso do produto, necessários para a formulação de requisitos, definições, detalhamentos e aperfeiçoamentos (CODINHOTO, 2003).

Segundo a diretriz 2210 da *Verein Deutscher Ingenieure*, citada por ROMEIRO (2010), o setor de projetos em uma empresa é responsável pela elaboração de novos projetos, adaptação de projetos já existentes, projetos de variações e projetos normalizados e fixos. Não é a única área

responsável pela criação do mesmo, pois o projeto deve ser desenvolvido com todas as áreas envolvidas, como qualidade, fornecedor, manufatura, engenharia, etc.

Projeto e desenvolvimento do produto referem-se ao conjunto de atividades interdisciplinares que começa com a percepção da oportunidade de mercado e termina com a produção, venda e entrega de um produto, passando pelo planejamento, concepção, desenvolvimento do conceito, projeto do sistema, projeto detalhado, teste, refinamento e produção-piloto (EPPINGER, 1997).

RIMOLI (2001) identificou seis fatores-chave de sucesso no desenvolvimento de produtos: pessoas, processo, estratégia, estrutura organizacional, informação e administração. A Figura 3 mostra estes seis fatores e seus componentes, identificados por intermédio de uma revisão da literatura realizada pelo autor.

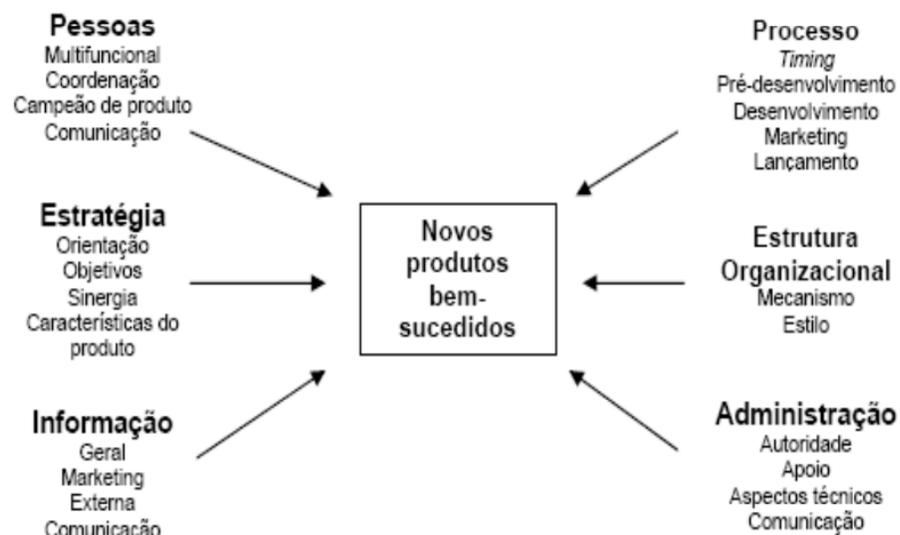


Figura 3. Fatores-chave para o sucesso em desenvolvimento de produtos. Fonte: RIMOLI (2001)

Após o desenvolvimento do produto, existem algumas maneiras de verificar a conformidade com a especificação. Uma delas é a realização de uma inspeção final rigorosa que segrega os produtos sem qualidade. Porém, essa alternativa não é ideal para as empresas devido ao alto custo com desperdícios. Outra possibilidade é introduzir a qualidade ao longo do processo produtivo, desde a verificação da conformidade dos insumos até suas especificações, evitando a cada fase a má qualidade (SRIVASTAVA, 2008).

2.2 QUALIDADE DE PROCESSO

A qualidade do processo se baseia no controle de processos de fabricação e na avaliação de conformidade de produto e para isso, precisa de medições confiáveis. Por esta razão, os sistemas da qualidade da indústria automotiva, QS 9000 e TS 16949, exigem que o fornecedor realize análises periódicas dos seus sistemas de medição. Essas análises estão descritas no manual MSA (*Measurement Systems Analysis*) (SMITH et al., 2007; MONTGOMERY, 2005).

Sistemas de medição por variável, que operam na inspeção de características significativas ou críticas da qualidade, devem ser submetidos a estudos de estabilidade, tendência, linearidade, repetibilidade e reprodutibilidade (BECKERT; PAIM, 2017, BEVILACQUA et al., 2011). Da mesma forma, os sistemas de medição por atributo, com seus estudos específicos.

2.2.1 Controle dos sistemas de medição

Os dados de medições são utilizados de maneiras diferentes no controle de processos de manufatura. Esses dados e as medidas estatísticas obtidas por meio deles são comparados com os limites de controle que são previamente calculados. O processo é considerado como fora de controle se o resultado dessas análises estiver fora do limite especificado (JOE QIN, 2003).

A determinação da associação entre variáveis do processo é outro uso dos dados, tendo a finalidade de padronizar e aperfeiçoar o processo, identificando as causas que o afetam (FERRER et al., 2008). Para garantir que os custos de obtenção desses dados sejam superados pelos benefícios de seu uso, deve ser dada atenção aos sistemas de medição empregados.

2.2.2 MSA - *Measurement System Analysis*

Para a análise do sistema de medição (MSA), são utilizadas importantes ferramentas estatísticas que permitem a avaliação do grau de confiabilidade dos dados gerados pelos sistemas de medição utilizados por uma empresa. A avaliação estatística da qualidade das medidas é um importante estudo que deve ser parte integrante do gerenciamento de processos (KAYNAK, 2003).

Os estudos de MSA fornecem dados com dois objetivos básicos: (a) conhecer as fontes de variação, tais como operador, instrumento de medição, temperatura etc., conforme ilustrado nas figuras 4 e 5, os quais têm maior influência nos resultados gerados pelo sistema de medição; (b) verificar se o sistema de medição possui propriedades estatísticas compatíveis com as especificações.

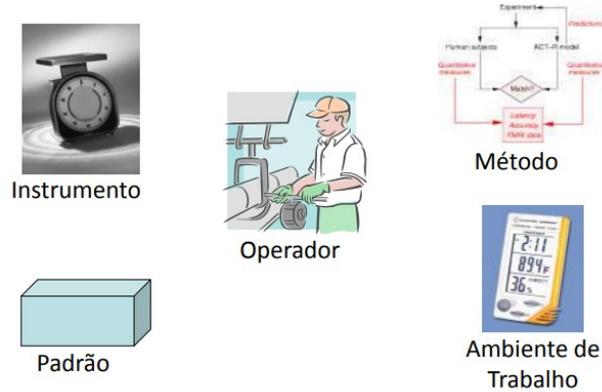


Figura 4. Componentes de um sistema de medição – Fonte: FOCEM 2013

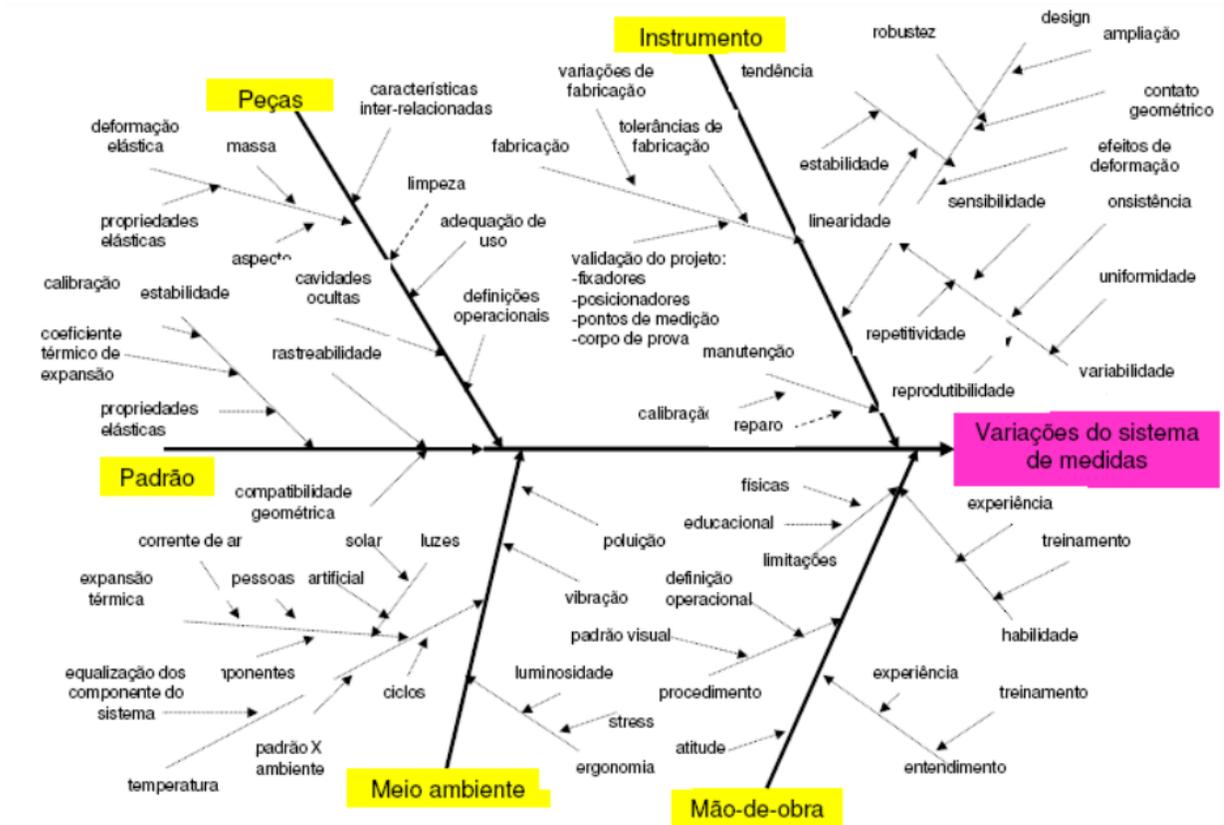


Figura 5. Fontes de variação baseada em cada componente do sistema de medição - Fonte: FOCEM 2013.

2.3 QUALIDADE DE FORNECEDORES

2.3.1 Fornecedores e sua importância

Fornecedor é a pessoa ou a empresa que abastece algo a outra empresa. Segundo o Código de Proteção e Defesa do Consumidor (Lei nº. 8.078, 1990), o conceito de fornecedor é:

Art. 3º - Fornecedor é toda pessoa física ou jurídica, pública ou privada, nacional ou estrangeira, bem como os entes despersonalizados, que desenvolvem atividades de produção, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos ou prestação de serviços.

Um dos fatores mais importantes nas empresas corresponde aos Fornecedores, uma vez que a satisfação dos seus clientes pode ser posta à prova devido a falhas externas à organização. Deve-se lembrar que os processos de produção não se limitam ao interior da produção de uma empresa, pois dependem também dos fornecedores da empresa. É muito difícil implementar a tecnologia gerencial da qualidade sem o envolvimento de todos os parceiros:

Segundo Alvarez e Queiroz (2003), no âmbito do relacionamento entre fornecedor-cliente, não basta fornecer produtos ou serviços. É necessário desenvolver experiências personalizadas formando uma parceria que crie conjuntamente bens e serviços. Essa aproximação entre clientes e fornecedores produz, em certos casos, uma dependência mútua em torno dos interesses das empresas.

O processo de seleção dos fornecedores deve ser realizado de forma planejada, levando em conta todas as características do produto e sua aplicação (WANG et al., 2004). Segundo BERTAGLIA (2006), o processo de seleção de fornecedor não é simples. A complexidade aumenta em função das características do item ou serviço a ser comprado, pois as exigências podem ser maiores ou menores. O ato de comprar deixou de ser simplesmente o de efetuar uma cotação de preços e efetuar o pagamento. Dentre as características básicas que devem ser consideradas em um processo de decisão para se selecionar um fornecedor tem-se: preço, qualidade e serviço (SIMPSON et al., 2002).

De acordo com MARTINS (2005), com o decorrer dos anos a seleção de fornecedores vem ganhando cada vez mais importância. O aumento no valor dos itens comprados em relação ao total da receita das empresas, a aquisição de produtos de outros países viabilizados pela globalização a preços competitivos, e a crescente velocidade de mudança de tecnologia, acompanhada por uma redução do ciclo de vida dos produtos, são alguns fatores que contribuem para o crescimento da importância da seleção de fornecedores:

Para que a empresa cliente consiga fazer a seleção de fornecedores, é necessária a definição de critérios, os quais têm deixado de ser somente os básicos, como preço, qualidade mínima, velocidade de entrega, etc. Além desses, deve-se levar em conta todos os custos associados à aquisição do produto, sua qualidade total oferecida pelo fornecedor, frequência das entregas, flexibilidade do fornecedor, capacidade tecnológica, saúde financeira, etc. (MARTINS, 2005).

Apenas orientar os fornecedores quanto ao atendimento de normas e procedimentos internos da empresa não garante a qualidade do fornecedor. Isso faz parte da sua homologação, porém, é apenas a primeira etapa do processo. Para garantir a satisfação do cliente, é necessário adquirir materiais de qualidade:

“Processo de Aquisição – A organização deve assegurar que o produto adquirido está conforme com os requisitos especificados de aquisição. O tipo e a extensão do controle aplicado ao fornecedor e ao produto adquirido devem depender do efeito do produto adquirido na realização subsequente do produto ou no produto final. A organização deve avaliar e selecionar fornecedores com base na sua capacidade de fornecer produto de acordo com os requisitos da organização. Critérios para a seleção, a avaliação e reavaliação devem ser estabelecidos. Devem ser mantidos registros dos resultados das avaliações e de quaisquer ações necessárias, oriundas da avaliação.” (ISO 9001, 2008)

A empresa cliente deve analisar o fornecedor para verificar a qualidade de seu serviço, amenizando assim os problemas da relação empresa/fornecedor. As empresas cliente e fornecedora devem manter uma relação estável, de parceria e de longo prazo, para que elas tenham vantagens competitivas por meio da melhoria de qualidade e diminuição de custos para ambos (YANG et al., 2008).

Para acompanhar o padrão de competitividade, as empresas vêm se tornando de classe mundial, ou seja, capazes de fornecer peças e serviços em todo o mundo. Essa prática do fornecimento global cria um processo de dependência mútua entre fornecedores e clientes, que se torna cada vez mais amplo e intenso, configurando um novo padrão de relacionamento entre empresas (MERLI, 1994). Assim, torna-se de extrema necessidade uma gestão de materiais mais moderna para o gerenciamento de materiais no âmbito da relação cliente-fornecedor.

Outra questão importante no processo é a gestão da cadeia de suprimento (*Supply Chain Management* - SCM), que viabiliza de forma eficaz os fabricantes, fornecedores e clientes para que o produto seja produzido e seja entregue de forma apropriada (GUNASEKARAN; NGAI, 2005)

A cadeia de suprimentos (SCM) pode ser definida como “uma rede de organizações que estão envolvidas através de ligações a montante e a jusante, nos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços nas mãos do consumidor final” (CHRISTOPHER; RYALS, 1999). Em um sentido mais amplo pode-se afirmar que a cadeia de suprimentos consiste em duas ou mais organizações legalmente separadas, mas que estão conectadas por meio de fluxos de informação, materiais e financeiro, com o intuito de satisfazer as necessidades do cliente.

Estas empresas podem ser produtoras de peças, componentes e produtos finais, prestadores de serviços de logística e até mesmo os clientes (STADLER, 2002).

A SCM presume a cooperação entre compradores, fornecedores e prestadores de serviços, onde se unem para encontrar soluções ótimas para o armazenamento, transporte, fluxo de informações, entre outras, além disso, considera as dimensões comportamentais e políticas de confiança e poder, conflito e dependência entre fornecedor e comprador (MILLS et al., 2004).

2.3.2 Desenvolvimento de item em fornecedores

A escolha de um fornecedor deve ser realizada de maneira muito criteriosa, de forma a garantir que as necessidades e requisitos do cliente sejam atendidos. Uma escolha errada pode acarretar muitos prejuízos para a organização. A escolha de um fornecedor que corresponda às necessidades da empresa em diferentes áreas é essencial para o bom desempenho da empresa (KAYIS, 2012).

Para MOURA (2009), a gestão da cadeia de fornecimento “envolve a integração dos processos de negócios por meio da cadeia de fornecimento, abrangendo a coordenação de atividades, não apenas dentro de uma organização isolada, mas entre todas as que compõem a cadeia de fornecimento”.

Segundo SLACK et al. (2009), a definição dos fornecedores com os quais a empresa cliente irá trabalhar faz parte da estratégia da empresa. A empresa pode, por exemplo, adotar como regra ter sempre pelo menos dois fornecedores para um mesmo produto, de forma a garantir que, se ocorrer um problema de qualidade em um item de um fornecedor, o outro fornecedor da cadeia poderá cumprir a demanda.

As relações que as empresas têm com os fornecedores permitem às empresas obter vantagens competitivas sobre os seus concorrentes, oferecendo mais valor para os seus clientes (LI et al., 2006). Desse modo, os fornecedores são o grupo de interesse que disponibilizam à empresa cliente as entradas necessárias para produzir bens ou serviços. Conforme LISBOA (2007), “são os agentes econômicos que fornecem a todas as empresas de uma indústria as matérias-primas, os serviços, a energia, os equipamentos e o trabalho necessários ao seu funcionamento”.

Segundo MOURA (2009), “um programa de desenvolvimento de fornecedores é projetado para criar e manter a rede de fornecedores e melhorar a capacidade de fornecedores que seja necessária para a organização compradora alcançar os desafios de competitividade”.

As práticas para o correto desenvolvimento de fornecedores contribuem significativamente para o bom desempenho do fornecedor e, conseqüentemente, da cadeia de fornecimento como um todo (WAGNER, 2006).

2.4 ATENDIMENTO ÀS NORMAS TÉCNICAS

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização não governamental fundada em 1947, em Genebra, e hoje presente em cerca de 140 países. A sua função é a de promover a normatização de produtos e serviços para que a qualidade dos mesmos seja permanentemente melhorada.

Com relação à norma ISO 9001 (2008):

Desde a sua implementação, a norma internacional ISO 9000 tornou-se amplamente aceita como norma para a gestão da qualidade de muitas organizações em todo o mundo, para desenvolver e manter a competitividade das organizações. Mais tarde, foi identificado que o alinhamento dos recursos na empresa não era o suficiente para atender as demandas de clientes, sendo necessária uma visão mais ampla da cadeia de fornecimento para manter a competitividade (El Mokadem, 2016).

Os clientes estão aumentando a exigência dos requisitos da qualidade, meio ambiente, saúde e segurança para seus fornecedores. Essa cobrança é causada geralmente pelos seguintes fatores:

- Produtos de baixa qualidade;
- Custos na reposição do produto defeituoso;
- Desrespeito ao prazo de entrega;
- Degradação do meio ambiente;
- Empresas com alto índice de afastamentos por saúde (a crise de um fornecedor importante gera dificuldades para o cliente, principalmente quando o fornecedor trabalha com baixo estoque);
- Reduzida motivação do funcionário, por trabalhar em uma empresa insalubre;
- Custo elevado.

Qualquer empresa que deseje ter seus produtos reconhecidos internacionalmente precisa apresentar, como requisito mínimo, um certificado de conformidade de seu sistema da qualidade com a norma ISO 9001 (2008). Além de ter a certificação, é muito importante que a empresa tenha um sistema de gestão da qualidade, pois não basta ser certificada e não atuar com qualidade nas ferramentas da norma. Isto é relatado inclusive na norma ISO TS 16949 (2004), na qual é citado que a conformidade com a ISO 9001 (2008) é o primeiro passo para alcançar os objetivos na qualidade.

O atendimento à norma ISO 9001:2008 deve ser um fator importante na escolha de um fornecedor. Esta certificação alavanca a reputação do fornecedor, além de ser uma ferramenta de propaganda dos seus serviços. Assim, fica claro que a empresa é comprometida com os padrões reconhecidos e com a melhoria contínua. Afinal, é amplamente conhecido que o objetivo das empresas em obter certificação ISO é a satisfação dos clientes, bem como dos potenciais clientes (El Mokadem, 2016).

Um fator desejável é que o fornecedor tenha a certificação da ISO TS 16949 (2004), que foi desenvolvida pela indústria automotiva para incentivar a melhoria na cadeia de fornecedores dessas indústrias. A norma ISO TS 16949 (2004) aponta que “a organização deve avaliar e selecionar fornecedores com base em sua capacidade em fornecer produtos de acordo com os requisitos da organização. Critérios para seleção, avaliação e reavaliação devem ser estabelecidos”.

Quando surgiu, a norma ISO/TS 16949 alinhou as normas dos sistemas de qualidade automotiva que eram aplicadas em diferentes países, entre eles, Brasil, Estados Unidos, Alemanha, França e Itália.

Quem desenvolveu a norma ISO/TS 16949 foi a *International Automotive Task Force* (IATF), como objetivo de estimular a melhoria da cadeia de suprimentos e do processo de certificação de fornecedores potenciais. Essa norma é utilizada, em especial, nas empresas que são fornecedoras do setor automotivo.

A norma ISO TS 16949 (2004) cita vários itens como sendo de caráter obrigatório para a organização que tem a certificação desta norma. Porém, não é necessário que a organização seja certificada por esta norma, sendo apenas de interesse da organização que alguns pontos sejam estudados e verificados, conforme a norma ISO 9001 (2008):

- Quando há fusões, aquisições ou afiliações associadas com os fornecedores, a organização deve verificar a continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade e sua eficácia.
- A organização deve ter um processo para controlar e reagir às mudanças necessárias para a fabricação do produto. Os efeitos de qualquer mudança, inclusive as mudanças causadas

por qualquer fornecedor, devem ser avaliadas, verificadas e validadas para garantir a conformidade com requisitos do cliente.

- As informações de aquisição devem descrever o produto a ser comprado, inclusive:
 - a) Os requisitos para aprovação de produto, procedimentos, processos e equipamentos;
 - b) Os requisitos para qualificação do pessoal;
 - c) Os requisitos de qualidade do sistema de gestão.
- A organização deve estabelecer e implementar a inspeção ou outras atividades necessárias para assegurar que o produto adquirido atende aos requisitos de aquisição especificados.
- A organização deve ter um processo para garantir a qualidade do produto adquirido, utilizando um ou mais dos seguintes métodos:
 - a) Recebimento e avaliação dos dados estatísticos;
 - b) Inspeção de recebimento e/ou testes nos produtos;
 - c) Avaliações de auditorias do fornecedor.
- A organização deve estabelecer processos para assegurar que a medição e o monitoramento podem ser realizados de maneira que seja consistente com o monitoramento e requisitos de medição. Quando for necessário assegurar resultados válidos, o equipamento de medição deve:
 - a) ser calibrado ou verificado em intervalos especificados ou antes do uso, em comparação com padrões de medição rastreáveis internacionais ou padrões nacionais de medição; quando esse padrão não existir, a base usada para a calibração ou verificação deve ser registrada;
 - b) ajustado ou reajustado, quando necessário;
 - c) identificado para possibilitar que a situação da calibração seja determinada;
 - d) protegido contra ajustes que possam invalidar o resultado da medição;
 - e) protegido de dano e deterioração durante o manuseio, manutenção e armazenamento.
- A organização deve planejar e implementar os processos de monitoramento, medição, análise e melhoria necessários:
 - a) para demonstrar a conformidade do produto;
 - b) assegurar a conformidade do sistema de gestão da qualidade;
 - c) melhorar continuamente a eficácia do sistema de gestão da qualidade.

A norma ISO 10012 (2003) contém requisitos para um fornecedor garantir que as medições sejam feitas com a exatidão desejada. Nessa norma ressalta-se que o equipamento de medição deve ter características metrológicas adequadas para o uso. O objetivo dessa norma é especificar os requisitos genéricos e fornecer orientações para a gestão de processos de medição e comprovação metrológica de equipamentos de medição utilizados para dar suporte e demonstrar conformidade com requisitos metrológicos.

2.5 QUALIDADE METROLÓGICA

Segundo THEISEN (1997), a metrologia é uma das mais importantes partes da física, pois fenômeno algum poderá ser bem definido sem o conhecimento exato da quantidade de fatores que nele influem. Dentre os diversos fatores que proporcionam a garantia da qualidade do produto, a metrologia é um elemento fundamental nas indústrias, como apresentado por DUTSCHKE (1996), ao estabelecer o seu campo de aplicação:

- na pesquisa e desenvolvimento dos produtos;
- na inspeção da matéria-prima;
- na inspeção dos componentes isoladamente produzidos;
- na inspeção e ensaio do produto acabado;
- no controle das variações do processo (controle das máquinas, ferramentas, dispositivos, condições ambientais, outros);
- no controle dos meios de medição.

A abrangência da metrologia nas empresas, como uma das variáveis que implicam na qualidade do produto (Figura 6), é comprovada pela necessidade de medições nas diversas etapas do processo de fabricação, com o objetivo de verificar se as grandezas funcionais dos produtos estão de acordo com as especificações. ARAÚJO (1995) confirma esta abrangência ao afirmar que “a metrologia exerce um papel muito importante dentro do sistema de garantia da qualidade, dando suporte a todas as avaliações da qualidade dos produtos e dos processos, desde as fases de projeto e desenvolvimento, até a fase de rotina de produção”.

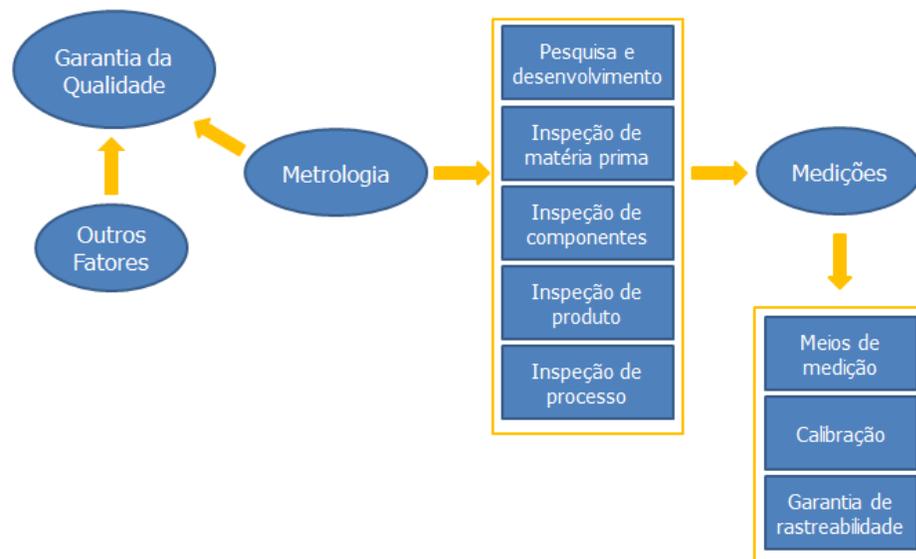


Figura 6. Abrangência da metrologia na qualidade dos produtos – Fonte: Araújo (1995)

Para a realização das medições, faz-se necessário o uso de meios de medição como: instrumentos de medição, calibradores, máquinas de medição ou outras medidas materializadas. Conforme ARAÚJO (1995), a garantia da qualidade metrológica dos meios de controle e medição e a consequente confiabilidade dos resultados só se conseguem mediante:

- A criação de uma estrutura apropriada de laboratórios de metrologia ou o desenvolvimento de parceiros qualificados, a fim de prestarem serviços de calibração dos meios de controle e medição, e que sejam capazes de manter a rastreabilidade destes equipamentos em relação a padrões nacionais e internacionais;
- A sistematização dos aspectos relacionados ao gerenciamento da qualidade dos diversos meios de medição e controle, e das suas fontes de erros;
- O suporte na escolha do meio de controle ou medição adequado durante o planejamento das inspeções em todas as fases do ciclo de vida dos produtos.

A metrologia é imprescindível para avaliar a conformidade de produtos e processos, bem como assegurar relações comerciais apropriadas (TICONA; FROTA, 2008). Além da qualidade do produto, a metrologia permite a melhoria do processo produtivo e a redução de não-conformidades (KUNZMANN et al., 2005).

O crescimento do comércio internacional e o aumento das exigências do mercado consumidor em nível nacional e internacional vêm exigindo das empresas a adoção de padrões normativos de aceitação global e adequação às exigências das normas técnicas como a ISO 9001 (2008), ISO 14001 (ABNT, 1997), e a ISO TS 16949 (2004). Em alguns casos é necessária a implantação de sistemas da qualidade conforme a ISO 17025 (ABNT, 2017), para que as empresas continuem competitivas.

Medir é importante, e a qualidade da medição é fundamental nas ações em busca da satisfação do cliente e na conquista de competitividade no mercado. Segundo FERNANDES et al. (2009), os elementos de maior impacto na competitividade do processo produtivo em uma empresa são qualidade e produtividade, ilustrados na Figura 7.

