



Eliézer Paulo Lautenchleger

**PROPOSTA DE UM PROCESSO DA QUALIDADE PARA
GARANTIR O ROTEAMENTO DE MANGUEIRAS
HIDRÁULICAS E CHICOTES ELÉTRICOS**

Horizontina

2015

Eliézer Paulo Lautenchleger

**PROPOSTA DE UM PROCESSO DA QUALIDADE PARA
GARANTIR O ROTEAMENTO DE MANGUEIRAS
HIDRÁULICAS E CHICOTES ELÉTRICOS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, pelo Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Vilmar Bueno Silva, Mestre.

CO-Orientador: Kleber Ristof, Mestre.

Horizontina

2015

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

**“Proposta de um Processo da Qualidade para Garantir o Roteamento de
Mangueiras Hidráulicas e Chicotes Elétricos”**

Elaborada por:

Eliézer Paulo Lautenchleger

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

Aprovado em: 04/11/2015
Pela Comissão Examinadora

Mestre. Vilmar Bueno Silva
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Mestre. Kleber Diogo Ristof
John Deere Brasil – CO - Orientador

Mestre. Luis Carlos Wachholz
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina
2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família que sempre me apoiou e me deu força para continuar me esforçando e em busca dos objetivos.

Em especial agradeço a minha esposa Denise e minhas filhas Laisla e Nalini, pelas palavras de incentivo e de confiança nos momentos que estive com dúvidas e tudo parecia estar distante.

AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que de alguma forma caminharam junto comigo nesta caminhada e a todo o momento me incentivaram a seguir em frente e não desanimar frente aos obstáculos.

“Melhor atirar-se á luta em busca de dias melhores do que permanecer estático como os pobres de espirito, que não lutam, mas também não vencem; que não conhecem a dor da derrota, mas que não tem a glória de ressurgir dos escombros. Esses pobres de espirito ao final da terra não agradecem a Jah por terem vivido, mas desculpam-se perante por haverem simplesmente passado por ela”.

Bob Marley.

RESUMO

Em meio a um mercado altamente competitivo, as empresas buscam alternativas para melhorar seus níveis de qualidade através de processos cada vez mais enxutos, com alta produtividade, custos reduzidos e com projetos bem definidos desde a concepção, nas primeiras fases. Melhorar o nível de qualidade dos produtos é uma tarefa diária da empresa em questão, a qual presa pela satisfação dos clientes com produtos de alto desempenho e tecnologia diferenciada. O trabalho tem como objetivo a implantação do processo da qualidade, RQA (Melhoria na Qualidade de Roteamento), em uma empresa de grande porte do agronegócio do RS, identificando e propondo melhorias para o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos. A metodologia usada é definida como pesquisa-ação, devido ao envolvimento atuante do pesquisador desde a concepção da proposta do processo até a proposta de implementação. Os resultados obtidos confirmam a importância de processos da qualidade na análise e resolução de problemas desde as fases iniciais do projeto até a aplicação em produto corrente e que melhoram o desempenho dos produtos, diminuem as falhas, aumentam a qualidade e a produtividade tornando a empresa altamente competitiva.

Palavras-chave: Ferramenta da Qualidade. Roteamento. Ação corretiva.

ABSTRACT

In the midst of a highly competitive market, companies seek alternatives to increase their quality levels through increasingly lean processes, with high productivity, reduced costs, robust products and with well-defined projects from conception already in the early stages. Increase the product quality levels is a daily assignment to the company in question, which caught to the customers satisfaction with high products performance and differentiated technology. The project aims is to implement a quality tool at a large company in the agribusiness located in the Rio Grande do Sul state, identifying and proposing improvements to hydraulic hoses and electrical harnesses routing. The methodology used is defined as action research, due to the active involvement of the researcher from the design tool proposal to implementation. The results confirm the quality tools importance to solve problems even more in the initial stages of the project and therefore improve product performance, reduce failures, increase quality and productivity by making the highly competitive company.

Keywords: Quality tools. Routing. Corrective action.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases da evolução da qualidade.....	18
Figura 2: Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processo.....	23
Figura 3: Passos para a melhoria continua.....	28
Figura 4: Diagrama de causa e efeito.	31
Figura 5: Exemplo de gráfico de Pareto.....	32
Figura 6: Matriz GUT.	33
Figura 7: Cinco porquês.....	34
Figura 8: Fluxograma da Metodologia 8D para solução de problemas.....	36
Figura 9: Gráfico de setores ou gráfico de pizza.	37
Figura 10: Mudança de comprimento.....	38
Figura 11: Movimento/curvatura.....	39
Figura 12: Curvatura apertada.	39
Figura 13: Torção.....	40
Figura 14: Tensão.....	41
Figura 15: Abrasão.	41
Figura 16: Ruptura.....	42
Figura 17: Altas temperaturas.....	42
Figura 18: Reduza conexões.	43
Figura 19: Estética.....	43
Figura 20: Falha por abrasão.....	44
Figura 21: Falha por desprendimento da mangueira de suas extremidades.	44
Figura 22: Falha por desprendimento da mangueira do seu acoplamento.....	45
Figura 23: Falha por vazamento na extremidade da rosca/assento.	45
Figura 24: Falha por infiltração na interface de acoplamento da mangueira.	46
Figura 25: Falha por procedimento incorreto de montagem.....	46
Figura 26: Falha por rachaduras na mangueira.	47
Figura 27: Falha por torção na mangueira.	47
Figura 28: Falha por bolhas no corpo mangueira.....	48
Figura 29: Braçadeira de cabo com gromete de ilhós.	49
Figura 30: Orifício de dreno no ponto mais baixo da tubulação.....	50
Figura 31: Separação entre a fiação e a tubulação.....	52
Figura 32: Ângulos de montagem adequados para braçadeiras de cabo.....	52
Figura 33: Roteamento do chicote em painel elétrico.....	53
Figura 34: Fluxograma de processo de desenvolvimento de produtos.....	58
Figura 35: Fluxograma da sequência do processo RQA.....	60

Figura 36: Roteamento de mangueiras no modelo virtual do produto.	63
Figura 37: Identificação de interferência no roteamento de mangueiras e chicotes no modelo virtual do produto.....	64
Figura 38: <i>Checklist</i> para a aplicação do processo RQA em chicotes elétricos.....	65
Figura 39: <i>Checklist</i> para aplicação do processo de em sistemas hidráulicos.....	66
Figura 40: Planilha de controle de melhorias identificadas na aplicação do processo RQA.	67
Figura 41: Identificação de melhoria em aplicação do processo RQA no produto físico.....	69
Figura 42: Taxa de oportunidades de melhorias identificadas através de registros internos.....	70
Figura 43: Taxa de oportunidades de melhorias identificadas através de registros de campo.....	70
Figura 44: Fluxograma para do processo RQA para produtos correntes.....	71
Figura 45: Área física para aplicação do processo RQA.	72
Figura 46: Módulo específico da máquina para aplicação do processo RQA.....	74
Figura 47: Taxa de melhoria esperada para oportunidades identificadas em processos internos na fábrica.	77
Figura 48: Taxa de melhoria esperada para oportunidades identificadas em clientes.	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVOS	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 HISTÓRICO DA QUALIDADE	17
2.2 CONCEITOS DE QUALIDADE	19
2.2.1 Tipos de melhoria da qualidade	20
2.3 GESTÃO DA QUALIDADE	21
2.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO	25
2.5 MELHORIA CONTINUA	26
2.6 FERRAMENTAS DE MELHORIA DA QUALIDADE	29
2.7 AÇÕES CORRETIVAS.....	29
2.7.1 Ferramentas tradicionais da qualidade	30
2.7.1.1 <i>Brainstorming e diagrama de causa e efeito</i>	30
2.7.1.2 <i>Gráfico de Pareto</i>	31
2.7.1.3 <i>Folha de verificação</i>	32
2.7.1.4 <i>Matriz de priorização</i>	32
2.7.1.5 <i>Cinco (5) porquês</i>	33
2.7.1.6 <i>Oito (8) D</i>	34
2.7.1.7 <i>Gráfico de setores ou gráfico de pizza</i>	36
2.8 ROTA: ROTEAMENTO	37
2.8.1 Roteamento em mangueiras hidráulicas	38
2.8.2 Falhas comuns em mangueiras hidráulicas	43
2.8.3 Roteamento de chicotes elétricos	48
2.8.4 Proteção contra alta temperatura	49
2.8.5 Proteção contra solventes e fluidos	50
2.8.6 Proteção dos fios na área do alojamento das rodas	51
2.8.7 Precauções na instalação	51
2.8.8 Instalação das braçadeiras de cabos	52
2.8.9 Falhas comuns em chicotes elétricos	53

3 METODOLOGIA	55
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	55
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	57
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	57
4.2 APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL	58
4.2.1 Definição do processo RQA	59
4.2.2 Definições a serem consideradas para aplicação do processo.....	60
4.2.3 Fases do processo RQA atual.....	62
4.2.3.1 Fase 1 - Identificação da necessidade de aplicação do processo RQA.....	62
4.2.3.2 Fase 2 – Aplicação do processo RQA em fase virtual.....	63
4.2.3.2.1 Aplicação do <i>checklist</i>	64
4.2.3.2.2 Cadastro do potencial defeito na planilha de controle	67
4.2.3.3 Fase 3 – Aplicação do processo RQA no físico (Após retorno de teste de durabilidade em campo).....	68
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA PROPOSTA.....	69
4.3.1 Fase I - Disponibilizar área física para aplicação do processo RQA	72
4.3.2 Fase II - Disponibilizar produto da linha de montagem para aplicação do processo RQA	73
4.3.3 Fase III - Reunir time multifuncional	73
4.3.4 Fase IV - Verificar pontos de melhoria no roteamento de chicotes elétricos e mangueiras dos produtos correntes	73
4.3.5 Fase V - Aplicar <i>checklist</i> de categorias de defeitos para possibilitar melhor entendimento do que é um defeito	74
4.3.6 Fase VI - Priorizar pontos de melhoria identificados por nível de criticidade	75
4.3.7 Fase VII - Cadastrar pontos de melhoria identificados na planilha de controle de defeitos	75
4.3.8 Fase VIII - Marcar reunião com o time que tem afinidade com o ponto de melhoria identificado, definido por módulo de produto, ou seja, partes do produto.....	75
4.3.9 Fase IX - Endereçar ação corretiva para o ponto de melhoria identificado	76
4.4 RESULTADOS ESPERADOS COM A MELHORIA PROPOSTA.....	76

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

Em meio a um mercado altamente competitivo, as empresas buscam alternativas para melhorar seus níveis de qualidade através de processos cada vez mais enxutos, com alta produtividade, custos reduzidos, produtos robustos e com projetos bem definidos desde a concepção, nas primeiras fases.

Segundo Miguel (2006), o conceito do que se entende por qualidade tem mudado ao longo do século XX. Desde o início da era industrial as práticas de qualidade eram usadas somente como formas de conferir o trabalho realizado pelos artesãos. Nas últimas décadas houve uma saturação de produtos no mercado, maior competitividade entre as empresas e mais recentemente a globalização econômica, o que fez com que o enfoque da qualidade fosse alterado: o mercado passa a ser ditado pelos clientes, ao invés dos que produzem e provocando mudanças no conceito de qualidade.

Em função dos defeitos potenciais nos produtos, os custos da qualidade devem ser sempre coletados e analisados, pois hoje os custos de falhas externas assumem um valor maior que os custos de falhas internas no ambiente fabril (MIGUEL, 2006).

Uma das preocupações das áreas de Gestão da Qualidade é o controle das variações e assim para eliminar todas as causas de variações nos processos produtivos são necessárias ferramentas e processos da qualidade, as quais buscam desmembrar causas gerais em causas mais específicas (PALADINI, 2009).

O tema deste trabalho é “Proposta de um processo da qualidade para garantir o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos”.

A metodologia pesquisa-ação busca desenvolver técnicas e conhecimentos necessários ao fortalecimento das atividades desenvolvidas. Utilizando dados / encontrados da própria organização e valorizando o saber e a prática diária dos profissionais envolvidos, aliados aos conhecimentos teóricos e experiências adquiridas pelos pesquisadores, essa metodologia constituirá um novo saber que aponta propostas dos problemas diagnosticados (THIOLLENT, 1992).

O foco deste trabalho de final de curso (TFC) é a proposta de implementação de processo da qualidade para garantir o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos em uma empresa do ramo de agronegócio, onde a função é

fabricar máquinas agrícolas para serem usadas em diversos segmentos e culturas, desde o plantio até a colheita.

A situação de mercado e a concorrência fazem com que a empresa busque novas alternativas e ferramentas para melhorar a qualidade dos seus produtos e assim ter maior diferencial competitivo.

Diante a isso, define-se o seguinte problema de pesquisa: A proposta de implementação de um novo processo da qualidade para garantir o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos irá diminuir o número de defeitos e melhorar a qualidade dos produtos?

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho de TFC é importante para a empresa pesquisada, devido à mesma estar inserida no ramo de fabricação de produtos para o agronegócio, onde a concorrência é alta entre os fabricantes de máquinas agrícolas e no desenvolvimento de novos processos e ferramentas da qualidade e sendo assim o desenvolvimento destas iniciativas aumenta o nível de qualidade dos produtos e padrão diferenciado no mercado.

O projeto contribui especificamente em melhorar, através de um novo processo da qualidade o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos com a finalidade de evitar falhas nos produtos.

O assunto é de grande relevância profissional ao pesquisador, pois revela uma nova metodologia para identificar problemas existentes e conduzir através de ações corretivas à solução permanente, possibilitando assim, entregar um melhor resultado para a empresa e principalmente ao cliente final.

Para o engenheiro de produção o trabalho é importante porque contribui para o crescimento pessoal e profissional na área de engenharia da qualidade, especificamente na resolução de problemas, o que exige conhecimento em processos de ações corretivas e principalmente com uma gama de ferramentas da qualidade.

A viabilidade deste trabalho se dá em função de a empresa estar sempre em busca de melhorias nos processos, com a finalidade de melhorar a qualidade dos produtos e desta forma reduzir as perdas, seja em processos internos ou em clientes finais e assim permanecer no mercado de forma sólida e competitiva.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é propor um novo modelo de processo da qualidade para garantir o roteamento correto de chicotes elétricos e mangueiras hidráulicas, nos produtos de uma empresa do ramo do agronegócio, de forma a identificar e endereçar a causa raiz dos problemas com maior nível de certeza, priorizar por grau de importância e corrigir com maior velocidade e produtividade.

Com alinhamento ao objetivo geral deste trabalho, abaixo estão os objetivos específicos:

- Fundamentar Conceitos da Qualidade, Gestão da Qualidade, Melhoria Contínua, ações corretivas; Ferramentas da Qualidade;
- Propor a metodologia de um novo modelo de processo de roteamento para chicotes elétricos e mangueiras hidráulicas com a finalidade de identificar as causas raiz das interferências com maior nível de certeza;
- Baseado nas oportunidades de melhorias identificadas, propor porcentagem de melhoria esperada.

Os objetivos foram definidos com base em oportunidades de melhorias identificadas nos Processos de Qualidade e visam entregar ao cliente um produto diferenciado com alto Padrão de Qualidade Embarcado e eliminar possibilidade de falhas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Na revisão da literatura estão apresentados os conceitos e definições que deram o embasamento teórico necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1 HISTÓRICO DA QUALIDADE

As preocupações primárias com a qualidade dos produtos datam do princípio da existência da humanidade. A busca do homem primitivo por materiais mais resistentes para construir suas armas, a procura de métodos para obter melhores colheitas às margens do rio Nilo, ou as formas que marcaram as edificações da antiga Roma retratam momentos cruciais de um passado distante, mas que em uma análise criteriosa e contextualizada, são comuns em suas preocupações com a qualidade (RODRIGUES, 1999).

A revolução industrial, com a introdução das máquinas na indústria possibilitou a produção em série e trouxe a padronização e a uniformidade dos produtos (RODRIGUES, 1999).

Segundo Gitlow (1993) o moderno sistema industrial começou a surgir no final do século XIX. Nos EUA, Frederick Taylor foi pioneiro em gerenciamento científico, retirando o planejamento do trabalho da responsabilidade dos trabalhadores e colocando nas mãos dos engenheiros industriais. O século XX iniciou uma era técnica, a qual possibilitou as grandes massas obter produtos anteriormente reservados apenas aos ricos. Henry Ford introduziu a linha de montagem em ambiente industrial da Ford Motor Company. A produção em linha de montagem dividia operações complexas em procedimentos simples que podiam ser executados por trabalhadores não habilitados, resultando em uma série de produtos altamente técnicos a baixo custo. Uma parte desse processo era a inspeção para que fossem separados os produtos não conformes. A Qualidade era vista como um fator de responsabilidade exclusiva do departamento de fabricação.

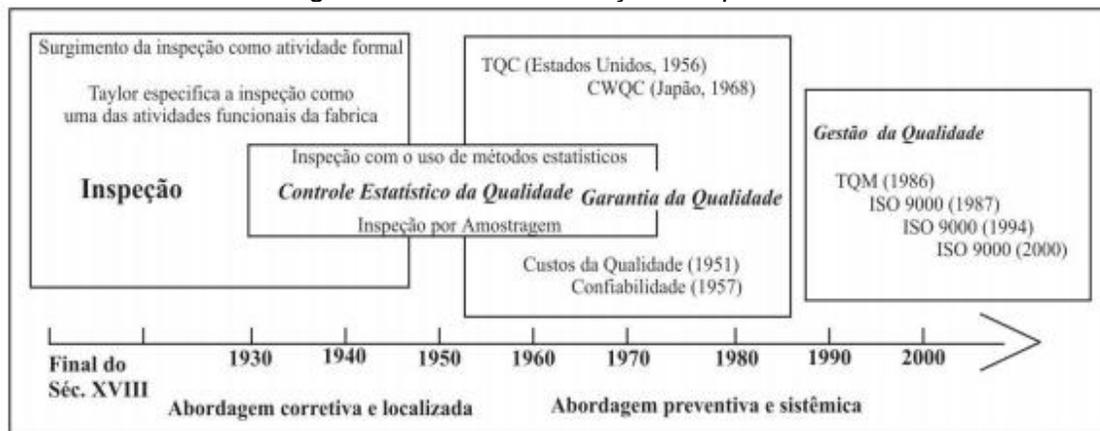
A segunda guerra mundial acelerou e influenciou o passo da tecnologia da qualidade. A necessidade de melhorar a Qualidade dos produtos resultou em um aumento dos estudos da tecnologia do controle da qualidade e em maior troca de informação. Nesse ambiente, os conceitos básicos sobre o controle da qualidade se desenvolveram rapidamente (GITLOW, 1993).

