

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

FERNANDO JOSUÉ DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS VISANDO A REDUÇÃO DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE EM
MÁQUINAS DE CORTE TÉRMICO**

CAXIAS DO SUL

2017

FERNANDO JOSUÉ DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS VISANDO A REDUÇÃO DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE EM
MÁQUINAS DE CORTE TÉRMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Produção da Universidade de Caxias do Sul,
como requisito parcial à obtenção do grau de
Engenheiro de Produção.

Orientador Professor. Me. Celso
Ferrarini

CAXIAS DO SUL

2017

FERNANDO JOSUÉ DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS VISANDO A REDUÇÃO DOS CUSTOS DA NÃO QUALIDADE EM
MÁQUINAS DE CORTE TÉRMICO**

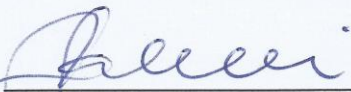
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

Aprovado em 11 de julho de 2017


Banca Examinadora



Prof. Me. Celso Ferrarini
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Prof. Dr. Ademair Galelli
Universidade de Caxias do Sul – UCS



Prof. Me. Fábio Eberhardt Teixeira
Universidade de Caxias do Sul – UCS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, José e Dorina, pelos exemplos de amor, honestidade e honra que resultaram na formação dos meus princípios e caráter.

Aos meus irmãos, André e Eduardo, pelo apoio e amizade desde a minha infância.

À minha namorada Fernanda pelo amor, carinho, compreensão e companheirismo.

Ao professor Me. Celso Ferrarini pela orientação, paciência e dedicação para a realização deste trabalho.

Aos professores Dr. Ademar Galelli e Me. Fábio Teixeira pelo conhecimento compartilhado na avaliação deste trabalho.

A todos amigos e colegas que estiveram ao meu lado no caminho da graduação, auxiliando no meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

À empresa Baw Brasil pela oportunidade de realizar este trabalho em suas dependências e pela confiança que me é depositada diariamente.

RESUMO

O estudo dos custos da não qualidade é de grande valia para as empresas que buscam a sua redução. Para tanto, devem ser utilizadas metodologias e ferramentas para auxiliar no cumprimento desse objetivo. A empresa Baw Brasil Indústria e Comércio Ltda, que atua no ramo metalmeccânico de máquinas de corte térmico, tem pouco conhecimento de quanto seus problemas de qualidade representam, portanto, sendo um bom objeto de estudo para a aplicação da metodologia proposta. Esse estudo foi desenvolvido valendo-se da análise qualitativa e quantitativa dos atendimentos realizados pelo setor de assistência técnica, buscando saber quais eram os principais componentes dos equipamentos que geram mais despesas com atendimentos em período de garantia. Após, são sugeridas ações para que os problemas mais representativos encontrados sejam solucionados e não voltem a acontecer ou se tornem controláveis. Toda a metodologia estabelecida foi desenvolvida com a utilização de ferramentas da qualidade, como diagrama de Ishikawa, gráfico de Pareto, DMAIC, etc. Por ter sido sugerido um número grande de ações, somente duas delas foram aplicadas: o desenvolvimento de um procedimento para avaliação e escolha de fornecedores, e a troca do fornecedor de redutores planetários. A metodologia proposta pôde ser implementada satisfatoriamente, porém necessita-se tempo para a verificação da possível redução de custos. Ao final, foi estabelecido um cronograma para a implementação das demais ações.

Palavras-chave: Redução de custos, Qualidade, Ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

The study of quality costs is of great value for companies which seek its reduction. Therefore, methodologies and tools must be used to assist in achieving this purpose. Baw Brasil Indústria e Comércio Ltda, which is a company engaged in the metalworking field of thermal cutting machines, does not have knowledge of how much their quality problems represent, thus being an appropriate study object for the application of the proposed methodology. This study was developed using a qualitative and quantitative analysis of the assistances provided by the technical support sector, aiming to identify the main components of the machines that generate more expenses in the warranty period. Afterwards, actions are suggested to solve the most representative problems, in a way they do not happen again or become controllable. The methodology was developed using quality tools, such as Ishikawa Diagram, Pareto Analysis, DMAIC, etc. As has been suggested a large number of actions, only two of them could be implemented: development of a procedure for evaluation and selection of suppliers, and the exchange of the planetary gears unit supplier. The proposed methodology could be satisfactorily implemented, however, time is needed for the verification of possible cost reduction. At the end, a schedule was established for the implementations of the other actions.