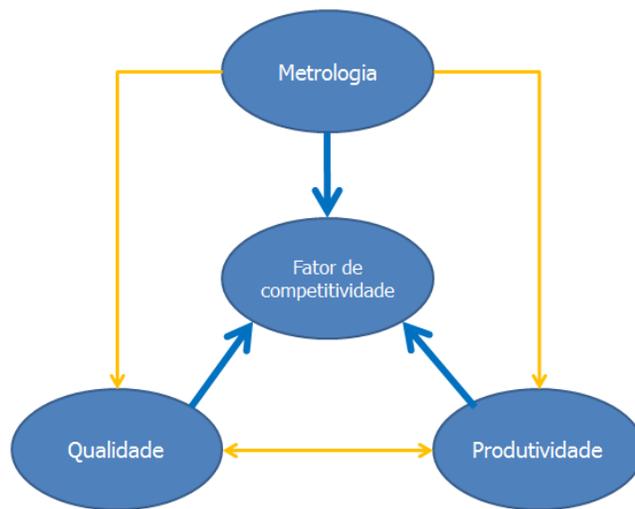


Figura 7. Elementos que impactam a competitividade de processos produtivos - Fonte: Fernandes et al. (2009)

Uma premissa é que todos os sistemas de medição utilizados para o controle do produto ou processo e que impactam a qualidade precisam ser controlados. Deve-se conhecer os seus erros, gerenciando-se adequadamente o sistema de medição (ANCHINI et al., 2008).

A calibração dos instrumentos deve ser realizada por laboratórios que tenham a sua confiabilidade metrológica comprovada. Para que se tenha esse controle no Brasil, o INMETRO é responsável pelo credenciamento dos laboratórios de calibração, os quais são credenciados na Rede Brasileira de Calibração (RBC).

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo tem por finalidade evidenciar a pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão, abrangendo às áreas da qualidade que são comentadas no decorrer do trabalho, como qualidade de processo, fornecedores, atendimento a normas técnicas e qualidade metrológica.

Com base nesta pesquisa, foram tomadas as decisões de como construir a ferramenta de forma a melhorar o envolvimento da metrologia durante o processo de desenvolvimento de item em fornecedores.

As normas citadas neste capítulo foram de grande importância na criação da ferramenta “*Checklist*”.

3. CONFIABILIDADE METROLÓGICA DOS FORNECEDORES DA EMPRESA A

O fornecimento de componentes representa uma parte significativa do processo produtivo, principalmente no caso da empresa objeto deste estudo, havendo necessidade de constante monitoramento e qualificação dos fornecedores.

Nesta pesquisa buscar-se-á identificar características relevantes do processo de certificação de fornecedores da empresa, visto que esses possuem impacto significativo na qualidade dos produtos gerados, e sua melhoria contribui para a redução de custos operacionais e logísticos.

Atualmente, para o desenvolvimento de um novo item em fornecedores, a empresa realiza diversas medições das peças oriundas do fornecedor para a garantia do produto. Porém, essa prática faz com que o setor de metrologia fique sobrecarregado de atividades de desenvolvimento.

A metrologia na empresa A é dividida em diferentes atuações. Existem quatro células de medição na fábrica, as quais contêm máquinas de medição (máquina de medição de coordenadas, máquina para medir erros de forma) e operadores qualificados. Medições de rotina são realizadas nessas células, ou seja, medições das peças que estão saindo dos setores de usinagem, montagem, e estatores. Enquanto essas células estão voltadas para a manufatura, há um laboratório de metrologia corporativa que é responsável pelas medições de todos os desenvolvimentos da empresa. O laboratório de metrologia destina cerca de 60% de sua demanda a atividades de pesquisa e desenvolvimento, 30% em atividades de desenvolvimento de item em fornecedores, e 10% em atividades de atendimento à manufatura com calibrações e também medições quando necessário.

3.1 IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DO FORNECEDOR

É de extrema importância que o fornecedor, produto e processo sejam muito bem avaliados antes do início de um projeto. Uma boa avaliação evita diversos retrabalhos e gastos desnecessários à empresa. E essa avaliação não deve ser superficial, pois qualquer erro de interpretação de desenho pode ocasionar uma grande perda de produção e até mesmo de clientes.

Um exemplo de problema de qualidade relacionado ao fornecedor que ocorreu na empresa A foi um caso de um fornecedor de usinados, que gerou um grande impacto em custo devido a

uma quantidade elevada de reprocessos. O problema ocorreu na linha de montagem durante um teste de permanência no painel de desempenho do produto. Ocorreu um vazamento entre dois componentes (tampa e terminal), conforme mostrado na Figura 8, e o vazamento ocorreu utilizando-se um modelo específico de tampa e de terminal.

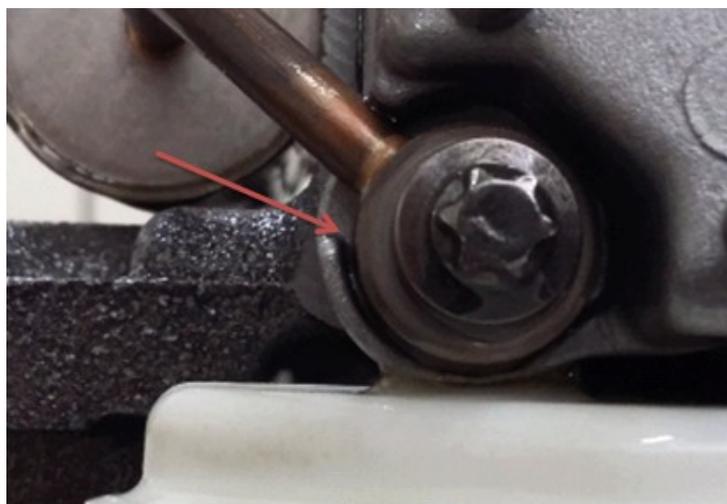


Figura 8. Região de vazamento entre os componentes tampa e terminal – Fonte: Autora

O fluxo do processo de montagem do terminal/tubo/tampa pode ser visualizado na Figura 9. Nesta figura, o fornecedor entrega o terminal de descarga para a empresa A, a qual monta o mesmo no tubo de descarga e envia-o para a montagem, em paralelo com a tampa injetada. Após a montagem dos dois componentes, ambos seguem no produto final para o cliente.

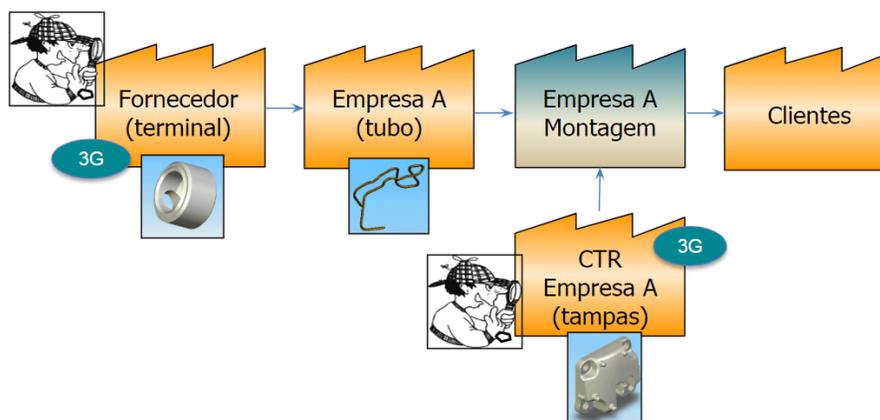


Figura 9. Fluxo do processo – Fonte: Autora

Identificou-se que, em alguns produtos, havia uma marcação de vedação na tampa, enquanto em outros não havia a marcação. Então, iniciou-se a avaliação de ambos os produtos.

A primeira análise realizada foi a verificação do cravamento (presença de cunha de vedação) entre ambas as peças, pois, teoricamente, as peças deveriam proporcionar vedação com o torque aplicado no conjunto. Foram realizadas diversas avaliações de torque e não foram encontrados problemas relacionados a essa união. Então, foi identificado que o cravamento do terminal na tampa variava de peça a peça (Figura 10) e, caso esse cravamento não ocorresse, o risco de vazamento era maior.

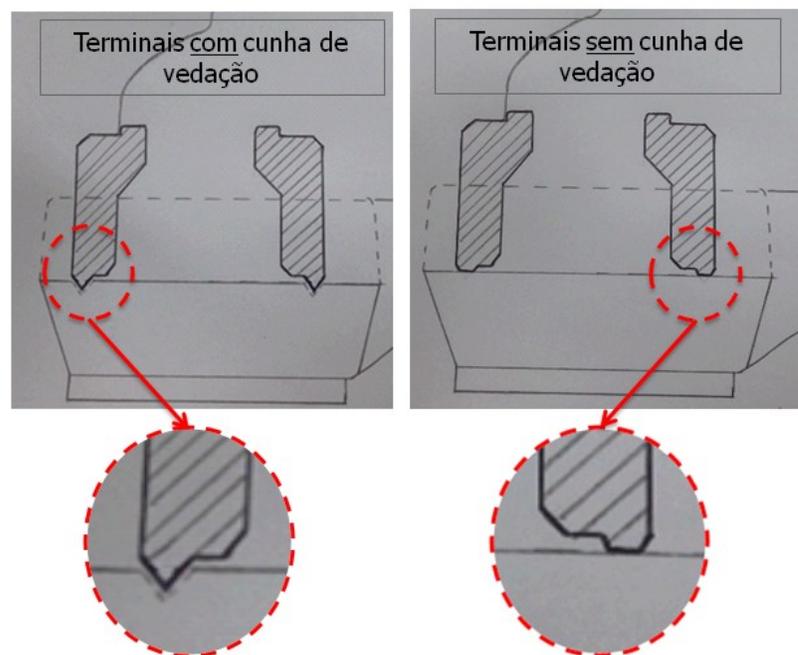


Figura 10. Presença e ausência de cunha de vedação no terminal – Fonte: Autora.

Analisando-se peças da época da certificação, foi verificado que havia uma cunha de vedação maior na peça de certificação do que na peça que foi encontrada na linha com vazamento (Figura 11), obtida mediante uma medição de perfil, utilizando perfilômetro da marca Taylor & Robson, software Talysurf, modelo TL120. Peças sem a cunha de vedação não cravam na tampa, durante a aplicação do torque, potencializando a ocorrência de vazamentos, conforme mostrado na Figura 12.

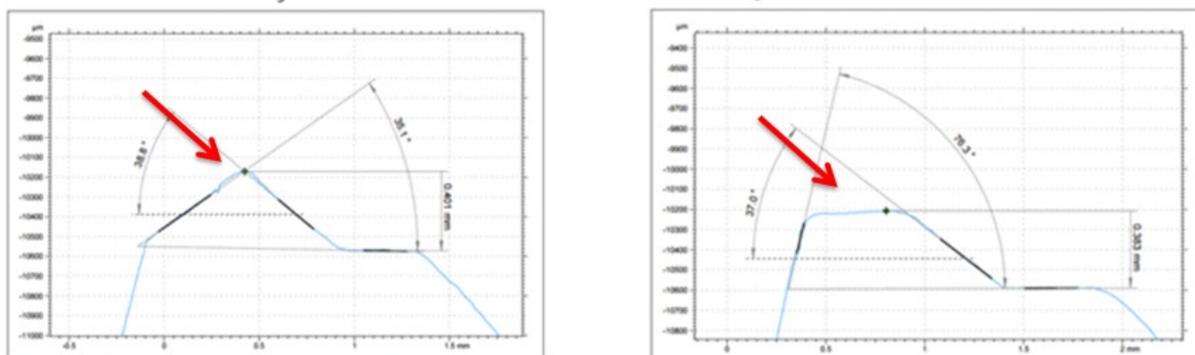


Figura 11. Cravamento na certificação (desenho à esquerda) x terminal com problema (desenho à direita) – Fonte: Autora.

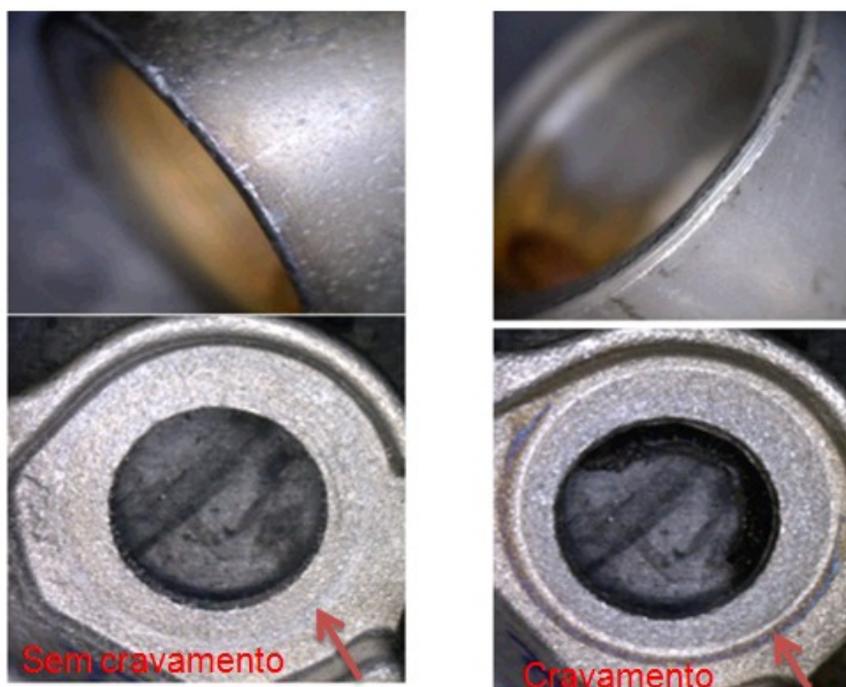


Figura 12. Exemplo de peças com e sem cravamento – Fonte: Autora

Porém, após a realização de alguns testes identificou-se que, mesmo com a cunha de vedação, caso a tampa tenha variação na planeza na região de cravamento, ocorrerá vazamento na peça (Figura 13). Nesta posição o terminal apresenta a cunha de vedação, porém a tampa apresenta elevada planeza na região de vedação.

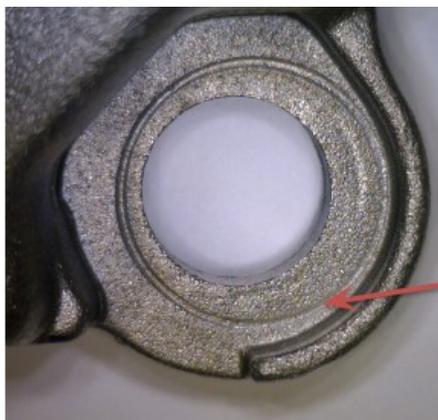


Figura 13. Marca da cunha de vedação na tampa – Fonte: Autora.

Para chegar a essa conclusão, foram realizadas várias medições em tampas com diferentes cavidades, datas de injeção e injetoras, utilizando-se um scanner óptico (marca GOM, modelo ATOS Core – especificação na tabela 1) e uma máquina de medição por coordenadas (marca Zeiss, modelo UPMC 850, utilizando o software CALYPSO – especificação na tabela 2). Foi então identificada a planeza ideal para que não houvesse vazamentos. Na Figura 14 são mostradas as medições de uma peça que apresentou problema (à esquerda) e outra peça que não apresentou vazamento (à direita).

Tabela 1 – Especificação do scanner óptico Atos Core.

Área de medição	80 x 60 mm
Distância de trabalho	170 mm
Espaço entre pontos	0,03 mm
Dimensão do sensor	206 x 205 x 64 mm
Peso	2,1 kg
Temperatura de operação	+5°C até + 40°C

Tabela 2 – Especificação da máquina de medição de coordenadas Zeiss UPMC 850.

Tipo	Portal
Software	Calypso
Dimensões	X = 850 mm; Y = 1.200 mm; Z = 600 mm
Incerteza de medição (norma VDI/VDE 2617)	U1 = $(0,9 + L/500)$ μm ; U3 = $(1,2 + L/400)$ μm ; V2 = 0,8 μm

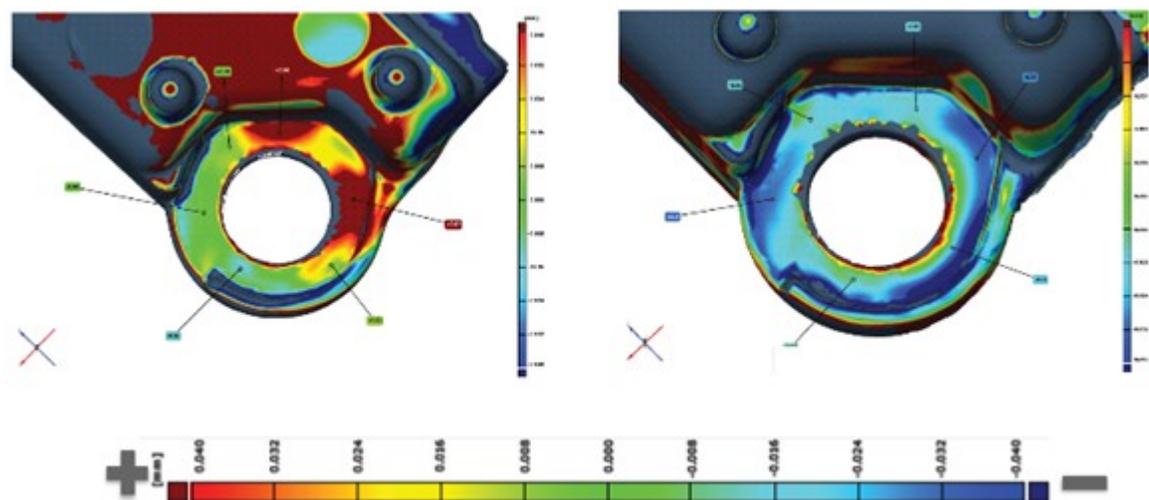


Figura 14. Tampas de duas peças, uma com problema (à esquerda), e outra sem problema (à direita) – Fonte: Autora.

Após essa verificação, a fim de melhorar o processo, foi realizada medição da planeza (na mesma máquina de medição por coordenadas) das cavidades de todas as tampas. O resultado é apresentado na Figura 15.

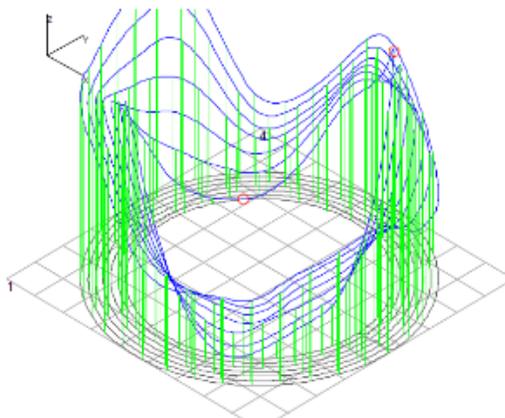


Figura 15. Planeza da cavidade – Fonte: Autora.

Essa planeza ideal foi identificada utilizando-se testes práticos. Os modelos de cavidade foram retrabalhados com valores diferentes de planeza, e as tampas foram montadas e passaram por testes de vazamento.

Chegou-se à conclusão que o principal causador dos vazamentos foi a ausência da cunha de vedação. Porém, mesmo com a presença de terminais com a cunha de vedação, ainda não foi alcançada qualidade total devido ao baixo desempenho devido à inadequada planeza da tampa.

No desenho da certificação havia a seguinte nota: “Isento de canto vivo, área de vedação, quebrar canto” (Figura 16). O fornecedor utilizou essa informação para alegar que, decorrente dessa nota e da ausência de cota de chanfro externo no detalhe “B” do desenho, foi limitado no processo o chanfro externo em 0,10 mm a 0,25 mm, o que isentou o fornecedor de responsabilidade pelo problema.

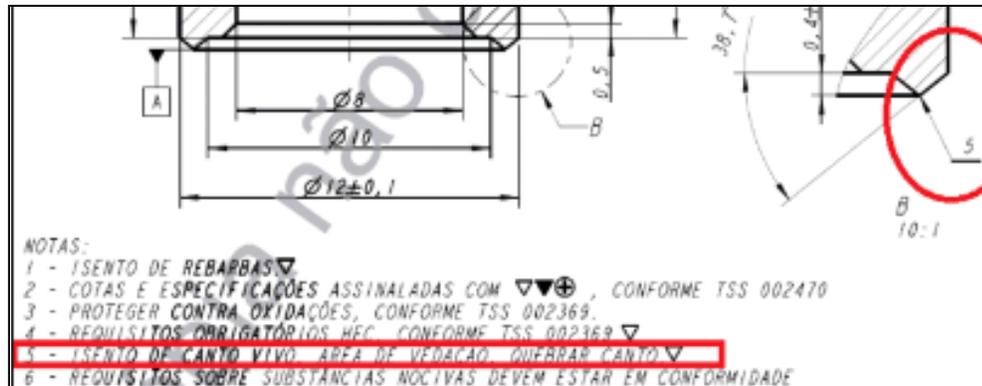


Figura 16. Desenho da certificação do terminal – Fonte: Empresa A.

Após a avaliação e discussão com o fornecedor, para haver uma interpretação correta do desenho de produto, o desenho foi alterado conforme a Figura 17, retirando-se a nota “isento de canto vivo” e acrescentando-se uma indicação de ângulo e de altura do chanfro na parte externa do terminal.

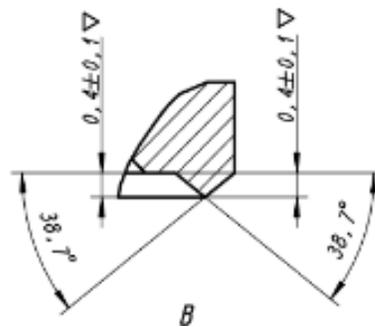


Figura 17. Alteração do desenho do produto – Fonte: Empresa A.

Esse problema poderia ter sido evitado com: (a) uma análise profunda no início da certificação, (b) análise do desenho de produto juntamente com o fornecedor, (c) análise da aplicação do produto e conhecimento do fornecedor com a leitura do desenho.

3.2 FORNECEDORES DA EMPRESA A

A empresa A possui um documento denominado Processo de Qualificação de Fornecedores, no qual são estabelecidas as principais diretrizes para desenvolver, selecionar e manter os fornecedores de matérias-primas, componentes e materiais de processos. Esse documento tem como objetivo principal regulamentar e melhorar a relação da empresa com seus fornecedores, uma vez que estes são tratados como parceiros de negócios.

Para isto, vários requisitos são exigidos dos fornecedores, de maneira a qualificá-los como preferenciais. Os requisitos são os seguintes: (a) possuir sistema de qualidade estruturado e implementado segundo as normas da ISO 9000 (ABNT, 2001) ou similares; (b) comprovar que possui recursos tecnológicos e de serviços que possam contribuir para o desenvolvimento de produtos/processos; (c) garantir a assistência pós-venda; (d) possuir capacidade técnica e de qualidade que possam garantir plenamente, de forma estável, as especificações estabelecidas; (e) estar legalmente capacitado para exercer suas atividades; (f) ter um perfil competitivo com relação a aspectos logísticos e comerciais.

A empresa A mantém um processo para desenvolver novos fornecedores, em que são realizadas análises para identificar fornecedores potenciais, avaliar a sua situação cadastral e de capacidade tecnológica e de qualidade e, finalmente, a certificação do componente/empresa fornecedora. No entanto, para que uma empresa seja aceita como fornecedor da empresa A, a mesma deve passar por um processo de certificação. Esse processo tem quatro fases: de protótipo, de teste, de produção e de homologação.

Durante a fase de protótipo avalia-se a versão preliminar do produto, sendo feita em amostra não representativa no processo real de manufatura. A seguir, na fase de teste, o produto é avaliado em amostra já no processo definitivo ou em uma linha piloto. Na terceira fase (de produção), o produto e o processo já estão definidos e ajustados, e o fornecimento das amostras deve ocorrer nas condições normais pelo fornecedor com o objetivo de se analisar a variabilidade do produto e do processo. Por fim, quando o fornecedor entra na última fase (de homologação), são simuladas as condições de fornecimento, sendo avaliados a capacidade do processo do fornecedor e os índices de rejeição e reprocessos.

A empresa A avalia o desempenho dos seus fornecedores mediante o monitoramento, atribuindo valores para os seguintes desempenhos: (a) índices de rejeição na linha produtiva, na

qual é analisada a quantidade de produtos fornecidos que foi rejeitada por desvios na qualidade; (b) quantidade de relatórios de não-conformidades emitidos; (c) desempenho na entrega; (d) desempenho nas auditorias de qualidade; e (e) desempenho em clientes/campos dos componentes utilizados no produto.

3.2.1 Considerações da Empresa A sobre a Relação com os Fornecedores

Nas linhas de produção da planta Brasil são fabricados, em média, 40 mil produtos por dia, sendo que cada produto necessita de 28 itens comprados externamente, correspondendo a uma carteira de aproximadamente 70 fornecedores. Devido a esse elevado volume de itens, as relações que a empresa A mantém com seus fornecedores sempre foram focadas na parceria. Um indicador de parceria corresponde ao tempo de relacionamento médio que existe entre a empresa A e seus fornecedores, fixado em 15 anos. No entanto, existem fornecedores que são parceiros por períodos ainda mais longos, correspondendo a mais de 40 anos.

Do total de componentes adquiridos para produzir o produto da empresa A, 5% são comprados no mercado internacional e 35% são comprados de fornecedores que estão instalados próximos à unidade fabril localizada em Joinville. Há alguns anos um sistema *Just-in-Time* (JIT) vem sendo desenvolvido na empresa A e, para implementar esse sistema, a empresa contratou um operador logístico de maneira a transportar componentes de fornecedores próximos à unidade fabril ou, alternativamente, em entrepostos próximos. Alguns fornecedores entregam componentes três vezes ao dia, em cada início de turno, e outros fornecedores têm entradas diárias ou de 2 a 3 vezes por semana.

Na visão da empresa A, esse sistema otimiza o espaço físico de estoque, uma vez que, como trabalha-se com uma quantidade elevada de insumos, se cada fornecedor enviasse seu produto em horas diferentes usando transportes diferentes, o tráfego seria muito grande dentro do pátio da empresa A. A operação de logística, que é executada por uma empresa contratada especialmente para isso, segue um cronograma de controle das entregas.

A empresa A adota o desenvolvimento de diretrizes, as quais são utilizadas para melhorar a seleção dos fornecedores. A parceria entre a empresa cliente com seus fornecedores é uma das formas de assegurar a qualidade de seus produtos (RAJESH; MALLIGA, 2013), e a empresa A busca colocar isso em prática.

3.2.2. AQP - Planejamento Avançado de Qualidade

O Planejamento Avançado de Qualidade (AQP) é um conjunto de requisitos de qualidade a serem cumpridos no desenvolvimento e implementação de novos produtos, processos de fabricação ou fornecedores, ou mudanças nos mesmos, a fim de garantir a qualidade dos produtos da empresa A. O AQP na empresa A tem os seguintes propósitos:

- reduzir problemas de qualidade na linha de clientes;
- reduzir os riscos relacionados à qualidade durante o lançamento do produto;
- melhorar a comunicação efetiva com todos aqueles que estão envolvidos no desenvolvimento de projetos de engenharia;
- padronizar os requisitos de qualidade do projeto de engenharia (qualidade de medição).

O AQP da empresa A corresponde ao APQP *Advanced Product Quality Planning* (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) utilizado na indústria automotiva (STAMATIS, 2001). Ele tem o seu foco voltado para as várias etapas de desenvolvimento de um produto.

O AQP funciona como um guia no processo de desenvolvimento de um produto, bem como para definir a melhor forma de compartilhar resultados entre fornecedores e a empresa. É uma forma de envolver todos os setores da empresa no planejamento e no desenvolvimento do produto final.

Ao desenvolver um novo produto, a empresa A utiliza ferramentas da qualidade para garantir o desempenho, confiabilidade e segurança do produto. Essas três frentes estão alinhadas com os seguintes processos: certificação do produto, processo e fornecedor, conforme a tabela 3.

- Desempenho: capacidade de fornecer requisitos específicos de qualidade;
- Confiabilidade: capacidade de manter requisitos de qualidade planejados para uma vida útil específica;
- Segurança: assegurar que produto e processos não criem condições de risco para clientes e usuários.