Gitlow (1993) diz que nos anos 50 e começo dos anos 60, Armand V. Fergenbaum publicou os princípios do Controle da qualidade Total (CQT): o controle da qualidade está presente em todas as áreas desde negócios do projeto até vendas. Naquela época, todos os esforços para a qualidade eram direcionados com prioridade para as atividades corretivas, e não para a prevenção.

Os anos 70 e 80 foram marcados pelo esforço em disseminar a qualidade em todos os aspectos dos negócios e das organizações prestadoras de serviço, incluindo finanças, vendas, pessoal, manutenção, gerenciamento e produção. O foco é no sistema como um todo, não somente na linha de produção (GITLOW, 1993).

Para Gitlow (1993) a qualidade vem apresentando evoluções no decorrer dos tempos, conforme se pode perceber na Figura 1. A inspeção era relacionada no princípio, mas hoje ela continua sendo essencial nos processos de uma empresa.

Figura 1: Fases da evolução da qualidade.



Fonte: Adaptado de Carvalho et al., 2006.

Somente há poucas décadas o conceito de qualidade do produto passou formalmente para a função de gerenciamento. Em sua forma original era somente relacionada somente a funções de inspeção, mas hoje em dia é vista como essencial para o sucesso de um produto. Dentro da indústria, das empresas a qualidade agora incorpora não somente aspectos de inspeção dos produtos, mas também funções que vão desde engenharia até marketing. A abordagem qualidade passa a ser sistêmica e holística e não somente uma abordagem corretiva (MIGUEL, 2006).

2.2 CONCEITOS DE QUALIDADE

Para Ferreira (1986), não existe um único termo que define o significado de qualidade, ou seja, um sinônimo; existe sim um conjunto de atributos, propriedades ou características relacionados a um produto. Ao analisar as inúmeras definições existentes, podem-se identificar algumas abordagens principais, que foram desenvolvidas pelos principais autores da área, ou seja, enfoques de autores tais como Crosby, Feigenbaum, Juran, Gitlow, Ishikawa, Deming e outros.

As definições são baseadas principalmente na abordagem (ou enfoque) do produto, conformidade ou cliente (FERREIRA, 1986).

Para Ferreira (1986) qualidade é hoje uma palavra chave muito difundida nas empresas: Fácil de falar e difícil de fazer. Ao mesmo tempo, existe pouco entendimento e conhecimento do que vem a ser Qualidade na sua essência.

A definição da qualidade possui uma gama enorme de interpretação, dada por diversos autores, que procuram dar uma definição simples para que seja assimilável a todos os níveis das organizações. A definição deve ser precisa, com finalidade de não gerar interpretações duvidosas; abrangente, para mostrar sua importância em todas as suas atividades produtivas (FERREIRA, 1986).

Seguem alguns conceitos de qualidade apresentados pelos principais autoridades da área:

- Qualidade é um julgamento feito por clientes ou usuários de um determinado produto ou serviço; é o grau em que o cliente ou usuários sentem que o produto ou serviço excede suas expectativas (GITLOW, 1993).
- Qualidade é quando não há deficiências, ou seja, quanto menos defeitos haver no produto ou serviço, melhor a qualidade (JURAN, 1992).
- Qualidade é corrigir os problemas e eliminar suas causas relacionados com marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção, que desempenham influência sobre a satisfação do usuário final (FEIGENBAUM, 1994).
- Qualidade é um produto estar conforme as especificações do projeto. As necessidades devem ser especificadas, e a qualidade é possível quando essas especificações são atendidas sem ocorrência de defeito (CROSBY, 1986).

- Qualidade é tudo aquilo que adiciona ao produto do ponto de vista do cliente. A dificuldade em definir qualidade está na renovação das futuras necessidades do usuário em atributos que possam ser mensuráveis, de forma que o projeto do produto possa ser modificado para dar satisfação por um preço que o usuário esteja disposto a pagar (DEMING, 1993).
- Qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade diferenciada e mais econômico, que possua maior utilidade e proporcione maior satisfação ao consumidor (ISHIKAWA, 1993).

Conforme evidenciado na visão de autores que são referência quando se fala de qualidade, o cliente é o foco principal para todas as empresas e toda e qualquer ação visa a melhoria dos produtos e a satisfação total do mesmo.

2.2.1 Tipos de melhoria da qualidade

Para Gitlow (1993), a melhoria da qualidade dentro dos níveis estruturais de uma empresa devem ser bem entendidos os três seguintes pontos:

- projeto/reprojeto
- conformidade
- desempenho
- qualidade do projeto/reprojeto – a qualidade do projeto é iniciada com uma pesquisa de mercado e uma análise dos pedidos de serviço/vendas, e acarreta a uma concepção do produto/serviço que atenda as necessidades e expectativas do consumidor para o produto ou serviço concebido.

O desenvolvimento de uma concepção de produto/serviço envolve o estabelecimento e o fortalecimento de uma interface entre as pessoas que trabalham com o mercado, de serviços e de engenharia de projeto. Mesmo em pequenas organizações, que não tenham seus departamentos separados, as interfaces acima são importantes uma vez que se pretende exceder continuamente as necessidades do consumidor (GITLOW, 1993).

- Qualidade da conformidade – a qualidade da conformidade é o grau em que uma empresa e seus fornecedores excedem as especificações de projeto exigidas para completar as necessidades do cliente.

Conforme afirma Gitlow (1993) uma vez que as especificações do produto/serviço já foram determinadas através de estudos da qualidade do projeto, a organização deve designar o foco continuamente para superar as especificações de forma que os clientes recebam produto/serviço que desempenham adequadamente suas funções no início do uso e a todo o momento durante o ciclo de vida do produto ou serviço. A meta primordial dos esforços de melhoria dos processos é criar produtos e serviços, cuja qualidade exceda as expectativas e que os clientes (tanto interno quanto externos) se gabem deles.

- Qualidade de desempenho – Através da pesquisa de mercado e da análise dos pedidos de serviço/vendas, a Qualidade do desempenho determina como os produtos ou serviços da empresa estão se desempenhando no mercado em que estão inseridos. Isso inclui serviço, pós-venda, manutenção, confiabilidade, apoio logístico, assim como as razões porque os consumidores não compram os produtos/serviços da empresa.

Diz Gitlow (1993) o fluxo continuado de informações gerado por estudos da qualidade do desempenho esclarece a confusão entre a pesquisa de mercado e a análise dos pedidos de serviço/vendas, e a construção das especificações (características dos produtos/serviços) para uma concepção de produto/serviço que atinja a satisfação do consumidor.

2.3 GESTÃO DA QUALIDADE

Segundo Ishikawa (1990), a gestão da qualidade pode ser focada de duas maneiras. A primeira é a pequena qualidade, pois é aquela que se limita as características dos produtos e dos serviços, consideradas importantes apenas aos usuários e compradores. Já a segunda, a grande qualidade. Envolve a satisfação de várias pessoas envolvidas na organização. Contudo, a pequena qualidade, tende ao longo do tempo, a tornar-se uma consequência da grande qualidade.

A ABNT-NBR ISO 9000 (2000, p. 2), no requisito 0.2, afirma que:

Para conduzir e operar com sucesso uma organização é necessário dirigi-la e controlá-la de maneira transparente e sistemática. O sucesso pode resultar da implementação e manutenção de um sistema de gestão concebido para melhorar continuamente o desempenho, levando em consideração, ao mesmo tempo, as necessidades de todas as partes interessadas. A gestão de uma organização inclui, entre outras disciplinas de gestão, a gestão da qualidade.

Para Paladini (2009), tem-se direcionado a Gestão da Qualidade para a criação de uma cultura da qualidade. Entende-se “cultura” como uma série de valores que a sociedade atribui a determinados elementos, ocasiões, crenças, ideias, etc. Assim, entende-se que o processo cultural é aplicar-se à questão. O primeiro passo, para a criação da cultura da qualidade é entender seu conceito correto, tarefa que nem sempre é fácil para a Gestão da qualidade, devido à influência natural que um termo de domínio público exerce sobre sua própria definição técnica.

A melhoria da Qualidade depende muito da habilidade da gerência em criar uma atmosfera que demonstre seu compromisso para com a aceitação da responsabilidade para melhorá-la. O “ambiente da qualidade” encoraja o trabalho em grupo, a comunicação, a solução dos problemas em conjunto, a confiança, a segurança, o orgulho pelo trabalho realizado e a melhoria contínua. Um espírito de verdadeira cooperação predomina neste tipo de atmosfera. O trabalho em grupo é um pré-requisito para a empresa operar e melhorar constantemente o processo expandido (GITLOW, 1993, p. 21).

Borror (2008) afirma que um modelo de SGQ baseado em uma abordagem de processo ilustra as ligações dos processos. Nos mesmos, os clientes realizam um papel significativo na definição dos requisitos. O monitoramento da satisfação dos clientes requer a avaliação de informações e sentimentos sobre a percepção do cliente em relação ao atendimento de suas expectativas. A imagem do modelo de sistema de gestão da qualidade pode ser visualizada na figura 2.

Ainda segundo Juran (1992), é significativamente visível a importância que a qualidade de projeto desempenha para definir o nível de qualidade do produto final. O padrão da qualidade do produto determina que tipos de consumidor se esperem atingir ou que nível de satisfação se pretende oferecer ao cliente, além de outros aspectos relevantes a considerar com o próprio preço do produto. Isso ocorre, porque, geralmente, melhor qualidade de projeto traz custos mais elevados de produção.

Com relação à qualidade do produto a norma ABNT-NBR ISO9004 (2000[b]) diz, a qualidade de um produto é representada pela propriedade ou conjunto de características que determinam a origem deste produto. Pode-se pensar que um produto possui certas qualidades e não uma qualidade, uma vez que existe uma qualidade para cada característica do produto. E a qualidade do produto pode ser definida como a resultante da síntese de todas as qualidades parciais.

Para a ABNT-NBR ISO9004 (2000[b]), os parâmetros que compõem a qualidade total do produto são os seguintes:

- Características de funcionalidade do produto:
 - Desempenho;
 - Facilidade ou convivência de uso.
- Características de funcionalidades temporais:
 - Disponibilidade;
 - Confiabilidade;
 - Maintainability;
 - Durabilidade.
- Características de conformação:
- Características de serviços:
 - Instalação e orientação de uso;
 - Assistência técnica.
- Características associadas à interface do produto com o meio:
 - Interface com o usuário;
 - Interface e impacto no meio ambiente.
- Características particulares associadas ao produto:
 - Estética;
 - Imagem da marca.

- Características do custo do ciclo de vida do produto para o usuário.

Segundo Toledo (2015) o parâmetro da qualidade de produto são características específicas, ou conjunto de características, do produto que compõem algum aspecto da qualidade.

De acordo com a norma ABNT-NBR ISO9004 (2000[b]), devem ser realizadas, em fases distintas e apropriadas, análises críticas sistemáticas de projeto e desenvolvimento de acordo com disposições planejadas para:

- a) Avaliar de forma consistente a capacidade dos resultados do projeto e desenvolvimento em atender os requisitos, e;
- b) Identificar problemas de qualquer dimensão e propor as ações necessárias.

Para ABNT-NBR ISO9004 (2000[b]), devem estar incluídos entre os participantes dessas análises críticas os representantes de funções envolvidas com o(s) estágio(s) do projeto e desenvolvimento que está(ão) sendo analisado(s) criticamente. Devem ser mantidos em quaisquer circunstâncias os registros dos resultados das análises críticas e de quaisquer ações necessárias.

Conforme a ABNT-NBR ISO9004 (2000[b]), a validação do projeto e desenvolvimento deve ser executada conforme disposições planejadas para certificar que o produto resultante seja capaz de atender aos requisitos para a aplicação especificada ou uso intencional, onde conhecido. Onde for praticável, a validação deve ser encerrada antes da entrega ou implementação final do produto.

De acordo com ABNT-NBR ISO9004 (2000[b]), as modificações de projeto e desenvolvimento devem ser identificadas e os registros devem ser conservados. As alterações devem ser analisadas de forma bastante crítica, verificadas e validadas, como apropriado, e aprovadas antes da implementação. A análise crítica das alterações de projeto e desenvolvimento deve incluir a avaliação de efeito das alterações em elementos e no produto já entregue.

2.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Segundo Conceito.De (2015), processo de produção é um sistema de ações inter-relacionadas de forma dinâmica e orientadas para a transformação de determinados elementos. Sendo eles, os elementos de entrada (insumos) que passam a ser elementos de saída (produtos).

Os insumos são os bens que são utilizados com fins produtivos (as matérias-primas). Os produtos, por sua vez, estão destinados à venda ao consumidor (CONCEITO.DE, 2015).

Para Conceito.De (2015) as atuações produtivas são as atividades desenvolvidas no âmbito do processo. Podem ser atuações imediatas (que geram serviços consumidos pelo produto final) ou atuações mediatas (que geram serviços que são consumidos por outras atividades do processo).

Mesmo que exista uma grande quantidade de produtos, podem-se mencionar os principais: os produtos finais, que oferecem os mercados onde a organização atua, e os produtos intermédios, podendo ser utilizados como atuações em outras ações que constituem o mesmo processo de produção (CONCEITO.DE, 2015).

Conforme o modo de produção, o processo pode ser simples (sempre que a produção tenha como alvo uma mercadoria ou um serviço de tipo único) ou múltiplo (sempre que os produtos sejam tecnicamente interdependentes) (CONCEITO.DE, 2015).

2.5 MELHORIA CONTINUA

Para Gitlow (1993), a melhoria e a inovação são ambas necessárias para uma empresa pretende ser competitiva em um mercado futuro. A melhoria nos processos da empresa modifica produtos e processos existentes, para reduzir continuamente a diferença entre as necessidades do cliente e o desempenho de processo. Ferramentas, como pesquisa de mercado e análise dos pedidos de serviço/vendas, contribuem para este fim.

A melhoria da qualidade depende muito da habilidade da gerência em criar um ambiente transformador que demonstre seu compromisso para com o entendimento da qualidade e com a concordância da responsabilidade de como melhorá-la (GITLOW, 1993).

O ambiente da qualidade encoraja o trabalho em grupo, a comunicação, a solução de problemas em times, a confiança, a segurança, o orgulho pelo trabalho realizado em conjunto e a melhoria contínua (GITLOW, 1993).

A norma ABNT-NBR ISO 9001 (2000[a], p. 13), no requisito 8.5.1, define que:

A organização deve continuamente melhorar a eficácia do sistema de gestão da qualidade por meio de uso da política da qualidade, objetivos da qualidade, resultados de auditorias, análise de dados, ações corretivas e preventivas e análise crítica pela direção.

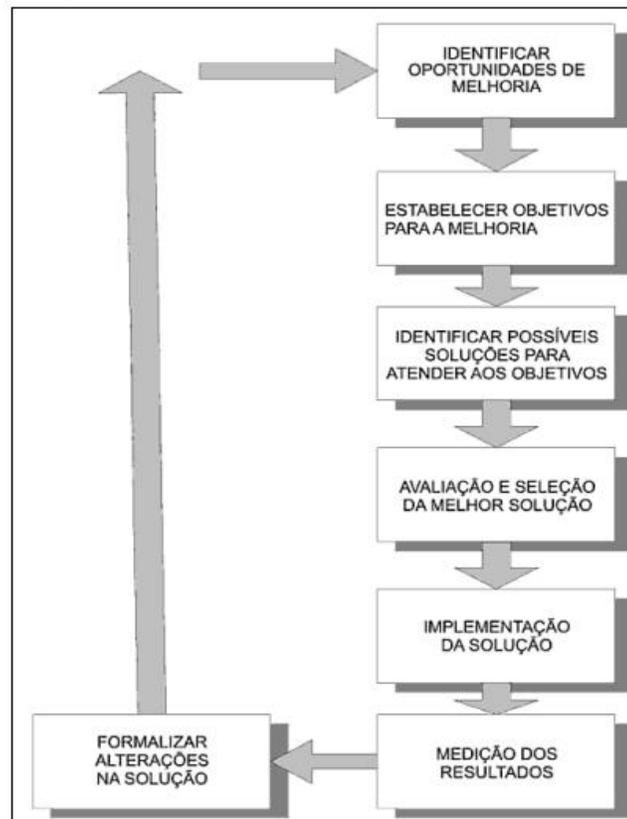
A melhoria contínua é um tipo de mudança que está com foco total no aumento da eficácia e / ou eficiência de uma organização para exercer a sua política e seus objetivos. Ela não se limita apenas a iniciativas de qualidade. Ela envolve a melhoria na estratégia do negócio, nos resultados da organização, nos clientes, nos colaboradores e nas relações com os fornecedores. Todos devem estar sujeitos á melhoria contínua.

Deve a melhoria contínua se concentrar em facilitadores como: liderança, comunicação, recursos, arquitetura da organização, pessoas e processos, ou seja, toda a organização, em todas as funções e em todos os níveis.

A melhoria contínua também deve levar a resultados melhores, tais como preço, custo, produtividade, tempo de entrega, capacidade de resposta, lucro e satisfação dos clientes e dos funcionários (DEMING, 1990).