Keywords: cost reduction, quality, quality tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Faturamento	17
Figura 2 - Máquina CNC de corte plasma Lineacord Max	20
Figura 3 - Posicionamento no mercado de corte térmico	21
Figura 4 - Inter-relação entre o conceito de qualidade, Gestão da Qualidade e elementos que a compõe	27
Figura 5 - Casa da qualidade	28
Figura 6 - Divisão dos custos da qualidade segundo Feigenbaum	31
Figura 7 - Relação entre os custos da qualidade.....	34
Figura 8 - As três zonas do ótimo no modelo Juran	35
Figura 9 - Diagrama de Causa-Efeito	39
Figura 10 – Principais Símbolos para um Fluxograma	39
Figura 11 - Exemplo de Fluxograma	40
Figura 12 - Exemplo de Diagrama de Pareto para causas de furos em pneus de caminhão.....	41
Figura 13 - Exemplo de histograma	42
Figura 14 - Exemplo de gráfico de controle	42
Figura 15 - Diagrama de correlação	43
Figura 16 - Conceito de diagrama de afinidade	47
Figura 17 - Conceito de diagrama de relações	47
Figura 18 - Conceito de diagrama de árvore	48
Figura 19 - Conceito de matriz de priorização	49
Figura 20 - Matriz de relacionamentos.....	49
Figura 21 - Diagrama PDPC	50
Figura 22 - Diagrama de atividades.....	50
Figura 23 - Setor de AT	52
Figura 24 - Fluxograma simplificado de atendimento ao cliente	55
Figura 25 - Tela de abertura de chamado do ERP Focco	55
Figura 26 - Ordem de serviço	56
Figura 27 - Fluxograma simplificado de atendimento ao cliente pelo técnico	57
Figura 28 - Exemplo de aplicação da classificação	68
Figura 29 - Exemplo da função SOMASES aplicada.....	69
Figura 30 - Agrupamento para sistemas	70
Figura 31 - Gráfico de Pareto	71

Figura 32 - Diagrama de Ishikawa para sistema 1.....	73
Figura 33 - Aplicação do diagrama de árvore no sistema 1	75
Figura 34 – Planilha do procedimento.....	83
Figura 35 - Aplicação do método na escolha de redutores.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferenças entre as definições de qualidade de Juran	25
Quadro 2 - Passos do brainstorming.....	44
Quadro 3 - Exemplo de aplicação do Cinco Porquês	44
Quadro 4 - Etapas do trabalho	58
Quadro 5 - Plano de ação etapa 1	59
Quadro 6 - Plano de ação etapa 2	59
Quadro 7 - Plano de ação etapa 3	60
Quadro 8 - Plano de ação etapa 4	60
Quadro 9 - Plano de ação etapa 5	61
Quadro 10 - Plano de ação etapa 6	61
Quadro 11 - Plano de ação etapa 7	62
Quadro 12 - Aplicação da ferramenta "Cinco Porquês" na causa "a"	73
Quadro 13 - Aplicação da ferramenta "Cinco Porquês" na causa "b"	74
Quadro 14 - Investigação do sistema 2.....	76
Quadro 15 - Investigação do sistema 3.....	76
Quadro 16 - Investigação do sistema 4.....	77
Quadro 17 - Investigação do sistema 5.....	77
Quadro 18 - Investigação do sistema 6.....	77
Quadro 19 - Investigação do sistema 7.....	78
Quadro 20 - Investigação do sistema 8.....	78
Quadro 21 - Lista das ações propostas	79
Quadro 22 - Plano de ação macro.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de Atendimentos Corretivos	18
Tabela 2 - Custo dos Atendimentos Corretivos.....	18
Tabela 3 - Atendimentos por Máquina e Participação no Mercado	19
Tabela 4 - Principais Fornecedores	21
Tabela 5 - Análise do número de causas	71
Tabela 6 - Lista com os 20 sistemas	71
Tabela 7 - Orientação para avaliação do custo	81
Tabela 8 - Orientação para avaliação do prazo de entrega	81
Tabela 9 - Orientação para avaliação de atendimento e apoio técnico.....	81
Tabela 10 - Orientação para avaliação da localização.....	82
Tabela 11 - Orientação para reavaliação da qualidade	82