Tabela 3 - AQP Empresa A – Fonte: Empresa A

	Produto	Processo de Manufatura	Fornecedor
Performance	O produto deve fornecer o desempenho esperado.	Materiais / componentes devem ser fabricados dentro de suas especificações.	Materiais e componentes terceirizados devem ser fornecidos dentro de suas especificações.
Confiabilidade	O produto deve fornecer o desempenho esperado ao longo de toda a sua vida útil, dentro da aplicação padrão.	Os materiais e componentes devem ser fabricados dentro de suas especificações com uma capacidade de longo prazo, e a manutenção de máquinas deve ser eficiente o suficiente para evitar paralisações na produção.	Os materiais e componentes terceirizados devem ser fornecidos dentro de suas especificações por meio de processos estáveis e capazes, assegurando o cumprimento permanente das especificações e a tempo nas entregas completas.
Segurança	O produto não pode gerar uma condição de risco inaceitável para os clientes ou usuários finais durante sua aplicação ao longo da vida, incluindo sua disposição final.	O processo deve ser conduzido em condições seguras e ergonômicas pelos operadores. Os resíduos do processo devem ser descartados de acordo com os requisitos ambientais.	Materiais e componentes terceirizados não podem colocar em risco a segurança das operações internas quando aplicados a produtos ou processos.

Neste trabalho é dada ênfase à cadeia de fornecimento e, portanto, estará sendo descrita a parte da certificação de fornecedores.

3.2.3. Desenvolvimento de Fornecedores da Empresa A

No âmbito do processo de desenvolvimento de novos produtos na empresa A, há uma fase chamada de desenvolvimento de fornecedores. Dentro dessa fase há a etapa de aquisição de materiais da empresa A, na qual há quatro subprocessos, os quais são: CLT (*Concept Lockdown Tollgate*), IDT (*Investment Decision Tollgate*), LCT (*Launch Contract Tollgate*) e PRT (*Project Release Tollgate*) (Figura 18) (PEDROSO, 2013; KOPPEN, 2017).



Figura 18. Etapas do processo de certificação de fornecedores da empresa A: subprocessos de aquisição –

Fonte: KOPPEN, 2017.

No início de um novo desenvolvimento de produto é realizada a fase denominada “protótipo”, ou certificação de protótipo. Esta fase contempla as duas etapas iniciais do fluxo do processo de certificação, a CLT e a IDT. Nesta fase o objetivo consiste em fornecer materiais, componentes ou dispositivos que possam ser aplicados em protótipo de produto. Nesta etapa é permitido que o produto seja manufaturado em laboratório, pois o objetivo é entender os potenciais modos de falha e problemas que poderão ocorrer na produção do produto. As especificações dos componentes preliminares (requisitos) devem ser atendidas, porém, caso haja necessidade, podem ser efetuadas modificações. Nessa certificação os processos de fabricação efetuados pelos fornecedores podem ser testados para verificar a sua viabilidade antes da definição do fornecedor para a fase final de implementação.

Após a fase protótipo inicia-se a fase teste, a LCT. Nesta fase o objetivo é testar o produto em um processo de fabricação definitivo, ou seja, produção normal do produto. O lote para que essa fase seja executada deve ser tal que corresponda à produção do produto, para evitar que problemas que possam ocorrer somente após o fechamento do projeto. Conforme citado anteriormente, deve-se nesta fase utilizar os processos de fabricação e sistemas de medição definitivos.

A última fase é chamada de PRT, que tem como objetivo confirmar a capacidade do processo de fabricação, utilizando volumes maiores de produção. Essa certificação deve avaliar o tamanho dos lotes necessários para verificar a influência sobre o desempenho da qualidade dos produtos e processos da empresa A, em relação a fontes de variação como matéria-prima de fornecedores, turnos de produção, configurações, etc.

Em resumo, o fluxo de processo de certificação conta com várias fases de projeto, desde a sua primeira apresentação até o seu lançamento. Todas as fases são compartilhadas com a gerência, para que o projeto esteja sob o conhecimento gerencial da empresa A, e para que todas as fases sejam aprovadas. Dentro deste fluxo de certificação de produto tem-se o fluxo de desenvolvimento de item em fornecedores. Na Figura 19 é apresentado o processo de desenvolvimento do projeto, que conta com a certificação do fornecedor e posterior aprovação do cliente.

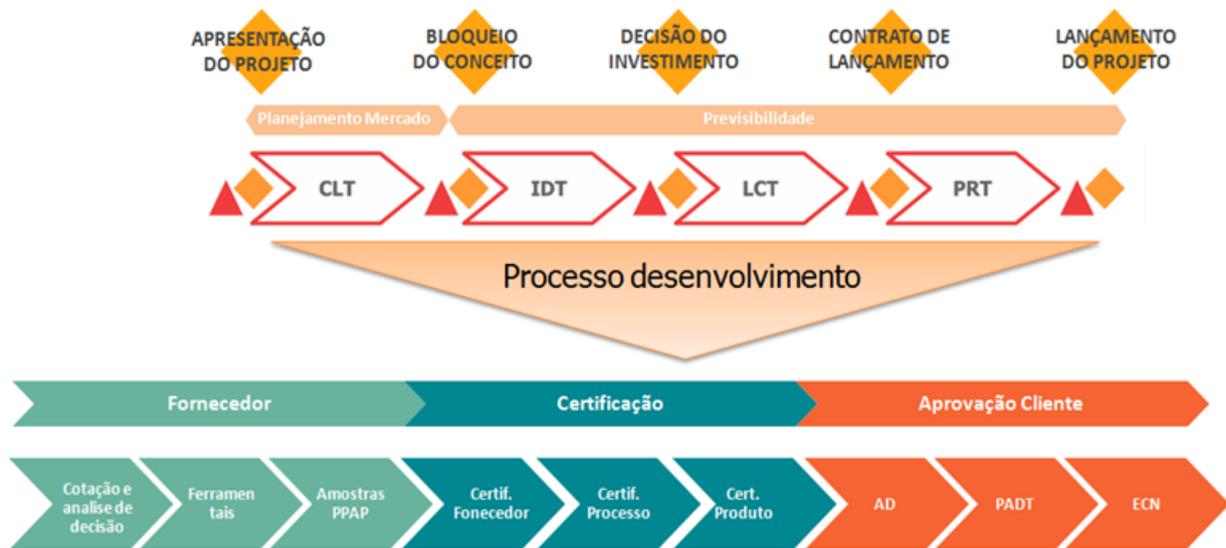


Figura 19. Fluxo do processo de desenvolvimento fornecedores Empresa A: Fluxo do desenvolvimento do projeto – Fonte: Empresa A

Conforme a Figura 18, a certificação inicia pelo processo de cotação do produto com os fornecedores em potencial, denominada “Fornecedor”. Nessa fase é tomada a decisão de qual fornecedor continuará no desenvolvimento. Em seguida são cotados os ferramentais, análise de valores dos mesmos e a sua responsabilidade, a qual é determinada conforme o acordo entre a empresa A e o fornecedor. Após a definição comercial, o fornecedor envia as amostras iniciais do PPAP (Processo de Aprovação de Peças de Produção) para o andamento do projeto.

Com a primeira fase concluída, inicia-se a fase de “certificação”, que contempla as seguintes certificações: (a) do fornecedor; (b) do processo da empresa A; (c) do produto da empresa A.

No final da certificação toma-se a decisão de uma AD (documento de análise de decisão), se a modificação deve ou não ser comunicada ao cliente. Essa decisão deve ser tomada em comum acordo com as áreas envolvidas na certificação. Com a decisão tomada, é rodado uma PADT, que é um documento para a validação da comunicação ao cliente, no qual as áreas dão o parecer do mesmo. Se aprovada a comunicação, uma ECN (Notificação de alteração de engenharia) deve ser enviada pelo time da assistência técnica para o cliente, contendo informações breves referentes à mudança e o impacto no produto.

3.2.4. Classificação do Fornecedor

Para a definição de um novo desenvolvimento com um fornecedor existente na cadeia de fornecimento da empresa A, há uma avaliação que deve ser levada em consideração para a escolha do fornecedor. Esta avaliação é denominada “*Supplier Excellence*” (Excelência do Fornecedor), e baseia-se em uma pontuação que envolve o desempenho logístico e o desempenho da qualidade. Existem quatro níveis de desempenho, de acordo com uma escala de pontuação, os quais estão mostrados na Figura 20.

Cor	Nome escala	Escala Pontuação
	Em risco	0% - 59%
	Atenção	60% - 84%
	Regular	85% - 94%
	Excelente	95% - 100%

Figura 20. Níveis de desempenho de fornecedores – Fonte: Empresa A

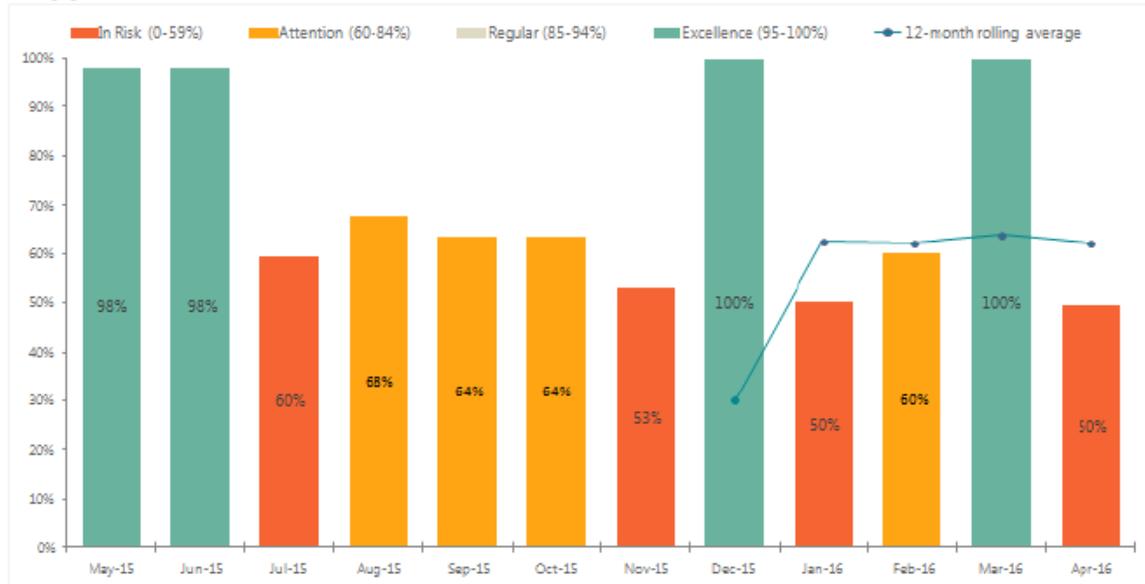
O desempenho é calculado considerando-se os desempenhos logístico e de qualidade: os dois somam uma pontuação que é ranqueada entre os outros fornecedores. As pontuações são gerenciadas com base no seguinte critério:

- Mês: Nota mensal;
- YTD (*Year to Date*): Nota consolidada no ano atual;
- *Rolling Year to Date*: Nota consolidada dos últimos 12 meses.

A pontuação do fornecedor, em relação às duas dimensões (qualidade e logística), é calculada usando-se a Equação (1). Um exemplo de resultados obtidos é mostrado na Figura 21.

$$Nota\ Fornecedor = 0.5 \times (Nota\ qualidade + Nota\ logística) \quad (1)$$

Supplier Overall Score



	Score 2016	Rolling	YTD 2016	May-15	Jun-15	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	Nov-15	Dec-15	Jan-16	Feb-16	Mar-16	Apr-16
Supplier Sco	71%	62%	58%	98%	98%	60%	68%	64%	64%	53%	100%	50%	60%	100%	50%
Quality Score	43%	28%	24%	36%	36%	21%	36%	27%	27%	6%	100%	17%	27%	100%	12%
Logistics Sco	33%	31%	31%	#N/A	#N/A	36%	100%	100%	100%	100%	#N/A	84%	33%	100%	88%

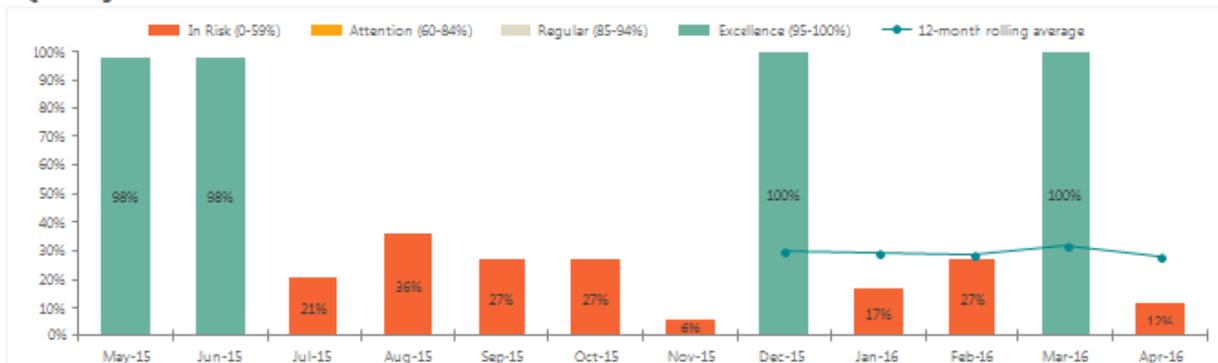
Figura 21. Avaliação do fornecedor – *Supplier Excellence* – Fonte: Empresa A

O índice de qualidade mostra o desempenho de qualidade do fornecedor em seus produtos entregues. O desempenho de qualidade é medido com os seguintes *key performance indicators* (KPIs): tempo de resposta 8D, recorrência de não conformidade de material, índice de rejeição de linha, e severidade de não conformidade de material (NCM). A pontuação da taxa de rejeição de linha varia de acordo com o PPM (partes por milhão) de peças com defeitos encontrados no mês. Já as não conformidades em lotes maiores são demeritadas de acordo com o impacto na empresa A (tabela 4). Por exemplo, caso a empresa A receba uma reclamação de um cliente, e a origem do problema seja identificada como responsabilidade de um item fornecido externamente, o fornecedor em questão é demeritado com 100 pontos, ficando com o resultado zerado no score de qualidade no mês. Um exemplo de avaliação da qualidade é mostrado na Figura 22.

Tabela 4 – Pontuação de não conformidades NCM - Empresa A – Fonte: Empresa A

NCM (Pontuação)	Descrição
10	Quando o problema foi detectado na inspeção de recebimento ou estoque.
20	Quando o material precisou passar por seleção nas instalações da empresa A.
30	Quando o material precisou passar por retrabalho, limpeza, calibração, etc. na empresa A, ou precisou ser recolhido das linhas, reagrupado e reembalado para ser devolvido ao fornecedor.
40	Quando a falha percebida gerou sucateamento de produtos da empresa A. Aplicado para pequenas quantidades de sucata.
60	Quando o problema gerar parada de linha de produção.
80	Quando o problema gerar bloqueio ou retrabalho de produtos finais da empresa A.
100	Quando o problema afetar o cliente da empresa A.

Quality Score



	YTD 2016	May-15	Jun-15	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	####	####	Jan-16	Feb-16	Mar-16	Apr-16
Score	24%	98%	98%	21%	36%	27%	27%	6%	100%	17%	27%	100%	12%
NCM	35	0	0	40	20	30	30	80	0	50	30	0	60
LRR	6	2	2	3	2	0	0	#N/A	0	3	0	1	34

Figura 22. Avaliação da Qualidade – Fonte: Empresa A

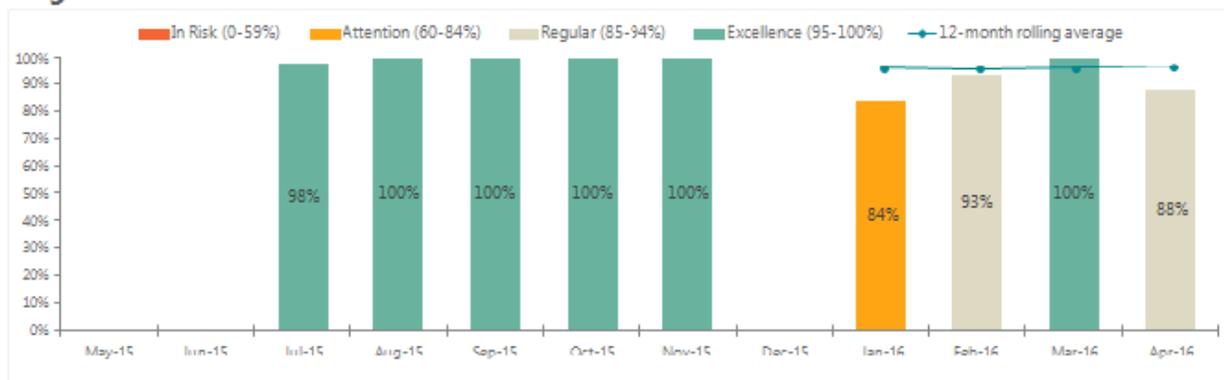
A pontuação logística mostra o desempenho do fornecedor em termos de conquistas referentes ao nível de serviço. Esse indicador é medido pelos seguintes KPIs: (a) SOTIF (*Supplier On Time in Full*), que avalia a entrega no tempo acordado com a quantidade acordada; e (b) NCE (Não-conformidades de Entrega) (tabela 5).

O índice de desempenho logístico baseia-se nas entregas que o fornecedor realizou ao longo do mês avaliado. A pontuação inicia em 100% no início do mês corrente e vai sofrendo deméritos caso ocorram atrasos de entrega do fornecedor avaliado. Um exemplo de desempenho logístico está apresentado na Figura 23.

Tabela 5 – Pontuação de não conformidades NCE - Empresa A – Fonte: Empresa A

NCE (Pontuação)	Descrição
10	Discrepância em quantidade / preço / identificação / embalagem
20	Frete emergencial
30	Mudança da programação de produção da empresa A
50	Parada de linha de produção da empresa A
60	Atraso causado da entrega do produto final
80	Perda de venda do produto final

Logistics Score



	YTD 2016	May-15	Jun-15	Jul-15	Aug-15	Sep-15	Oct-15	####	####	Jan-16	Feb-16	Mar-16	Apr-16
Score	91%	N/A	N/A	98%	100%	100%	100%	100%	###	84%	93%	100%	88%
SOTIF Orders	106	0	0	53	27	35	39	45	0	26	42	24	14
Total Orders	116	0	0	54	27	35	39	45	0	31	45	24	16

Figura 23. Avaliação da Logística – Fonte: Empresa A

Após a avaliação mensal das duas áreas de apoio, o fornecedor é classificado de acordo com o seu desempenho, o que pode variar entre 0% e 100%. Essa avaliação é enviada ao fornecedor, a qual mostra as áreas da empresa A em formato de relatório. De posse desta avaliação são tomadas decisões como continuidade de fornecimento ou *phase out* de fornecedor (isto é, interrupção da fabricação da peça/produto).

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi descrita com detalhes a confiabilidade metrológica dos fornecedores da empresa A, incluindo o processo de desenvolvimento de novos itens com fornecedores na empresa A. Descreveu-se como é realizado o AQP (Planejamento Avançado da Qualidade), bem como a realização da classificação de fornecedores, incluindo aspectos como os critérios de pontuação.

O objetivo de apresentar estes pontos consiste em apresentar informações para o entendimento do *checklist* e também do fluxo que foi desenvolvido no trabalho.

4. METODOLOGIA E RESULTADOS

Para o desenvolvimento desta dissertação, a primeira etapa foi a realização da revisão bibliográfica preliminar, com a finalidade de entender e compreender melhor o assunto, bem como constituir uma base inicial de informações relativas ao desenvolvimento de item em fornecedores. Essas pesquisas foram realizadas mediante páginas na internet que contêm bancos de dados com artigos nacionais e internacionais, bem como dissertações, teses e livros em diferentes bibliotecas.

Um dos resultados deste trabalho consiste em reduzir a demanda do laboratório de Metrologia da empresa A quanto ao desenvolvimento de item em fornecedores, tendo como princípio que os produtos fabricados pelo fornecedor são confiáveis do ponto de vista metrológico. Além da redução da demanda do setor de metrologia, deve-se reduzir o tempo da certificação do fornecedor, visto que atualmente o setor de metrologia é o gargalo do processo, devido à quantidade elevada de medições.

Para garantir que a entrega do fornecedor satisfaça os requisitos de qualidade, deve-se definir o nível de complexidade do componente desde o planejamento da certificação do fornecedor. De acordo com cada nível, devem ser propostas ações no planejamento da certificação. Por exemplo, em um item de nível de alta complexidade é necessária uma visita ao fornecedor com um especialista da garantia da qualidade de fornecedores, juntamente com um especialista em metrologia, devendo ser avaliada a confiabilidade metrológica do fornecedor, auditá-la, alinhar procedimentos de medição, e realizar uma comparação entre medições no laboratório da empresa A e seu fornecedor, em pelo menos três componentes da empresa A. Já em um item de baixa complexidade, após avaliar-se as condições do laboratório do fornecedor, é necessário verificar o método de medição do fornecedor e, se adequado, aprovar o desenvolvimento.

Neste trabalho os fornecedores serão avaliados de acordo com a matriz de complexidade (Figura 24), no momento do desenvolvimento de novos itens.

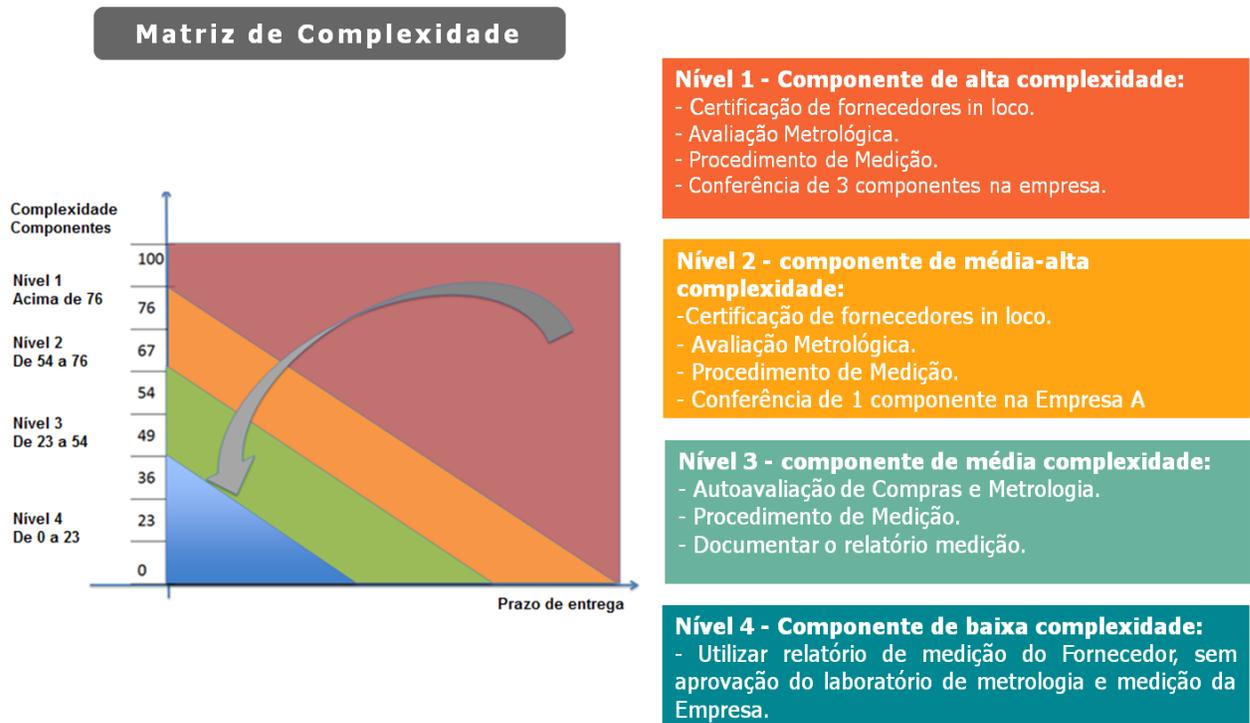


Figura 24. Matriz de Complexidade – Fonte: Empresa A

A complexidade dos componentes varia de acordo com o risco de cada um no produto final, conforme mostrado na matriz de complexidade (Figura 24). A pontuação de 0 a 100 está alinhada com esse risco. Em cada novo desenvolvimento é avaliado o risco e verificado em que nível o componente deve ser alocado. Dependendo do nível, o prazo para entrega do desenvolvimento é estipulado.

Para o nível 1, que refere-se aos componentes de alta complexidade, é necessário que ocorra a certificação do fornecedor *in loco*, ou seja, a visita da empresa A ao fornecedor é imprescindível. Nessa visita deve ser realizada a avaliação do fornecedor por um especialista em metrologia da empresa A, utilizando o *checklist* descrito na seção 4.2.

Além da avaliação deve ser construído um procedimento de medição entre a empresa A e o fornecedor, para que não existam dúvidas do método de medição empregado e, com isso, evitar erros de interpretação do desenho técnico. Por fim, deve ser realizada a conferência de ao menos três componentes na empresa A.

No nível 2 estão os componentes de média a alta complexidade e, para este nível, é necessária a visita ao fornecedor, avaliação metrológica utilizando o *checklist*, criação de procedimento de medição e conferência de um componente do fornecedor pela empresa A.

No nível 3 estão os componentes de média complexidade que, normalmente, são componentes especiais nos fornecedores, porém que tenham base em produtos de prateleira. Para esse nível deve ser enviado o *checklist* de autoavaliação ao fornecedor, o qual deve ser avaliado pelo time de metrologia e desenvolvimento da empresa A. Se a avaliação estiver de acordo, segue o processo de desenvolvimento, caso contrário deve ser considerada a possibilidade de uma visita ao fornecedor. Neste nível deve ocorrer também o procedimento de medição e documentação dos relatórios dimensionais do fornecedor.

Por fim, no nível 4 estão os produtos de baixa complexidade. Muitos deles são produtos de prateleira nos fornecedores, ou seja, itens vendidos para outros clientes, sem necessidade de inclusão de características especiais da empresa A. Para esse nível deve ser utilizado o relatório do fornecedor durante a certificação.

O fluxo de desenvolvimento do fornecedor segue da seguinte maneira: primeiramente o especialista da área de *procurement* (desenvolvimento de fornecedores) recebe uma demanda do time da engenharia para desenvolver um novo fornecedor para um determinado item. O especialista de *procurement* recebe essa solicitação em forma de SD (*Supplier Development – Documentação para desenvolvimento de item em fornecedores*). O especialista analisa e envolve o time necessário para a certificação do fornecedor, que inclui os setores de qualidade, metrologia e logística. Após a abertura da SD, abre-se uma cotação com o fornecedor e, se aprovada, inicia-se o desenvolvimento.

Ao iniciar o desenvolvimento, é necessário que a qualidade de fornecedores (também denominada inspeção de recebimento) crie um plano de controle para o item em questão. Esse plano deve conter as cotas críticas para a avaliação do item, no recebimento.

Deve-se mencionar que, para todos os níveis apontados, há o procedimento de recebimento de mercadorias na empresa A. Ou seja, todo produto que entra na empresa passa por um sistema de recebimento: em uma nova certificação é padrão da empresa A que os produtos passem por inspeção nos 5 primeiros lotes, nas cotas consideradas críticas.

O fluxo de recebimento de materiais funciona da seguinte forma: para um material que entra na empresa A ocorre o bloqueio de qualidade, e o mesmo somente é liberado após uma inspeção das cotas críticas, definidas previamente em um plano de controle. Caso reprovado na inspeção, o material é devolvido ao fornecedor em questão e o time do recebimento de materiais realiza a cobrança de uma avaliação do motivo que levou a essa não conformidade no item.

Solicita-se uma avaliação de qualidade 8D (oito disciplinas) (BEHRENS et al., 2007) do fornecedor.

Após a criação do plano de controle, deve ser realizado o alinhamento do procedimento de medição. Este segue um fluxo à parte, que será apresentado posteriormente. O objetivo neste passo é alinhar o procedimento com o fornecedor e verificar se o fornecedor possui todos os equipamentos necessários para replicar o procedimento criado. Este procedimento deve ser criado pelo time da metrologia da empresa A.

Durante a etapa de criação do plano de controle e procedimento de medição, há também a etapa de projeto e construção de ferramental. Posteriormente realiza-se o *try out* do fornecedor.

Após realizar-se o *try out*, deve ser realizada uma medição (na empresa A, no fornecedor, ou ambos), conforme indicado na matriz de complexidade, com o intuito de validar o procedimento de medição. Quando aprovado, inicia-se a certificação teste com a montagem de um determinado número de componentes para a avaliação do produto. Após aprovada a certificação teste inicia-se a compra do item e realiza-se a certificação produção, com uma quantidade maior de produtos para análise. Este fluxo é mostrado na Figura 25.