Conforme Lucinda (2010), o principal objetivo da melhoria contínua na Gestão da Qualidade é aumentar a competência da organização de atender seus clientes de maneira eficaz, e define os principais passos para a melhoria contínua na organização, conforme a Figura 3.

Figura 3: Passos para a melhoria continua.



Fonte: Adaptado de Lucinda, 2010.

Perante a isso, há a necessidade das organizações buscarem novas maneiras de desenvolver, criar, transformar e querer melhorar e mudar, a realidade atual de seus processos produtivos, organizacionais e culturais.

Com relação ao citado, a filosofia Kaizen tem a finalidade de transformação, porém, as mudanças provenientes dessa ferramenta de melhoria continua somente atuarão de forma efetiva nas organizações se forem corretamente aplicadas, sobretudo, bem desenvolvidas.

Conforme Deming (1990) existem três tipos de melhoria. A melhoria gradual e nunca o final de uma mudança, ao passo que a melhoria pura e simples é mudança incremental. Ambos os tipos de melhorias são o que os japoneses definem como Kaizen.

O Kaizen, nomenclatura de origem japonesa, surgiu através da ferramenta de melhoria contínua CCQ – Circulo de Controle da Qualidade; que tem como objetivo de estimular a necessidade da busca constante por maior qualidade (FERREIRA, 2009).

O ciclo de melhoria contínua é constituído de quatro etapas: P (*Plan* – Planejamento), D (*Do* – Executar), C (*Check* – Verificação) e A (*Act* – Agir) (DEMING, 1990).

2.6 FERRAMENTAS DE MELHORIA DA QUALIDADE

A empresa tem problemas que as coíbem de obter melhor produtividade e qualidade de seus produtos, além de prejudicar sua posição competitiva. Nós temos a tendência de achar que sabemos a solução destes problemas baseados na experiência ou naquilo que julgamos ser o conhecimento certo. No entanto, o verdadeiro “expert” é aquele que alimenta seu conhecimento e experiência com os fatos e dados e desta maneira garante o uso deste conhecimento, experiência e principalmente o seu andamento na direção certa. Nem todas as pessoas experientes e de profundo conhecimento são necessariamente “experts” e tendem a serem barreiras na procura do verdadeiro conhecimento. Os fatos e dados são os únicos critérios para identificar o verdadeiro conhecimento. “deixem os dados e os fatos falarem” (CAMPOS, 1989).

Para Meira (2003), em um mercado cada vez mais competitivo, a busca da qualidade e da produtividade nas empresas não pode mais depender de improvisos, mas de dados tangíveis.

As empresas necessitam substituir a “achologia” por uma gestão baseada em fatos e dados concretos para se estabelecer uma base sólida e um ambiente favorável para a melhoria da qualidade, é fundamental o uso de ferramentas que possibilitem “organizar” os dados e fatos, transformando-os em informações (MEIRA, 2003).

As ferramentas da qualidade podem ser usadas isoladamente ou como parte de um processo de qualidade.

2.7 AÇÕES CORRETIVAS

Conforme ABNT-NBR ISO9001 (2000[a]), a organização deve executar ações corretivas para eliminar as causas de não conformidades, de forma que a sua repetição seja evitada. As ações corretivas devem ser adequadas aos efeitos das não conformidades encontradas.

Para definir os requisitos um procedimento deve ser estabelecido:

- Análise crítica das não conformidades identificadas (incluindo reclamações de cliente).
- Determinação das causas de não conformidades identificadas.
- Avaliação da necessidade de ações corretivas para assegurar que aquelas não conformidades não ocorrerão.
- Determinação e implementação de ações de correção dos problemas.
- Registros dos resultados de ações corretivas executadas.
- Análise crítica de ações corretivas executadas.

De modo geral ações corretivas são a forma de melhorar o produto, os processos e que visam a melhoria continua.

2.7.1 Ferramentas tradicionais da qualidade

A partir deste item serão apresentadas algumas das principais ferramentas da qualidade utilizadas no processo de ações corretivas.

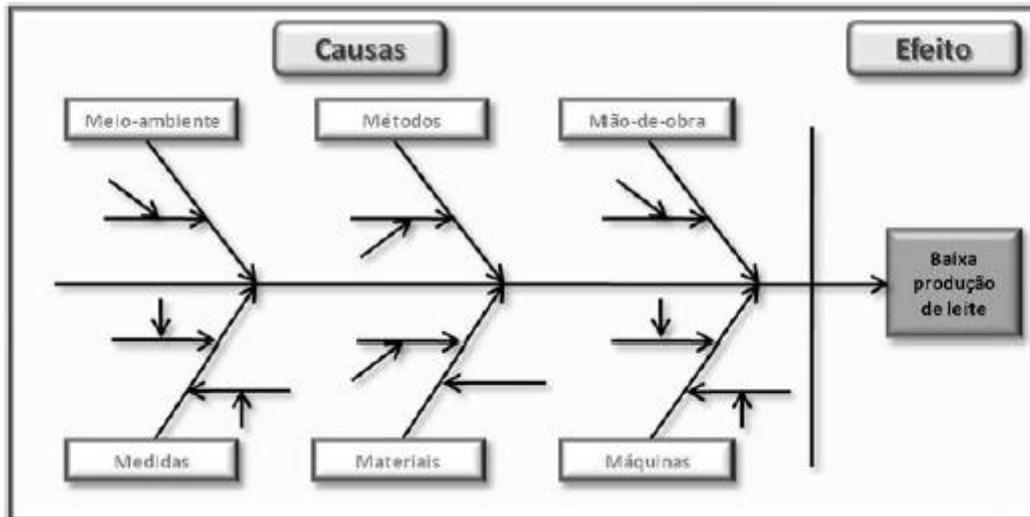
2.7.1.1 Brainstorming e diagrama de causa e efeito

Para Gitlow (1993), um time executa um brainstorming para coletar grandes quantidades de contribuições criativas (incluindo fatos, opiniões, suposições e dados) relacionados a um problema de processo ou produto.

Um diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de espinha-de-peixe ou diagrama de Ishikawa, pode ser usado para organizar as causas de um problema de processo ou produto em uma apresentação lógica. Além disso, esses diagramas são úteis para identificar a causa básica de um problema. Os diagramas de causa e efeito são usados com frequência para organizar o resultado de uma sessão de *brainstorming*.

Na Figura 4, é apresentado um modelo de diagrama de causa e efeito.

Figura 4: Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Adaptado de Chiavenatto, 2004.

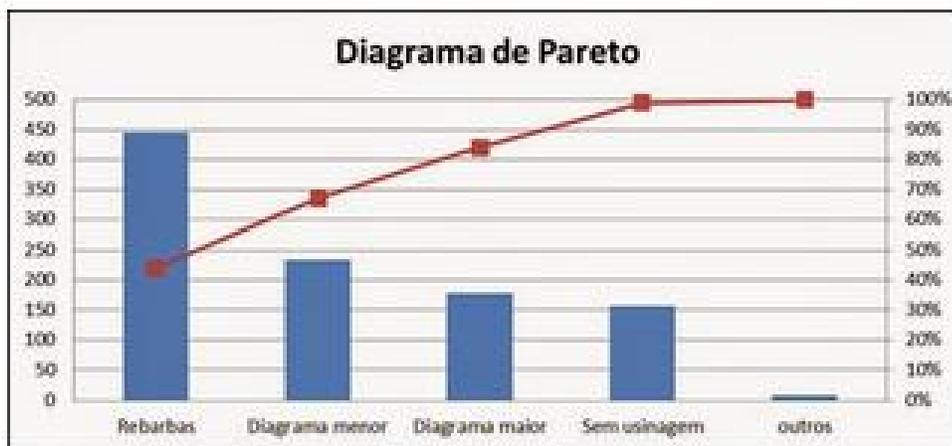
2.7.1.2 Gráfico de Pareto

O diagrama de Pareto mostra os problemas por incidência, em ordem decrescente, ao mesmo instante em que indica a participação percentual acumulada. Portanto, ele é de grande valor para a determinação de prioridades (MIRSHAWKA, 1990).

Para Miguel (2006), o gráfico de Pareto consiste em arranjar os dados por ordem de importância, de forma a determinar as prioridades para resolução de problemas. É um gráfico muito usado para classificar causa (por ordem de frequência), que podem ser defeitos, não conformidades, etc.

Na Figura 5, é apresentado um modelo de gráfico de Pareto.

Figura 5: Exemplo de gráfico de Pareto.



Fonte: Adaptado de Portal da Administração, 2015.

2.7.1.3 Folha de verificação

Para Gitlow (1993), uma folha de verificação é usada para coletar dados sobre um produto ou processo, de uma maneira organizada, de forma que os dados possam ser analisados. Com uma ferramenta estatística como, por exemplo, um diagrama de Pareto, um histograma, uma carta de controle.

Consiste em uma planilha na qual um conjunto de informações pode ser sistematicamente coletado e registrado de maneira ordenada e uniforme, permitindo interpretação rápida dos resultados de uma variável. Permite a verificar o comportamento de uma variável que será controlada, como por exemplo, para registro de frequência e controle de itens defeituosos (MIGUEL, 2006).

2.7.1.4 Matriz de priorização

Prioriza tarefas, procedimentos e possibilidades de ação, baseado em conhecimento e critérios de peso previamente definidos (MIGUEL, 2006).

Para Meira (2003), é uma ferramenta de apoio á decisão, possibilitando uma análise que considere todos os aspectos relevantes. Pode ser usada sempre que houver a necessidade tomar uma decisão ou escolha.

De acordo com Pereira (2015), a matriz GUT é uma forma de se tratar problemas com o objetivo de priorizá-los. A priorização do problema leva em conta a gravidade, a urgência e a tendência.

- Gravidade: impacto do problema sobre coisas, pessoas, resultados, processos ou organizações e consequências que poderão surgir em longo prazo, caso o problema não seja solucionado.
- Urgência: relação com o tempo disponível ou necessário para resolver o problema.
- Tendência: potencial de crescimento do problema, avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

A pontuação de 1 a 5, para cada dimensão da matriz, permite classificar em ordem decrescente de pontos e definir os problemas a serem atacados de forma prioritária.

Este tipo de análise deve ser feita pelo grupo de melhoria com colaboradores do processo, de forma a estabelecer a melhor priorização dos problemas. Lembrando que deve haver consenso entre os membros do grupo.

Depois de atribuída a pontuação, deve-se multiplicar GxUxT e achar o resultado, priorizando de acordo com os pontos obtidos.

Um exemplo de Matriz GUT é apresentado na figura 6, que apresenta os requisitos básicos de priorização.

Figura 6: Matriz GUT.

Pontos	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento será imediato
4	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
3	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
2	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem Pressa	Não vai piorar ou pode até melhorar

Fonte: Adaptado de Silveira, 2015.

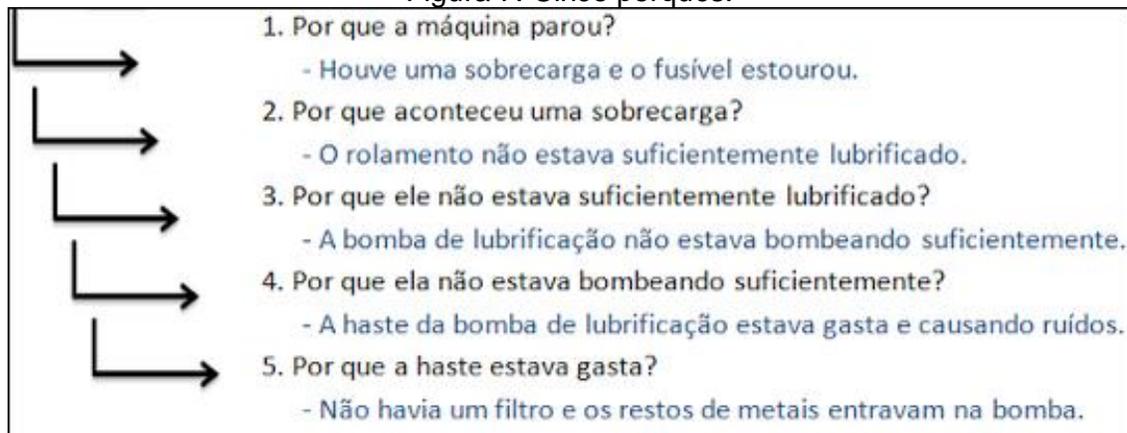
2.7.1.5 Cinco (5) porquês

De acordo com Ohno (1997), a origem de um problema assim como a solução tornam-se evidentes quando são repetidas cinco vezes o porquê. Ries (2012) diz que a técnica dos cinco porquês foi desenvolvida por Taichi Ohno, criador do sistema Toyota de produção, para solucionar problemas. A técnica consiste

basicamente em fazer a pergunta “porquê” cinco vezes para então, entender o que realmente aconteceu, ou seja, descobrir qual foi a causa do problema.

Um exemplo de cinco porquês é apresentado na figura 7, que apresenta um exemplo de uso da ferramenta.

Figura 7: Cinco porquês.



Fonte: Adaptado de Moura, 2015.

2.7.1.6 Oito (8) D

Para Gonçalves e Miguel (2015), oito disciplinas é uma ferramenta que objetiva a melhoria na qualidade de produtos e também dos processos. É utilizada para a resolução não conformidades, ordenando o pensamento e facilitando a análise e solução de uma problema. A metodologia para esta ferramenta foi desenvolvida pela Ford nos anos 80 e é orientada ao trabalho em equipe, devido sua simplicidade e eficiência.

As oito fases da metodologia são os seguintes:

Fase 0: Constatação

D1: Definição do time

D2: Descrição do problema

D3: Ação de contenção imediata

D4: Análise de causa raiz

D5: Ações corretivas possíveis (Escolha de solução)

D6: Implementação da solução e comprovação da eficácia das ações

D7: Ações preventivas

D8: Análise de encerramento

A metodologia 8D parte do pressuposto que um problema já foi identificado e o terceiro passo é o primeiro a ser dado para atacar o problema, o qual trata das ações de contenção dos efeitos do mesmo. As oito fases são detalhadas a seguir:

- Fase 0 – Constatação: Conforme descrito anteriormente, para a utilização desta ferramenta, parte-se do pressuposto que um problema já foi identificado.
- D1 – Definição do time: Estabelecer um pequeno grupo de pessoas (abordagem multidisciplinar) com conhecimento de processo/produto e com treinamento em resolução de problemas. A equipe precisará de um líder.
- D2 – Descrição do problema: Especificar qual é o problema, sua origem (interno, externo, auditoria, etc...) e quando possível, usar termos quantificáveis (fazer as seguintes perguntas: quem, quando, onde, porque, quando).
- D3 – Ação de contenção imediata: Ações de contenção devem ser identificadas e tomadas para minimizar e isolar o efeito causado pela reclamação até que a ação corretiva tenha sido tomada de forma eficaz.
- D4 – Análise de causa raiz: Deve ser identificada a causa raiz do problema, utilizando-se as ferramentas necessárias ou aplicáveis (como por exemplo, as ferramentas estatísticas apresentadas anteriormente). Esta é a fase mais crítica, demorada e exigente de todo o processo, uma vez que a continuidade dos próximos passos depende da eficácia deste.
- D5 – Ações corretivas possíveis (escolha da solução): Escolha da ação corretiva a ser executada para a eliminação da causa raiz do problema. Isto exige da equipe uma análise crítica para que possa ser seguido o caminho mais adequado para a eliminação do problema, levando em consideração os recursos disponíveis para isso.
- D6 – Implementação da ação corretiva e comprovação da eficácia das ações: Implementar a ação corretiva e certificar-se que esta previne a reincidência através de monitoramento em longo prazo.
- D7 – Ações preventivas: Se ação foi eficaz, deve ser verificada a necessidade de alterações em procedimentos, instruções de trabalho, métodos, normas, plano de controle, FMEA, gráficos e/ou outros documentos do sistema de gestão da qualidade. Também é nesta etapa que as

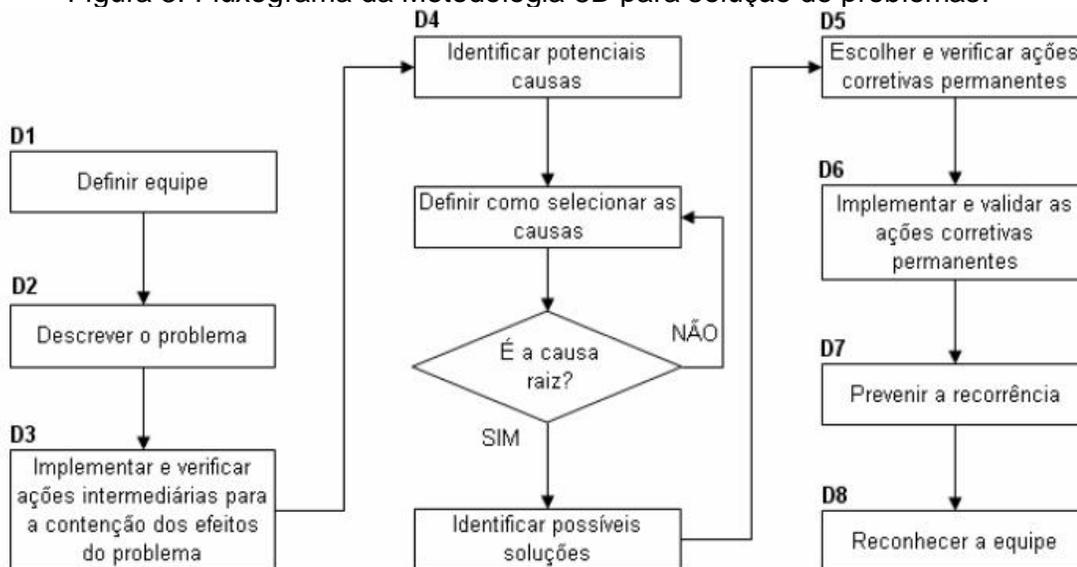
necessidades de treinamentos e a abrangência da ação para outros produtos e processos de ser identificados.