LISTA DE SIGLAS

AT	Assistência Técnica
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
COQ	Custo Ótimo da Qualidade
CQ	Custo da Qualidade
DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Implementar, Controlar
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Ltda.	Limitada
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OS	Ordem de Serviço
PDPC	<i>Process Decision Program Chart</i>
TI	Tecnologia da Informação
TQC	<i>Total Quality Control</i>
UCS	Universidade de Caxias do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO	16
1.2	JUSTIFICATIVA DO ESTÁGIO.....	17
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo geral	19
1.3.2	Objetivos específicos.....	19
1.4	PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO.....	20
1.5	ABORDAGEM E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	PROCESSOS DE MÁQUINAS DE CORTE DE CHAPAS.....	23
2.2	QUALIDADE	24
2.3	GESTÃO DA QUALIDADE	26
2.4	CUSTOS DA QUALIDADE.....	28
2.4.1	Tipos de custos da qualidade.....	31
2.4.1.1	Custos de prevenção	32
2.4.1.2	Custos de avaliação	32
2.4.1.3	Custos de falhas.....	33
2.4.1.3.1	Custos de falhas internas	33
2.4.1.3.2	Custos de falhas externas	33
2.4.1.4	Custos de conformidade e de não-conformidade	36
2.4.2	Determinação dos custos da qualidade.....	36
2.5	FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	37
2.5.1	As sete ferramentas tradicionais para controle da qualidade.....	38
2.5.1.1	Diagrama de Causa-Efeito.....	38
2.5.1.2	Fluxograma.....	39
2.5.1.3	Diagrama ou Análise de Pareto	40
2.5.1.4	Folha de verificação	41
2.5.1.5	Histograma	41
2.5.1.6	Gráfico de controle	42
2.5.1.7	Diagrama de correlação.....	43
2.5.2	Outras Ferramentas de Controle da Qualidade.....	43

2.5.2.1	Brainstorming.....	43
2.5.2.2	Cinco porquês.....	44
2.5.2.3	PDCA.....	45
2.5.2.4	DMAIC.....	45
2.5.2.5	5W2H.....	46
2.5.3	As sete ferramentas para o planejamento da qualidade.....	46
2.5.3.1	Diagrama de afinidades.....	46
2.5.3.2	Diagrama de relações.....	47
2.5.3.3	Diagrama de árvore.....	48
2.5.3.4	Matriz de priorização.....	48
2.5.3.5	Matriz de relacionamentos.....	49
2.5.3.6	Diagrama PDPC (Process Decision Program Chart).....	50
2.5.3.7	Diagrama de atividades.....	50
3	PROPOSTA DE TRABALHO.....	51
3.1	INTRODUÇÃO.....	51
3.2	CENÁRIO ATUAL.....	51
3.2.1	Instalação das máquinas e treinamento do cliente.....	52
3.2.2	Suporte técnico em relação aos softwares.....	53
3.2.3	Retrofit em máquinas antigas.....	53
3.2.4	Manutenção preventiva.....	54
3.2.5	Auxílio em processo de corte.....	54
3.2.6	Atendimento ao cliente.....	54
3.3	VISITA TÉCNICA.....	58
3.4	ETAPAS DO TRABALHO.....	58
3.4.1	Estabelecer critérios para a classificação e mapeamento de problemas.....	59
3.4.2	Aplicar critérios aos dados dos atendimentos das ordens de serviço.....	59
3.4.3	Mensurar a não qualidade por critério estabelecido e identificar os critérios mais representativos.....	60
3.4.4	Identificar as causas raiz dos problemas de qualidade encontrados e estabelecer ações para resolvê-los.....	60
3.4.5	Implementação das ações.....	61
3.4.6	Controlar ações.....	61
3.4.7	Estabelecer prioridades e planejar implementação das ações não aplicadas.....	61