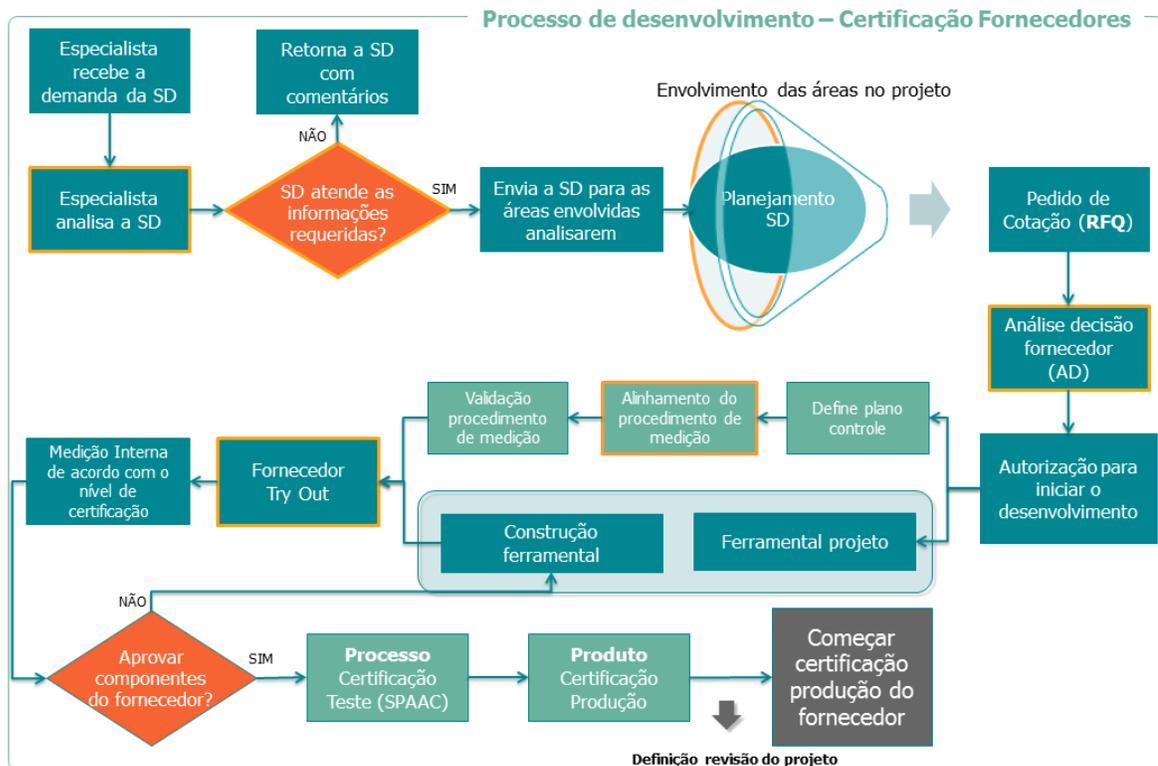


Figura 25. Processo de desenvolvimento de fornecedores – Fonte: Adaptado pela Autora

Durante a etapa de certificação do fornecedor ocorre em paralelo o processo do desenvolvimento do método de medição. Na Figura 26 é apresentado o processo interno da metrologia. Com os procedimentos alinhados e metrologia auditada, pode-se iniciar a certificação produção, em que os itens fornecidos são alimentados na produção da empresa A.

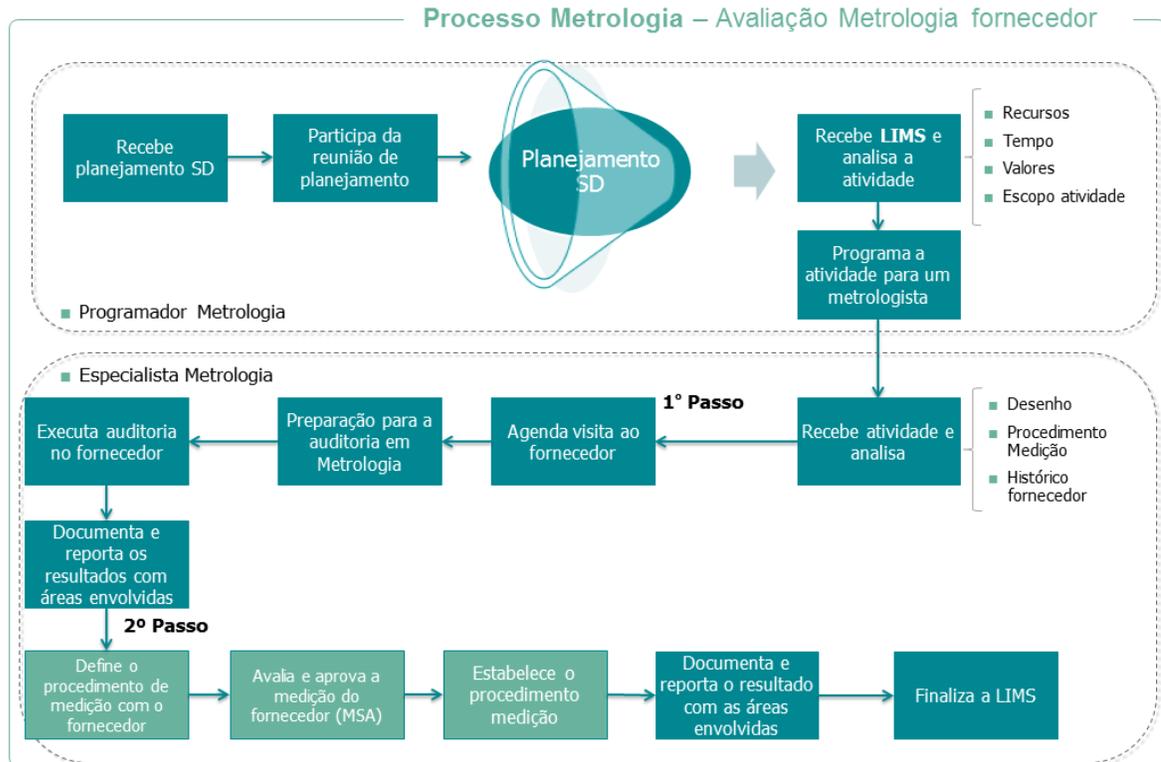


Figura 26. Processo interno do setor de metrologia – Fonte: Autora

Após a metrologia ser envolvida na certificação do fornecedor, o setor de aquisições é responsável por abrir uma solicitação de atividade na metrologia (denominada “LIMS”), onde o programador do laboratório deve designar a atividade para o especialista competente. As atividades do especialista são as seguintes: (a) recebe a demanda de atividade, analisa e agenda a visita ao fornecedor quando aplicável, de acordo com a matriz de complexidade; (b) realiza a avaliação e repassa as informações provenientes dela para o time responsável na SD; (c) define o procedimento de medição com a capacidade do fornecedor, e elabora a documentação. O resultado da avaliação será utilizado para dar sequência ao desenvolvimento do fornecedor.

Neste processo de desenvolvimento de item em fornecedores é muito importante o acompanhamento pelo setor de metrologia, pois toda a análise técnica é realizada por um especialista em metrologia. Ao iniciar o desenvolvimento, durante a etapa de projeto e construção

do ferramental, a equipe da metrologia atua juntamente com o fornecedor na construção e alinhamento do método de medição do componente a ser desenvolvido. Conforme comentado anteriormente, dependendo do nível de criticidade do componente deve ser realizada uma avaliação no fornecedor, utilizando *checklist* específico.

Caso o componente já possua um procedimento padrão definido pela empresa A, ele deve ser enviado antecipadamente ao fornecedor durante a solicitação de cotação, para que o fornecedor verifique a disponibilidade de equipamentos e necessidade de aquisições caso necessário. Nesse caso, o setor de metrologia deve ser envolvido o mais rápido possível no projeto, uma vez que pode ser necessário um tempo maior que o previsto na cotação, caso seja necessária a compra de equipamentos ou até mesmo treinamentos do time do fornecedor.

Caso o componente não tenha procedimento padronizado pela empresa A, deve ser realizado um alinhamento entre o setor de metrologia da empresa A e o fornecedor, a fim de criar um procedimento e validar a medição com o fornecedor, utilizando as recomendações da MSA (Análise do Sistema de Medição). Na Figura 27 estão descritas as etapas da criação e aprovação do procedimento da empresa A e do fornecedor.



Figura 27. Alinhamento de método de medição – Fonte: Autora

O objetivo deste alinhamento é aprovar o sistema de medição do fornecedor para um determinado componente. Para que o fornecedor seja aprovado, ele precisa ser submetido a algumas etapas e estudos baseados nos padrões MSA e ISO GUM.

O alinhamento do método inicia durante o desenvolvimento do item. Durante essa fase, a engenharia da empresa A define as cotas críticas do produto final e, depois, alinha-se com os setores de Metrologia, Aquisições e Qualidade, visando especificar a forma de medição das características críticas.

Posteriormente é especificada uma medição de referência, ou em um produto similar ou em uma peça de forma similar à que está sendo adquirida. Essa medição de referência consiste em medir a peça na empresa A e enviar a peça física para que o fornecedor repita a medição e compartilhe os resultados com a empresa A. Este procedimento pode ser chamado de “Interlab”, em que uma análise é realizada por dois laboratórios com o intuito de entender os gaps de medição. Desta forma, garante-se o entendimento e a robustez do processo de medição do fornecedor.

O fornecedor deve realizar o estudo de R&R (Repetibilidade e Reprodutibilidade) das cotas especificadas pela empresa A, e compartilhar os resultados para que o fornecedor seja aprovado, conforme ilustrado na Figura 28. O estudo de Repetibilidade e Reprodutividade (R&R) é uma ferramenta utilizada na análise de um sistema de medição do produto:

- (a) Repetibilidade: refere-se à variabilidade característica do instrumento de medição, e decorre da sua capacidade de fornecer leituras repetidas muito próximas, sob as mesmas condições.
- (b) Reprodutibilidade: Refere-se à capacidade de um SM apresentar os mesmos resultados a partir da alteração nas condições de medição, tais como mudanças de avaliadores, diferentes turnos de trabalho, ou alterações de processo.

O objetivo do estudo de R&R é determinar se a variabilidade do sistema de medição (SM) é relativamente menor que a variabilidade do processo monitorado.



Figura 28. Validação da peça referência – Fonte: Autora

Durante essa fase, os times dos setores de Engenharia, Qualidade, Metrologia e Aquisições devem avaliar quais cotas de segurança devem ser usadas para a aprovação do sistema de medição. A escolha da cota de segurança deve basear-se no risco envolvido.

O fluxograma da Figura 29 mostra quando a medição do fornecedor é de melhor qualidade em comparação à medição na empresa A. Neste caso, o fornecedor deve calcular a incerteza de medição e definir as referências para a medição da peça.

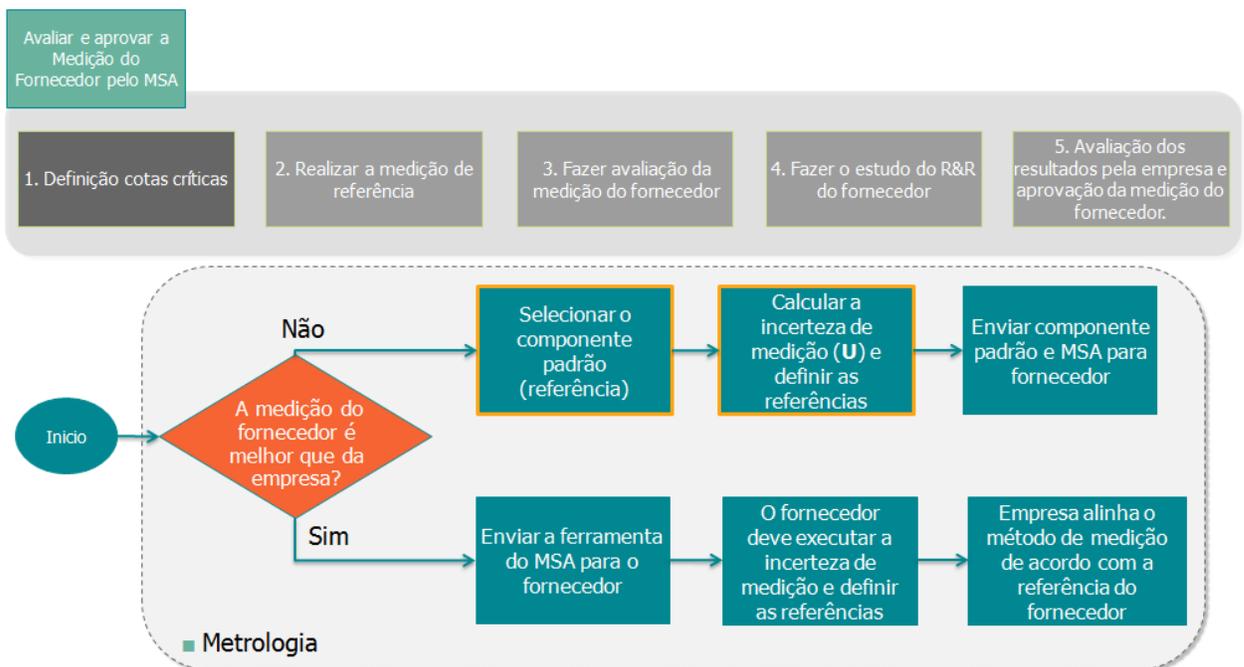


Figura 29. Avaliação e aprovação da medição do fornecedor – Fonte: Autora

Para a seleção do componente mestre, devem ser seguidos os critérios abaixo:

- O componente mestre deve ser similar às peças que serão medidas (forma das peças);
- Semelhante às características que serão medidas ($\pm 10\%$);
- Estabilidade do sistema de medição ao longo do tempo (não pode ser alterado ou deteriorado);
- Pode ser calibrado em menor incerteza do que o erro do sistema de medição que será calibrado (regra 1/10).

Após a definição dos critérios, é necessário calcular a incerteza de medição. A Figura 30 mostra o fluxograma que deve ser seguido para o cálculo, tanto para o estudo realizado no fornecedor como na empresa A.

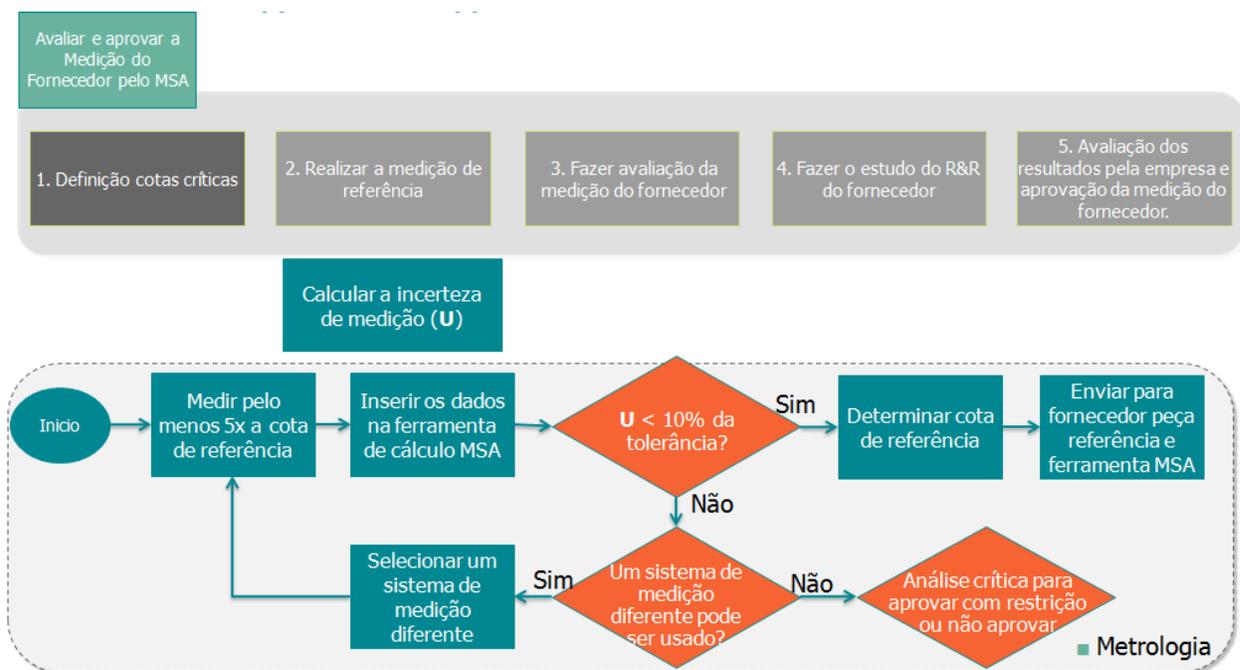


Figura 30. Cálculo da incerteza de medição – Fonte: Autora

As cotas de referência definidas não devem ser enviadas para o fornecedor (nesse caso, a ferramenta MSA deve ser enviada sem nenhuma informação). O fluxo para esse envio está mostrado na Figura 31.

Caso a peça referência para o dispositivo de medição vier do fornecedor, o processo de medição deve ser executado pelo fornecedor, com suporte do setor de metrologia da empresa A.

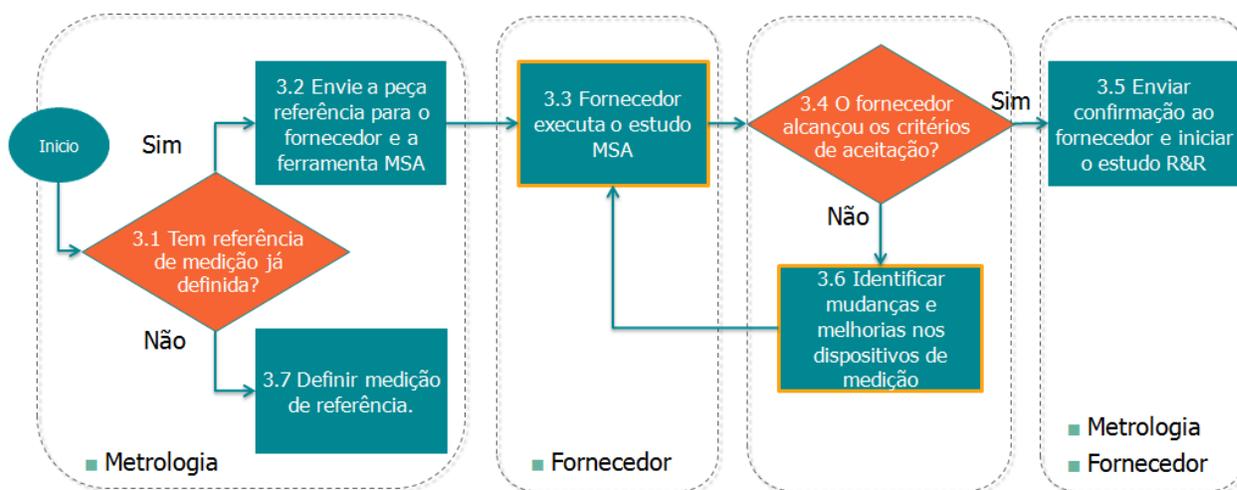


Figura 31. Definição da peça referência – Fonte: Autora

O fornecedor deve receber a peça referência e a ferramenta MSA para realizar o estudo. Feito isso, o fornecedor deve medir a peça usando-se o método de medição estabelecido e inserir os dados na ferramenta MSA. A empresa A recebe esse resultado e analisa juntamente com o time da metrologia, conforme mostrado na Figura 32.

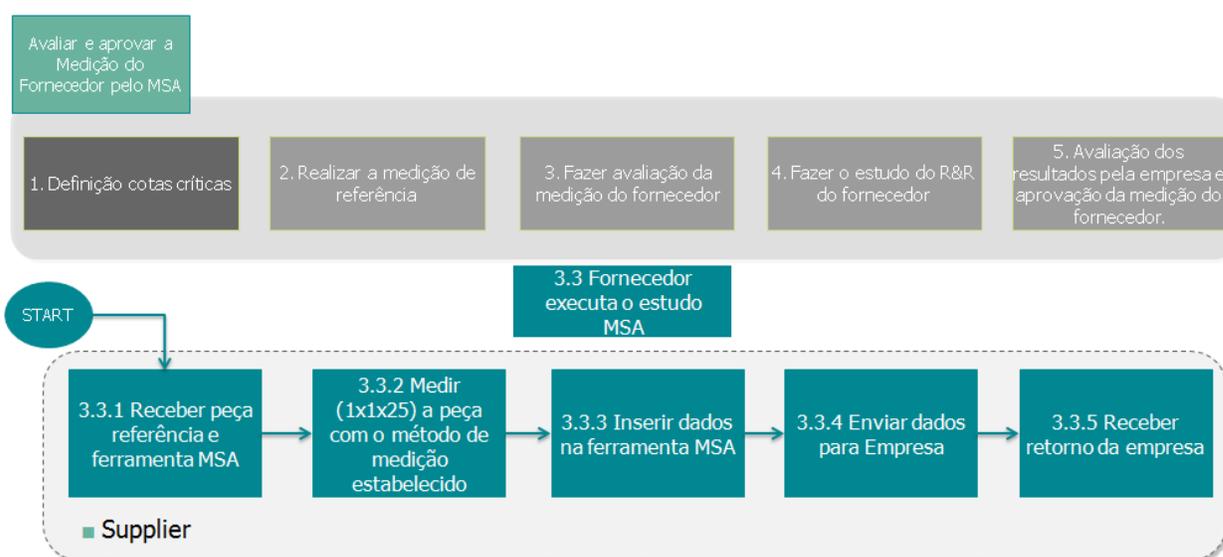


Figura 32. Execução do estudo MSA – Fonte: Autora

Caso na análise da empresa A for identificada uma possibilidade de melhoria no dispositivo de medição ou método de medição, o estudo deve ser refeito. Então, o MSA do fornecedor é recusado e enviado novamente ao fornecedor para melhorias, conforme mostrado na Figura 33. Por outro lado, caso o estudo for aprovado, será aplicado o fluxograma mostrado na Figura 34, e a aprovação do sistema de medição é enviada ao fornecedor.

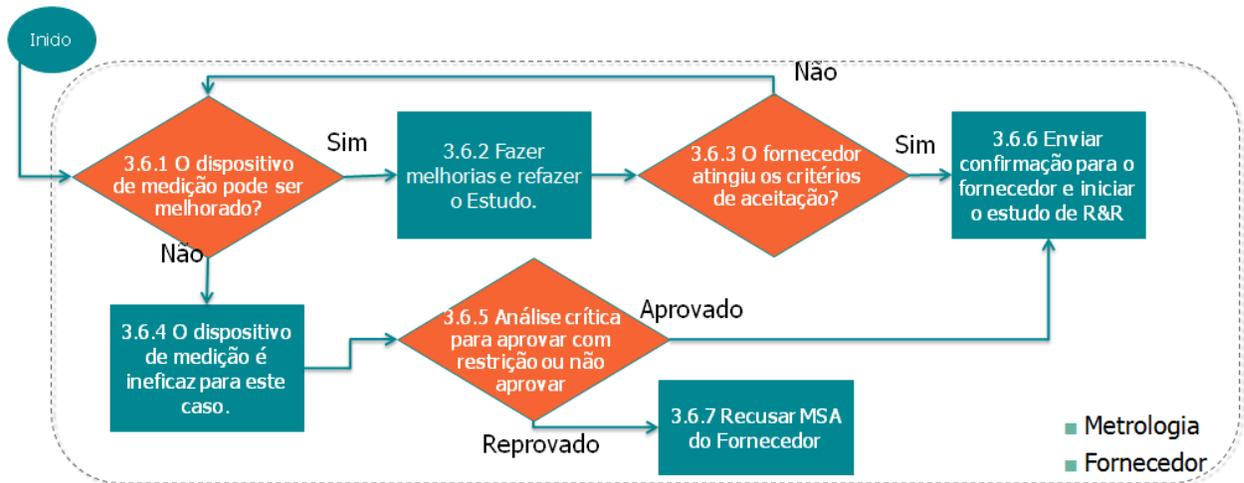


Figura 33. Execução do estudo MSA – Mudanças e melhorias – Fonte: Autora

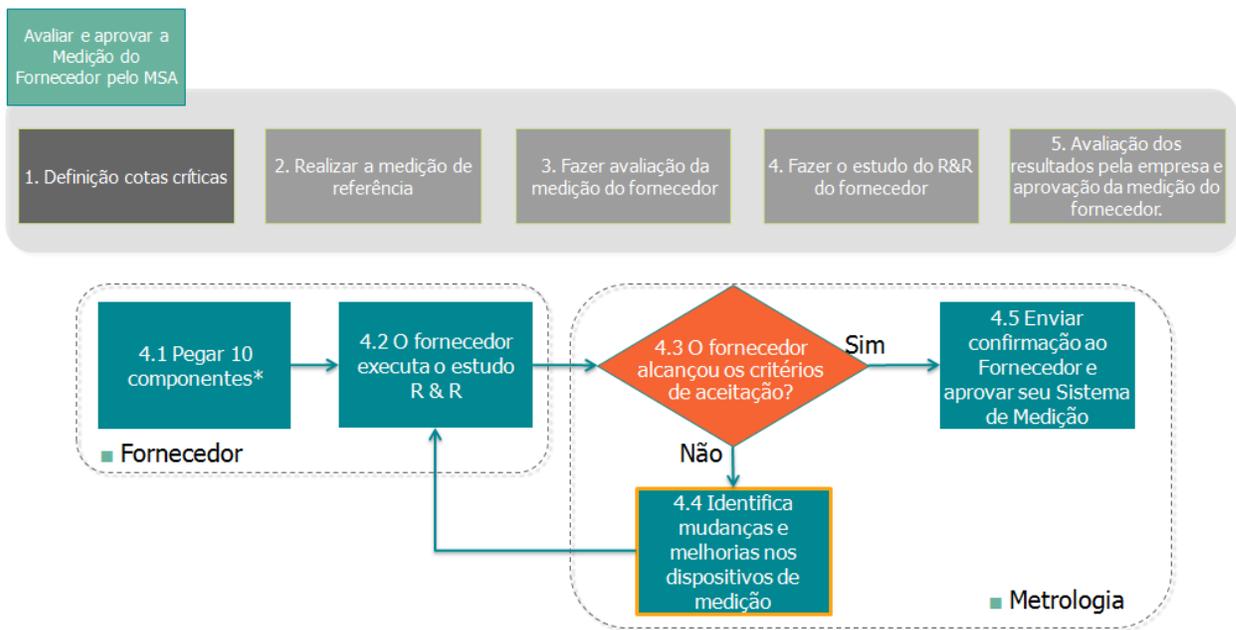


Figura 34. Estudo R&R – Fonte: Autora

Para o estudo de R&R, a empresa A definiu os seguintes critérios para aceitação ou reprovação do sistema de medição:

- $RR < 10\% \Rightarrow$ aceitável
- $10\% < RR < 30\% \Rightarrow$ precisam ser avaliados
- $RR > 30\% \Rightarrow$ inaceitável

Ao estabelecer o procedimento de medição, deve ser finalizada a LIMS aberta para o laboratório de metrologia e documentados os valores encontrados.

4.1. EXEMPLO DE PROCEDIMENTO MEDIÇÃO

Nesta seção é apresentado um exemplo de procedimento de medição que foi criado de acordo com o fluxo desenvolvido e validado com os fornecedores de um componente. A empresa A e os fornecedores do item estão realizando as medições de forma padronizada, o que diminui o risco de erro de medição e variação da medição entre laboratórios.

Procedimento de Medição - Molas Diversas

- **Objetivo:**

Este procedimento estabelece os critérios para medição de características dimensionais em componentes, conforme especificações dos desenhos de produtos e especificações de processos com objetivo de dar suporte às análises referentes à manufatura e controle de componentes.

- **Aplicações:**

Este procedimento é aplicado para as operações globais da empresa A nas áreas de produto, fornecedores e manufatura.

- **Condições Gerais:**

Qualquer característica dimensional pode ser determinada por diversos meios e métodos de medição. Este procedimento pretende alinhar os principais requisitos a serem respeitados, independente do método ou meio, visando sempre respeitar a aplicação do componente no produto.

- **Procedimento de Medição:**

Desenho com sequência de medição por característica. Só serão contempladas as características críticas (figuras 35, 36 e 37).