D8 – Análise de encerramento: Reconhecer os esforços coletivos da equipe. Neste momento deve-se congratular o time e compartilhar as lições aprendidas em relação ao método.

Assim, de acordo com Fernandes (2015), 8D é uma metodologia de solução de problemas completo e eficaz, englobando os passos necessários para garantir a solução definitiva de um problema de qualidade.

De acordo com Magalhães (2005), os oito passos deverão ser todos usados quando a causa do problema é desconhecida ou quando a resolução do problema está para além da capacidade de uma só pessoa. A figura 8 representa o fluxograma da metodologia 8D para solução de problemas.

Figura 8: Fluxograma da Metodologia 8D para solução de problemas.



Fonte: Adaptado de FMA Gestão Empresarial, 2008.

2.7.1.7 Gráfico de setores ou gráfico de pizza

Gráfico circular que mostra as frequências relativas de dados, em forma de fatias de pizza (CIMM, 2015).

A figura 9 mostra o gráfico de setores ou pizza.

Figura 9: Gráfico de setores ou gráfico de pizza.



Fonte: Adaptado de Dicas e truques para o google docs, 2015.

Também conhecido como gráfico de pizza, a representação de dados através do gráfico de setores é bastante utilizada na visualização de números percentuais, ao seu formato circular (ALUNOS ONLINE, 2015).

Temos que a área completa da região circular do gráfico de setores corresponde a um ângulo total de 360° , que em dados percentuais equivale a 100%. Dessa forma, criaremos a seguinte relação: 100% está para 360° . Com base nessa relação determinaremos qualquer medida de ângulo central em função do valor do dado percentual (ALUNOS ONLINE, 2015).

2.8 ROTA: ROTEAMENTO

A definição para Rota é um caminho, uma direção ou um rumo que liga um lugar a outro; define o caminho percorrido para chegar a algum lugar. A expressão "roteamento" é utilizada quando se pretende definir um caminho ou direção para se chegar ao destino desejado (SIGNIFICADOS, 2015).

2.8.1 Roteamento em mangueiras hidráulicas

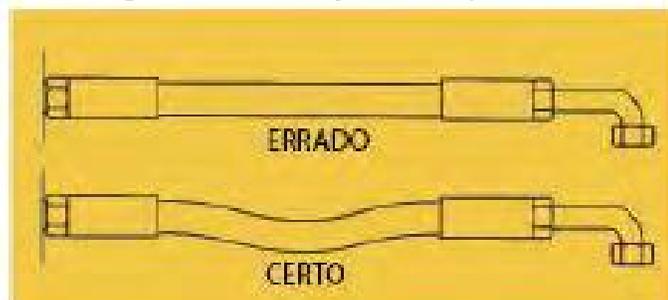
Conforme Gates (2015), muitos conjuntos falham por consequência de roteamento inadequado. Para minimizar o dano causado por curvatura incorreta ou chicoteado excessivo, toda mangueira deve ser protegida ou orientada por braçadeiras, armaduras de proteção, protetores de mola ou mangas feitas de material que resista a abrasão, temperatura e produtos químicos.

Seguem algumas das dicas de roteamento de mangueira que irão prevenir falhas desnecessárias no conjunto (GATES, 2015):

a) Mudança de comprimento: quando a instalação da mangueira for reta, deverá ser deixada uma folga suficiente na linha da mangueira para propiciar mudanças de comprimento que ocorrerão com a aplicação da pressão.

A figura 10 ilustra dica de instalação para mudança de comprimento da mangueira.

Figura 10: Mudança de comprimento.

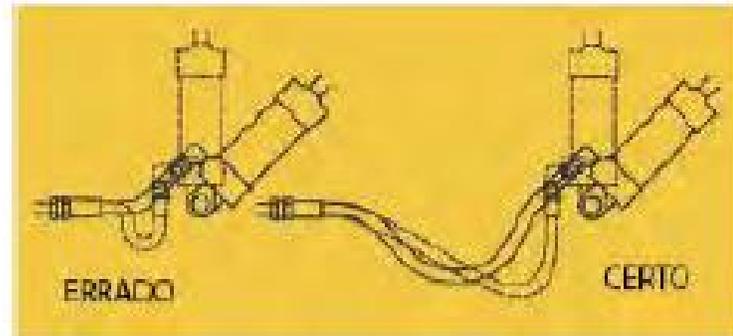


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

b) Movimento / Curvatura: É necessário um comprimento adequado da mangueira de forma a distribuir o movimento nas aplicações que envolvam curvatura e evitar abrasão.

c) A figura 11 apresenta a forma correta de montar a mangueira, obedecendo as regra de curvatura e movimento.

Figura 11: Movimento/curvatura.

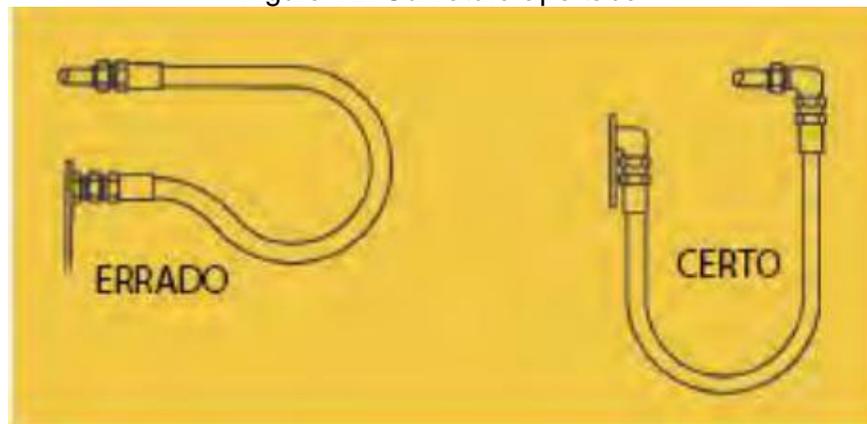


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

d) Curvatura Apertada: Quando o raio estiver abaixo do mínimo exigido, usar um adaptador de ângulo para evitar curvaturas acentuadas e apertadas.

A figura 12 ilustra uma mangueira com a curvatura apertada.

Figura 12: Curvatura apertada.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

e) Torção:

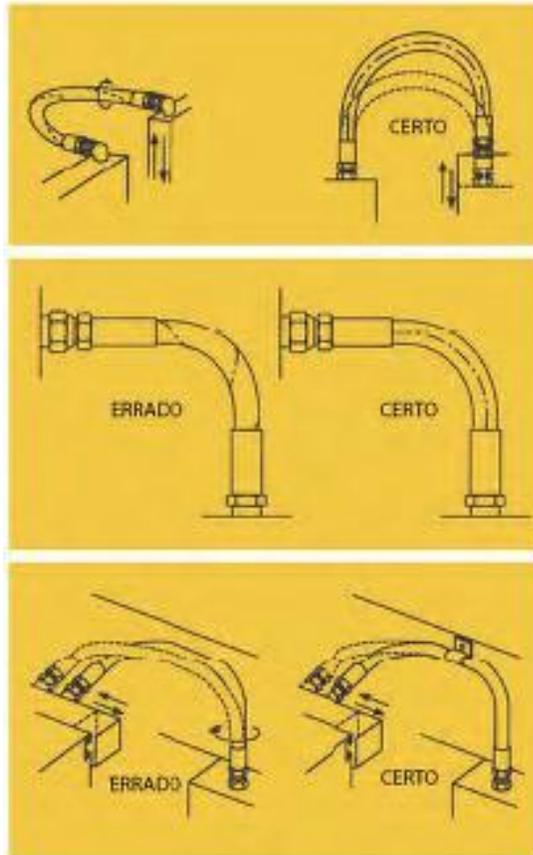
1. Evite torções e distorções curvando a mangueira no mesmo plano do movimento da porta à qual ela está ligada.

2. Ao instalar a mangueira, assegurar de que ela não está torcida. A pressão aplicada a uma mangueira torcida resulta em falhas da mesma e afrouxamento das conexões.

3. Evite torções de mangueira dobrada em dois planos grimpano a mangueira no ponto de mudança de plano.

Na figura 13, podem ser visualizados exemplos de mangueiras com torção e a forma correta de ser montada.

Figura 13: Torção.

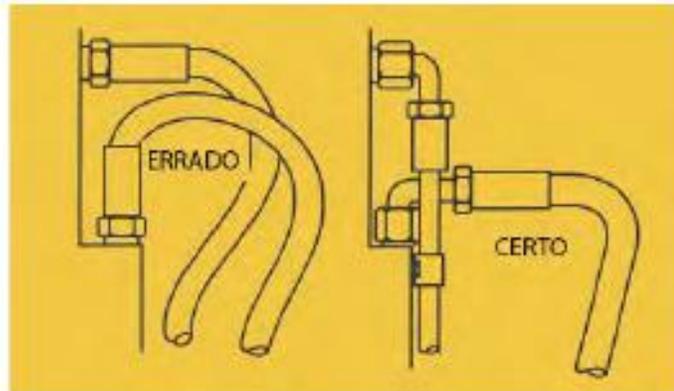


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

f) Tensão: cotovelos e adaptadores devem ser usados para aliviar tensão no conjunto e fornecer instalações com maior organização, e tornando-as mais acessíveis no caso de inspeção e manutenção.

Mangueiras montadas com tensão podem ser visualizadas na figura 14.

Figura 14: Tensão.

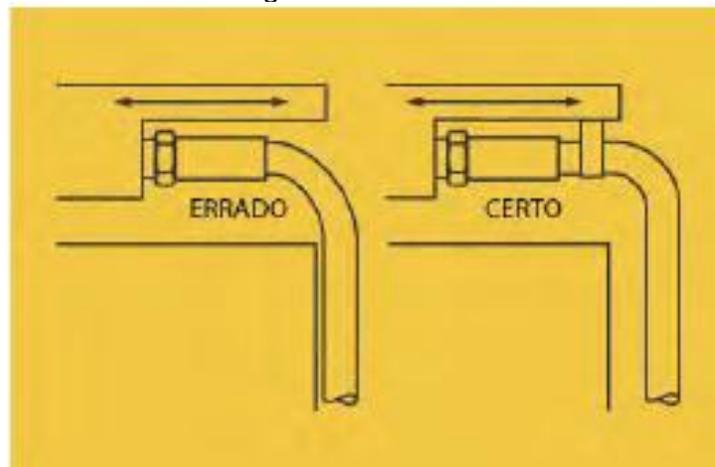


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

g) Abrasão: ligar a mangueira na instalação de forma a evitar atrito e abrasão. Normalmente, é necessário o uso de braçadeiras para apoiar ligações extensas ou manter a mangueira longe de peças em movimento. Utilize braçadeiras do tamanho correto e proporcional a aplicação. Uma braçadeira muito grande permite que a mangueira se mova e ocasione desgaste.

Na figura 15, pode ser visualizada uma mangueira sendo exposta a abrasão e a forma certa de montar.

Figura 15: Abrasão.

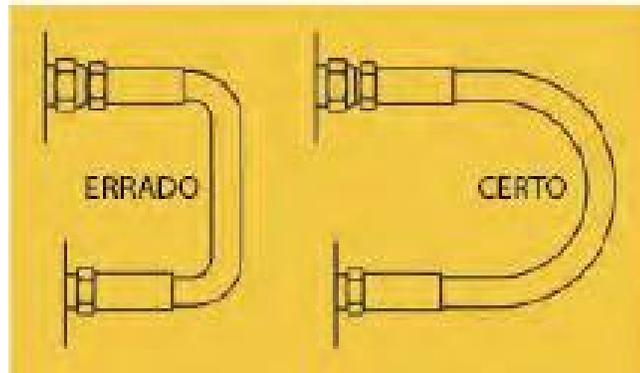


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

h) Ruptura: para evitar ruptura da mangueira e restrição do fluxo, mantenha o maior raio de curvatura possível da mangueira.

Na figura 16 e apresentada a forma correta de montagem para evitar ruptura.

Figura 16: Ruptura.

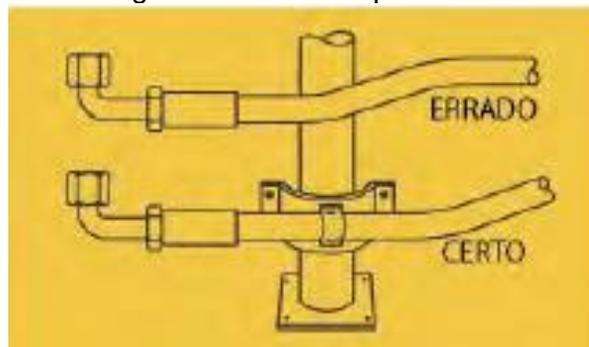


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

i) Altas temperaturas: ambientes com altas temperaturas diminuem acentuadamente a vida útil da mangueira; deste modo, certifique-se que a mangueira será deixada longe de peças quentes. Caso isso não seja possível, isole a mangueira com o revestimento de proteção.

A figura 17 apresenta a forma com que a mangueira deve ser montada para evitar contato com altas temperaturas.

Figura 17: Altas temperaturas.

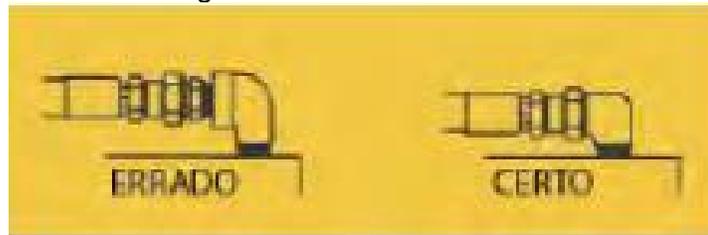


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

j) Reduza conexões: reduza o número de conexões roscadas com o uso de adaptadores hidráulicos ao invés de conexões de tubo.

A figura 18 apresenta a forma de uso de adaptadores hidráulicos.

Figura 18: Reduza conexões.

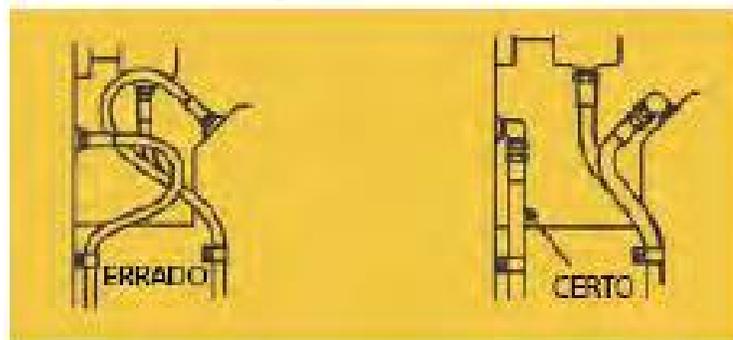


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

k) Estética: roteie a mangueira utilizando adaptadores e conexões de 45° e/ou 90°. Para uma melhor estética, evite comprimento excessivo da mangueira e transpassar uma sobre a outra.

Na figura 19 podem ser vistos roteamentos usando as conexões a 45 e 90°

Figura 19: Estética.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

2.8.2 Falhas comuns em mangueiras hidráulicas

Conforme Gates (2015), o objetivo da resolução de problemas é identificar a causa ou causas da falha na mangueira e, desenvolver ações corretivas. Em sequência está uma lista de causas comuns de falha prematura de mangueira:

a) Abrasão da mangueira: falha ocorrida por contato com superfície abrasiva, a mangueira estava sem proteção.

A figura 20 mostra uma falha por abrasão.

Figura 20: Falha por abrasão.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

b) Desprendimento da mangueira de suas extremidades: falha ocorreu, devido a curvatura excessiva e mangueira que não atendia a pressão máxima do sistema.

Na figura 21 pode ser visualizada uma falha por desprendimento da mangueira das extremidades.

Figura 21: Falha por desprendimento da mangueira de suas extremidades.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

c) Desprendimento da Mangueira de seu Acoplamento: Mangueira com comprimento incorreto, sem acomodação correta, não suportou a contração de pressão.

Na figura 22 pode ser visto uma falha por desprendimento da mangueira do acoplamento.

Figura 22: Falha por desprendimento da mangueira do seu acoplamento.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

d) Vazamento na extremidade da rosca / assento: falha decorrente de vazamento, devido a dano causado no anel o-ring e também excesso de torque na rosca da conexão, o que ocasionou trincas.

A figura 23 mostra uma falha gerada por vazamento na extremidade da mangueira.

Figura 23: Falha por vazamento na extremidade da rosca/assento.

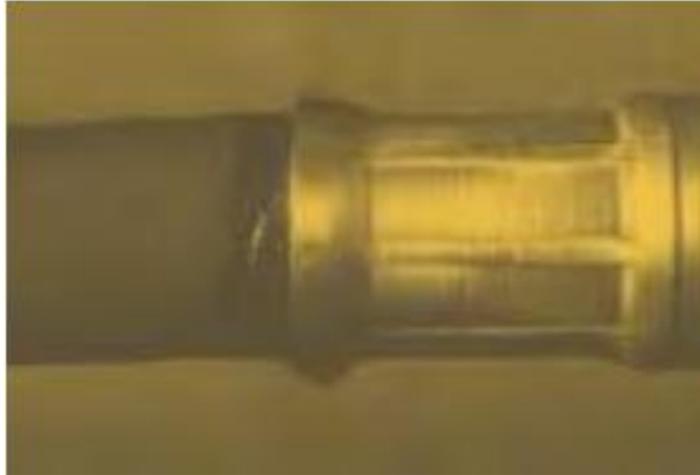


Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

e) Infiltração / umidade na interface de acoplamento da mangueira: falha decorrente da falta de crimpagem e colocação imprópria da haste.

A falta de crimpagem posterior infiltração é mostrada na figura 24.