4	APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO.....	63
4.1	ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS PARA A CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE PROBLEMAS	63
4.1.1	Informações disponíveis.....	63
4.1.1.1	Ordens	63
4.1.1.2	Peças.....	64
4.1.1.3	Mão de obra.....	64
4.1.1.4	Apontamento	65
4.1.2	Tipos de critérios	65
4.1.2.1	Tipo de incidente	65
4.1.2.2	Atributos dos produtos	65
4.1.3	Escolha do critério.....	66
4.2	APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS AOS DADOS DOS ATENDIMENTOS DAS ORDENS DE SERVIÇO	66
4.2.1	Relatório de atendimentos	66
4.2.2	Análise prévia dos dados.....	67
4.2.3	Aplicação dos critérios	67
4.3	MENSURAÇÃO DA NÃO QUALIDADE POR CRITÉRIO ESTABELECIDO E IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS MAIS REPRESENTATIVOS	68
4.3.1	Mensuração dos critérios.....	68
4.3.2	Agrupamento de critérios semelhantes	69
4.3.3	Identificação dos critérios mais representativos.....	70
4.4	IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS-RAIZ DOS PROBLEMAS DE QUALIDADE ENCONTRADOS E ESTABELECIMENTO DE AÇÕES PARA RESOLVÊ-LOS.....	72
4.4.1	Sistema 1: Montagem na produção	72
4.4.2	Sistema 2: Movimentação	75
4.4.3	Sistema 3: Cliente	76
4.4.4	Sistema 4: Corte Plasma	76
4.4.5	Sistema 5: Aspiração	77
4.4.6	Sistema 6: Segurança	77
4.4.7	Sistema 7: Controle da máquina.....	77
4.4.8	Sistema 8: Controle de altura da tocha	78
4.5	IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES.....	78

4.5.1	Ação 3: Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores	80
4.5.1.1	Critérios de avaliação	80
4.5.1.1.1	Qualidade	80
4.5.1.1.2	Custo	81
4.5.1.1.3	Prazo de entrega	81
4.5.1.1.4	Atendimento e apoio técnico.....	81
4.5.1.1.5	Localização	81
4.5.1.2	Critérios de reavaliação	82
4.5.1.3	Forma de escolha.....	82
4.5.1.4	Planilha para o procedimento	83
4.5.2	Ação 4: Troca de fornecedor de redutores	83
4.6	CONTROLE DAS AÇÕES	84
4.6.1	Ação 3: Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores	84
4.6.2	Ação 4: Troca de fornecedor de redutores	85
4.7	ESTABELECIMENTO DE PRIORIDADES E PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES NÃO APLICADAS.....	85
5	CONCLUSÃO	86
	REFERÊNCIAS	87
	ANEXO A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE	89
	ANEXO B – TELA DO RELATÓRIO DE ATENDIMENTOS	90
	APÊNDICE A – ESTRUTURA DE CRITÉRIOS LINEACORD	91
	APÊNDICE B – ESTRUTURA DE CRITÉRIOS ABSOLUTA	92
	APÊNDICE C – ESTRUTURA DE CRITÉRIOS DYNACORD	93
	APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DO PROCESSO DO FORNECEDOR	94
	APÊNDICE E – PLANEJAMENTO DAS DEMAIS ATIVIDADES	95

1 INTRODUÇÃO

A competitividade nos ambientes empresariais faz com que as companhias busquem novas maneiras de se diferenciar de seus concorrentes, sendo conseqüentemente responsável pelo fortalecimento das mesmas dentro do mercado. Fatores como a economia brasileira, dentro de seu comportamento cíclico alternando altas e baixas, fazem com que se dê ainda mais atenção à criação de novas estratégias para gerir o negócio em tempos de instabilidade.

O cenário citado acima acaba forçando as empresas a reverem suas políticas internas e darem maior importância para atitudes que impliquem na redução de custos e aumento de competitividade, tanto do seu processo produtivo, quanto das demais áreas de apoio existentes. As empresas que demoram a se adaptar a essa realidade correm sérios riscos de não sobreviverem.

A gestão da qualidade, nesse cenário, exerce um papel estratégico e fundamental em qualquer empresa que quer garantir seu espaço no mercado e permanecer competitiva. A constante busca pela melhoria da qualidade dos produtos, processos e serviços traz consigo outros fatores de competitividade, como redução de custos de produção e menores prazos de entrega, fatores esses que acabam gerando maior lucratividade para a empresa.

O controle dos custos provenientes da implantação de processos baseados na qualidade deve ser cuidadosamente considerado, uma vez que ele nem sempre se apresenta explicitamente. O conceito de custo da qualidade pode variar dependendo da direção dos objetivos estratégicos da empresa e dos próprios conceitos de qualidade adotados por estas, assumindo a forma de custos para se atingir a qualidade ou custos da má qualidade. Os custos da qualidade constituem as bases, por meio das quais, investimentos em programas da qualidade podem ser avaliados em termos de melhoramento de custos, aumentos da lucratividade e outros benefícios para fábricas e companhias originadas desses programas (FEIGENBAUM, 1994).