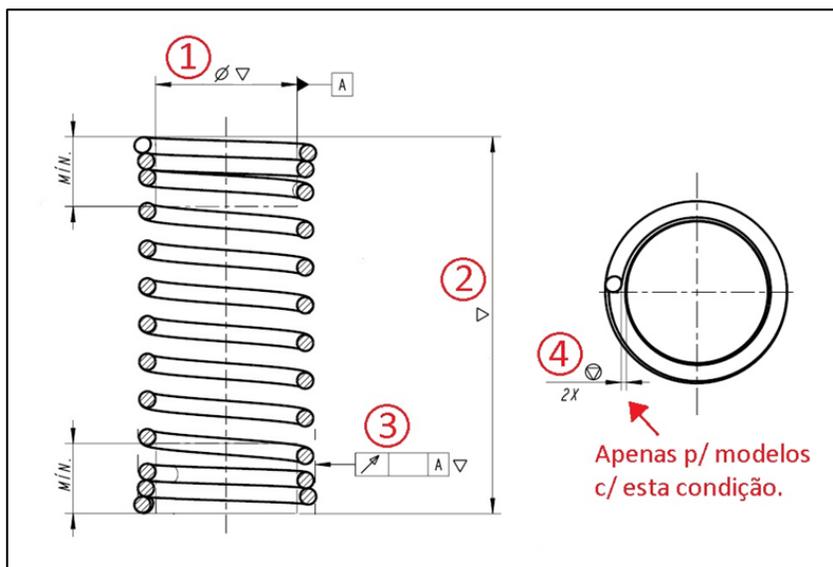


Figura 35. Desenho de molas de compressão sem retífica – Fonte: Empresa A

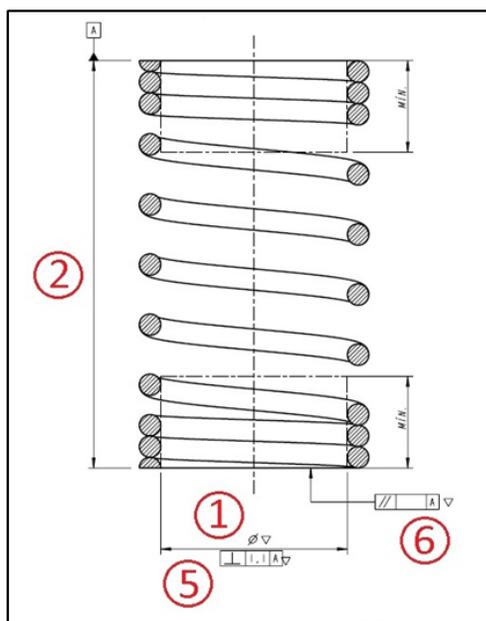


Figura 36. Desenho de molas de compressão com retífica – Fonte: Empresa A

A característica 1 é mostrada na Figura 36, que corresponde ao diâmetro interno da mola (todos os modelos).

Recomenda-se utilizar o dispositivo que foi desenvolvido especialmente para medir o diâmetro das molas de compressão. Ele possui 21 pinos com diâmetros escalonados de 12,03 mm até 12,23 mm, com passo (“step”) de 0,01 mm (Figura 38).

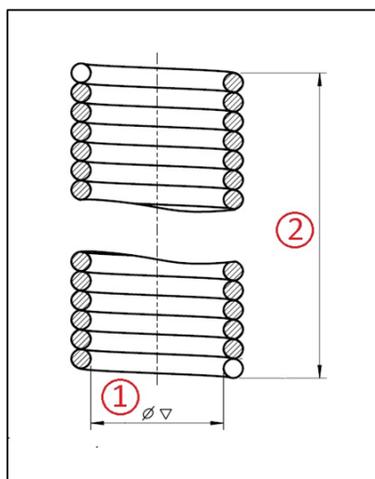


Figura 37. Desenho de molas do tubo – Fonte: Empresa A



Figura 38. Dispositivo para controle do diâmetro interno – Fonte: Empresa A

O procedimento consiste em introduzir a mola nos pinos, testando desde o menor diâmetro (12,03mm) até que a mola permaneça inserida em um pino e não escorregue para baixo por gravidade (Figura 38). Selecionando-se o pino à direita da mola posicionada no pino, a mola cai por gravidade.

O próximo passo é testar se a mola realmente está firme neste pino. Basta encostar levemente na mola com o dedo indicador, de trás para frente (Figura 39). Pode-se repetir duas vezes estes toques. Se a mola cair ou ceder um pouco para baixo, então deve-se inseri-la no próximo pino à direita, e repetir o teste de toques.

O procedimento para determinar o diâmetro da mola estará concluído quando a mola permanecer no pino, e encostada no batente superior após o teste de toques (Figura 40). A leitura do diâmetro da mola é o valor gravado acima do pino, na barra de fixação dos mesmos (Figura 41).

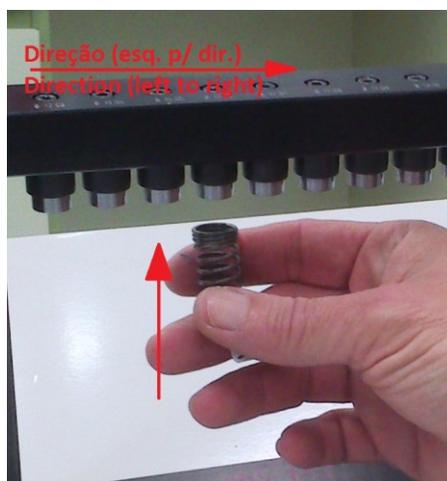


Figura 39. Direcionamento da medição – Fonte: Empresa A

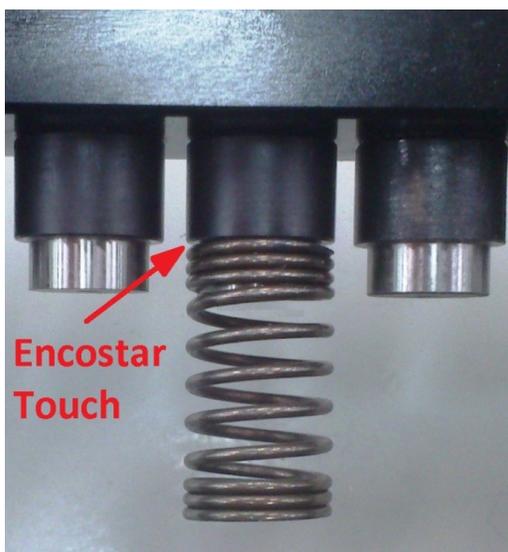


Figura 40. Posicionamento na medição – Fonte: Empresa A



Figura 41. Diâmetros dos pinos – Fonte: Empresa A

A característica 2 é mostrada na Figura 42, que corresponde ao comprimento total da mola em repouso (todos os modelos).

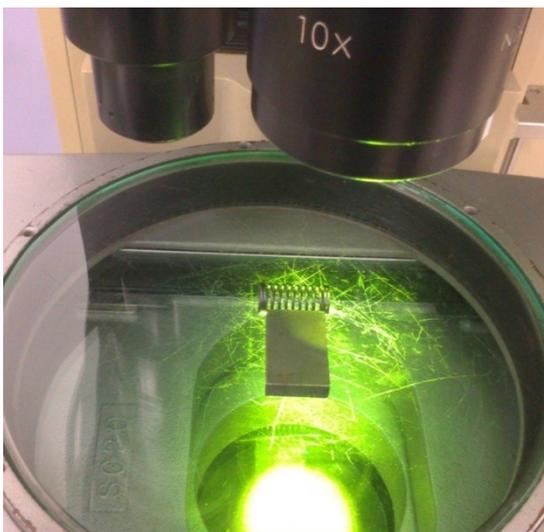


Figura 42. Posicionamento da mola no projetor – Fonte: Empresa A

O comprimento deve ser medido em projetor de perfil com ampliação a partir de 10x. Recomenda-se apoiar a mola em um cubo para facilitar o alinhamento e evitar que a amostra se mova (Figura 43).

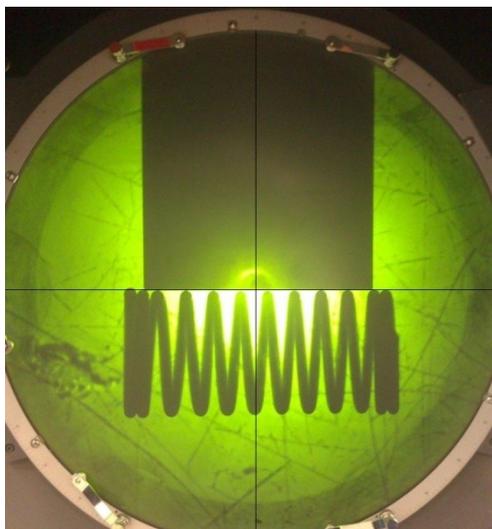


Figura 43. Alinhamento da mola no projetor – Fonte: Empresa A

Realiza-se o alinhamento por uma das laterais da mola, ou pela face plana do cubo apoiado à mola (Figura 44).

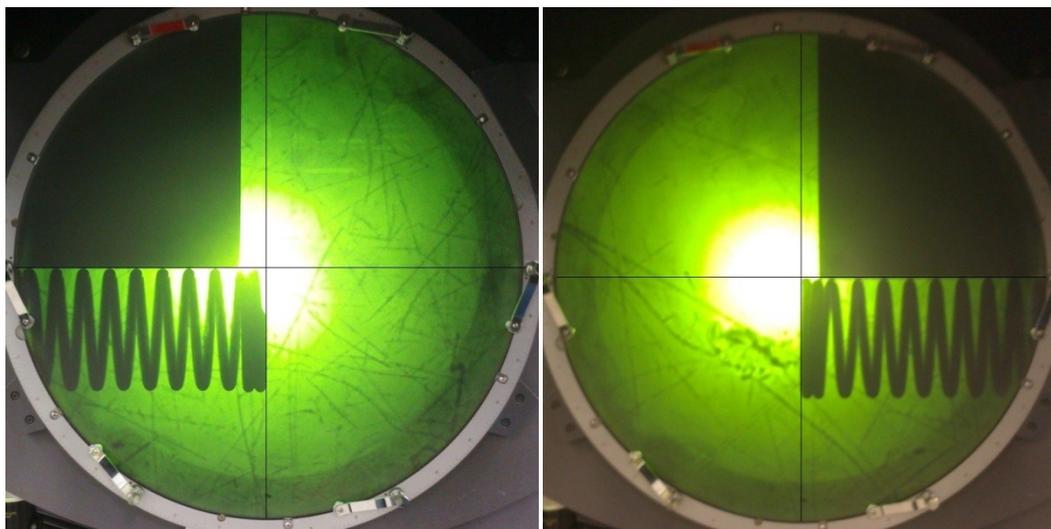


Figura 44. Medição do comprimento da mola – Fonte: Empresa A

Colocar em foco o ponto mais afastado da face lateral da mola. Posicionar a linha de centro da tela sobre este ponto e zerar o eixo da coordenada correspondente.

Colocar em foco o ponto mais afastado da face lateral oposta da mola. Posicionar a linha de centro da tela sobre este ponto. Realizar a leitura do comprimento total na coordenada correspondente.

A característica 3 é mostrada na Figura 45, que corresponde ao batimento \emptyset externo x \emptyset interno do lado oposto (modelos específicos).

Inicialmente deve-se prender o pino de fixação entre pontas na mesa do projetor de imagem (Figura 45). Então deve-se ajustar a imagem de projeção em 20x, caso seja necessário corrija a posição do pino de fixação na mesa de projeção, de forma que o mesmo fique alinhado com o eixo X do projetor (Figura 46).



Figura 45. Fixação mola para medição de batimento – Fonte: Empresa A

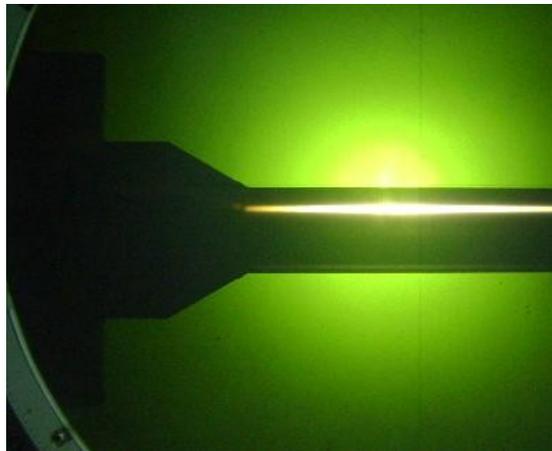


Figura 46. Visualização no projetor de perfil batimento mola – Fonte: Empresa A

Então deve-se inserir a mola a ser medida na base de indexação, girando a mola no sentido horário até que a mesma trave na chaveta interna da base (Figura 47). Inserir o pino de fixação no centro da mola e da base, de forma que o batente do pino fixe a mola pelo seu diâmetro interno (Figura 48).



Figura 47. Dispositivo base mola – Fonte: Empresa A



Figura 48. Fechamento do dispositivo base mola – Fonte: Empresa A

Após a inserção da mola no pino, ela deve ser girada de aproximadamente 180° no sentido horário, assim garantindo que a mola se acomode no batente do pino, simulando uma condição de montagem.

Posteriormente deve-se retirar o pino com a mola acoplada de dentro da base de indexação, e prendê-lo no dispositivo entre pontas na mesa do projetor de perfil.

Então deve-se mover a mesa do projetor de tal modo que as três primeiras espiras fiquem dentro da área de medição e, alternadamente a esse movimento, girar o pino de fixação preso entre pontas até o ponto em que as extremidades das três primeiras espiras afastem-se ao máximo do eixo X, referência do projetor. Deve-se desconsiderar a primeira espira aberta. Referenciar o eixo X com a extremidade da mola, localizando o maior ponto de depressão. “Zerar” o display do projetor (Figura 49).

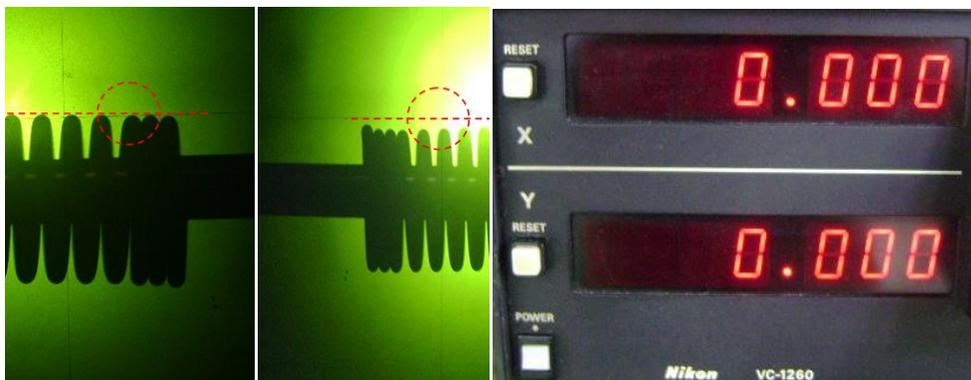


Figura 49. Mola no ponto zero – Fonte: Empresa A

Girar o pino de fixação preso entre pontas aproximadamente 180° , até o ponto em que as extremidades das três primeiras espiras afastem-se ao máximo do eixo X (ponto zero). Medir a maior distância absoluta entre as extremidades das primeiras espiras e o ponto “zero” do projetor, desconsiderando a última espira aberta. O valor encontrado será o erro de batimento para o primeiro lado da mola medida (Figura 50), que corresponde ao maior afastamento das extremidades da mola em relação ao ponto zero (3,110 mm).

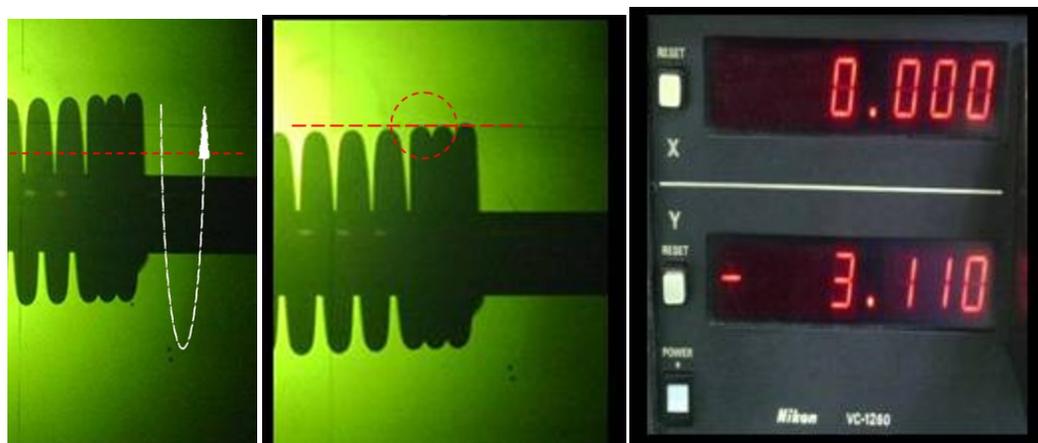


Figura 50. Medição de batimento – Fonte: Empresa A

Repetir todo o procedimento para o segundo lado da mola. O maior valor encontrado entre os lados medidos será o que prevalecerá como o erro de batimento para a mola medida (Figura 51).

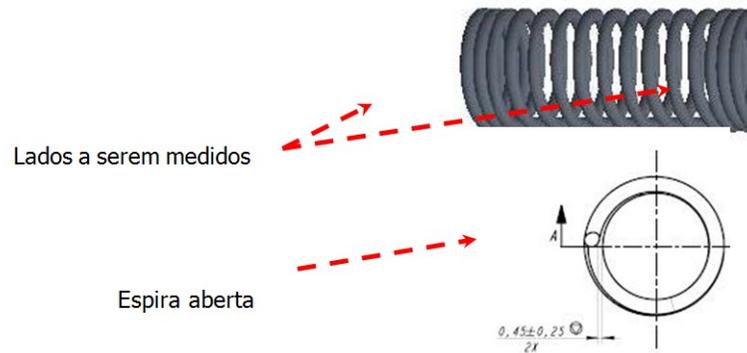


Figura 51. Lados medição – Fonte: Empresa A

A característica 4 é mostrada na Figura 52, que corresponde à espiro aberta (modelos específicos).

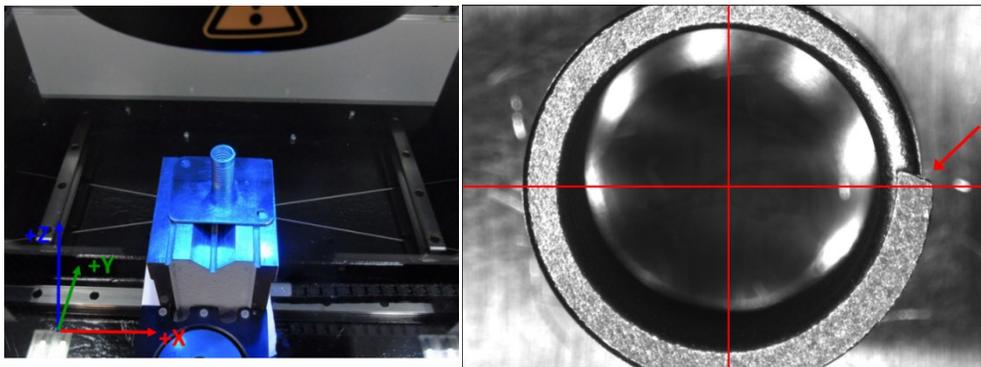


Figura 52. Posicionamento mola espiro aberta – Fonte: Empresa A

Ela pode ser medida em equipamento ótico com câmera ou projetor de perfil com ampliação a partir de 10x.

Deve-se inicialmente posicionar a mola com a face retificada voltada para cima. Girar a mola posicionado o início da espiro aberta na mesma linha tangente das demais espiras da mola (Figura 53).

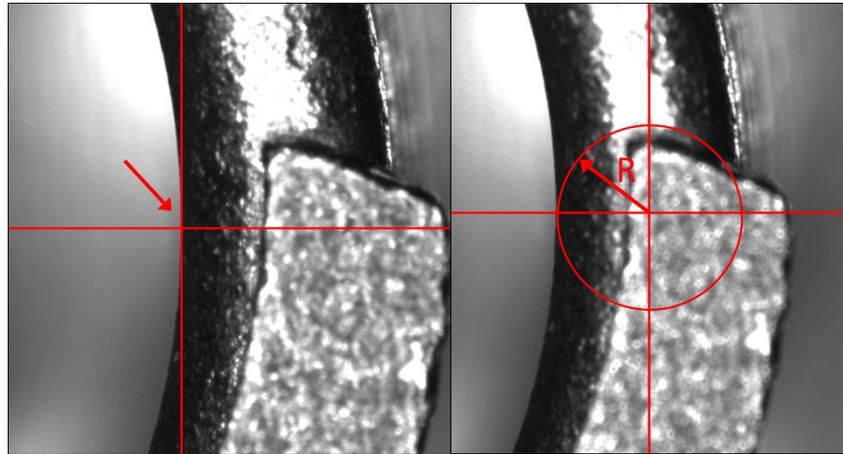


Figura 53. Tangente interna mola – Fonte: Empresa A

Deve-se então posicionar sobre a tangente interna da espira da mola e zerar o eixo X. Depois deve-se deslocar sobre o eixo X o valor equivalente ao raio do diâmetro da espira. Zerar novamente o eixo X (centro da espira). Obter os valores das posições de início e fim da espira aberta e retificada, sobre o eixo X (Figura 54).

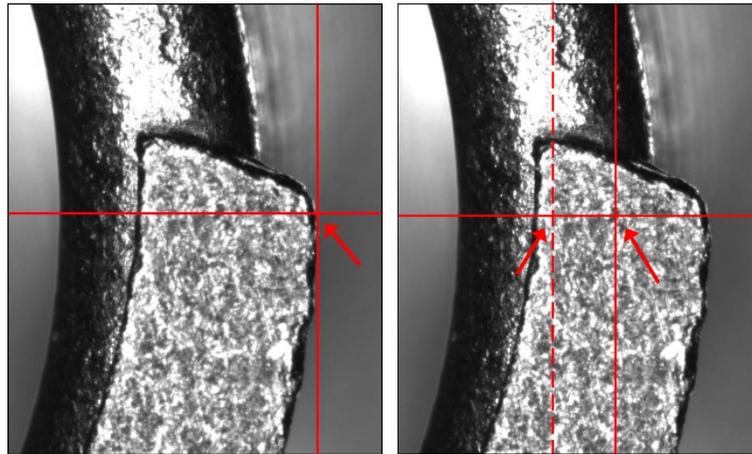


Figura 54. Ponto simétrico mola – Fonte: Empresa A

Então deve-se determinar o valor do ponto simétrico do centro da espira aberta sobre o eixo X, calculado a partir das posições de início e fim. Finalmente, obter a leitura do afastamento da espira aberta no eixo X, considerando o ponto zero do centro da espira normal.

Observação: Repetir todo o procedimento para o outro lado da mola.

A característica 5 é mostrada na Figura 55, que corresponde à perpendicularidade \emptyset interno x Face retificada (modelo específico com retífica nas faces). Pode ser medida em equipamento ótico por projeção ou projetor de perfil com ampliação a partir de 10x.

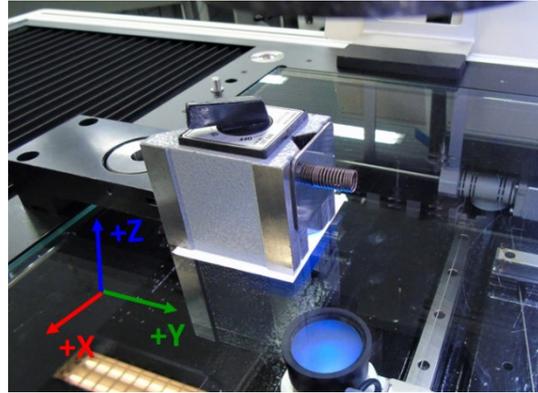


Figura 55. Posicionamento mola perpendicularismo – Fonte: Empresa A

Inicialmente deve-se posicionar a mola com a face retificada sobre uma superfície plana, a qual deverá estar perpendicular ao eixo de projeção de luz do equipamento ótico (Posição $0^\circ = a$) (Figuras 56 e 57).

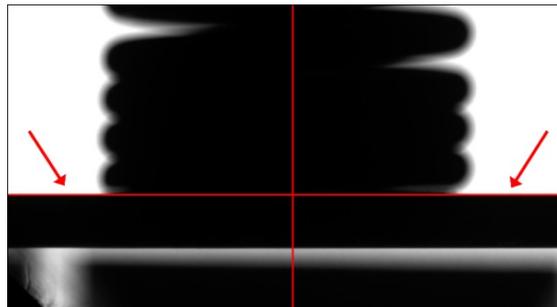


Figura 56. Alinhamento da mola perpendicularismo – Fonte: Empresa A

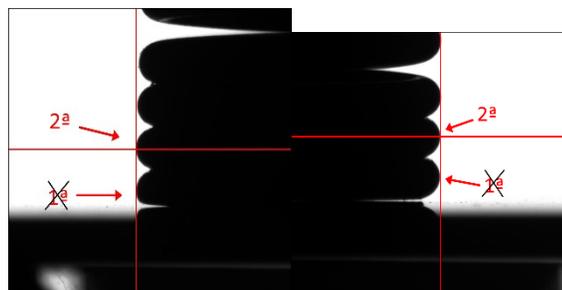


Figura 57. Tangente da segunda espira – Fonte: Empresa A

Então obter os valores das posições de tangente da segunda espira, em ambos os lados da mola, na face próxima à superfície plana, sobre o eixo X (Figura 58).

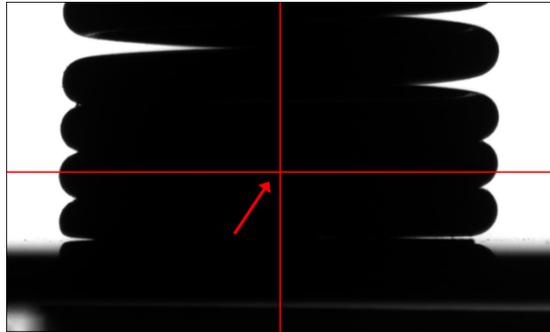


Figura 58. Ponto simétrico das tangentes – Fonte: Empresa A

Determina-se então o valor do ponto simétrico às duas tangentes das espiras próximas à superfície plana. Zerar o eixo X (centro da mola próxima à superfície plana) (Figura 59).

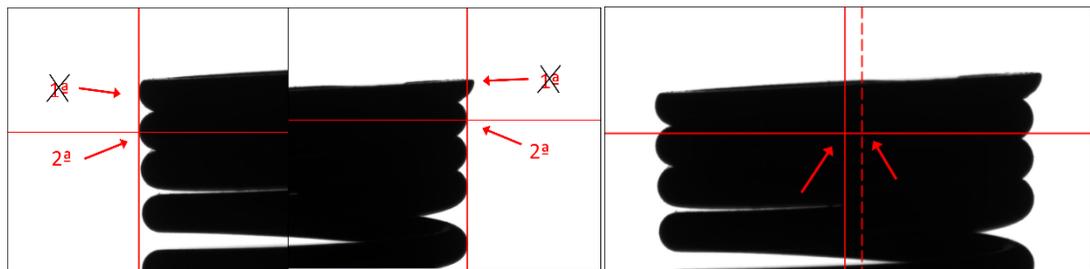


Figura 59. Ponto zero centro mola – Fonte Empresa A

Obtém-se então os valores das posições de tangente da segunda espira, em ambos os lados da mola, na face oposta à superfície plana, sobre o eixo X.

Determinar então o valor do ponto simétrico às duas tangentes das espiras no lado oposto da mola à superfície plana (centro da mola no lado oposto à superfície plana).

Posteriormente, obter a leitura do afastamento do centro da mola no lado oposto no eixo X, considerando o ponto zero obtido do centro da mola no lado próximo à superfície plana (linha tracejada na Figura 59).

Tombar 90° o dispositivo de fixação da mola no sentido de giro da mesma (Posição 90°=b). Repetir todas as etapas para esta posição da mola (Figura 60).

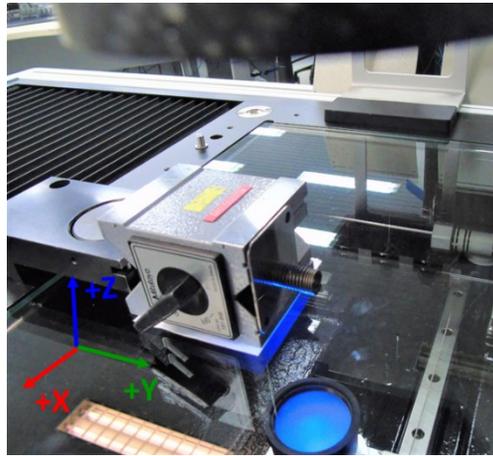


Figura 60. Posicionamento 90° mola – Fonte: Empresa A

Para calcular o erro de perpendicularidade da mola (c), calcular a raiz quadrada da soma dos quadrados dos desvios obtidos entre os centros da mola nas extremidades opostas à superfície plana, considerando antes e após o giro de 90° (Figura 61).

Observação: Repetir todo o procedimento, fixando a mola pelo outro lado.