Figura 24: Falha por infiltração na interface de acoplamento da mangueira.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

f) Explosão do acoplamento: falha ocasionada por procedimentos incorretos de montagem.

A figura 25 mostra falha decorrente de montagem incorreta.

Figura 25: Falha por procedimento incorreto de montagem.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

g) Rachaduras na mangueira: mangueira com vazamento, devido a ter sido roteada muito próxima de fonte de calor.

Uma falha por rachaduras na mangueira está sendo mostrada na figura 26.

Figura 26: Falha por rachaduras na mangueira.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

h) Torção da mangueira: mangueira com curvatura incorreta, torcida no momento da montagem (roteamento).

Está evidente na figura 27 uma mangueira com torção.

Figura 27: Falha por torção na mangueira.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

i) Bolhas no Revestimento: Mangueira com bolhas no revestimento, devido a incompatibilidade com o fluido que está sendo usado.

A figura 28 mostra bolhas no corpo da mangueira.

Figura 28: Falha por bolhas no corpo mangueira.



Fonte: Adaptado de Gates, 2015.

2.8.3 Roteamento de chicotes elétricos

Segundo SENAI (2004), toda fiação deve ser instalada de forma firme e de boa aparência. Sempre que possível, os fios e os chicotes devem correr paralelos ou em ângulos retos com as nervuras ou longarinas da área envolvida.

Para SENAI (2004), a fiação deve ter fixação adequada em toda a sua extensão. Uma quantidade suficiente de suportes deve ser instalado para prevenir vibração indevida dos trechos sem sustentações. Todos os fios e grupos de fios devem ser relacionados e instalados para protegê-los de:

- fricção ou roçamento
- alta temperatura
- ser usado como alças ou como suporte de pertences pessoais e equipamento
- danos pela movimentação de pessoal
- danos por armazenamento ou movimentação da carga
- danos por vapores, borrifos ou salpicos de ácido da bateria
- danos por solventes ou fluidos

Os danos ao isolamento podem provocar curto-circuito, mau funcionamento ou operação inadequada do equipamento.

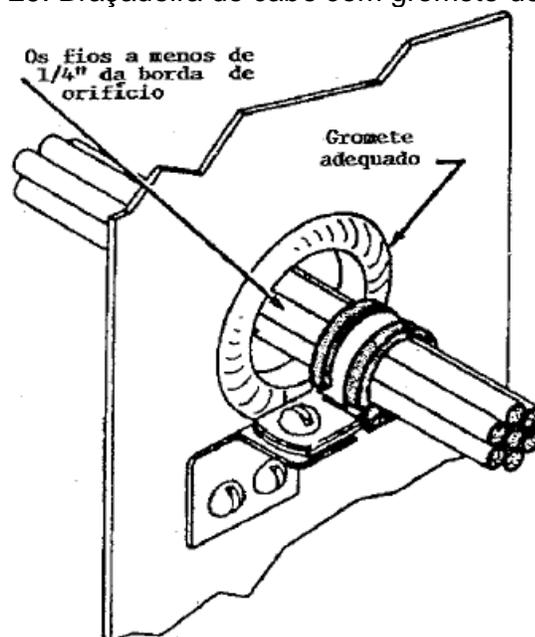
Conforme SENAI (2004), seguem a seguir formas de proteção de chicotes elétricos:

Para SENAI (2004) as braçadeiras de cabo devem ser usadas para sustentar os chicotes em cada orifício através de um anteparo. Se os fios se aproximarem mais de 1/4 de polegada da borda do orifício, usa-se um gromete adequado como mostra á figura 29.

Seguidamente é necessário cortar o gromete de náilon, ou borracha, com a finalidade de facilitar a instalação (SENAI, 2004).

Na figura 29 é apresento um exemplo de braçadeira de cabo com gromete de ilhós.

Figura 29: Braçadeira de cabo com gromete de ilhós.



Fonte: Adaptado de SENAI Conde Jose Vicente de Azevedo, 2004.

2.8.4 Proteção contra alta temperatura

Para evitar degradação do isolamento, os fios devem ser mantidos distantes de equipamentos de alta temperatura, tais como resistores, tubos de descarga ou dutos de aquecimento. A distância de separação é normalmente especificada pelos desenhos de engenharia. Alguns fios devem invariavelmente passar através de áreas quentes. Esses fios devem possuir isolamentos com materiais de alta temperatura como amianto, fibra de vidro ou teflon. Uma proteção adicional é, também, frequentemente necessária sob a forma de conduítes. Um fio com

isolamento de baixa temperatura não deve ser usado para substituir um fio com isolamento de alta temperatura (SENAI, 2004).

Muitos cabos possuem isolamento de plástico mole tal como polietileno, o qual está sujeito a deformações e deterioração quando expostos a altas temperaturas (SENAI, 2004).

Uma proteção adicional contra fricção deve ser fornecida aos fios de amianto incluídos no conduíte. Pode ser usado um conduíte com revestimento de borracha de alta temperatura ou os fios de amianto podem ser envolvidos, individualmente, em tubos plásticos de alta temperatura, antes de serem instalados no conduíte (SENAI, 2004).

2.8.5 Proteção contra solventes e fluidos

Os fios não devem ser instalados em áreas onde fiquem sujeitos a estragos por fluidos, com exceção daqueles que devem atingir aquela área (SENAI, 2004).

Se houver mínima possibilidade do fio ser molhado com fluidos, deverá ser usada uma tubulação plástica para protegê-lo. Essa tubulação deve estender-se através da área em ambos os sentidos, e deve ser amarrada nas extremidades (SENAI, 2004).

Se o fio possuir um ponto baixo entre as extremidades da tubulação, é feito um orifício de dreno de 1/8 de polegada, como mostra a figura 30.

Figura 30: Orifício de dreno no ponto mais baixo da tubulação.



Fonte: Adaptado de SENAI Conde Jose Vicente de Azevedo, 2004.

Esse orifício deve ser perfurado na tubulação após completar a instalação e o ponto baixo, definitivamente estabelecido, pelo uso do perfurador para cortar um meio círculo (SENAI, 2004).

Para SENAI (2004) toma-se o cuidado para não danificar qualquer um dos fios no interior da tubulação quando se usar o perfurador.

2.8.6 Proteção dos fios na área do alojamento das rodas

Conforme SENAI (2004) os fios localizados nos alojamentos das rodas estão sujeitos a diversos problemas em serviço, tais como: exposição a fluidos, apertos e acentuada flexibilidade.

Todos os chicotes devem ser protegidos por luvas de tubulação flexível, presas bem firmes em cada extremidade; e não devem existir movimentos relativos nos pontos onde a tubulação flexível estiver segura (SENAI, 2004).

Não deve haver nenhum esforço nas fixações quando as partes estiverem completamente estendidas, mas a frouxidão não deverá ser excessiva (SENAI, 2004).

2.8.7 Precauções na instalação

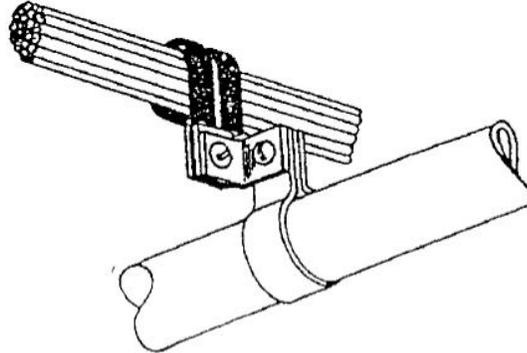
Quando a fiação for instalada paralelamente a linhas de fluidos, combustíveis ou de oxigênio em pequenas distâncias, a separação fixa deverá ser mantida tanto quanto possível. Os fios devem estar nivelados com ou na parte superior das tubulações. As braçadeiras devem ser espaçadas, de modo que, se um fio for quebrado em uma braçadeira ele não entrará em contato com a linha (SENAI, 2004).

Segundo SENAI Conde José Vicente de Azevedo (2004) onde não for possível uma separação, o chicote e a tubulação podem ser fixados na mesma estrutura para impedir qualquer movimento relativo.

Nenhum fio pode ser direcionado de modo que fique localizado mais próximo do que 1/2 polegada de uma tubulação. Nem mesmo um fio ou um chicote pode ser sustentado por tubulação que conduza fluidos inflamáveis ou oxigênio (SENAI, 2004).

Na figura 31 apresenta-se um exemplo de separação entre a fiação e a tubulação do sistema.

Figura 31: Separação entre a fiação e a tubulação.



Fonte: Adaptado de SENAI Conde Jose Vicente de Azevedo, 2004.

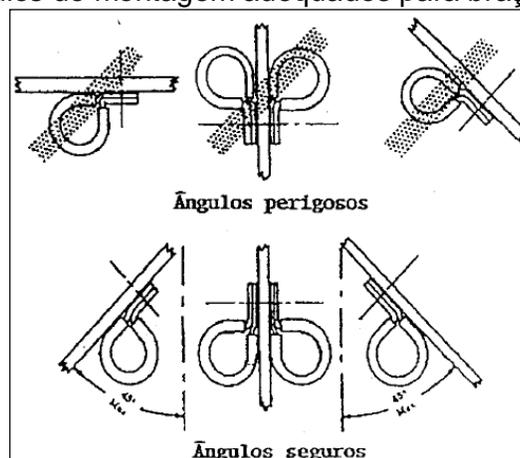
Para SENAI (2004) a fiação deve ser instalada para manter mínima folga de pelo menos 3 polegadas dos cabos de controle. Se isso não puder ser observado, guardas mecânicas deverão ser instaladas para evitar o contato entre a fiação e os cabos de controle.

2.8.8 Instalação das braçadeiras de cabos

As braçadeiras de cabos devem ser instaladas levando em consideração o ângulo adequado, como mostrado na figura 32. O parafuso de montagem deve estar na parte superior do chicote (SENAI, 2004).

A parte traseira da braçadeira de cabo deve se apoiar contra um membro estrutural, onde e quando for prático.

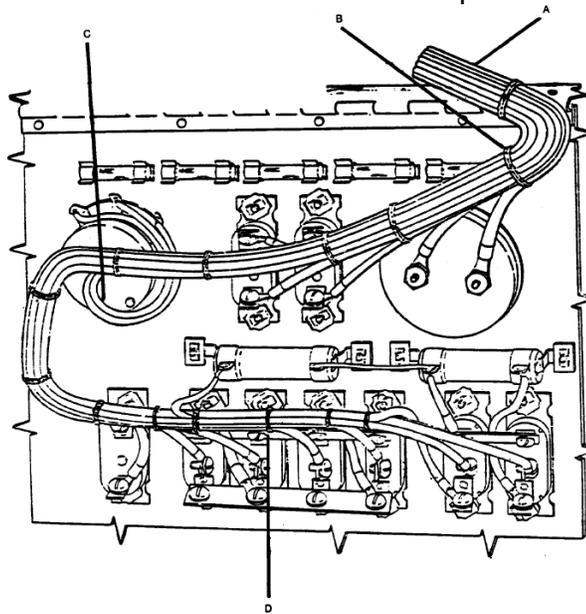
Figura 32: Ângulos de montagem adequados para braçadeiras de cabo.



Fonte: Adaptado de SENAI Conde Jose Vicente de Azevedo, 2004.

A figura 33, abaixo, demonstra a forma correta de como deve ser feito o roteamento correto do chicote em um painel elétrico, considerando os pontos de fixação e as amarrações convenientes para a aplicação.

Figura 33: Roteamento do chicote em painel elétrico.



Fonte: Adaptado de SENAI Conde Jose Vicente de Azevedo, 2004.

Conforme SENAI (2004), toda fiação deve ser instalada de modo que fique firme e tenha boa aparência. Sempre que possível, os fios e os chicotes devem correr paralelos ou em ângulos retos com as nervuras ou longarinas da área envolvida.

2.8.9 Falhas comuns em chicotes elétricos

Para Doutor carro (2015) quando um sensor para de fornecer sinal ao módulo de controle da injeção, devido a um cabo rompido e sua capa plástica não, logo pode ser testada a continuidade com o uso de um multímetro e o defeito é descoberto e corrigido. Mas e quando não for identificado no sistema nenhum cabo com falha de continuidade e mesmo assim o sistema continua a apresentar problemas? Bom a resposta tem inúmeras fases conforme descrito abaixo:

- cabo com mau contato na prensa de seu terminal
- cabo com mau contato na união de seu terminal

- cabo com mau contato em alguma união oculta no chicote
- cabo quebrado, mas com a capa inteira, provocando variação de contato com base no movimento térmico da capa
- cabo em contato irregular constante com outro fio negativo ou positivo
- cabo em contato irregular constante com outro fio com oscilação de tensão
- cabo em contato irregular intermitente com outros cabos que conduzem dados
- cabo em contato irregular intermitente com outro cabo que conduz pulsos
- cabo em contato irregular intermitente com outro cabo que conduz tensão intermitente.

Na visão de Doutor Carro (2015), acima estão descritas algumas possibilidades de falhas nos sistemas elétricos, já que existem inúmeras falhas que podem influenciar.

3. METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa tem definição um conjunto distinto de métodos, técnicas e ferramentas que são utilizados para alcançar um objetivo, descrevendo o que e como deve ser feito em cada momento ou etapa (PRADO, 2004).

Na metodologia de pesquisa-ação foram relacionadas às etapas principais durante a execução do referido trabalho, com algumas informações pertinentes, abordando as principais características da metodologia aplicada.

Para realizar a estruturação da implementação de um processo da qualidade para garantir o roteamento de mangueiras e chicotes elétricos conforme proposto neste estudo, alguns métodos e técnicas foram definidos para que os objetivos do trabalho fossem alcançados.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Apresentam-se nesta etapa os procedimentos e a estratégia utilizados na realização do presente trabalho. Abordam-se métodos, técnicas e ferramentas de coletas de dados. Da mesma forma, os procedimentos empregados para o desenvolvimento e o sequenciamento das atividades.

Identificou-se uma oportunidade de pesquisa em uma empresa de grande porte do ramo de máquinas agrícolas.

Segundo Thiollent, (2007) no que se refere ao desenvolvimento do processo de pesquisa, optou-se pela pesquisa-ação, levando em conta que ela se caracteriza como uma pesquisa social, onde há cooperação entre a equipe e o pesquisador no que se refere à resolução do problema.

A pesquisa-ação pode ser considerada uma forma de pesquisa estratégica na área de engenharia de produção desenvolver o conhecimento e a base de informações necessárias para a resolução de problemas (THIOLLENT, 1997).

Thiollent (2007) define quatro fases distintas para a metodologia de pesquisa-ação: exploratória, pesquisa aprofundada, ação e avaliação, descritas a seguir com as respectivas características.

EXPLORATÓRIA: Nesta fase, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para definição e composição da revisão de literatura, a qual permitiu obter conhecimento mais aprofundado sobre composição de produtos, custos de falhas, ferramentas da

qualidade e roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos. Também foram realizadas visitas a linha de montagem da empresa para conhecer seu processo, bem como identificar as oportunidades de melhorias a serem trabalhadas. Neste momento, realizaram-se conversas com os colaboradores a fim identificar o problema e definir os objetivos da pesquisa.

PESQUISA APROFUNDADA: A definição da iniciativa a ser trabalhada foi definida pela área da qualidade, a partir disso, iniciou-se uma pesquisa aprofundada sobre o tema, o qual será utilizado para a realização deste projeto.

Realizaram-se reuniões com engenheiros da qualidade e gestores para entender como é feita a aplicação do processo RQA para novos produtos e neste mesmo tempo identificar pontos de melhorias para serem contemplados na nova proposta.

A pesquisa aprofundada neste trabalho estará focada na avaliação, definição e proposta de melhorias no roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos dos produtos da empresa.

AÇÃO: Após analisar o processo de roteamento de chicotes elétricos e mangueiras hidráulicas e obter informações sobre as particularidades do mesmo, desenvolveu-se uma nova proposta de processo de roteamento para produtos correntes para ser implementada.

AVALIAÇÃO: A proposta com as melhorias esperadas foi apresentada para a gerencia da empresa estudada, vai de encontro às necessidades expostas por ela e também das necessidades verificadas no sistema produtivo. Foram apresentados técnicas e procedimentos que deverão ser abordados para definição de roteamentos que vem de encontro ampliar os conhecimentos sobre o problema.

Com a metodologia apresentada, foi possível desenvolver o estudo de forma a atender ao seu objetivo geral, permitindo propor a solução para a problemática definida pela empresa.

Para a estruturação da proposta de implantação do novo processo de roteamento para a empresa, foram utilizadas ferramentas para atingir os objetivos propostos, dentre os quais Brainstorming, gráfico de Pareto, Matriz de priorização.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este estudo apresenta a proposta de implementação de uma ferramenta de análise e identificação de possíveis pontos de falhas com relação ao roteamento de elementos do sistema hidráulico e elétrico, com foco principal em mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos. O presente trabalho está dividido em três partes que correspondem: Caracterização da empresa; Situação atual do processo RQA (*Routing Quality Assessment* / Melhorias na Qualidade dos Roteamentos); apresentação da proposta de implementação para o RQA para produtos correntes.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O presente trabalho foi realizado em uma empresa de grande porte da região noroeste do RS, uma fábrica de equipamentos para agricultura de precisão, tendo como foco principal atender a demanda e as necessidades dos clientes oferecendo produtos de alta qualidade, tecnologia e confiabilidade. Desta forma, busca constantemente explorar novos mercados e novas tecnologias que possam satisfazer o que o mercado está exigindo no setor da agricultura.

A empresa, ao longo dos anos, tornou-a líder mundial na fabricação de máquinas agrícolas, além de solidificar-se no mercado de equipamentos para construção e jardinagem comercial e doméstica. A companhia está presente no mundo todo com sessenta e quatro (64) fábricas, centros de distribuição de peças e outras instalações em mais de trinta (30) países, entre eles, Estados Unidos, África do Sul, Alemanha, Argentina, Canadá, China, Espanha, Brasil, Índia, Inglaterra, México, Uruguai.