Para a identificação e mensuração de problemas relacionados à qualidade, existem diversas ferramentas que podem ser usadas. Neste trabalho, as principais ferramentas que serão utilizadas serão o Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), 5W1H, Análise de Causa Raiz, entre outras. Indo ao encontro dos objetivos deste trabalho, Seleme e Stadler (2012, p. 35) dizem que “a importância das ferramentas para a qualidade está em sua efetiva utilização no desenvolvimento das metodologias utilizadas para a identificação e a eliminação de falhas de processo”.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO

O cenário mercadológico atual cada vez mais exige que as empresas melhorem a eficiência de seus processos para serem competitivas, forçando-as a buscar a redução de custos através do conceito de aumento da produtividade, que se baseia em produzir cada vez mais e melhor, com menos recursos. Apesar de esse comportamento ser mais evidente em épocas de baixa no mercado, entende-se que ele deveria ser permanente das empresas. Diante disso, o conceito de Custo da Qualidade (CQ) é um importante indicador que mostra se um programa de qualidade funciona. Crosby (1979 apud ROBLES JR, 2003, p. 24) afirma que “custos da qualidade é a única maneira válida de a empresa medir os sucessos de um programa de qualidade”.

Neste trabalho de conclusão de curso será feita uma análise dos custos gerados pela não qualidade dos processos e componentes utilizados na fabricação de máquinas de corte de chapas de aço. As máquinas, que serão alvos deste estudo, podem ser equipadas com três tipos de corte térmico: plasma, oxicorte e laser, sendo plasma o principal tipo de processo negociado pela empresa em estudo. A partir dos dados obtidos na análise, será possível se tomar ações de melhoria para que os custos sejam reduzidos, assim maximizando o poder de negociação com clientes e os lucros obtidos pela empresa.

Inicialmente, será feita uma revisão bibliográfica com o objetivo de verificar o que diferentes autores publicaram sobre as áreas relacionadas principalmente às ferramentas e aos custos da qualidade. Com o estudo dessas referências, será possível definir quais são as variáveis que agem sobre o tema proposto e sustentar as diretrizes escolhidas para o andamento do estudo.

Em um segundo momento, será iniciada a análise dos dados provenientes do setor de assistência técnica da empresa, que além de responsável pelo atendimento ao cliente sempre que ele tem problemas relacionados ao equipamento, é também responsável pela instalação das máquinas e treinamento direcionado aos operadores. Esses dados que serão analisados, serão delimitados aos atendimentos em período de garantia, que são os atendimentos que geram despesas para a empresa.

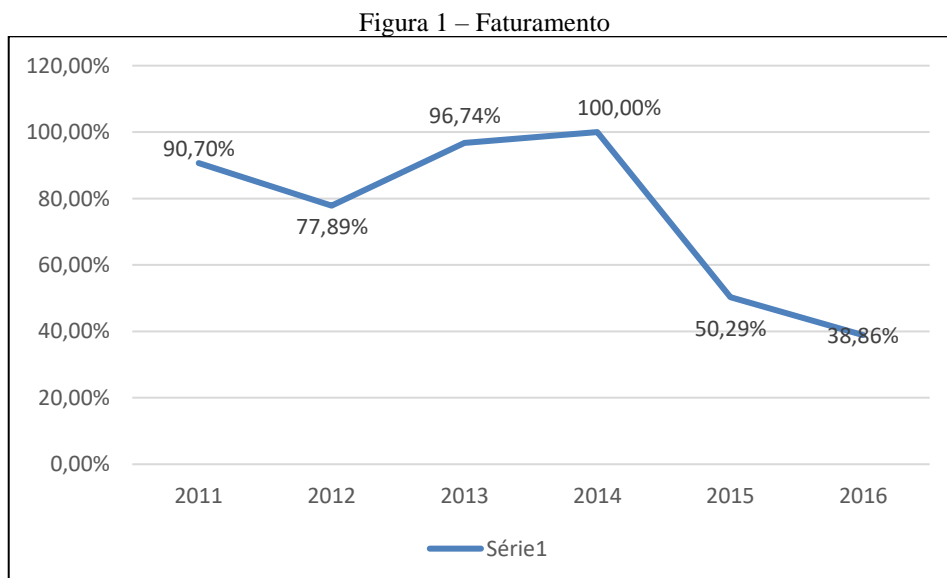
Após a análise dos atendimentos realizados pela assistência técnica da empresa, valendo-se de ferramentas e conceitos da qualidade como princípio de Pareto, análise da causa raiz, etc., serão propostas melhorias para os principais problemas e oportunidades encontrados. Espera-se que essas melhorias gerem impactos especialmente no projeto das máquinas, processos de fabricação e suprimentos.