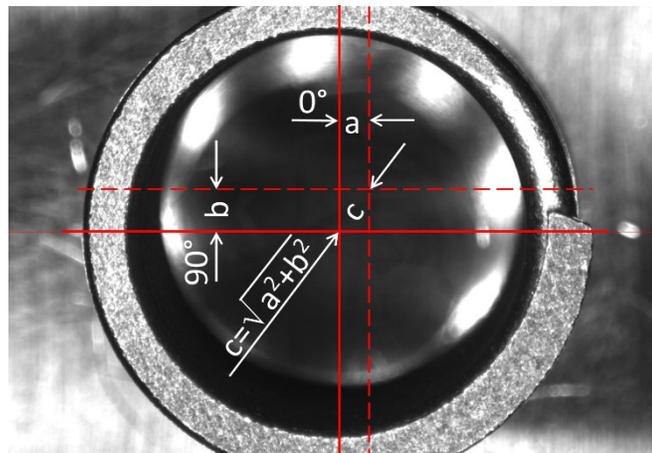


Figura 61. Cálculo erro perpendicularismo – Fonte: Empresa A

A característica 6 é mostrada na Figura 62, que corresponde ao paralelismo face x face oposta (modelo específico com retífica nas faces).

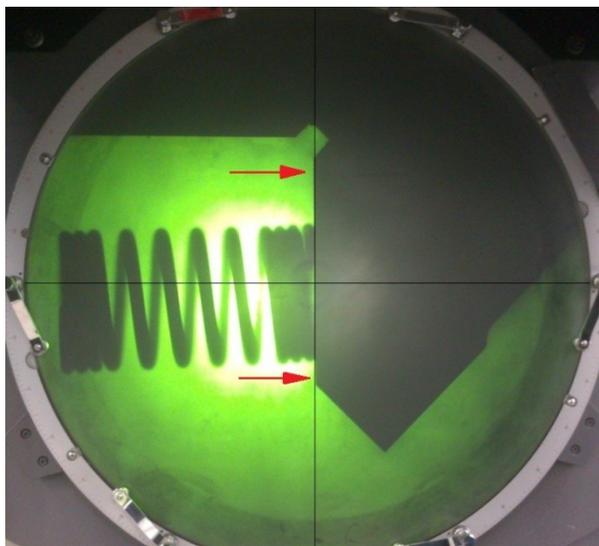


Figura 62. Fixação mola paralelismo – Fonte: Empresa A

Deve-se inicialmente fixar a mola em um objeto com superfície plana (por exemplo: prisma magnético), e alinhar esta superfície com o eixo transversal da tela do projetor (Figura 63).

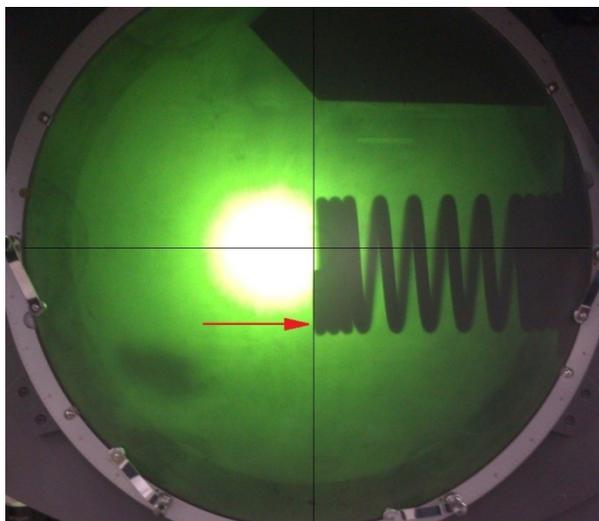


Figura 63. Alinhamento mola paralelismo – Fonte: Empresa A

Deslocar longitudinalmente o eixo do projetor até a face oposta da mola. Fazer coincidir uma das extremidades da face com o eixo transversal da tela do projetor. Zerar o eixo correspondente (neste exemplo: eixo X) (Figura 64).

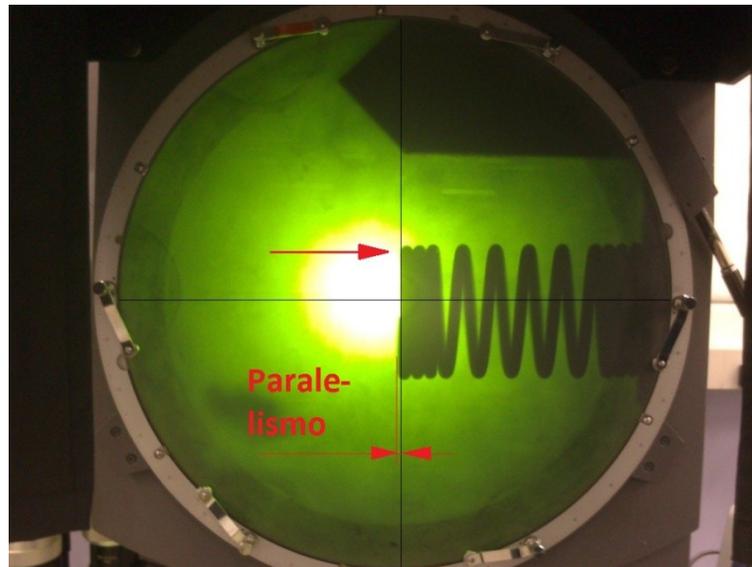


Figura 64. Paralelismo mola – Fonte: Empresa A

Posteriormente deve-se coincidir a outra extremidade da face com o eixo transversal da tela do projetor. Obter leitura do paralelismo no eixo longitudinal (neste exemplo: eixo X).

Então deve-se girar a mola aproximadamente 90° , e repetir todo o procedimento para esta nova posição. O maior valor entre as duas posições (0° e 90°) será considerado como o erro de paralelismo da amostra.

4.2. CHECKLIST PARA AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES

Uma ferramenta em formato de *checklist* foi desenvolvida com base no formato existente de avaliação de fornecedores em desenvolvimento e em recertificação, da empresa A. O formato de *checklist* foi escolhido devido à facilidade e rapidez no preenchimento, em uma visita ao fornecedor. O *checklist* é apresentado no Apêndice A deste trabalho.

O objetivo do *checklist* é padronizar os questionamentos e melhorias para os fornecedores, de forma que todos os responsáveis pela área de Aquisições tenham o mesmo procedimento de avaliação. A empresa A, semelhantemente a outras empresas de manufatura, possui uma significativa rotatividade de mão de obra, e essa rotatividade não pode influenciar a qualidade de avaliação dos fornecedores. Quanto mais os padrões forem bem definidos com procedimentos atualizados, melhor será a continuidade e qualidade do programa de avaliação dos fornecedores.

No documento, primeiramente identifica-se o fornecedor, com sua localização e dados de avaliação, conforme mostrado na figura 65.

Fornecedor:	
Localização:	
Data da Avaliação:	
Avaliador(es):	

Figura 65. Dados do Fornecedor – Fonte: Autora

Após a inclusão dos dados, o campo seguinte contém os resultados da avaliação, que é calculada conforme pontuação definida na figura 66.

2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO											
Resultado do Sistema de Gestão da Qualidade: <small>(Média de valores dos itens 2 - 10)</small>	0										
Posição do Fornecedor:	<table border="1"> <tr> <td style="background-color: #f08080;">1</td> <td style="background-color: #f4a460;">2</td> <td style="background-color: #f9c990;">3</td> <td style="background-color: #fde725;">4</td> <td style="background-color: #fff2cc;">5</td> <td style="background-color: #d4edda;">6</td> <td style="background-color: #c6e0b4;">7</td> <td style="background-color: #d4edda;">8</td> <td style="background-color: #c6e0b4;">9</td> <td style="background-color: #d4edda;">10</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	<table border="1"> <tr> <td style="width: 33%;">Não atende os requisitos mínimos</td> <td style="width: 33%;">Aprovado com Restrições</td> <td style="width: 33%;">Aprovado sem restrições</td> </tr> <tr> <td>O desenvolvimento não é recomendado</td> <td>Desenvolvimento recomendado sob contingências e plano de melhorias</td> <td>Sem restrições ao desenvolvimento</td> </tr> </table>	Não atende os requisitos mínimos	Aprovado com Restrições	Aprovado sem restrições	O desenvolvimento não é recomendado	Desenvolvimento recomendado sob contingências e plano de melhorias	Sem restrições ao desenvolvimento				
Não atende os requisitos mínimos	Aprovado com Restrições	Aprovado sem restrições									
O desenvolvimento não é recomendado	Desenvolvimento recomendado sob contingências e plano de melhorias	Sem restrições ao desenvolvimento									

Figura 66. Resultados da Avaliação – Fonte: Autora

Os resultados da avaliação são contabilizados item a item, conforme os pesos descritos na figura 65, avaliando-se pessoas, infraestrutura, documentação e qualidade. A posição do fornecedor segue a escala de 1 a 10, sendo que de 1 a 5 o fornecedor não atende os requisitos mínimos (nesse caso o desenvolvimento não é recomendado). De 6 a 7 o fornecedor está aprovado com restrições, sendo necessário um plano de melhorias para a certificação. A pontuação de 8 a 10 corresponde aos fornecedores aprovados sem restrição de desenvolvimento.

De forma a auxiliar quem está fazendo a avaliação, existem dois campos complementares para inserir qualquer observação que possa ocorrer no momento da avaliação. No campo de observações gerais podem ser inseridos os pontos fortes e fracos do fornecedor, e o campo de recomendações pode ser utilizado para registrar ações pendentes ou planos de ação, conforme a figura 67.

3. OBSERVAÇÕES GERAIS (Comentários gerais, pontos fortes/fraquezas. Adicione ou remova linhas, como necessário)
4. RECOMENDAÇÕES (Adicione ou remova linhas, como necessário)

Figura 67. Observações gerais referentes à avaliação – Fonte: Autora

O item 5 do *checklist* (Figura 68) é utilizado para registrar as normas em que o fornecedor é acreditado. De acordo com a norma a pontuação aumenta, conforme mostrado nos exemplos a seguir:

- Pontuação 0 ⇒ Fornecedor não é certificado por nenhuma norma do sistema de gestão da qualidade.
- Pontuação 5 ⇒ ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.
- Pontuação 7 ⇒ ISO/IEC 17025 - Acreditação de Laboratórios.
- Pontuação 10 ⇒ ISO/TS 16949 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2000 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes

A menos que haja um caso contrário ao especificado pela empresa A, os fornecedores para a organização devem ser certificados no mínimo pela ISO 9001: 2000.

5. CERTIFICAÇÕES DE TERCEIRA PARTE (assinalar abaixo como indicado):		
Sistema de Gestão da Qualidade	ISO 9001	Validade: _____
	Agência Certificadora	_____
	ISO TS 16949	Validade: _____
	Agência Certificadora	_____
	ISO/IEC 17025	Validade: _____
	Agência Certificadora	_____
Outros (descrever) →	_____	

Figura 68. Certificações de terceira parte – Fonte: Autora

No item 6 do documento (Figura 69) devem ser incluídas as pessoas contatadas no fornecedor. Os dados necessários são: nome, cargo, e-mail para contato e posterior envio do relatório. Os critérios de pontuação são classificados conforme a figura 70.

6. PESSOAS CONTATADAS:		
Nome	Cargo	E-mail / Telefone
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Figura 69. Pessoas contatadas no fornecedor – Fonte: Autora

Critério de pontuação	
0	As afirmações não são atendidas.
2	As afirmações são atendidas com grandes restrições.
5	As afirmações são atendidas com restrições significativas.
7	As afirmações são atendidas com poucas restrições.
10	As afirmações são plenamente atendidas.
N.A.	Não Aplicável.

Figura 70. Critérios de Pontuação – Fonte: Autora

Após o tópico dos critérios, iniciam-se os requisitos do documento. O primeiro requisito é o de Pessoas, no qual busca-se avaliar a formação profissional dos funcionários que atuam na área. Isto inclui a formação técnica, superior, cursos na área de atuação, etc. (figura 71).

#	Item	Requisito
1	Pessoas	1.1 Formação Profissional (Avaliar a formação profissional, cursos da área de atuação, etc).
		1.2 Estrutura organizacional (Para que nível a Metrologia reporta).

Figura 71. Requisito Pessoas – Fonte: Autora

A organização deve determinar as competências necessárias para o pessoal que executa trabalhos que afetam a qualidade do produto. Devem ser mantidos registros apropriados da educação, treinamento, habilidades e experiência. Exemplos de questionamentos que devem ser respondidos nessa etapa:

- Qual a formação dos funcionários que atuam diretamente na qualidade do item entregue à empresa A?
- Quais os cursos que o metrologista do fornecedor tem no currículo? Muito importante o curso de GD&T (ASME, 1994) para que o metrologista saiba identificar todos os pontos no desenho de produto que afetam a medição do mesmo e utilizar a mesma linguagem da empresa A na leitura de desenhos técnicos.

Neste requisito também deve ser avaliado para que nível da empresa o setor de metrologia reporta (por exemplo, Suporte Industrial, Qualidade, R&D, etc.) A pontuação é maior para empresas que tiverem como responsável o setor de pesquisa e desenvolvimento, ou qualidade. Desta maneira, busca-se um maior respaldo técnico e de gestão para a metrologia.

O segundo requisito é o de infraestrutura (figura 72), tanto metrológica quanto da manufatura. No quesito infraestrutura da manufatura devem ser avaliados a utilização dos

sistemas de medição da manufatura, o seu estado de conservação, aplicação de 5S (MICHALSKA; SZEWIECZEK, 2007), uso do operador, etc.

2	Infraestrutura	2.1 Manufatura (Avaliar os sistemas de medição na manufatura). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.
		2.2 Metrológica (Estrutura de laboratório de Metrologia e/ou terceirizado/capacidade). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.
		2.3 Sistemas de TI (Avaliar a existência de um Backup para segurança de dados)

Figura 72. Requisito Infraestrutura – Fonte: Autora

Exemplos de questionamentos que devem ser respondidos nessa etapa:

- Questionar o operador sobre quais os instrumentos utilizados e como utilizar corretamente;
- Questionar ao operador sobre o que ele deve fazer ao encontrar uma cota fora do especificado, e qual o plano de ação nesses casos;
- Questionar os cuidados com os sistemas de medição;
- Questionar o operador sobre quais são as cotas críticas que devem ser atendidas.

Considera-se também a infraestrutura metrológica, avaliando-se a estrutura de laboratório de metrologia e/ou terceirizado, principalmente a capacidade do laboratório para a realização de medições:

- Laboratório Interno: Instalações de laboratório interno da organização devem ter um escopo definido, que inclui a sua capacidade para executar a inspeção requerida, testes ou serviços de calibração. O credenciamento para ISO/IEC 17025 pode ser usado para demonstrar que o laboratório do fornecedor está em conformidade para este requisito, mas não é obrigatório.
- Laboratório externo: Instalações de laboratórios comerciais externos independentes usados para inspeção, teste ou serviços de calibração pela organização. Deve ser definido um escopo de laboratório que inclui a capacidade para executar os requisitos de inspeção, teste ou calibração, e deve haver evidência que o laboratório externo é aceitável pelo cliente.

Exemplos de questionamentos que devem ser respondidos nesta etapa:

- Verificar se os instrumentos são adequados para as medições do componente. Deve-se avaliar, juntamente com o método de medição da peça, os possíveis instrumentos a serem utilizados;
- Verificar o plano de calibração dos instrumentos;
- Verificar a análise crítica dos instrumentos utilizados, após a calibração. Esse item é muito importante, pois caso o instrumento sofrer alguma avaria ou apresentar algum erro durante a utilização, deve-se verificar se produções anteriores foram afetadas;
- Verificar se a estrutura do laboratório é limpa, organizada e ergonômica.

O sistema de TI também deve ser analisado, avaliando-se a existência de um *backup* para a segurança de dados, que permita a recuperação de dados dos sistemas de medição.

No requisito 3 (Figura 73), que corresponde à documentação, deve-se avaliar o manual da qualidade, verificando o seu escopo, os procedimentos documentados estabelecidos para o sistema de gestão da qualidade, e a descrição da interação entre os processos do sistema de gestão da qualidade. Deve-se avaliar registros de itens em não-conformidade e, caso existam não-conformidades no produto, como elas são tratadas. Deve-se também verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de avaliação do sistema de gestão da qualidade.

3	Documentação	3.1 Manual Qualidade e Procedimentos (Informação documentada)
		3.2 Controle de Registros (Avaliar registros de itens em não conformidade, caso existam não conformidades no produto, como é realizada a tratativa).
		3.3 Atendimento a Normas adicionais (Verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de de avaliação do sistema de gestão da qualidade)
		3.4 Política de comunicação de alterações interna e externa (Atualização de desenhos)

Figura 73. Requisito Documentação – Fonte: Autora

Avalia-se também a política de comunicação de alterações interna e externa, conforme exemplificado abaixo:

- Internamente: A organização deve ter um processo para controlar e reagir a alterações que impactam na realização do produto tanto internamente quando externamente. Devem ser avaliados os efeitos de qualquer alteração (alterações em procedimentos internos, programas, desenhos, etc.).
- Externamente: Deve estar alinhada com as alterações de procedimentos e de desenhos do produto.

O quarto requisito é a qualidade, devendo-se verificar o controle dos sistemas de medição, R&R, terceirização de serviços, compatibilidade da resolução dos SM e a capacidade de desenvolvimento tecnológico, conforme mostrado a figura 74.

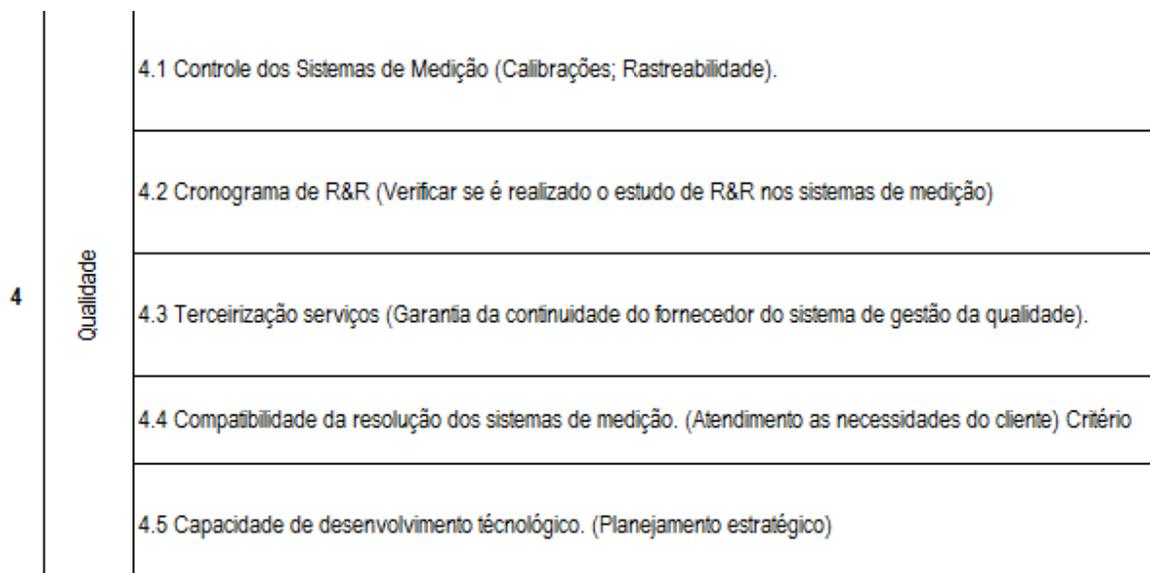


Figura 74. Requisito Qualidade – Fonte: Autora

- Controle dos Sistemas de Medição:

Quando for necessário assegurar resultados válidos, o dispositivo de medição deve ser:

- (a) calibrado ou verificado em intervalos especificados ou antes do uso, com padrões de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais. Quando esse padrão não existir, a base usada para calibração ou verificação deve ser registrada;
- (b) ajustado ou reajustado, como necessário;

- (c) identificado para possibilitar que a situação da calibração seja determinada;
- (d) protegido contra ajustes que invalidariam o resultado da medição,
- (e) protegido de dano e deterioração durante o manuseio, manutenção e armazenamento.

- Repetibilidade e Reprodutibilidade (R&R)

A análise do sistema de medição deve ser realizada com um cronograma definido, assim como as calibrações periódicas, sendo esse item de suma importância para validar a confiabilidade no sistema de medição.

- Terceirização de serviços

Deve-se garantir a continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade. Quando uma organização optar por adquirir externamente algum processo que afete a conformidade do produto em relação aos requisitos, a organização deve assegurar o controle desses processos.

- Compatibilidade da resolução dos sistemas de medição

É importante garantir a compatibilidade da resolução dos sistemas de medição, com as tolerâncias das grandezas especificadas no desenho.

- Capacidade de desenvolvimento tecnológico

Deve-se verificar se a empresa pode crescer tecnologicamente, investindo em novos recursos, visando atender com maior eficiência o cliente.

O requisito 5, mostrado na Figura 75, refere-se à necessidade de executar uma atividade que tem por objetivo a quantificação da garantia de um método de medição, mediante a medição de amostras de um mesmo material, em diferentes laboratórios (denominado “Interlab”). Inclui-se neste requisito a necessidade de avaliação quando houver casos críticos que precisam ser reavaliados, com o passar de um determinado período. Não é atribuída nota a este requisito e, sim, uma avaliação da necessidade da realização, selecionando-se “SIM” ou “NÃO”.

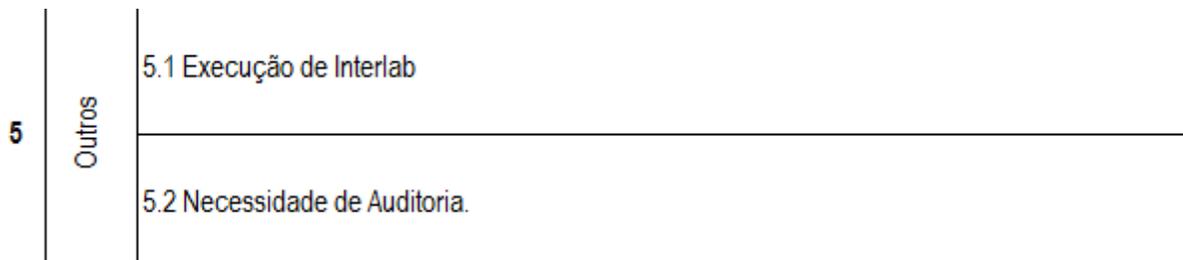


Figura 75. Requisito Outros – Fonte: Autora

Foi criado um documento de orientação, com o intuito de orientar o auditor, no momento da avaliação, sobre itens importantes a serem avaliados (Apêndice B). Este documento contém os detalhes de cada tópico do *checklist*.

O *checklist* já foi aplicado em 10 fornecedores, sendo seis no Brasil e quatro no exterior (Eslováquia e China). Estas avaliações serviram de base para o entendimento do que precisa ser verificado nos fornecedores para conseguir a confiabilidade metrológica. Em fornecedores do exterior essa avaliação é ainda mais importante, devido à dificuldade no alinhamento de procedimentos de medições via telefone ou vídeo conferência.

Abaixo são mostrados alguns exemplos de avaliações realizadas em fornecedores da empresa A.

Fornecedor de peças plásticas:

Fornecedor A:

O *checklist* foi aplicado no fornecedor A no âmbito do desenvolvimento de novos itens. Após a aplicação do *checklist* no fornecedor A, foram identificadas algumas oportunidades de melhoria (Tabela 6). Este fornecedor fica situado na mesma cidade da empresa A, o que facilita no quesito logística, pois o contato com o fornecedor é muito mais rápido e o seu representante pode ir pessoalmente na empresa A caso ocorra algum problema.

Foram identificados alguns pontos de atenção durante a avaliação como, por exemplo, a necessidade de treinamento em GD&T para um melhor entendimento dos desenhos da empresa A. Ocorreram algumas “interlabs” com esse fornecedor, por ele não entender adequadamente desenhos de peças da empresa A, e por não conseguir replicar a medição conforme definido nos desenhos. Os novos produtos estão sendo desenvolvidos com procedimento de medição criado pela empresa A e alinhado com o fornecedor.

Após a avaliação e compartilhamento do relatório, o fornecedor adquiriu uma mesa de desempenho e mesa de seno, conforme acordado em avaliação. Além disso, foram revisados todos os outros pontos do relatório e inserido o plano de ação com datas para implementação.

O resultado do fornecedor nessa avaliação foi aprovado com restrições, devido à necessidade de alguns pontos de melhoria citados no relatório. Um ponto crítico nesta avaliação foi a gestão de documentos, pois o fornecedor não avaliava os relatórios de calibração quando recebia o instrumento calibrado de um órgão acreditado. Outra questão na gestão de documentos é o fato do fornecedor não possuir manual de qualidade documentado para a fábrica em questão.

Fornecedor B:

O fornecedor B está situado no estado de São Paulo. O time da auditoria teve uma boa avaliação da estrutura do fornecedor, tanto na parte metrológica quanto na manufatura (Tabela 7). Ele possui um sistema de gestão bem documentado e eficaz. Quanto às pessoas, no laboratório todos têm conhecimento profundo da área de metrologia, e o procedimento de medição é padronizado. Recomenda-se atenção no quesito pessoas, especificamente em relação ao conhecimento do time em GD&T, sendo necessário que eles busquem aperfeiçoamento.

O fornecedor B nessa avaliação foi aprovado sem restrições. Isto reflete nas avaliações posteriores deste fornecedor, pois ele não tem histórico de problemas, e sua nota no programa de *Supplier Excellence* é elevada.