No Brasil, são três (3) fábricas com fabricação de equipamentos e máquinas de mecanização agrícola, um (1) escritório regional que conduz as operações na América do Sul, um (1) Centro de Distribuição de Peças para toda a América do Sul e uma (1) Unidade de Negócios de Cana. A unidade, onde este trabalho foi desenvolvido, abrange a produção de colheitadeiras, plataformas e plantadeiras.

4.2 APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente a empresa considerada possui um processo específico para a Avaliação da Qualidade do Roteamento Hidráulico e elétrico (RQA) que consiste na revisão do roteamento hidráulico e elétrico em um veículo ou máquina. Esta avaliação é realizada para programas de novos produtos ou programas de melhorias de produtos, ele é realizado no momento do desenvolvimento virtual e novamente durante o desenvolvimento físico do novo equipamento (Fases 2, 3 e 4 do projeto).

Na figura 34 apresenta-se um exemplo de fluxograma de processo de desenvolvimento de produtos.

Figura 34: Fluxograma de processo de desenvolvimento de produtos.



Fonte: Adaptado de Neves, 2005.

O objetivo do *Routing Quality Assessment* (RQA) é identificar e resolver as oportunidades de melhoria, focado no roteamento hidráulico e elétrico desde as primeiras fases do projeto até a montagem física de máquinas, o que acaba afetando diretamente a satisfação do cliente final.

A definição sobre a aplicação do RQA em projeto novo ou não é definida com base na complexidade do projeto na fase de design, através de reunião com time de multifuncional, conduzido pela engenharia da qualidade. A gerência da unidade e/ou conselho de qualidade da unidade de produtos atuais e futuros devem liderar o processo RQA. A avaliação é realizada por equipes multifuncionais com prioridade para a área de validação de produtos e testes (PV&V), Engenharia de Produto, Materiais, Manufatura, Suporte ao cliente, Qualidade, além de outras áreas designadas.

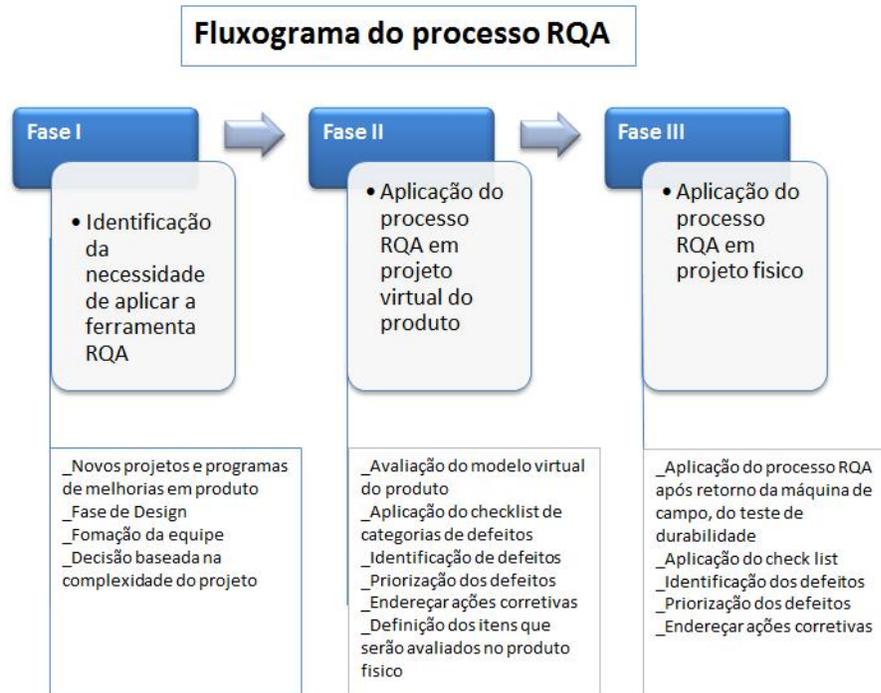
4.2.1 Definição do processo RQA

O *Routing Quality Assessment* (RQA) é um método sistemático para a identificação e oportunidades de melhoria no roteamento de componentes elétricos e hidráulicos. Eles são conduzidos por times multifuncionais. O Engenheiro da Qualidade designado é responsável pela parte de facilitação do processo, agendando, acompanhando, documentando e fazendo follow-up das ações necessárias. A Engenharia do Produto junto com a área de validação e testes (PV&V), manufatura, matérias, suporte ao cliente, deverão suportar na análise do processo de RQA, fornecendo informações/recursos necessários.

O RQA pode ser aplicado inicialmente durante o início da fase Design do processo de desenvolvimento do produto, antes de qualquer desenvolvimento físico, através da utilização de modelos virtuais. Ele pode ser reavaliado durante a construção física do produto, Testes de durabilidade e no lote piloto do produto e auditado no início de produção. A ferramenta deve ser aplicada em, ao menos, uma destas etapas de desenvolvimento do projeto. O RQA é conduzido com o auxílio do *checklist* para roteamentos elétricos e do *checklist* para roteamentos de mangueiras.

Na figura 35, podem ser visualizadas as fases do processo RQA.

Figura 35: Fluxograma da sequência do processo RQA.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

4.2.2 Definições a serem consideradas para aplicação do processo

Para que a aplicação do processo RQA seja feita de forma a identificar todos os potenciais pontos de oportunidades de melhoria, é necessário que sejam consideradas as seguintes definições:

1. As avaliações são recomendadas para todos os componentes hidráulicos e elétricos que dispõem de alguma necessidade de roteamento com finalidade de manter a integridade do sistema e evitar falhas no produto.
2. O RQA deve ser realizado no roteamento total da máquina com a aplicação do *checklist* de verificação, onde constam categorias de defeitos pré-definidas que facilitam a definição dos pontos a serem verificados.
3. O RQA pode ser realizado em sistemas elétricos e hidráulicos, conforme instalados na máquina para produtos em desenvolvimento.

4. Ao realizar um RQA, todas as discrepâncias devem ser registradas independentemente de futuras mudanças planejadas. Se as mudanças forem implementadas o próximo estudo vai mostrar essas melhorias.
5. Pequenas equipes multifuncionais são mais eficazes e eficientes na revisão da máquina.
6. Equipes do RQA devem ser compostas de representantes de Qualidade, Manufatura, Engenharia do Produto, PV&V e Suporte ao Cliente e outros considerados necessários por qualquer representante da equipe ou de gestão (por exemplo, Materiais, fornecedor de mangueiras, produção, etc.).
7. O time pode ser dividido em subgrupos menores e atribuído às áreas e módulos de montagem da máquina.
8. Uma ou duas pessoas podem determinar as áreas que não são aplicáveis ou que tem decisão fácil, antes da avaliação do grande grupo, a fim de melhorar o tempo de avaliação.
9. Cada equipe irá analisar cada componente dentro de seu módulo atribuído (plataforma do motor, chassis, carroceria, estação de trabalho operador, etc.) em detalhe para adicionar as informações discrepantes para acompanhamento.
10. Recomenda-se divisão clara da equipe de trabalho. Por exemplo: uma pessoa analisa o projeto de engenharia, uma documenta os dados e um revisa as diretrizes, etc.
11. Identificar todas e quaisquer questões, não importa quão trivial o item poderá parecer.
12. Conversar com os mecânicos e montadores. Eles conhecem o trabalho melhor e muitas vezes são a fonte para comentários adicionais ou acompanhamento itens.
13. A reunião de revisão deve ser agendada para que cada subgrupo possa relatar as discrepâncias que o grupo encontrou. Neste momento, a equipe RQA também vai garantir um consenso de que todas as discrepâncias são significativas.
14. Após completar a área designada, os subgrupos são responsáveis por fornecer ao Engenheiro da Qualidade ou designado informações

completas e concisas, com ações corretivas sugeridas para as discrepâncias.

15. A responsabilidade pela resolução de itens será atribuída antes do fim do estudo RQA. O Engenheiro de Qualidade ou pessoa designada irá agendar e realizar reuniões de acompanhamento regulares.
16. Alterações/ações necessárias a partir desta revisão devem ser documentadas nos sistemas habituais que gerenciam as ações corretivas.

As definições citadas para aplicação do processo são iniciativas que devem ser endereçadas para o correto posicionamento do time quanto a identificação das oportunidades de melhorias.

4.2.3 Fases do processo RQA atual

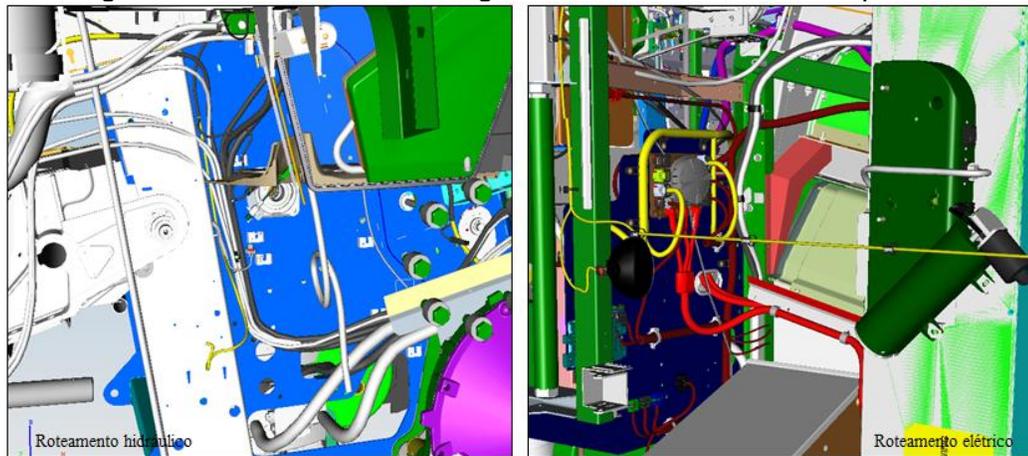
A fase do processo atual compreendem as atividades de aplicação que está sendo feita hoje, para o RQA, tanto de Hidráulicos, quanto para elétricos.

4.2.3.1 Fase 1 - Identificação da necessidade de aplicação do processo RQA

A necessidade de aplicação da ferramenta RQA tem origem na fase virtual do produto em desenvolvimento, baseado na complexidade do sistema hidráulico e elétrico e na identificação de pontos críticos de montagem e roteamento, pelo engenheiro de projeto de produto e com avaliação assegurada da engenharia da qualidade.

A decisão de aplicação ou não da ferramenta RQA tem como base principal a avaliação do roteamento do sistema hidráulico e elétrico que já estão montados no desenho virtual do produto, normalmente em 3D, conforme mostra a figura 36.

Figura 36: roteamento de mangueiras no modelo virtual do produto.



Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

Se após a avaliação e consenso entre o engenheiro de projeto de produto e do engenheiro da qualidade, a decisão for aplicar a ferramenta RQA, o passo seguinte é a definição do time de trabalho, que deve ser multifuncional. O time, conforme já citado anteriormente, pode ter pessoas de todas as áreas, com prioridade para as áreas de engenharia do produto, qualidade, departamento de testes e validação de produto, manufatura, suporte ao cliente e materiais.

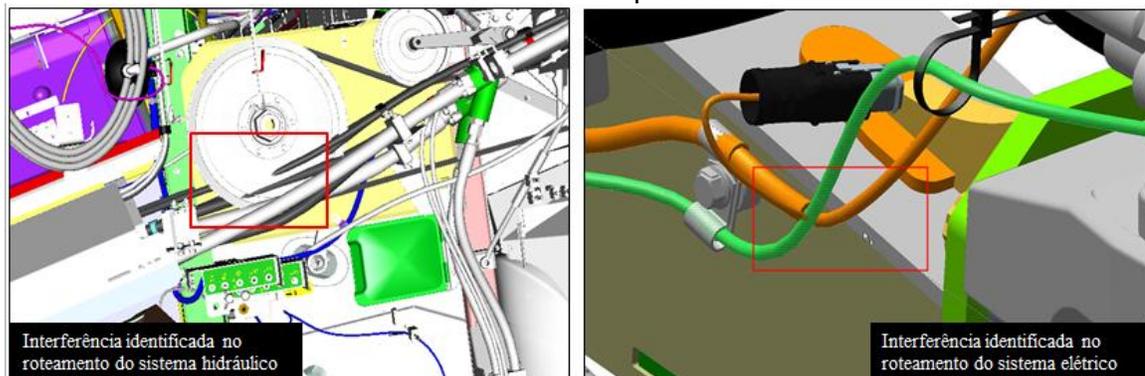
Perante a decisão formada, quanto à aplicação da ferramenta é marcada uma reunião com o time multifuncional do RQA, já definido, para começar os trabalhos da fase seguinte, aplicação da ferramenta com base no modelo virtual.

4.2.3.2 Fase 2 – Aplicação do processo RQA em fase virtual

Na fase 2 do projeto do produto o time começa a avaliação do roteamento virtual no modelo do produto, sendo esta ação minuciosa e com finalidade de identificar possíveis pontos no sistema elétrico e hidráulico que possam na avaliação do time, gerar falhas e comprometer o desempenho da máquina.

A figura 37 apresenta exemplos de identificação de interferência no roteamento de mangueiras e chicotes no modelo virtual do produto.

Figura 37: identificação de interferência no roteamento de mangueiras e chicotes no modelo virtual do produto.



Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

4.2.3.2.1 Aplicação do *checklist*

A avaliação do roteamento é feita ponto a ponto com base no *checklist* de categorias de defeitos, que visa facilitar a identificação dos mesmos e aprimorar a avaliação do time perante as mais diversas situações e dúvidas que possam surgir no decorrer da avaliação do roteamento.

Um *checklist* para a aplicação do processo RQA em chicotes elétricos pode ser visualizado na figura 38.

Figura 38: *Checklist* para a aplicação do processo RQA em chicotes elétricos.

CHECK LIST para RQA / Elétricos						
Part Number:		Data Avaliação:				
Item avaliado	Provável discrepância	Pode ocorrer discrepância	Improvável discrepância	Classificação	Comentários	
	<u>Avaliação classe 10</u>	<u>Avaliação classe 5</u>	<u>Avaliação classe 1</u>			10,5,1,0
A	Fiação não deve entrar em contato com superfícies cortantes ou abrasivas (parafusos, porcas, etc...)	Fiação do eletroduto sem proteção	Fiação protegida toca superfícies cortantes ou abrasivas (conduit não seguro)	Garantia de fiação protegida, mas pode tocar superfícies cortantes ou abrasivas)	10	Imagem
B	Fiação não deve estar sob tensão entre pontos fixos.	Fiação sobre tensão	Fiação pode ficar sob tensão	Não aplicável = 0	1	Imagem
C	A fiação deve ser afastado de peças em movimento (correias, ventiladores, polias, entre outros)	A fiação pode entrar em contato as partes móveis	Fiação com até 50mm de peças móveis	Não aplicável = 0	10	Imagem
D	A fiação deve ser mantida protegida de fonte de calor radiante.	Fiação em contato com fonte de calor radiante.	Fiação não protegidos por material apropriado com até 125 mm da fonte.	Não aplicável = 0	5	Imagem
E	Fiação protegida de danos ambientais (pedras, sujeira, respingo, chuva, entre outros)	Fiação não protegidos por conduíte e fita adesiva para evitar a exposição.	Fiação protegida, mas ainda exposta.	Não aplicável = 0	1	Imagem

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

Um *checklist* para a aplicação do processo RQA em mangueiras hidráulicas pode ser visualizado na figura 39.

Figura 39: Checklist para aplicação do processo de em sistemas hidráulicos.

CHECK LIST para RQA / Hidráulicos						
Part Number:		Data Avaliação:				
Item avaliado	Provável discrepância	Pode ocorrer discrepância	Improvável discrepância	Classificação	Comentários	
	<u>Avaliação classe 10</u>	<u>Avaliação classe 5</u>	<u>Avaliação classe 1</u>			10, 5, 1, 0
A	Orientação de mangueira e comprimento depois ondulações - prestar atenção especial às seções articuladas no ponto pivotante	Mangueira tem pelo menos 2 vezes OD de comprimento em linha reta após a ondulação ou o encaminhamento da mangueira é reto; comprimento suficiente; Articula a menos de 45 graus	Mangueira tem cerca de uma a duas vezes OD de comprimento em linha reta após a ondulação ou tem uma pressão / impulso baixo; Articula a menos de 45 graus; mangueira poderia usar mais comprimento	Mangueira tem menos de um OD vezes de comprimento em linha reta após a ondulação e tem uma alta pressão / impulso; Articula mais de 45 graus; Mangueira precisa de mais comprimento para funcionar corretamente	5	Imagem
B	Proximidade de mangueiras ao operador	Mangueira não é roteada a 1 m do operador e não é visível a partir da posição de operação	Mangueira não é roteada a 1 m do operador, mas é diretamente visível a partir da posição normal de funcionamento ou tem baixa pressão (abaixo de 400 psi ou 2758 kPa)	A mangueira tem de média a alta pressão (acima de 400 psi ou 2758 kPa), e é roteada a 1 m do operador e é diretamente visível a partir da posição normal de funcionamento.	10	Imagem
C	Colapso da mangueira (Serviço de vácuo)	Mangueira tem mola interna, ou está classificado para serviço de vácuo	Mangueira tem pequeno diâmetro, ou serviço de vácuo intermitente	Mangueira é grande ID sem mola interna, ou não está classificado para serviço de vácuo	1	Imagem
D	Mangueira em contato com superfícies circundantes cria ruído perto ou no Posto do Operador	Roteamento da mangueira longe de quaisquer componente adjacente e/ou esta longe do posto do operador; Não cria nenhum ruído externo	Roteamento de mangueira próximo da estação do operador e pode entrar em contato com componentes; Cria ruído externo menor	Mangueira está em contato com componentes no compartimento do operador; Cria ruído externo significativo	5	Imagem

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

No momento da avaliação do roteamento se faz necessária a avaliação do risco, quando identificado um potencial ponto de melhoria no roteamento, tanto para o sistema hidráulico, quanto para o sistema elétrico.