Ao final, será apresentada a conclusão dos estudos confrontando os custos e consequências da não qualidade atuais com o que se espera obter com as melhorias propostas. A partir disso, será possível analisar a viabilidade da implantação das novas ideias e estabelecer definitivamente um método para manter os custos das falhas de projeto e processos a um nível baixo.

1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTÁGIO

A empresa BAW Brasil Indústria e Comércio Ltda está no mercado brasileiro desde 2002 atuando no fornecimento de soluções em corte térmico de metais. Desde então, a empresa vem crescendo gradualmente ao longo dos anos e aumentando sua participação no mercado. Para a consolidação desse crescimento, faz-se necessário que o serviço oferecido seja diferenciado, dando especial importância ao *feedback* do cliente final sobre a qualidade e utilização dos equipamentos.

Devido à retração do mercado brasileiro dos últimos anos, desde o final de 2014 a BAW enfrenta forte queda em vendas e, conseqüentemente, em seu faturamento. A Figura 1 mostra o faturamento da empresa desde 2011, em termos percentuais, onde é possível visualizar a situação relatada. Entre os anos de 2014, que foi o ano com maior faturamento na história da BAW, e 2015 há uma redução de 49,71% no faturamento. Se forem comparados os anos de 2014 e 2016, essa redução é ainda maior, sendo de 61,14%. Empresas como a BAW, que fornecem equipamentos que são negociados geralmente quando seus clientes estão em busca de aumentar seu poder produtivo, são as primeiras a sofrer com a desaceleração da economia e as últimas a retomarem o crescimento e o nível em que estavam antes das baixas.



Fonte: o Autor (2017)

A grande diferenciação positiva da BAW dentro do seu mercado de atuação é o atendimento de qualidade prestado pelo setor de assistência técnica. Porém, a quantidade de atendimentos prestados, tanto para máquinas em período de garantia quanto fora dela, indica que existem problemas a serem resolvidos nos equipamentos ainda antes de saírem da fábrica. Esses números geram preocupação não somente em termos de valores gastos pela BAW, mas também, com a imagem da empresa perante o cliente e o mercado, em geral. A Tabela 1 mostra a quantidade de atendimentos corretivos registrados no sistema de gestão da empresa, desde outubro de 2014 (data de implantação do módulo de AT) até o início de março de 2017. É possível verificar a existência de 916 atendimentos registrados no período estabelecido, sendo 21,3% para máquinas em período de garantia (geradores de despesas para a empresa).

Tabela 1 - Quantidade de Atendimentos Corretivos

	Atendimentos Corretivos				Total por tipo	%
	2014 *	2015	2016	2017**		
Em Garantia	67	112	15	1	195	21,3%
Fora de Garantia	168	348	173	32	721	78,7%
Total Anual	235	460	188	33	916	100,0%

Fonte: o Autor (2017)

* a partir de outubro de 2014

** até o início de março de 2017

A Tabela 2 mostra os valores dos custos dos atendimentos corretivos. É possível verificar que, no período de estudo, há um custo total de R\$926.521,40, sendo R\$199.377,11 (21,5%) representados por máquinas em período de garantia.

Tabela 2 - Custo dos Atendimentos Corretivos

	Custo de Atendimentos Corretivos				Total por tipo	%
	2014 *	2015	2016	2017**		
Em Garantia	R\$81.902,32	R\$85.522,45	R\$31.952,34	-	R\$199.377,11	21,5
Fora de Garantia	R\$158.907,32	R\$299.409,81	R\$240.044,24	R\$28.782,92	R\$727.144,29	78,5
Total Anual	R\$246.604,64	R\$393.995,14	R\$291.468,82	R\$28.782,92	R\$926.521,40	100,0

Fonte: o Autor (2017)

* a partir de agosto de 2014

** até o início de março de 2017

Dentre os atendimentos corretivos, é possível enumerar os equipamentos que necessitaram de mais atenção. Esses números dão indicativos de onde podem ser focadas ações de melhorias. A Tabela 3 mostra os números de atendimentos por equipamentos, junto com a quantidade dos mesmos no mercado. Nesses números destaca-se a máquina Lineacord como

sendo responsável por quase 70% dos atendimentos e, também, quase o mesmo percentual de participação no mercado.