Tabela 6 – Resultado do *checklist* do fornecedor A – Fonte: Autora

#	Item	Requisito	Escore	Peso	PxE	Observações / Comentários
1	Pessoas	1.1 Formação Profissional (Avaliar a formação profissional, cursos da área de atuação, etc).	10	10,0%	1,00	Todos os documentos com relação a formação profissional, como cursos específicos em Metrologia ou cursos de formação técnica/superior, estão OK em uma pasta específica. Um item a ser avaliado, é a necessidade de uma pessoa pelo menos, fazer o curso de GD&T Geometric dimensioning and tolerancing, para o melhor entendimento dos desenhos.
		1.2 Estrutura organizacional (Para que nível a Metrologia reporta).	10	4,0%	0,40	A estrutura da Metrologia, reporta diretamente a qualidade da Empresa.
2	Infraestrutura	2.1 Manufatura (Avaliar os sistemas de medição na manufatura). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	10	6,0%	0,60	Todos os sistemas de medição avaliados estavam em excelentes condições, e utilizados por pessoas experientes, todas com curso inclusive específico em Metrologia. Não existem instrumentos para uso na manufatura, somente os técnicos em Metrologia utilizam os sistemas de medição.
		2.2 Metrológica (Estrutura de laboratório de Metrologia e/ou terceirizado/capacidade). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	7	8,0%	0,56	Estrutura esta OK para medições de plásticos, um item de questionamento foi o porque existe o controlador de temperatura na sala de medição, sendo que não existe temperatura ideal, e essa informação não é apresentada em relatórios. (Nota 7 pela falta de desempenho)
		2.3 Sistemas de TI (Avaliar a existência de um Backup para segurança de dados)	10	6,0%	0,60	Existe o sistema e é gerado o backup 1 vez ao dia.
3	Documentação	3.1 Manual Qualidade e Procedimentos	5	6,0%	0,30	Não existe um manual da qualidade específico da planta Joinville, é utilizado o manual de Caxias do Sul, no qual consta informações (EX: Auditorias Internas), que não são realizadas em Joinville.
		3.2 Controle de Registros (Avaliar registros de itens em não conformidade, caso existam não conformidades no produto, como é realizada a tratativa).	10	6,0%	0,60	Existe o controle de registros, e ele é alimentado via planilha do Excel.
		3.3 Atendimento a Normas adicionais (Verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de de avaliação do sistema de gestão da qualidade)	0	8,0%	0,00	A planta de Joinville da empresa não possui nenhuma norma referente aos sistemas de gestão da qualidade, porém, a matriz em Caxias do Sul possui ISO 9001 e ISO TS 16949.
		3.4 Política de comunicação de alterações interna e externa (Atualização de desenhos)	7	8,0%	0,56	A comunicação referente a atualização de desenhos, depende do Analista da qualidade receber por e-mail a informação e atualizar o desenho na pasta da Metrologia e na Manufatura.
4	Qualidade	4.1 Controle dos Sistemas de Medição (Calibrações; Rastreabilidade).	5	10,0%	0,50	Sistemas de medição são calibrados por um órgão acreditado ao Inmetro, porém, os mesmos não apresentam validação pelo fornecedor
		4.2 Cronograma de R&R (Verificar se é realizado o estudo de R&R nos sistemas de medição)	5	8,0%	0,40	Não tem cronograma definido de execução de R&R na empresa, porém, no último ano foi realizado um estudo de R&R nos sistemas de medição.
		4.3 Terceirização serviços (Garantia da continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade).	10	4,0%	0,40	Não realizam terceirização de serviços.
		4.4 Compatibilidade da resolução dos sistemas de medição.	7	6,0%	0,42	Não existe critério de aceitação pré-definido para cada tipo de sistema de medição.
		4.5 Capacidade de desenvolvimento tecnológico.	5	10,0%	0,50	Necessidade de compra de um Desempeno para realização de medições de peças plásticas, por ser um equipamento essencial em um lab. de metrologia. Aquisição de uma mesa de seno é de suma
#	Item	Requisito	Resultado		Observações / Comentários	
5	Outros	5.1 Execução de Interlab	SIM		Sempre que necessário para validar novo procedimento de medição e/ou novo produto.	
		5.2 Necessidade de Auditoria.	NÃO		É necessário que seja realizado um plano de ação por parte da Sulbrás, de forma a especificar as melhorias realizadas nos itens abortados na	

Tabela 7 – Resultado do *checklist* do fornecedor B – Fonte: Autora

#	Item	Requisite	Score	Weight	PxE	Notes / Comments
1	People	1.1 Professional Education (Evaluate the professional education, courses in area of operation, etc).	7	10,0%	0,70	Possuem 3 metrologistas, sendo um Engenheiro Mecânico e 2 com treinamento específico e curso de Eletrotécnico.
		1.2 Organizational structure (What level the Metrology reports to).	10	4,0%	0,40	Departamento Garantia da Qualidade
2	Infrastructure	2.1 Manufacture (Evaluate the measurement systems on manufacture). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	6,0%	0,60	Não possuem sistemas de medição na manufatura.
		2.2 Metrological (Metrology laboratory and/or third party structure/capacity). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	8,0%	0,80	Possue uma estrutura adequada a Laboratório de Metrologia.
		2.3 IT Systems (Evaluate the existence of a Backup for data safety)	10	6,0%	0,60	Backup eletrônico com 2 anos retroativos.
3	Documentation	3.1 Quality and Procedures Manual	10	6,0%	0,60	Possuem manual da qualidade.
		3.2 Registration Control (Evaluate registrations of non-compliant items, in case there are noncompliances in the product, as the dealings are performed).	5	6,0%	0,30	Possuem registros de anomalias.
		3.3 Attendance to additional norms (Check if the provider is certified by some evaluation norm from the quality management system)	N.A.	8,0%		Não possuem normas adicionais
		3.4 Internal and external changes communication policy (Drawing updates)	7	8,0%	0,56	Desenhos de produtos estão no sistema e o departamento de engenharia é responsável por disponibilizar ultima versão.
4	Quality	4.1 Measurement Systems Control (Calibrations; Traceability).	10	10,0%	1,00	Todos os equipamentos e instrumentos de medição estão calibrados.
		4.2 R&R Schedule (Check if R&R study is performed on measurement systems)	10	8,0%	0,80	Possuem teste de R&R
		4.3 Services outsourcing (Guarantee continuity from quality management system provider).	10	4,0%	0,40	Buscam empresas credenciadas para realização das calibrações.
		4.4 Measurement systems resolution compatibility.	10	6,0%	0,60	Similar aos equipamentos e instrumentos utilizados pela embraco.
		4.5 Technological development capacity.	10	10,0%	1,00	Possuem capacidade para investimentos em novas tecnologias.
5	Others	5.1 Interlab execution		SIM		Gerar confiabilidade.
		5.2 Auditing Necessity.		SIM		Em virtude de que a verificação inicial mostrou-se favorável não será necessário auditorias futuras.

Fornecedor C:

O fornecedor C foi avaliado durante uma viagem a outros fornecedores da Europa, com o objetivo de certifica-lo como fornecedor produtos para a empresa A.

Durante a aplicação do *checklist* foi identificado que o laboratório de metrologia da empresa não tinha um ambiente adequado. Além da desorganização do local, a temperatura e umidade não eram controladas, e não havia muitos sistemas de medição disponíveis. Quanto à documentação, o fornecedor não tem manual da qualidade, bem como não segue requisitos

básicos da norma ISO 9001. São efetuados alguns procedimentos na área da qualidade, mas eles necessitam de melhorias.

Quanto às pessoas, o time do laboratório não tem conhecimento em GD&T e não houve comprometimento do fornecedor em realizar o treinamento.

Recomenda-se as seguintes melhorias: (a) melhorar o sistema de refrigeração da sala de Metrologia; (b) proporcionar treinamento para os metrologistas no software dos equipamentos de medição (3D óptica); (c) deve-se ter cuidado com equipamentos e instrumentos de medição; (d) realizar *backup* do sistema.

Em resumo, o fornecedor C não atendeu os requisitos durante a certificação, e não houve desenvolvimento de itens com este fornecedor (Tabela 8).

Fornecedor D:

O fornecedor D localiza-se na China, e a aplicação do *checklist* foi durante o desenvolvimento do fornecedor. Durante a visita ao fornecedor foram pontuadas várias oportunidades de melhoria da estrutura do laboratório e outros pontos importantes. O resultado da primeira avaliação não foi satisfatório, e a recomendação do metrologista foi não desenvolver o fornecedor.

Entretanto, uma vez que este fornecedor realizou todas as adequações sugeridas pelo metrologista na primeira visita, então decidiu-se pelo desenvolvimento do mesmo. Não houve oportunidade de realizar uma segunda avaliação devido à distância do fornecedor. Porém, o fornecedor enviou evidências de todas as melhorias e os resultados de qualidade das peças recebidas foram satisfatórios (Tabela 9).

Fornecedor de peças eletrônicas:

Fornecedor E:

O fornecedor E (Tabela 10) foi avaliado por um time da área de *Procurement*, durante uma visita para identificar possíveis novos fornecedores para a empresa A.

A nota que este fornecedor alcançou pelo *checklist* foi 6, significando que este fornecedor seria aprovado com restrição. Porém, devido a problemas comerciais durante a certificação do fornecedor, o mesmo não foi aprovado e, portanto, não houve o desenvolvimento de itens.

Tabela 8 – Resultado do *checklist* do fornecedor C – Fonte: Autora

1	People	1.1 Professional Education (Evaluate the professional education, courses in area of operation, etc).	7	10,0%	0,70	1 engenheiro mecânico(Lider) e 3 metrologistas com nível similar 2° grau.
		1.2 Organizational structure (What level the Metrology reports to).	10	4,0%	0,40	Gerente geral da planta
2	Infrastructure	2.1 Manufacture (Evaluate the measurement systems on manufacture). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	N.A.	6,0%		Não possuem sistemas de medição ou instrumentos na manufatura.
		2.2 Metrological (Metrology laboratory and/or third party structure/capacity). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	7	8,0%	0,56	Temperatura não é controlada. Possuem sistemas de medição como - Mesa medição, paquímetros, relógios e projetor de perfil.
		2.3 IT Systems (Evaluate the existence of a Backup for data safety)	5	6,0%	0,30	Possui backup do sistema, porem não foi possível evidenciar.
3	Documentation	3.1 Quality and Procedures Manual	0	6,0%	0,00	Não possuem.
		3.2 Registration Control (Evaluate registrations of non-compliant items, in case there are noncompliances in the product, as the dealings are performed).	5	6,0%	0,30	Possui procedimento escrito quanto a tratativa de não conformidades, porém requer revisão e melhoras.
		3.3 Attendance to additional norms (Check if the provider is certified by some evaluation norm from the quality management system)	N.A.	8,0%		Não possuem.
		3.4 Internal and external changes communication policy (Drawing updates)	7	8,0%	0,56	Setor de engenharia responsável pelas atualizações.
4	Quality	4.1 Measurement Systems Control (Calibrations; Traceability).	7	10,0%	0,70	Instrumentos com selo de calibração, laboratório de calibração externo certificado.
		4.2 R&R Schedule (Check if R&R study is performed on measurement systems)	0	8,0%	0,00	Não possuem.
		4.3 Services outsourcing (Guarantee continuity from quality management system provider).	N.A.	4,0%		Não possui serviços terceirizados.
		4.4 Measurement systems resolution compatibility.	5	6,0%	0,30	Não possui projetor de perfil ou equipamento ótico de medição.
		4.5 Technological development capacity.	7	10,0%	0,70	De acordo com a visita realizada no mês 09/2014 será avaliado os aspectos técnicos do projetor de perfil para controle dimensional e existe a possibilidade de aquisição de uma 3D optica.
#	Item	Requisite	Result			
5	Others	5.1 Interlab execution	Sim			Obter confiabilidade metrológica.
		5.2 Auditing Necessity.	Sim			Verificar certificações e calibrações dos equipamentos implantados após visita técnica.

Tabela 9 – Resultado do *checklist* do fornecedor D – Fonte: Autora

#	Item	Requisite	Score	Weight	PxE	Notes / Comments
1	People	1.1 Professional Education (Evaluate the professional education, courses in area of operation, etc).	5	10,0%	0,50	Possuem 5 pessoas no laboratório, destas, 1 com 4 anos de experiencia e os outros 4 em treinamento. Todos possuem colegial normal, equivalente ao 2º grau no Brasil. Todos possuem curso de leitura e interpretação de desenho.
		1.2 Organizational structure (What level the Metrology reports to).	10	4,0%	0,40	Mould Manager - Similar gestor da qualidade no Brasil
2	Infrastructure	2.1 Manufacture (Evaluate the measurement systems on manufacture). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	6,0%	0,60	Não possuem sistemas de medição na manufatura, porem tem um sistema de controle bem elaborado identificado como IPQC, que desmembra-se em QE (Operador), SIP(Inspeção) e SOP(Metrologia e Inspeção final)
		2.2 Metrological (Metrology laboratory and/or third party structure/capacity). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	8,0%	0,80	Mantém o laboratório dentro das normas.
		2.3 IT Systems (Evaluate the existence of a Backup for data safety)	7	6,0%	0,42	Possuem sistema de backup dos dados porém não foi evidenciado.
3	Documentation	3.1 Quality and Procdedures Manual	7	6,0%	0,42	Manual da qualidade.
		3.2 Registration Control (Evaluate registrations of non-compliant items, in case there are noncompliances in the product, as the dealings are performed).	7	6,0%	0,42	Possuem sistema robusto de controle de anomalias, local de armazenagem de componentes não conforme, sistema de identificação de lotes produzidos, rastreabilidade. Carimbo de controle de qualidade em cada caixa que sai das máquinas.
		3.3 Attendance to additional norms (Check if the provider is certified by some evaluation norm from the quality management system)	2	8,0%	0,16	Não possuem normas adicionais
		3.4 Internal and external changes communication policy (Drawing updates)	7	8,0%	0,56	ECN - Engenering Centring Procedure Notice
4	Quality	4.1 Measurement Systems Control (Calibrations; Traceability).	10	10,0%	1,00	Todos os sistemas de medição apresentam selos de calibração.
		4.2 R&R Schedule (Check if R&R study is performed on measurement systems)	7	8,0%	0,56	Possuem, em execução.
		4.3 Services outsourcing (Guarantee continuity from quality management system provider).	10	4,0%	0,40	Não terceirizam medições.
		4.4 Measurement systems resolution compatibility.	10	6,0%	0,60	Atende: 3D óptica, CMM, Traçador de alturas e paquímetros
		4.5 Technological development capacity.	10	10,0%	1,00	
#	Item	Requisite	Result		Notes / Comments	
5	Others	5.1 Interlab execution	SIM		Gerar confiabilidade.	
		5.2 Auditing Necessity.	SIM		Devido recomendações de melhorias no Laboratório, calibração dos instrumentos e equipamentos e controle de temperatura e umidade.	

Tabela 10 – Resultado do *checklist* do fornecedor E – Fonte: Autora

#	Item	Requisite	Score	Weight	PxE	Notes / Comments
1	People	1.1 Professional Education (Evaluate the professional education, courses in area of operation, etc).	7	10,0%	0,70	Possuem 4 metrologistas dedicados a medição de peças plásticas. Uma das quais com similaridade nível técnico no Brasil, as demais com nível similar segundo grau. Possuem treinamento específico nos equipamentos de medição(3D óptica), e instrumentos universais.
		1.2 Organizational structure (What level the Metrology reports to).	7	4,0%	0,28	A metrologia possui uma pessoa responsável que responde diretamente ao gerente da qualidade, e este para o general manager(similar gestor).
2	Infrastructure	2.1 Manufacture (Evaluate the measurement systems on manufacture). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	N.A.	6,0%		Não possui sistemas de medição na manufatura.
		2.2 Metrological (Metrology laboratory and/or third party structure/capacity). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	8,0%	0,80	Temperatura em $20 \pm 1^\circ \text{C}$ estável. Sala ampla e bem iluminada.
		2.3 IT Systems (Evaluate the existence of a Backup for data safety)	0	6,0%	0,00	Os dados são mantidos apenas no sistema interno do Laboratório.
3	Documentation	3.1 Quality and Procedures Manual	0	6,0%	0,00	Não possui manual
		3.2 Registration Control (Evaluate registrations of non-compliant items, in case there are noncompliances in the product, as the dealings are performed).	7	6,0%	0,42	Possuem sistema de identificação de anomalias identificando problemas com qualidade, com quadro indicativo junto ao processo produtivo. Os registros de não conformidades são os relatórios dimensionais emitidos pelo laboratório de metrologia.
		3.3 Attendance to additional norms (Check if the provider is certified by some evaluation norm from the quality management system)	5	8,0%	0,40	Tem procedimento, porém não está claro qual sera a tratativa de peças que apresentam desvios.
		3.4 Internal and external changes communication policy (Drawing updates)	5	8,0%	0,40	Nesta questão todos os desenhos de produto são de responsabilidade da Engenharia, que disponibiliza a ultima versão.
4	Quality	4.1 Measurement Systems Control (Calibrations; Traceability).	2	10,0%	0,20	Encontrado instrumentos sem o selo de calibração e em uso no Laboratório de Metrologia.
		4.2 R&R Schedule (Check if R&R study is performed on measurement systems)	5	8,0%	0,40	O material apresentado referente a R&R não foi suficiente para evidenciar que os sistemas de medição de forma geral contemplam as devidas avaliações. Falta sistema de gerenciamento destas atividades
		4.3 Services outsourcing (Guarantee continuity from quality management system provider).	10	4,0%	0,40	Não possui serviços de terceirização.
		4.4 Measurement systems resolution compatibility.	10	6,0%	0,60	Resolução dos equipamentos de acordo.
		4.5 Technological development capacity.	10	10,0%	1,00	Posui capacidade de desenvolvimento tecnológico.
#	Item	Requisite	Result			
5	Others	5.1 Interlab execution	SIM			
		5.2 Auditing Necessity.	SIM			

Fornecedor F:

O fornecedor F é entrega produtos há alguns anos na empresa A. Porém, devido a alguns problemas de qualidade, foi necessária a recertificação do mesmo.

Vários pontos de melhoria foram evidenciados durante a aplicação do *checklist*, dentre elas cita-se o gerenciamento de documentos do fornecedor. Na área de quarentena foram identificadas várias caixas com diversos tipos e modelos de componentes empilhados em frente à porta de acesso, com risco de mistura de peças. No item 4 do *checklist* foi evidenciado um

dispositivo de medição sem cadastro no sistema e sem calibração, o qual era utilizado para medições importantes do produto (Tabela 11).

O fornecedor nessa auditoria foi aprovado com restrições, e foram identificados alguns pontos de melhoria, conforme registrado no campo observação do relatório: (a) melhorar a identificação e a organização dos componentes não-conformes nas áreas de segregação, e (b) verificar existência de sistemas de medição e padrões sem calibração em todo processo.

Fornecedor de peças usinadas:

Fornecedor G:

O fornecedor G fabrica diversos modelos para a empresa A, e o *checklist* foi aplicado em uma visita de rotina de qualidade. O fornecedor G foi aprovado sem restrições nessa auditoria, sendo a melhor pontuação alcançada utilizando este documento (Tabela 12). Este fornecedor tem um ótimo gerenciamento da rotina e tem desempenho muito bom em qualidade. Isso se reflete nas avaliações mensais, em que sempre está entre os fornecedores com melhor avaliação em qualidade.

O único ponto levantado durante a aplicação do *checklist* referiu-se à descrição de cargo dos metrologistas: foi solicitada a inclusão do curso de GD&T na descrição de cargo, para quando houver novas contratações seja realizado o curso conforme programado. Os funcionários que trabalham atualmente no laboratório já tem essa certificação.

Tabela 11 – Resultado do *checklist* do fornecedor F – Fonte: Autora

1	People	1.1 Professional Education (Evaluate the professional education, courses in area of operation, etc).	5	10,0%	0,50	Matriz de habilidades para equipamentos do laboratório de Metrologia. Definido pelo perfil do funcionário, se o mesmo possui habilidade para configurar, programar, treinar e dar suporte em equipamentos de medição do Laboratório, mediante treinamentos e avaliações individuais anuais.
		1.2 Organizational structure (What level the Metrology reports to).	10	4,0%	0,40	Responde diretamente ao gerente da qualidade, e este para o diretor da empresa.
2	Infrastructure	2.1 Manufacture (Evaluate the measurement systems on manufacture). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	6,0%	0,60	Dispositivos de controle apresentam ótimo estado de conservação, estão dispostos em bancadas próximas ao posto de trabalho, em local de fácil acesso e visualização.
		2.2 Metrological (Metrology laboratory and/or third party structure/capacity). Structure is illuminated, clean, organized and ergonomic, so as to not induce the operators to measurement errors.	10	8,0%	0,80	Sala climatizada (20° ± 2° C), dentro da ferramentaria (Climatizada).
		2.3 IT Systems (Evaluate the existence of a Backup for data safety)	10	6,0%	0,60	Backup diário do sistema. Backup mensal de sistema e dados. Mantem os dados de backup por tempo superior ao exigido em norma.
3	Documentation	3.1 Quality and Procedures Manual	10	6,0%	0,60	Evidenciado existência de manual da qualidade interna e de fornecedores, como também todos os procedimentos referentes ao desenvolvimento, implantação e fabricação.
		3.2 Registration Control (Evaluate registrations of non-compliant items, in case there are noncompliances in the product, as the dealings are performed).	2	6,0%	0,12	Possuem sistema para registros de não conformidades, fichas de controle de bloqueio para segregação de lotes de peças, área para quarentena dos componentes que apresentam não conformidades. No evidenciamento da área para quarentena foi detectado que existem várias caixas com diversos tipos e modelos de componentes empilhados na frente da porta de acesso, podendo desta forma modelos serem misturados, guia de bloqueio ser trocada ou perdida.
		3.3 Attendance to additional norms (Check if the provider is certified by some evaluation norm from the quality management system)	7	8,0%	0,56	Atende as normas internas de seus clientes.
		3.4 Internal and external changes communication policy (Drawing updates)	7	8,0%	0,56	Software de controle de alterações LN. Através de solicitação de modificação, altera-se o plano de controle, identifica-se os setores envolvidos e ocorre a substituição da documentação. Toda documentação requer assinatura das pessoas diretamente envolvidas.
4	Quality	4.1 Measurement Systems Control (Calibrations; Traceability).	0	10,0%	0,00	Evidenciado padrão de dispositivo de controle junto a manufatura que não contemplava cadastro no sistema e por consequência sem calibração, porém em uso normal.
		4.2 R&R Schedule (Check if R&R study is performed on measurement systems)	7	8,0%	0,56	Evidenciado existência de R&R para sistemas de medição.
		4.3 Services outsourcing (Guarantee continuity from quality management system provider).	10	4,0%	0,40	Laboratório externo de calibração dos sistemas de medição AFERITEC, com certificação do INMETRO.
		4.4 Measurement systems resolution compatibility.	10	6,0%	0,60	Sistemas de medição compatíveis com os da Embraco.
		4.5 Technological development capacity.	10	10,0%	1,00	No último ano ocorreu a compra de uma CMM da ZEISS com software calipso.
#	Item	Requisite	Result		Notes / Comments	
5	Others	5.1 Interlab execution	SIM		Necessário para gerar acreditação.	
		5.2 Auditing Necessity.	SIM		Em função da área de descarte estar desorganizada e da evidência de padrão de dispositivo de controle ter sido encontrado sem cadastro e calibração.	

Fornecedor de artefatos de borracha:

Fornecedor H:

O fornecedor H entrega produtos na empresa A há algum tempo, e o motivo da avaliação foi o desenvolvimento de novos itens com esse fornecedor e a proximidade do mesmo com a empresa A.

O fornecedor H foi aprovado sem restrições nessa auditoria, alcançando uma avaliação muito boa das alterações de desenhos dos produtos da empresa A (Tabela 13). Foi realizada uma análise crítica de cada desenho, e essas análises foram documentadas. Os critérios de aceitação foram bem definidos para os sistemas de medição.

Os procedimentos de medição são bem documentados, e a estrutura do laboratório e da fábrica é limpa e adequada.

O fornecedor é certificado pela ISSO 9001 (conforme o documento de avaliação de fornecedores, fornecedores certificados pela ISO 9001 recebem nota 5 neste quesito. Caso seja certificado pela TS 16949 ou ISO/IEC 17025, o fornecedor recebe pontuação superior).

Algumas recomendações de melhorias foram passadas ao fornecedor, tais como: (a) necessidade de realizar a inserção do curso de GD&T no cargo de metrologista. Este curso é de suma importância para o bom entendimento dos desenhos da empresa A; (b) realização da validação do certificado de uma máquina em utilização.

Tabela 12 – Resultado do *checklist* do fornecedor G – Fonte: Autora

#	Item	Requisito	Escore	Peso	PxE	Observações / Comentários
1	Pessoas	1.1 Formação Profissional (Avaliar a formação profissional, cursos da área de atuação, etc).	7	10,0%	0,70	Importante inserir na descrição do cargo de Metrologista 3D o curso de GD&T.
		1.2 Estrutura organizacional (Para que nível a Metrologia reporta).	10	4,0%	0,40	Metrologia reporta diretamente à Qualidade da empresa.
2	Infraestrutura	2.1 Manufatura (Avaliar os sistemas de medição na manufatura). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	10	6,0%	0,60	Estrutura da manufatura é organizada, os sistemas de medição são utilizados de forma consciente pelos operadores.
		2.2 Metrológica (Estrutura de laboratório de Metrologia e/ou terceirizado/capacidade). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	10	8,0%	0,80	Estrutura é limpa e organizada. Só operadores qualificados operam as máquinas de medição de formas e posição.
		2.3 Sistemas de TI (Avaliar a existência de um Backup para segurança de dados)	10	6,0%	0,60	Backup é realizado diariamente em todo o sistema da empresa.
3	Documentação	3.1 Manual Qualidade e Procedimentos	10	6,0%	0,60	Manual da qualidade bem documentado, e posicionado em forma de texto visível a todos da empresa. Procedimentos internos e instruções de trabalho bem documentados e utilizados de forma confiável.
		3.2 Controle de Registros (Avaliar registros de itens em não conformidade, caso existam não conformidades no produto, como é realizada a tratativa).	10	6,0%	0,60	Toda não conformidade é evidenciada pelo sistema SIR (Sistema integrado), de forma eficaz.
		3.3 Atendimento a Normas adicionais (Verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de avaliação do sistema de gestão da qualidade)	10	8,0%	0,80	Atendimento a norma ISO 9001 e ISO TS 16949. Seguem procedimentos da ISO/IEC 17025, mas não são certificados.
		3.4 Política de comunicação de alterações interna e externa (Atualização de desenhos)	10	8,0%	0,80	Toda alteração técnica é evidenciada via sistema, envolvendo todos os pontos do processo que podem ser impactados com a mudança.
4	Qualidade	4.1 Controle dos Sistemas de Medição (Calibrações; Rastreabilidade).	10	10,0%	1,00	Os sistemas de medição são calibrados periodicamente por laboratórios externos credenciados e também laboratório interno rastreado. A Rastreabilidade dos padrões esta dentro do esperado.
		4.2 Cronograma de R&R (Verificar se é realizado o estudo de R&R nos sistemas de medição)	10	8,0%	0,80	Realizado R&R nos sistemas de medição específicos de 2 em 2 anos.
		4.3 Terceirização serviços (Garantia da continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade).	10	4,0%	0,40	Não realizada serviços de medição por terceiros. Toda a medição é realizada na própria empresa, quando necessário é realizado Interlab apenas para garantir resultados.
		4.4 Compatibilidade da resolução dos sistemas de medição.	10	6,0%	0,60	Instrumentos compatíveis com a necessidade da Embraco. Boa forma de organização da compatibilidade dos sistemas de medição utilizados
		4.5 Capacidade de desenvolvimento tecnológico.	10	10,0%	1,00	Existe sim capacidade de desenvolvimento tecnológico, são abertos a realizar aquisição de equipamentos quando necessário.
#	Item	Requisito	Resultado		Observações / Comentários	
5	Outros	5.1 Execução de Interlab	SIM		Sempre que necessário para validar novo procedimento de medição e/ou novo produto.	
		5.2 Necessidade de Auditoria.	NÃO		Não há necessidade da empresa ser auditada pela Metrologia novamete se o processo se manter da forma que se encontra.	

Tabela 13 – Resultado do *checklist* do fornecedor H – Fonte: Autora

1	Pessoas	1.1 Formação Profissional (Avaliar a formação profissional, cursos da área de atuação, etc).	7	10,0%	0,70	Necessidade de curso de GD&T;
		1.2 Estrutura organizacional (Para que nível a Metrologia reporta).	10	4,0%	0,40	Metrologia reporta para a qualidade.
2	Infraestrutura	2.1 Manufatura (Avaliar os sistemas de medição na manufatura). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	10	6,0%	0,60	Estrutura da manufatura é organizada, os sistemas de medição críticos são utilizados em salas climatizadas. (Relógios comparadores para medição da espessura da junta e os sistemas de medição do laboratório).
		2.2 Metrológica (Estrutura de laboratório de Metrologia e/ou terceirizado/capacidade). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	10	8,0%	0,80	Estrutura do laboratório é iluminada, limpa e para medição de borracha e juntas de papelão hidráulico a estrutura é adequada. A temperatura é controlada entre 20 - 24°C. Tudo evidenciado 2x por turno em uma planilha. Quando a temperatura sai do conforme, as peças são estabilizadas por 12 horas novamente.
		2.3 Sistemas de TI (Avaliar a existência de um Backup para segurança de dados)	10	6,0%	0,60	Realizado o backup diariamente, conforme procedimento interno ITCP-012.
3	Documentação	3.1 Manual Qualidade e Procedimentos	10	6,0%	0,60	Verificados procedimentos internos do laboratório, muito bem organizado.
		3.2 Controle de Registros (Avaliar registros de itens em não conformidade, caso existam não conformidades no produto, como é realizada a tratativa).	10	6,0%	0,60	Todas as não conformidades que são evidenciadas são documentadas e tomadas ações de verificação em lotes anteriores a não conformidade.
		3.3 Atendimento a Normas adicionais (Verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de de avaliação do sistema de gestão da qualidade)	5	8,0%	0,40	Fornecedor é certificado pela 9001. (Conforme o nosso documento de avaliação de fornecedores, fornecedores certificados pela 9001 recebem nota 5 neste quesito. Caso seja certificado pela TS 16949 ou ISO/IEC 17025, o fornecedor recebe pontuação superior)
		3.4 Política de comunicação de alterações interna e externa (Atualização de desenhos)	10	8,0%	0,80	É realizada uma análise crítica quando um desenho da Embraco é alterado, com eficiência.
		4.1 Controle dos Sistemas de Medição (Calibrações; Rastreabilidade).	7	10,0%	0,70	Calibrações de padrões são feitas em laboratórios acreditados, alguns instrumentos de medição convencional são calibrados por laboratório não acreditado, mas contra padrões rastreados.
4	Qualidade	4.2 Cronograma de R&R (Verificar se é realizado o estudo de R&R nos sistemas de medição)	10	8,0%	0,80	Realizado o R&R de cada equipamento 1 vez ao ano, com a medição de duas pessoas, conforme planilha do Certi.
		4.3 Terceirização serviços (Garantia da continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade).	10	4,0%	0,40	Única terceirização de serviços que é realizada, e a de medição de rugosidade do tampão de borracha. Que o laboratório de metrologia da Embraco que realiza o serviço.
		4.4 Compatibilidade da resolução dos sistemas de medição.	10	6,0%	0,60	Existe uma planilha na qual os sistemas de medição são alocados nas áreas conforme o seu erro máximo admissível.
		4.5 Capacidade de desenvolvimento tecnológico.	7	10,0%	0,70	Existe sim capacidade de desenvolvimento tecnológico, são abertos a realizar aquisição de equipamentos quando necessário. Um item apontado de desenvolvimento é o curso de GD&T para os metrologistas.
#	Item	Requisito	Resultado			Observações / Comentários
5	Outros	5.1 Execução de Interfab	SIM			Sempre que necessário para validar novo procedimento de medição e/ou novo produto.
		5.2 Necessidade de Auditoria.	NÃO			

5. CONCLUSÕES

Com o foco na diminuição do custo da operação e do produto, o desenvolvimento de item em fornecedores tem papel fundamental para que as empresas possam continuar fornecendo ao consumidor produtos com qualidade e baixo custo. Para que isso ocorra, é necessário um maior envolvimento das áreas durante a certificação para captar *inputs* e auxiliar no desenvolvimento para que não ocorram retrabalhos desnecessários e desperdício de tempo alocação de recursos durante os projetos.