A avaliação do risco é pré-definida no *checklist*, sendo que conforme critérios do mesmo, a classificação no momento do ranqueamento do ponto de melhoria pode ter nota 0, 1, 5 e 10, levando em conta os seguintes contextos:

- Grupo funcional: é a função do componente que está sendo revisado, conforme descrito pelas seguintes opções: mangueira A/C, Bulk Hose, Controle / Load Sense, Hidrostática, Molded-Low Pressure, Outro-3, Outro-6, Other-9, Pressão, Retorno, Direção / Freio, Sucção, Abastecimento, Circuito de Trabalho, ou Linha de Combustível. Cada área funcional acima tem um valor numérico pré-determinado que se relacione com a classificação geral.
- Criticidade: é a importância de uma determinada categoria em relação a outras categorias; seis sendo de maior importância e uma sendo a de menor importância. Valores de criticidade são predeterminados e se

relacionam com a classificação geral. Estes valores não devem ser alterados a menos que haja uma discrepância significativa.

- Risco: é uma classificação que avalia a possibilidade de falha no componente que está sendo analisado. Cada categoria tem uma opção de baixo, médio e alto risco, tudo descrito por certos critérios listados no modelo. Cada nível tem um valor que se relaciona com a classificação geral.
- Ranqueamento: é o resultado dos valores de grupo funcional, da criticidade e de risco. Existem três níveis de classificação, baixa, média e alta, que ajudam a definir quais áreas precisam ser priorizadas.

4.2.3.2.2 Cadastro do potencial defeito na planilha de controle

Após o roteamento do sistema hidráulico e elétrico ter sido avaliado nos respectivos modelos virtuais e identificados os potenciais pontos de melhoria, o caso é cadastrado na planilha de controle de itens de RQA, definidos e separados por projeto.

Na figura 40 pode ser visualizada a planilha usada para cadastro e controle das oportunidades de melhorias identificadas na aplicação do processo RQA.

Figura 40: Planilha de controle de melhorias identificadas na aplicação do processo RQA.

Projeto	Module	Function Area	Machine Model	Data Anál	Part Num	What happened?	Rati	Picture	Issue, Follow Up or	Comments	QE
VFD	Planters	Electrical	A	6-Jun-23	XYZ		10	1	Ação correta		João
VFD	Planters	Hydraulic	A	7-Jun-23	XYZ		10	2	Issue		Paulo
VFD	Planters	Hydraulic	B	8-Jun-23	XYZ		10		Issue		Carlos
VFD	Planters	Electrical	C	9-Jun-23	XYZ		5	3	Issue	Verificar se é necessário na montagem física do produto	João
VFD	Planters	Hydraulic	U	10-Oct-23	XYZ		5	4	Issue	Verificar se é necessário na montagem física do produto	Paulo

Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

Nesta planilha são alimentadas as informações já conhecidas da potencial falha, que foi identificado na avaliação do modelo virtual e em discussões geradas pelo time no momento da realização da atividade.

Em um segundo momento é marcado uma reunião com os times que terão ação direta com a potencial melhoria, levando em consideração que a área de atuação e módulo do produto.

A reunião é objetiva, sendo que primeiramente é feito a apresentação do ponto de melhoria identificado na avaliação do roteamento virtual, seguindo para a decisão do time de trabalhar no caso com ação corretiva, não trabalhar no caso, mediante justificativa plausível ou no caso de dúvidas, aguardar para a avaliação no produto físico, na próxima fase do processo RQA.

Quando a decisão do time é de abrir ação corretiva para trabalhar imediatamente no ponto de melhoria, deverá ser definido o departamento(s), as datas e o time que estará trabalhando na solução.

4.2.3.3 Fase 3 – Aplicação do processo RQA no físico (Após retorno de teste de durabilidade em campo)

Após o teste de durabilidade, teste de funcionalidade do produto no campo para verificar se as características de projeto irão atender ao especificado, o produto retorna a fábrica para análise física.

No momento em que o produto retorna a fábrica, o mesmo é destinado para uma área, normalmente auditoria do produto, onde será aplicado o processo RQA em fase física, onde poderão ser verificadas as atividades priorizadas como uma no *checklist* e também as que geram dúvidas e a decisão foi avaliar a condição no produto físico.

Nesta fase 3, o processo RQA é aplicado no mesmo formato conforme para a fase virtual, a única diferença é que ao invés de virtual, há um produto físico, em condições de trabalho já testadas e onde a certeza quanto aos pontos identificados como melhoria é bastante alto.

A imagem de uma melhoria identificada em aplicação do processo RQA no produto físico pode ser visualizada na figura 41.

Figura 41: Identificação de melhoria em aplicação do processo RQA no produto físico.



Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

A sequência de aplicação do processo segue conforme especificado anteriormente e detalhado na figura 41, sendo como final da fase III também a abertura de ação corretiva para os pontos de melhoria identificados, os quais são trabalhados através da metodologia 8D e ferramentas de análise de causa raiz, o brainstorming e 5 porquês.

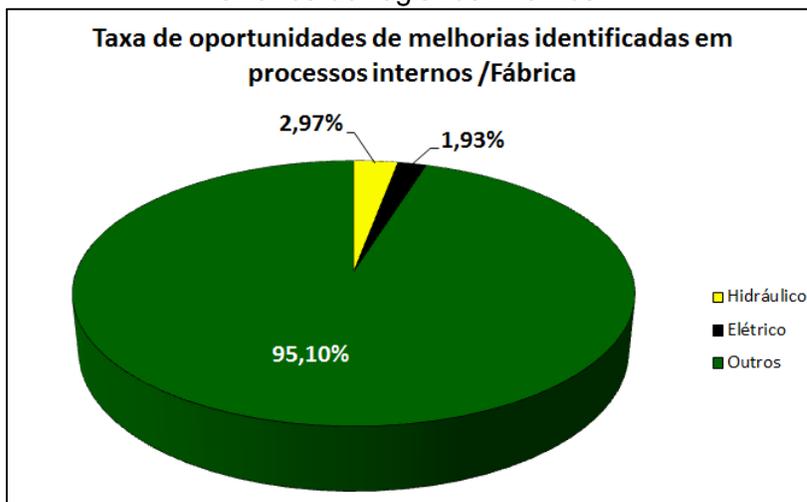
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA PROPOSTA

A proposta consiste na aplicação do processo RQA para os produtos correntes, ou seja, produtos que estão sendo fabricados há algum tempo e que não estão cobertos pelo processo. O processo atual foi implementado há pouco tempo e não terá efeito sobre produtos correntes, os quais estão sendo fabricados diariamente e inseridos no mercado, sendo eles de vários modelos e conceitos diferentes.

Atualmente pode-se afirmar que 90% dos produtos estão descobertos do processo RQA e impactando em melhorias que diariamente são reportadas para questões de roteamento.

Na figura 42 abaixo, estão representadas as oportunidades de melhorias filtradas dos relatórios internos para os modelos descobertos do processo.

Figura 42: Taxa de oportunidades de melhorias identificadas através de registros internos.

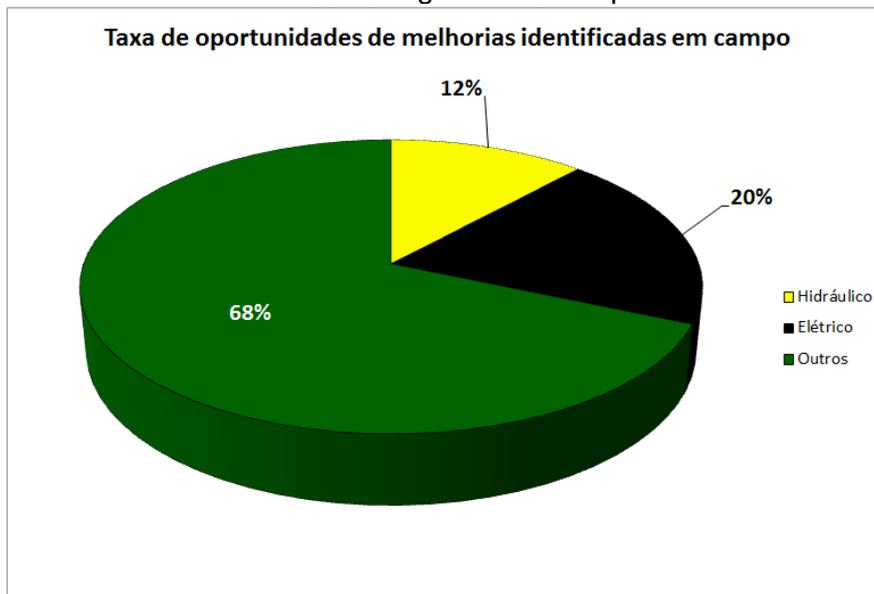


Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

A figura 42 representa as oportunidades de melhorias identificadas em processos internos, as quais foram identificadas principalmente em processos de montagem e testes funcionais realizados nos produtos no decorrer da construção do mesmo.

Na figura 43, estão representadas as oportunidades de melhorias filtradas dos relatórios de campo para os modelos descobertos do processo.

Figura 43: Taxa de oportunidades de melhorias identificadas através de registros de campo.



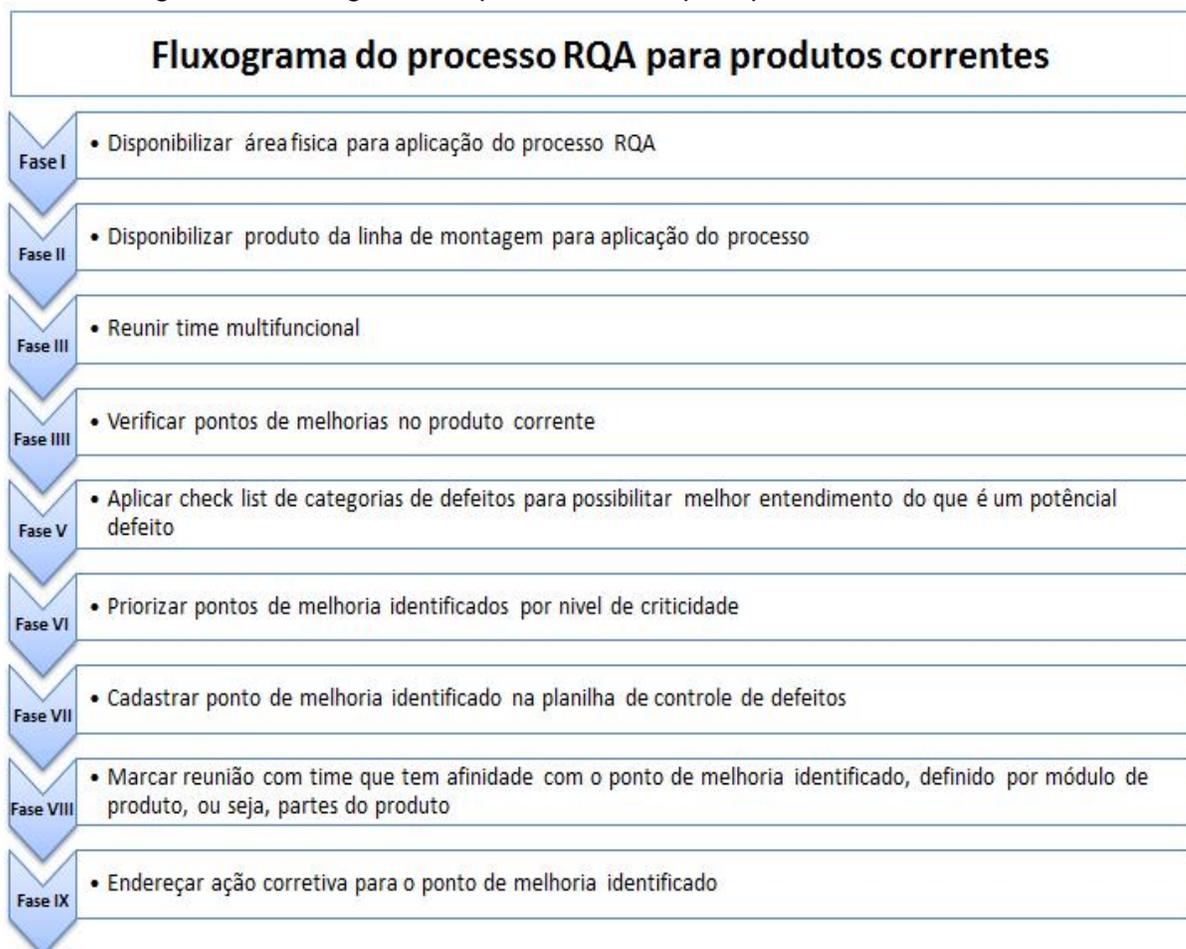
Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Na figura 43 estão representadas as oportunidades de melhoria identificadas em campo, onde o produto está sendo submetido a condições reais de trabalho.

Baseado nos números de oportunidades de melhorias identificados nos processos internos e correlacionando com os de campo, pode-se afirmar que internamente não serão identificados muitos das oportunidades de melhorias em roteamento que somente serão identificados quando o produto está em trabalho.

Perante o números das oportunidades de melhorias apresentadas, surgiu a necessidade de desenvolver um processo para diminuir a porcentagem de oportunidades de melhorias e, com isso, reduzir as taxas de garantias e retrabalhos internos devido problemas de roteamentos em mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos. Desta forma a proposta é aplicar o processo RQA para os produtos correntes, conforme proposta apresentada no fluxograma da figura 44, abaixo:

Figura 44: Fluxograma do processo RQA para produtos correntes.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Frente ao fluxograma do processo RQA para produtos correntes, detalhado na figura 44, segue definição e particularidade para cada fase.

4.3.1 Fase I - Disponibilizar área física para aplicação do processo RQA

O engenheiro da qualidade deve trabalhar com áreas da fábrica com a finalidade de disponibilizar um espaço físico onde possa ser realizada a aplicação do processo RQA, bem como a análise do roteamento dos chicotes elétricos e mangueiras hidráulicas.

Na figura 45, pode ser visualizada uma área física proposta para a aplicação do processo RQA.

Figura 45: Área física para aplicação do processo RQA.



Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

A área apresentada na figura 45 é a área de Auditoria do Produto e, como sugestão, é a área mais indicada para a aplicação do processo, devido a afinidade com avaliações de produto e é onde poderão ser encontrados equipamentos e ferramentas adaptadas para condições semelhantes de verificação de produto.

4.3.2 Fase II - Disponibilizar produto da linha de montagem para aplicação do processo RQA

Selecionar a máquina juntamente com o pessoal da área de Faturamento, baseado na prioridade de embarque, levando em conta que a mesma ficará, em média, 02 dias na área disponibilizada para a aplicação do processo RQA.

4.3.3 Fase III - Reunir time multifuncional

Esta fase compreende a definição do time que estará trabalhando na aplicação do processo RQA.

O time pode ter pessoas de todas as áreas, com prioridade para as áreas de engenharia do produto, qualidade, departamento de testes e validação de produto, manufatura, suporte ao cliente e materiais e logística.

O time pode ser dividido em subgrupos menores e atribuído às áreas e módulos de montagem de máquina.

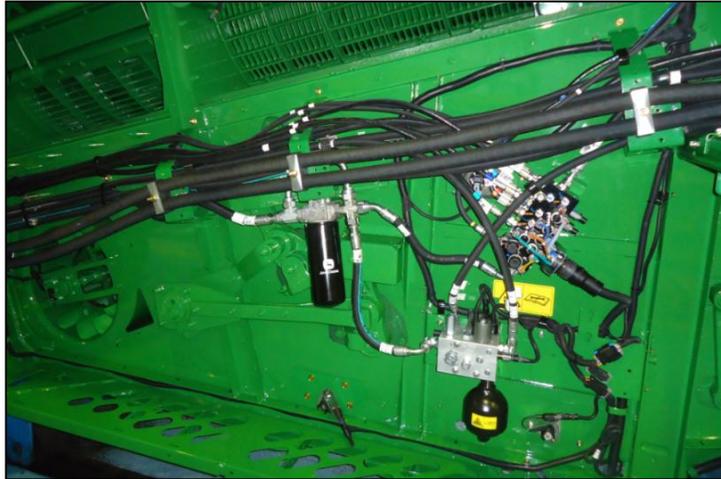
Cada equipe analisará cada componente dentro de seu módulo atribuído (plataforma do motor, chassis, carroceria, estação de trabalho operador, etc.)

4.3.4 Fase IV - Verificar pontos de melhoria no roteamento de chicotes elétricos e mangueiras dos produtos correntes

Nesta fase começa a avaliação do roteamento físico no produto, sendo esta ação minuciosa e com finalidade de identificar possíveis pontos no roteamento do sistema elétrico e hidráulico que possam na avaliação do time, gerar falhas e comprometer o desempenho da máquina.

A figura 46 mostra um ponto específico da máquina para a aplicação do processo RQA.

Figura 46: Módulo específico da máquina para aplicação do processo RQA.



Fonte: Adaptado da empresa pesquisada, 2015.

Conforme citado na fase III, há uma divisão por módulos do produto para otimizar os trabalhos de avaliação dos roteamentos e também para ter um melhor resultado sobre a análise, com base no conhecimento do time por partes específica do produto.

4.3.5 Fase V - Aplicar *checklist* de categorias de defeitos para possibilitar melhor entendimento do que é um defeito

A avaliação do roteamento é feita ponto a ponto com base no *checklist* de categorias de defeitos, que visa facilitar a identificação dos mesmos e aprimorar a avaliação do time perante as mais diversas situações e dúvidas que possam surgir no decorrer da avaliação do roteamento.