Tabela 3 - Atendimentos por Máquina e Participação no Mercado

Atendimentos por Máquina e Participação no Mercado								
Máquinas	2014 *	2015	2016	2017 **	Total por máquina	% Atendimentos	Equip. no mercado	% no mercado
Lineacord	169	328	111	11	619	67,6	112	69,57%
Absoluta	68	132	67	8	275	30,0	43	26,71%
Dynacord	0	2	11	1	14	1,5	4	2,48%
Fiberline	5	1	0	2	8	0,9	2	1,24%
Total	242	463	189	22	916	100,0%	161	100,00%

Fonte: o Autor (2016)

* a partir de agosto de 2014

** até o início de março de 2017

Pelos motivos citados acima, é importante que a empresa tome iniciativas visando a diminuição do número de atendimentos e aumento da qualidade de seus equipamentos, para que sofra menor impacto em períodos de menor atividade. Visando isso, é interessante que se faça uma análise dos atendimentos corretivos realizados, buscando rastrear a causa de problemas de qualidade.

O caminho escolhido para se chegar aos reais motivos dos problemas de qualidade é a análise dos relatórios de atendimentos realizados pelo setor de assistência técnica. Pelo fato de os funcionários do setor estarem sempre em contato direto com os clientes e terem acesso às falhas dos equipamentos, os relatórios dos atendimentos se transformam em uma poderosa fonte de informações que possibilitam conhecer os pontos fracos das máquinas, sendo capazes de guiar o estudo até as causas das falhas, sejam falhas de projeto, processo, suprimentos, etc.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Estabelecer e aplicar metodologia de análise de problemas visando reduzir custos gerados pela não qualidade na produção de máquinas de corte térmico.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos a seguir relacionados deverão ser alcançados:

- a) estabelecer critérios para a classificação de problemas;

- b) analisar os dados provenientes dos atendimentos da Assistência Técnica e classificar os problemas e oportunidades encontrados;
- c) identificar as oportunidades e problemas mais representativos;
- d) identificar as causas raiz dos problemas de qualidade encontrados e propor soluções eficazes;
- e) implementar soluções;

1.4 PERFIL DA EMPRESA E AMBIENTE DE TRABALHO

Este trabalho será realizado na empresa BAW Brasil Indústria e Comércio Ltda, dentro do setor de Assistência Técnica. No início dos anos 2000, a BAW (Buenos Aires Welding) Argentina formou uma parceria com o empresário brasileiro Darci Haas e formou a BAW Brasil, que está presente no mercado brasileiro desde 2002 e atua no desenvolvimento e fabricação de equipamentos CNC de alta definição para corte térmico, fazendo o possível para oferecer as melhores soluções para esses processos.

Hoje, a empresa fabrica máquinas de corte por oxicorte, plasma e laser, possuindo mais de 150 equipamentos no mercado, não somente no Brasil, mas também, atuando fortemente na América do Sul. Outro segmento que a BAW atua é o comércio de peças para manutenção e também, de toda linha de fontes manuais e mecanizadas, e consumíveis originais, sendo distribuidor autorizado da marca Hypertherm, líder mundial no segmento de plasma. A Figura 2 mostra um dos produtos da BAW, a máquina CNC de corte plasma Lineacord Max.

Figura 2 - Máquina CNC de corte plasma Lineacord Max



Fonte: BAW Brasil (2016)

Atualmente, a BAW foca seu processo produtivo na montagem dos equipamentos, valendo-se da parceria com fornecedores de serviços de corte e dobra, usinagem e tratamentos de superfície para a fabricação de componentes. Parcerias estratégicas com fornecedores de peças elétricas e mecânicas também são parte importante do projeto dos equipamentos, sendo muito representativos no custo total das máquinas. A Tabela 4 demonstra a representatividade

citada dos principais fornecedores de componentes mecânicos e elétricos da empresa. Os cinco fornecedores mostrados representam quase 70% do valor total das peças compradas pela BAW no ano de 2015.