A revisão bibliográfica mostrou que o conhecimento da estrutura metrológica do fornecedor é muito importante para a competitividade das empresas. Com a qualidade assegurada do fornecimento, as empresas reduzem custos de projeto e melhoram a qualidade do item.

O laboratório de metrologia da empresa A era um setor focado em atividades de rotina, como medições da rotina de fábrica, calibrações, medições de produtos em desenvolvimento, etc. Porém, havia um conhecimento no laboratório de metrologia que foi identificado como muito importante durante a fase de desenvolvimento de produto. Esse conhecimento consiste em determinar o que avaliar em um fornecedor para que envie peças com qualidade, o entendimento do que o fornecedor é capaz de medir e como deve medir.

Para organizar esse envolvimento do time da metrologia, durante o processo de certificação de fornecedores, foi necessário criar um fluxo de trabalho visando evitar vários problemas de qualidade relatados após a certificação dos itens, de maneira a garantir a qualidade dos fornecedores na fonte.

O fluxo tem como objetivo organizar a etapa de desenvolvimento de item em fornecedores, com foco em avaliação do fornecedor, sob olhar da metrologia, buscando uma visão mais focada nas oportunidades de melhoria na manufatura e laboratório dos fornecedores. Esta visão não existia anteriormente, pois a área que efetuava todo o desenvolvimento não era focada neste ponto.

Durante o desenvolvimento do fluxo verificou-se a necessidade de criação de um formato simples de avaliação de fornecedores, de maneira que a área de *Procurement* estivesse apta a utilizar, uma vez que não é estratégico para a empresa que apenas o metrologista consiga realizar a avaliação. O procedimento deve ser disseminado por todos que tem contato com o fornecedor.

Foi desenvolvido então um *checklist* de avaliação de fornecedores com relação a aspectos metrológicos. Este *checklist* foi aplicado em diversos fornecedores tanto no Brasil quanto no exterior, tendo como resultado uma melhora no conhecimento de como é a organização, equipamentos e procedimentos dos fornecedores. Além disso, com a aplicação do *checklist* foram identificadas diversas oportunidades de melhoria que foram relatadas nos exemplos citados neste trabalho.

Outro ponto avaliado no processo de desenvolvimento de item em fornecedores foi a dificuldade na replicação das medições entre o fornecedor e a empresa A. Ocorriam diversos retrabalhos durante a certificação, que eram originados de medições feitas de forma errônea, sem o alinhamento prévio entre os laboratórios. Esse desalinhamento ocorria por diferentes motivos como, por exemplo, os desenhos com mais de uma interpretação ou o desconhecimento do fornecedor quanto à interpretação de desenhos.

No mesmo fluxo criado para a melhoria do processo de avaliação de fornecedores foram inseridas etapas focadas no alinhamento dos procedimentos de medição e estudo de MSA.

O alinhamento do procedimento de medição entre a empresa A e o fornecedor foi um ponto de dificuldade neste trabalho devido à demora na criação dos procedimentos, bem como a identificação de qual seria o melhor local no fluxo para desenvolver os procedimentos de medição. Mesmo sendo de suma importância a aplicação do procedimento proposto, ele não poderia resultar no aumento do prazo da certificação. Nesse contexto, identificou-se o melhor ponto do fluxo, que ocorre durante o alinhamento e construção do ferramental e, nesse caso, o prazo de certificação não foi aumentado, além de resultar na melhora significativa da qualidade do produto.

Foram alcançados bons resultados de qualidade decorrentes da aplicação do método proposto nos fornecedores que foram avaliados e em projetos novos. Comparando-se a época em que o procedimento não existia e atualmente, a quantidade de reclamações diminuiu e a certificação está sendo efetuada com mais agilidade e confiabilidade. Vários fornecedores que estavam em situação de risco melhoraram a sua pontuação no *supplier excellence*, e itens considerados críticos não apresentaram mais problemas de qualidade.

Com o maior envolvimento do setor de metrologia nos projetos da empresa A, a área de metrologia e a opinião dos especialistas passaram a ter maior importância no desenvolvimento de novos projetos.

Como sugestões para trabalhos futuros tem-se:

(a) aplicação do *checklist* em fornecedores de outras empresas para avaliar o quanto eles atendem os requisitos propostos no presente trabalho;

(b) realizar um trabalho similar com foco em outras empresas cliente para avaliar os resultados atingidos com a utilização da metodologia proposta neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR ISO 14001. Sistemas de gestão ambiental – especificação e diretrizes para uso.** Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.

ABNT. **NBR ISO/IEC 17025:** Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibração. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 2017.

AL-KILIDAR, H., COX, K., KITCHENHAM, B. **The use and usefulness of the ISO/IEC 9126 quality standard.** In: 2005 International Symposium on Empirical Software Engineering (pp. 7-pp), 2005.

ALVAREZ, M.P., QUEIROZ, A.A. **Aproximações dos laços de parcerias entre fornecedor-cliente na cadeia de suprimentos como fonte de competitividade.** XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto. 2003.

ANCHINI, R., DI LEO, G., LIGUORI, C., PAOLILLO, A. **Metrological characterization of a vision-based measurement system for the online inspection of automotive rubber profile.** IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. v. 58, no. 1, 4-13, 2008.

ARAÚJO, E.B. de. **A organização da função garantia da qualidade e o papel da metrologia.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

ASME. **Dimensioning and tolerancing, ASME Y14.5M-1994.** New York: American Society of Mechanical Engineers, 1994.

BECKERT, S.F., PAIM, W.S. **Critical analysis of the acceptance criteria used in measurement systems evaluation.** International Journal of Metrology and Quality Engineering. v. 8, no. 23, 2017.

BEHRENS, B.A., WILDE, I., HOFFMANN, M. **Complaint management using the extended 8D-method along the automotive supply chain.** Production Engineering. v. 1, no. 1, 91-95, 2007.

BERTAGLIA, P.R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento.** São Paulo: Saraiva, 2006.

BEVILACQUA, M., CIARAPICA, F.E., GIACCHETTA, G., MARCHETTI, B. **Overview on the application of ISO/TS 16949: 2009, in a worldwide leader company in the production of stainless steel tubes for automotive exhaust systems.** International Journal of Productivity and Quality Management. v. 7, no. 4, 410-439, 2011.

BOOKER, J.D., SWIFT, K.G., BROWN, N.J. **Designing for assembly quality: strategies, guidelines and techniques.** Journal of Engineering Design. v. 16, no. 3, 279-295, 2005.

BVQI, **Avaliação e Qualificação de Fornecedores do Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001:2000.** Elaborado pelo departamento de cursos de SCS – Bureau Veritas do Brasil. – Revisão 3 de setembro, 2002.

CAMPOS, V. F.. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês.** 8a ed. Nova Lima: INDG. 2004.

CHAN, F.T., KUMAR, N. **Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach.** Omega, v. 35, no. 4, 417-431, 2007.

CHRISTOPHER, M., RYALS, L. **Supply chain strategy: its impact on shareholder value.** The International Journal of Logistics Management, v. 10, no. 1, 1-10, 1999.

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry.** Boston, MA, Harvard Business School Press, 1991.

CÓDIGO de **Proteção e Defesa do Consumidor**. - Lei N° 8.078, de 11 de setembro de 1990. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078.htm>. Acesso em: 19/12/2017.

CODINHOTO, R.. **Diretrizes para o Planejamento e Controle Integrado dos Processos de Projeto e Produção na Construção Civil**. 2003, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CROSBY, P.B. **Qualidade: Falando Sério**. São Paulo : MacGraw-Hill, 1990.

CURKOVIC, S., VICKERY, S.K., DROGE, C. **Quality and business performance: An empirical study of first-tier automotive suppliers**. Quality Management Journal. v. 6, no. 2, 29-40, 1999.

DAVIS, E.R. **Total quality management for home care**. Jones & Bartlett Learning, 1994.

DUTSCHKE, W. **Fertigungsmesstechnik**. 3a. Ed. Stuttgart: B.G. Teuber, 1996.

EL MOKADEM, M. **ISO 9000 moderation role over supply chain alignment in manufacturing context**. Journal of Manufacturing Technology Management. v. 27, no. 3, 338-363, 2016.

EPPINGER, S.D. **A planning method for integration of large-scale engineering systems**, Em: International Conference on Engineering Design (ICED 97) Tampere, Finlândia, August 19-21, 1997.

FERNANDES, W.D., NETO, P.L., DA SILVA, J.R. **Metrologia e qualidade, sua importância como fatores de competitividade nos processos produtivos**. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, 2009.

FERRER, A., AGUADO, D., VIDAL-PUIG, S., PRATS, J.M., ZARZO, M. **PLS: A versatile tool for industrial process improvement and optimization.** Applied Stochastic Models in Business and Industry. v. 24, no. 6, 551-567, 2008.

FOCEM – **Manual de treinamento MSA.** (2013).

http://www.abdi.com.br/Acao%20Documento%20Legislacao/Apostila%20MSA_PORTUGU%C3%8AS.pdf – Acesso em: 23/03/2018.

GUNASEKARAN, A., NGAI, E.W. **Build-to-order supply chain management: a literature review and framework for development.** Journal of Operations Management. v. 23, no. 5, 423-451, 2005.

HANDFIELD, R.B., KRAUSE, D.R., SCANNELL, T.V., MONCZKA, R.M. **Avoid the pitfalls in supplier development.** Supply chains and total product systems: A reader. v. 58, 25-44, 2006.

ISO 9001. **Quality Management Systems - Requirements,** International Organization for Standardization, Genebra, Suíça, 2008.

ISO 10012. **Measurement management systems – requirements for measurement processes and measuring equipment,** International Organization for Standardization, Genebra, Suíça, 2003.

ISO TS 16949 – **Quality System – Automotive suppliers – Particular Requirements for application of ISO9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations.** International Organization for Standardization. EUA, 2004.

JOE QIN, S. **Statistical process monitoring: basics and beyond.** Journal of Chemometrics: A Journal of the Chemometrics Society. v. 17, no. 8-9, 480-502, 2003.

JURAN, J.M., GRZYNA, F.M., **Quality Planning and Analysis,** 3a. ed., Cingapura, McGraw-Hill, 1993.

KAYIS, B. **SCRIS: a knowledge-based system tool for assisting manufacturing organizations in identifying supply chain risks.** Journal of Manufacturing Technology Management, v. 23, no. 7, 834-852, 2012.

KAYNAK, H. **The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance.** Journal of Operations Management. v. 21, no. 4, 405-435, 2003.

KOPPEN C. **Metodologia de projeto para confiabilidade de compressores herméticos alternativos com ênfase em testes acelerados.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

KUMAR, S., GORANE, S., KANT, R. **Modelling the supplier selection process enablers using ISM and fuzzy MICMAC approach.** Journal of Business & Industrial Marketing. v. 30, no. 5, 536-551, 2015.

KUNZMANN, H., PFEIFER, T., SCHMITT, R., SCHWENKE, H., WECKENMANN, A. **Productive metrology-adding value to manufacture.** CIRP annals. v. 54, no. 2, 155-168, 2005.

LAU, R.S., ANDERSON, C.A. **A three-dimensional perspective of total quality management.** International Journal of Quality & Reliability Management. v. 15, no. 1, 85-98, 1998.

LEE, C.C., YANG, J., YU, L.M. **The knowledge value of customers and employees in product quality.** Journal of Management Development, v. 20, no. 8, 691-704, 2001.

LI, S., RAGU-NATHAN, B., RAGU-NATHAN, T.S., RAO, S.S. **The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance.** Omega. v. 34, no. 2, 107-124, 2006.

LISBOA, J., Coelho, A., Coelho, F., Almeida, F. **Introdução à gestão de organizações.** Barcelos: Vida Económica. 2007.

MARTINS, P.C., LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva: 2006.

MARTINS, R. **Estratégia de compras na indústria brasileira de higiene pessoal e cosméticos: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MERLI, G. **Comakership. A nova estratégia para os suprimentos**, Qualitymark Editora, 1994.

MICHALSKA, J., SZEWIECZEK, D. **The 5S methodology as a tool for improving the organization**. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. v. 24, no. 2, 211-214, 2007.

MIGUEL, P.A.C. **Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MILLS, J., SCHMITZ, J., FRIZELLE, G. **A strategic review of supply networks**. **International Journal of Operations & Production Management**. v. 24, no.10, 1012-1036, 2004.

MONTGOMERY, D.C. **Introduction to Statistical Quality Control**. New York: John Wiley and Sons, 2005.

MOURA, L.R. **Gestão do Relacionamento com fornecedores**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

MURTHY, D.P., RAUSAND, M., ØSTERÅS, T. **Product reliability: specification and performance**. Springer Science & Business Media, 2008.

OLIVEIRA, O. J. et al. **Gestão da qualidade: tópicos avançados**. São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, 2006.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. São Paulo: Atlas, 1995.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEDROSO, A.P. **Desenvolvimento de um sistema especialista protótipo para suporte ao diagnóstico de problemas de baixo desempenho de compressores herméticos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

RAGATZ, G.L., HANDFIELD, R.B., PETERSEN, K.J. **Benefits associated with supplier integration into new product development under conditions of technology uncertainty**. Journal of Business Research. v. 55, no. 5, 389-400, 2002.

RAJESH, G., MALLIGA, P. **Supplier selection based on AHP QFD methodology**. Procedia Engineering. v. 64, 1283-1292, 2013.

RIMOLI, C. A. **O processo de desenvolvimento e administração de produtos: um estudo de caso múltiplos em empresas brasileiras de ortopedia**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2001.

ROBLES JR., A. **Custo da qualidade: uma estratégia para a competição global**. São Paulo: Atlas, 1994.

ROMEIRO Filho, E. et al. **Projeto do Produto**. Rio de Janeiro: Editora Campus Elsevier, 2010.

SEETHARAMAN, A., SREENIVASAN, J., BOON, L.P. **Critical success factors of total quality management**. Quality and quantity. v. 40, no. 5, 675-695, 2006.

SIMPSON, P.M., SIGUAW, J.A., WHITE, S.C. **Measuring the performance of suppliers: an analysis of evaluation processes**. Journal of Supply Chain Management. v. 38, no. 4, 29-41, 2002.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas; 2009.

SMITH, R., MCCRARY, S.W., CALLAHAN, R.N. **Gauge repeatability and reproducibility studies and measurement system analysis: a multimethod exploration of the state of practice**. Journal of Industrial Technology. v. 23, no. 1, 2-12, 2007.

SOOSAY, C.A., HYLAND, P.W., FERRER, M. **Supply chain collaboration: capabilities for continuous innovation**. Supply chain management: An international journal. v. 13, no. 2, 160-169, 2008.

SRIVASTAVA, S.K. **Towards estimating cost of quality in supply chains**. Total Quality Management. v. 19, no. 3, 193-208, 2008.

STADLER, H. **Supply chain management – an overview**. Em: Stadler, Hartmut; Kilger, Christoph. Supply Chain Management and Advanced Planning. 2a ed. Germany: Springer, 2002. p. 7-27.

STAMATIS, D.H. **Advanced quality planning: A commonsense guide to AQP and APQP**. Productivity Press, 2001.

TERZI, S., BOURAS, A., DUTTA, D., GARETTI, M., KIRITSIS, D. **Product lifecycle management-from its history to its new role**. International Journal of Product Lifecycle Management. v. 4, no. 4, 360-389, 2010.

THEISEN, Á.M.F. **Fundamentos de metrologia Industrial: aplicação no processo de certificação ISO 9000**. Porto Alegre, Sulani, 1997.

THOMKE, S., VON HIPPEL, E. **Customers as innovators: a new way to create value**. Harvard business review. v. 80, no. 4, 74-85, 2002.

TICONA, J.M., FROTA, M.N. **Assessment of the economic impact of product certification: A significant area of application of measurement.** *Measurement*. v. 41, no. 1, 88-104, 2008.

WAGNER, S.M. **Supplier development practices: an exploratory study.** *European Journal of Marketing*. v. 40, no. 5/6, 554-571, 2006.

WANG, G., HUANG, S.H., DISMUKES, J.P. **Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision-making methodology.** *International Journal of Production Economics*. v. 91, no. 1, 1-5, 2004.

YANG, J., WANG, J., WONG, C.W., LAI, K.H. **Relational stability and alliance performance in supply chain.** *Omega*. v. 36, no. 4, 600-608, 2008.

YEUNG, A.C. **Strategic supply management, quality initiatives, and organizational performance.** *Journal of Operations Management*. v. 26, no. 4, 490-502, 2008.

APÊNDICE A – Documento de Orientação para Avaliação de Fornecedores

Proficiência de Fornecedores em Metrologia

1. DADOS FORNECEDOR

Fornecedor:	<input type="text"/>
Localização:	<input type="text"/>
Data da Avaliação:	<input type="text"/>
Avaliador(es):	<input type="text"/>

A recomendação da avaliação é:

Desenvolver o fornecedor

2. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Resultado do Sistema de Gestão da Qualidade:

(Média de valores dos itens 2 - 10)

10

Posição do Fornecedor:



Não atende os requisitos mínimos	Aprovado com Restrições	Aprovado sem restrições
O desenvolvimento não é recomendado	Desenvolvimento recomendado sob contingências	Sem restrições ao desenvolvimento

3. OBSERVAÇÕES GERAIS (Comentários gerais, pontos fortes/fracquezas. Adicione ou remova linhas, como necessário)

4. RECOMENDAÇÕES (Adicione ou remova linhas, como necessário)

5. CERTIFICAÇÕES DE TERCEIRA PARTE (assinalar abaixo como indicado):			
Sistema de Gestão da Qualidade	ISO 9001	<input type="checkbox"/>	Validade: <input type="text"/>
	Agência Certificadora	<input type="text"/>	
	ISO TS 16949	<input type="checkbox"/>	Validade: <input type="text"/>
	Agência Certificadora	<input type="text"/>	
	ISO/IEC 17025	<input type="checkbox"/>	Validade: <input type="text"/>
	Agência Certificadora	<input type="text"/>	
Outros (descrever) →	<input type="text"/>		

6. PESSOAS CONTATADAS:		
Nome	Cargo	E-mail / Telefone
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

7. PONTUAÇÕES						
Critério de pontuação						
0	As afirmações não são atendidas.					
2	As afirmações são atendidas com grandes restrições.					
5	As afirmações são atendidas com restrições significativas.					
7	As afirmações são atendidas com poucas restrições.					
10	As afirmações são plenamente atendidas.					
N.A. Não Aplicável.						
#	Item	Requisito	Escore	Peso	PxE	Observações / Comentários
1	Pessoas	1.1 Formação Profissional (Avaliar a formação profissional, cursos da área de atuação, etc).	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		1.2 Estrutura organizacional (Para que nível a Metrologia reporta).	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	Infraestrutura	2.1 Manufatura (Avaliar os sistemas de medição na manufatura). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		2.2 Metrológica (Estrutura de laboratório de Metrologia e/ou terceirizado/capacidade). Estrutura é iluminada, limpa, organizada e ergonômica, de modo tal a não induzir os operadores a erros de medição.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		2.3 Sistemas de TI (Avaliar a existência de um Backup para segurança de dados)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3	Documentação	3.1 Manual Qualidade e Procedimentos (Informação documentada)			
		3.2 Controle de Registros (Avaliar registros de itens em não conformidade, caso existam não conformidades no produto,			
		3.3 Atendimento a Normas adicionais (Verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de avaliação do sistema de gestão da qualidade)			
		3.4 Política de comunicação de alterações interna e externa (Atualização de desenhos)			
4	Qualidade	4.1 Controle dos Sistemas de Medição (Calibrações; Rastreabilidade).			
		4.2 Cronograma de R&R (Verificar se é realizado o estudo de R&R nos sistemas de medição)			
		4.3 Terceirização serviços (Garantia da continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade).			
		4.4 Compatibilidade da resolução dos sistemas de medição. (Atendimento as necessidades do cliente) Critério			
		4.5 Capacidade de desenvolvimento tecnológico. (Planejamento estratégico)			
#	Item	Requisito	Resultado	Observações / Comentários	
5	Outros	5.1 Execução de Interlab			
		5.2 Necessidade de Auditoria.			

APÊNDICE B – Documento de Orientação para Avaliação de Fornecedores

Objetivo

Documento orientativo na execução de avaliações em fornecedores - Metrologia.

Dados Fornecedor

Primeiramente, é preciso preencher os dados da empresa a ser avaliada, como nome, localização, data da avaliação e os avaliadores.

Resultados da Avaliação

Os resultados da avaliação são contabilizados item a item conforme os pesos descritos na tabela dos itens avaliados no *checklist* (pessoas, infraestrutura, documentação e qualidade).

A posição do fornecedor segue escala apresentada abaixo:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Não atende os requisitos mínimos					Aprovado com Restrições		Aprovado sem restrições		
O desenvolvimento não é recomendado					Desenvolvimento recomendado sob contingências e plano de melhorias		Sem restrições ao desenvolvimento		

De 1 a 5 pontos alcançados na avaliação do fornecedor: o resultado é que ele não atende aos requisitos mínimos necessários para o desenvolvimento; de 6 até 7 pontos: o fornecedor é aprovado com restrições, o desenvolvimento é recomendado sob contingências e plano de melhorias, por fim; de 8 a 10 pontos: o fornecedor é aprovado, sem restrições ao desenvolvimento.

Observações Gerais

Esta área é utilizada para comentários gerais sobre a avaliação e pontos fortes ou fraquezas do fornecedor.

Recomendações

Esta área deve ser utilizada para descrever as principais recomendações sobre a avaliação do fornecedor, por exemplo, em casos que é necessário realizar um plano de ação, neste campo são descritas as principais ações a serem abordadas no plano.

Certificações de Terceira Parte

Neste campo, devem ser documentadas todas as normas adicionais que o fornecedor tenha certificação, referentes ao sistema de gestão da qualidade, como por exemplo a ISO 9001, ISO TS 16949 e ISO/IEC 17025.

Pessoas Contatadas

Devem ser identificados neste campo, o nome, cargo, e-mail / telefone das pessoas contatadas no momento da avaliação. Para que no momento do envio do resultado da auditoria, ela seja enviada para as pessoas corretas.

Pontuações

As pontuações são definidas de acordo com o critério abaixo:

- 0 - As afirmações não são atendidas;
- 2 - As afirmações são atendidas com grandes restrições;
- 5 - As afirmações são atendidas com restrições significativas;
- 7 - As afirmações são atendidas com poucas restrições;
- 10 - As afirmações são plenamente atendidas;

N.A - Não aplicável.

Nos próximos tópicos serão abordados os diversos itens do *checklist* de avaliação de fornecedores focado em Metrologia.

Pessoas - Treinamentos

Avaliar a Formação profissional dos funcionários que atuam na área de Metrologia. (formação técnica, superior, cursos na área de atuação; etc.).

A organização deve determinar as competências necessárias para o pessoal que executa trabalhos que afetam a qualidade do produto. Devem ser mantidos registros apropriados da educação, treinamento, habilidades e experiência.

Estrutura Organizacional

Avaliar para que nível da empresa a metrologia reporta. Ex.: Suporte Industrial, Qualidade, R&D, etc.

Pontuação maior para empresas que tiverem como responsável, pesquisa e desenvolvimento, ou qualidade. Visando maior respaldo técnico e de gestão para a área de metrologia.

Infraestrutura Manufatura

Avaliar utilização dos sistemas de medição da área de Manufatura, o seu estado de conservação, 5S, uso do operador, etc.

Infraestrutura Metrológica

Avaliar a estrutura do laboratório de Metrologia e/ou terceirizado, principalmente a capacidade do laboratório na realização de medições.

Laboratório Interno: Instalações de laboratório interno da organização devem ter um escopo definido, que inclui sua capacidade para executar a inspeção requerida, testes ou serviços de calibração. (Credenciamento para ISO/IEC 17025 pode ser usado para demonstrar que o laboratório do fornecedor está em conformidade para este requisito, mas não é obrigatório).

Laboratório externo: Instalações de laboratórios comerciais externos independentes usados para inspeção, teste ou serviços de calibração pela organização. Deve ter um escopo de laboratório definido que inclui a capacidade para executar os requisitos de inspeção, teste ou calibração, e deve haver evidência que o laboratório externo é aceitável pelo cliente.

Sistemas de TI

Avaliar a existência de um *backup* para segurança de dados, que permita a recuperação de dados dos sistemas de medição.

Documentação

Manual Qualidade

Avaliar o escopo do sistema de gestão da qualidade, os procedimentos documentados estabelecidos para o sistema de gestão da qualidade e a descrição da interação entre os processos do sistema de gestão da qualidade.

Controle de Registros

Avaliar registros de itens em não-conformidade, caso existam não-conformidades no produto, como é realizada a tratativa. Adicionalmente a organização deve avaliar e registrar a validade dos resultados de medições anteriores quando constatar que o dispositivo não está conforme com os requisitos. A organização deve tomar ação apropriada no dispositivo e em qualquer produto afetado.

Atendimento a Normas adicionais

Verificar se o fornecedor é certificado por alguma norma de avaliação do sistema de gestão da qualidade. A menos que em caso contrário especificado pelo cliente, os fornecedores para a organização devem ser certificados pela ISO 9001: 2000.

Escala de normas preferenciais de acordo com a pontuação (0 - 10):

0 - Fornecedor não é certificado por nenhuma norma do sistema de gestão da qualidade.

5 - ISO 9001 - Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos.

7 - ISO/IEC 17025 - Acreditação de Laboratórios.

10 - ISO/TS 16949 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos particulares para aplicação da ABNT NBR ISO 9001:2000 para organizações de produção automotiva e peças de reposição pertinentes

Política de comunicação de alterações

Internamente: A organização deve ter um processo para controlar e reagir a alterações que impactam na realização do produto tanto internamente quando externamente. Devem ser avaliados os efeitos de qualquer alteração (Alterações em procedimentos internos, programas, desenhos, etc.).

Externamente: Deve estar alinhada com as alterações de procedimentos e de desenhos do produto.

Qualidade

Controle dos Sistemas de Medição

Quando for necessário assegurar resultados válidos, o dispositivo de medição deve ser:

a) calibrado ou verificado em intervalos especificados ou antes do uso, contra padrões de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais; quando esse padrão não existir, a base usada para calibração ou verificação deve ser registrada;

- b) ajustado ou reajustado, como necessário;
- c) identificado para possibilitar que a situação da calibração seja determinada;
- d) protegido contra ajustes que invalidariam o resultado da medição, e
- e) protegido de dano e deterioração durante o manuseio, manutenção e armazenamento.

Repetibilidade e Reprodutibilidade

A análise do sistema de medição deve ser realizada com um cronograma definido. Assim como as calibrações periódicas, esse item é de suma importância para validar a confiabilidade no sistema de medição.

Terceirização de serviços

Garantir a continuidade do fornecedor do sistema de gestão da qualidade. Quando uma organização optar por adquirir externamente algum processo que afete a conformidade do produto em relação aos requisitos, a organização deve assegurar o controle desses processos.

Compatibilidade da resolução dos sistemas de medição

Garantir a compatibilidade da resolução dos sistemas de medição, com as tolerâncias das grandezas especificadas no desenho.

Capacidade de desenvolvimento tecnológico

Verificar se a empresa tem espaço para crescer na parte tecnológica, investindo em novos recursos, visando atender com maior eficiência o produto.

Outros

Execução de *Interlab*

O *Interlab* tem por objetivo a quantificação da qualidade de um método de medição, mediante a medição de amostras de um mesmo material, em diferentes laboratórios. É um item a ser avaliado no final da avaliação, verificando a necessidade de realizar um *Interlab*, ou confiar na medição do fornecedor.

Não é aplicável nota para este quesito e, sim, uma avaliação da necessidade da realização, selecionando uma alternativa de "SIM" ou "NÃO".

Necessidade de Avaliação

Verificar se durante a avaliação houvera casos críticos que precisam ser reavaliados, com o passar de um determinado período. Não é aplicável nota para este quesito e, sim, uma avaliação da necessidade da realização, selecionando uma alternativa de "SIM" ou "NÃO".