Procedimento adotado, conforme apresentado anteriormente na situação atual e características a serem observadas apresentadas na figura 38 para elétricos e na figura 39 para hidráulicos.

4.3.6 Fase VI - Priorizar pontos de melhoria identificados por nível de criticidade

No momento da avaliação do roteamento se faz necessária a avaliação do risco, quando identificado um potencial ponto de melhoria no roteamento, tanto para o sistema hidráulico, quanto para o sistema elétrico.

A avaliação do risco é pré-definida no *checklist*, sendo que conforme critérios do mesmo, a classificação no momento do ranqueamento do ponto de melhoria pode ter nota, 1, 5 e 10.

Nesta fase VI, que compreende a aplicação e a priorização do defeito através do *checklist*, segue o mesmo formato e definições apresentadas no processo atual (4.2.3.2.1 Aplicação do *checklist*), é o mesmo conceito de trabalho.

Os níveis de priorização podem ser vistos na figura 38 para elétricos e na figura 39 para hidráulicos.

4.3.7 Fase VII - Cadastrar pontos de melhoria identificados na planilha de controle de defeitos

Após o roteamento do sistema hidráulico e elétrico ter sido avaliado nos respectivos modelos virtuais e identificados os potenciais pontos de melhoria, o caso é cadastrado na planilha de controle de itens de RQA, conforme figura 40, definidos e separados por projeto.

Nesta planilha são alimentadas as informações já conhecidas da potencial falha, que foi identificado na avaliação do modelo virtual e em discussões geradas pelo time no momento da realização da atividade.

4.3.8 Fase VIII - Marcar reunião com o time que tem afinidade com o ponto de melhoria identificado, definido por módulo de produto, ou seja, partes do produto

Em um segundo momento é marcado uma reunião com os times que terão ação direta com a potencial melhoria, levando em consideração a área de atuação e módulo do produto.

A reunião é objetiva, sendo que primeiramente é feita a apresentação do ponto de melhoria identificado na avaliação do roteamento virtual, seguindo para a decisão do time de trabalhar no caso com ação corretiva, não trabalhar no caso, mediante justificativa plausível ou no caso de dúvidas, aguardar para a avaliação no produto físico, na próxima fase do processo RQA.

4.3.9 Fase IX - Endereçar ação corretiva para o ponto de melhoria identificado

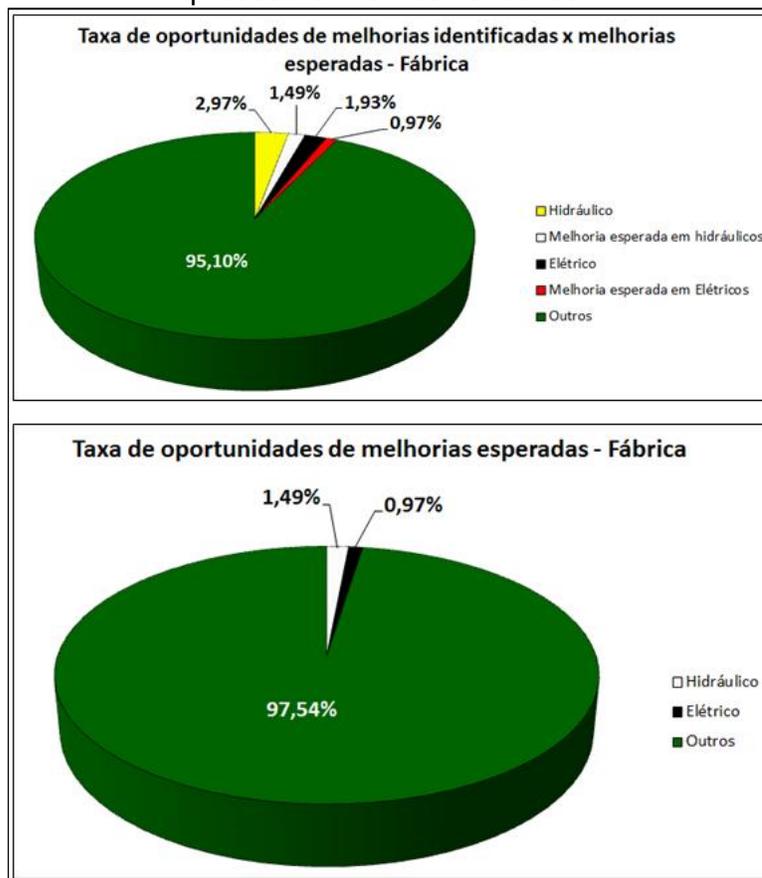
Nesta etapa conforme, especificado anteriormente e detalhado na figura 44 são endereçada a abertura de ação corretiva para os pontos de melhoria identificados, o quais são trabalhados através da metodologia 8D e ferramentas de análise de causa raiz (*brainstorming*, 5 porquês, etc.).

4.4 RESULTADOS ESPERADOS COM A MELHORIA PROPOSTA

Com a implantação da proposta de aplicação do processo RQA para produtos pretende-se ter no primeiro ano uma redução de 50% das oportunidades de melhoria identificados para processos internos de fabricação e 70% para oportunidades que são reportadas pelos clientes.

Desta forma, para tornar mais visível à redução é apresentado o gráfico (Figura 47), demonstrando a proposta de redução esperada para oportunidades de melhorias internas, se o processo for implementado e aplicado conforme descrito.

Figura 47: Taxa de melhoria esperada para oportunidades identificadas em processos internos na fábrica.

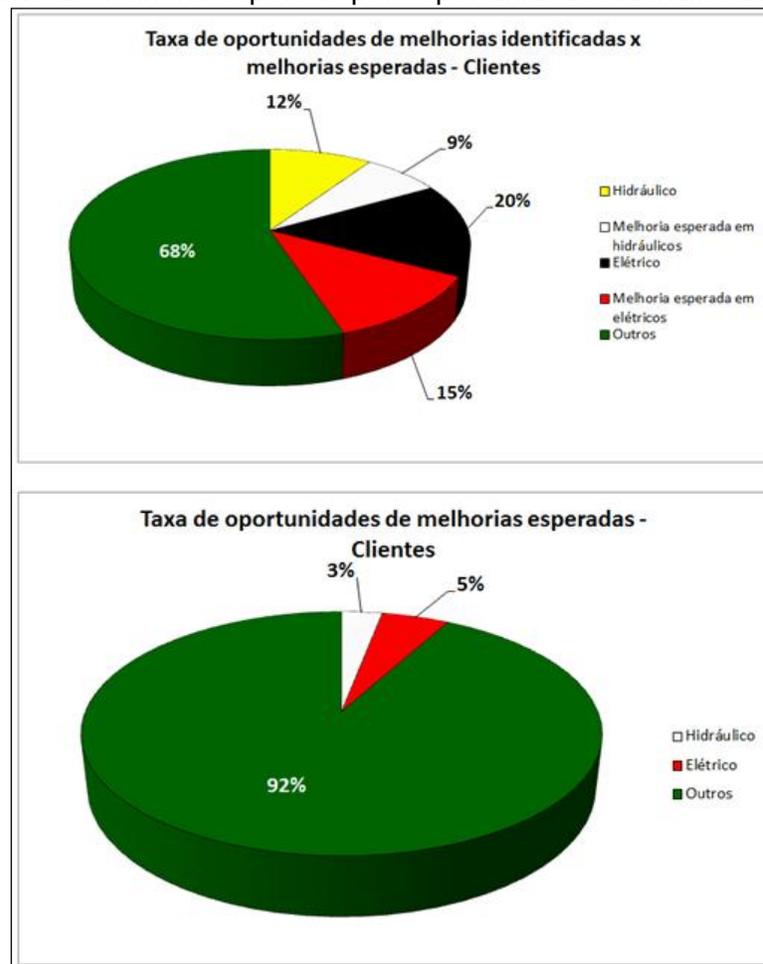


Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Com a taxa de redução de 50% para as oportunidades de melhorias internas em roteamentos, após a implementação, no primeiro ano a taxa será de 1,49% em hidráulicos e 0,97% para elétricos, sendo que atualmente, conforme apresentado no gráfico (figura 47), estes valores são de 2,97% e 1,93, respectivamente.

Neste mesmo contexto no gráfico (figura 48), seguem as informações de redução esperada para oportunidades de melhorias em clientes, se o processo for implementado e aplicado conforme descrito.

Figura 48: Taxa de melhoria esperada para oportunidades identificadas em clientes.



Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2015.

Conforme os gráficos mostram, a expectativa de melhoria esperada é bastante desafiadora, perante a situação atual, porém através da implementação do processo RQA, que prevê o roteamento correto dos chicotes elétricos e mangueira hidráulica e o gerenciamento dos pontos de melhorias através de ações corretivas, é possível cumprir com o esperado.

Com a implementação correta do processo RQA, se espera a diminuição das oportunidades de melhorias reportadas internamente na fábrica e por clientes, de forma a corrigir e, com isso, melhorar o nível de qualidade dos produtos perante os clientes, além de fornecer um produto com maior eficiência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a evolução do mundo corporativo e a globalização dos negócios, surgiu a necessidade das empresas aprimorarem seus processos, de forma a manterem-se competitivas e atuantes dentro de um mercado, onde os clientes são cada vez mais exigentes e em busca de produtos com maior qualidade embarcada e menores custos.

O RQA é uma iniciativa de processo que vem de encontro as expectativas dos clientes quanto à qualidade diferenciada, uma vez que prevê a melhoria de processos e que refletem diretamente no desempenho do produto final.

Com base no exposto, por meio da aplicação da proposta de implantação do processo RQA, evidenciado no capítulo 4, comprova-se o atendimento ao objetivo geral desta pesquisa de criar um processo para garantir o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos. Neste contexto, de forma resumida, envolveu a criação de um processo para garantir o roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos para produtos que já estão implementados há algum tempo no processo produtivo.

O atendimento aos objetivos específicos do projeto também são evidenciados no capítulo 4:

- O item 2 de forma geral comprova o objetivo específico de fundamentar Conceitos da Qualidade, Gestão da Qualidade, Melhoria Contínua, ações corretivas; Ferramentas da Qualidade.
- O item 4.3 contempla o segundo objetivo específico - Propor a metodologia do novo modelo de processo de roteamento para chicotes elétricos e mangueiras hidráulicas com a finalidade de identificar as causas raiz das interferências com maior nível de certeza.
- O item 4.4 contempla o terceiro objetivo específico - Baseado nas oportunidades de melhorias identificadas, propor porcentagem de melhoria esperada. Vale ressaltar que as propostas de melhorias esperadas, estão apresentadas no item 4.4.
- Redução de 50% para oportunidades de melhorias internas (fábrica) e 70% em externas (clientes), sendo esperado após implementação, no primeiro ano a taxa será para 1,49% em hidráulicos e 0,97% para elétricos nos

processos internos e 3% para hidráulicos e 5% para elétricos nos processos externos.

Além da proposta apresentada, no item 4.4 ainda destaca a importância deste projeto quanto aos resultados de desempenho do produto, uma vez que a redução das oportunidades de melhorias internas e externas aumenta a confiabilidade. Desta forma, o projeto propõe, conforme já comentado, a entrega uma redução de 50% para oportunidades de melhorias internas (fábrica) e externas (clientes).

O atendimento a esses objetivos salienta a relevância do presente TFC para a empresa, que a partir da proposta da aplicação do processo RQA para produtos correntes, poderá diminuir a taxa de oportunidades de melhorias identificadas em processos internos e nos produtos que já estão nas mãos dos clientes.

Como forma de contribuição para os negócios da empresa, sugere-se que o processo RQA para produtos correntes seja implementado conforme proposto, bem como feito o monitoramento da taxa de melhorias internas e externas.

Finalizando, o trabalho expõe uma proposta de implantação de um processo que vem de encontro a melhorias em produtos e processos, com base principalmente em conceitos e na utilização de ferramentas da qualidade, desta forma destaca-se que o presente trabalho não é de exclusividade da empresa. Pelo contrário, o mesmo, está disponível para outros profissionais e novos estudos acadêmicos e empresariais podendo ser aplicado em caso semelhante ao deste trabalho.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o objetivo de aprofundar e dar continuidade a este trabalho e a trabalhos futuros sobre o recomenda-se:

- ✓ Realizar uma análise de custos envolvidos em oportunidades de melhorias identificados nos roteamento de mangueiras hidráulicas e chicotes elétricos.
- ✓ Realizar implementação deste trabalho e analisar a relação custo benefício após implementação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9000:2000. **Sistema de gestão da qualidade** – fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9001:2000. **Sistema de gestão da qualidade** – requisitos. Rio de Janeiro, 2000[a].

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9004:2000. **Sistema de gestão da qualidade** – diretrizes para melhoria de desempenho. Rio de Janeiro, 2000[b].

ALUNOS ONLINE. **Gráfico de setores**. Disponível em: <<http://www.alunosonline.com.br/matematica/grafico-setores-.html>>. Acesso em: 18 out. 2015.

BORROR, Connie M. *The certified quality engineer handbook*. 3. ed. 2008.

CAMPOS, V.F. **Gerência da qualidade total: estratégia para aumentar a competitividade da empresa Brasileira**. Rio de Janeiro: Bloch editores, 1989.

CARVALHO, M. M. *et al.* **Gestão da qualidade: teorias e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

CHIAVENATO, I. **Administração nos novos tempos**. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

CIMM. **Gráfico de pizza**. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/1039-grafico-de-pizza>>. Acesso em: 18 out. 2015.

CONCEITO.DE. **Conceitos de processo de produção**. Disponível em: <<http://www.conceito.de/processo-de-producao>>. Acesso em: 01 out. 2015.

CROSBY, P.B. **Qualidade é investimento**. Rio de Janeiro: Jose Olympio, 2. ed., 1986.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.

DEMING, W. E. **Deming: o americano que ensinou a qualidade total aos japoneses**. Rio de Janeiro: Record, 1993.

DICAS E TRUQUES PARA O GOOGLE DOCS. **Como fazer um gráfico de pizza**. Disponível em: <<http://dicasgoogledocs.blogspot.com.br/2013/03/como-fazer-um-grafico-em-pizza.html>>. Acesso em 18-10-2015>. Acesso em: 18 out. 2015.

DOUTOR CARRO. **Pane eletrônica causada por danos no chicote**. Disponível em <<http://aviacaomarte.com.br/wp-content/uploads/2015/04/06Materiais-eletricos.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total** – gestão e sistemas. São Paulo: Makron Books, 1994.

FERREIRA, A. B. de H. **Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FERREIRA, R. DE R. **O kaizen como sistema de melhoria continua dos processos: um estudo de caso na Mercedes-Benz do Brasil Ltda. planta de Juiz de Fora, (Monografia)**. 2009. Universidade Federal de Viçosa, p. 9.

FERNANDES, J. M. R. **Proposição de abordagem integrada de métodos da qualidade baseada no FMEA**. Disponível em: <<http://www.produtronica.pucpr.br/sip/conteudo/dissertacoes/pdf/JoseFernandes.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

FMA Gestão Empresarial. **Apostila: Metodologia 8D para solução de problemas**. Porto Alegre – RS, 2008.

GATES. **Manutenção e segurança hidráulica**. Dicas para prevenir inatividade e poupar seu dinheiro. Disponível em: <http://www.gatesbrasil.com.br/upload/produtos/safe_hydraulic_pocket_guide_portuguese_menor.pdf>. Acesso em: 20 set. 2015.

GITLOW, H.S. **Planejando a qualidade, a produtividade e a competitividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, 1993.

GONZALES, J. C.S.; MIGUEL, P. A. C. **Uma contribuição á interpretação da QS 9000**. ENEGEP 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART017.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campos, 1990.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da qualidade total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Ltda., 1992.

LINSINGEN, I. V. **Fundamentos de sistemas hidráulicos**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MAGALHÃES, H. P. **Uma Investigação sobre métodos para solução de problemas na ótica da engenharia:** análise da teoria e da prática. Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG, 2005.

MEIRA, R.C. **As ferramentas gerenciais da qualidade.** Porto Alegre: Evangraf, 2. Ed., 2003.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade:** enfoque e ferramentas. São Paulo: 1. ed. Artliber, 2006.

MIRSHAWKA, Victor. **A implementação da qualidade e da produtividade pelo método do Dr. Deming.** São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

MOURA, R. **Relembrando os 5 porquês.** Disponível em: <<http://maisproducao.blogspot.com.br/2013/12/relembrando-os-cinco-porques.html>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

NEVES, D. L. P. **Moldes injeção plásticos.** Disponível em: <http://issuu.com/revistaferramental/docs/revista_ferramental_01>. Acesso em: 24 ago. 2015.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção:** além da produtividade em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

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

PEREIRA, M. G. **Matriz GUT.** Disponível em: <<http://manuelgpereira.blogspot.com.br/2011/01/matriz-gut.html>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

PORTAL DA ADMINISTRAÇÃO. **Administração e gerenciamento da qualidade.** Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2014/04/administracao-gerenciamento-da-qualidade.html>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

PRADO, D. **Planejamento e controle de projetos.** Nova Lima: INDG, 2004.

RODRIGUES, M.V. **Processos de melhoria nas organizações brasileiras.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 1999.

RIES, Eric. **A startup enxuta:** como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas. São Paulo: Lua de Papel, 2012.

SENAI CONDE JOSÉ VICENTE DE AZEVEDO. **Eletricidade de automóveis.** Disponível em: <http://www.volkspage.net/technik/manuais/catalogos/02/senai_sistemadesinalizacaoeiluminacaoautomotivo.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2015.

SIGNIFICADOS. **Rota**. Disponível em: <<http://www.significados.com.br/rota/>>. Acesso em: 09 out. 2015.

SILVEIRA, C. B. **Cartas de controle**. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/cartas-de-controle>>. Acesso em: 16 ago. 2015.

THIOLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1992.

THIOLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

THIOLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2007.

TOLEDO, J. C. **Gestão da mudança da qualidade de produto**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v1n2/a01v1n2.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.