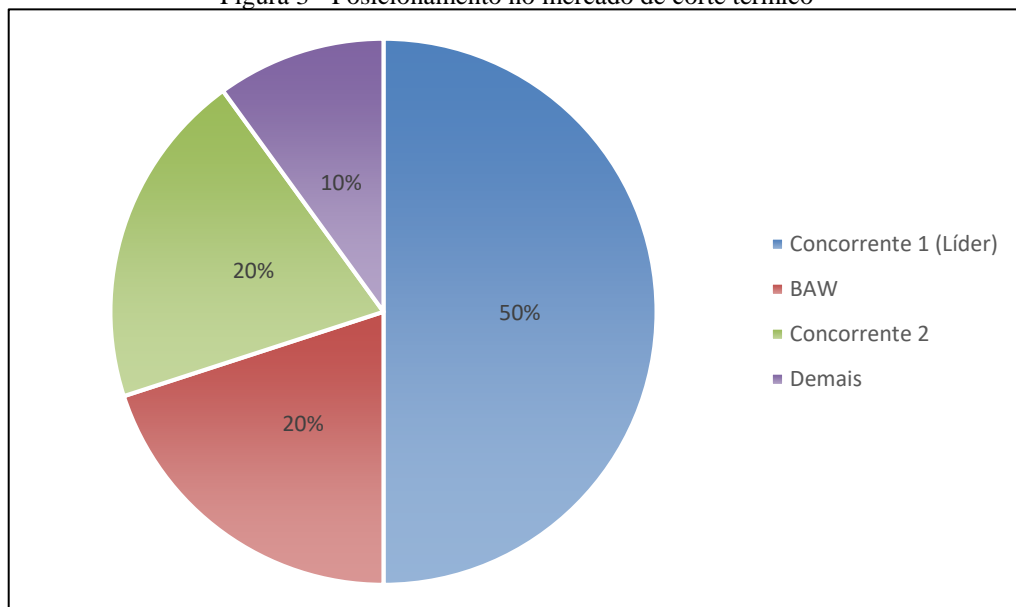
Tabela 4 - Principais Fornecedores

Fornecedor	Tipo de Componente	Representatividade
Hypertherm	Consumíveis e peças	63%
Yaskawa	Motores	2%
MCS	Motores	2%
Mectrol	Guias Lineares	1%
Schneider	Material Elétrico	1%
Demais	Diversos	31%

Fonte: o Autor (2016)

Dentro do mercado de equipamentos para corte térmico a BAW tem forte concorrência de duas outras empresas. A empresa líder na fabricação de máquinas de corte térmico no Brasil detém aproximadamente 50% do mercado. A BAW, juntamente com a outra empresa citada, detém uma porcentagem semelhante, representando aproximadamente 20% do mercado cada uma, no ano de 2016. Os dados citados podem ser melhor visualizados na Figura 3.

Figura 3 - Posicionamento no mercado de corte térmico



Fonte: o Autor (2016)

1.5 ABORDAGEM E DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso foi elaborado como parte da disciplina de Estágio Supervisionado do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul. O trabalho se utiliza tanto de abordagens qualitativas quanto quantitativas para cumprir os

objetivos propostos. Como abordagem qualitativa, o pesquisador se valerá da análise de relatórios contendo a descrição de problemas e falhas das máquinas produzidas. Como abordagem quantitativa, o pesquisador irá traduzir o conteúdo dos relatórios para números que sejam capazes de quantificar os problemas, mostrando quais são mais recorrentes, para que ações de melhoria possam ser tomadas.

O estudo está limitado aos dados obtidos dos relatórios do setor de Assistência Técnica da empresa BAW Brasil. Tais relatórios estão tanto em formatos de arquivos de texto e planilhas, quanto armazenados no sistema de gestão da empresa, o Focco ERP. Será tratada a quantidade de atendimentos existente, que são potenciais geradores de custos para a empresa, tanto em forma de serviços e peças de reposição, quanto em forma de impacto negativo da empresa perante o cliente.

Para facilitar a sincronização entre os dados vindos dos editores de texto e planilhas, e os dados vindos do sistema de gestão Focco, delimitou-se um período de estudo desde a implantação do módulo de assistência técnica do Focco na BAW, que ocorreu em agosto de 2014, até março de 2017.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo se inicia com uma breve explicação sobre os processos de corte de chapas mais utilizados, com a intenção de situar o leitor no ambiente de aplicação desse estudo. A seguir, traça-se um caminho através dos conceitos de qualidade, passando pela gestão da qualidade e TQC, chegando no tema principal desse trabalho, que são os custos da qualidade. Por fim, são apresentadas diversas ferramentas, de controle e planejamento da qualidade, das quais algumas serão utilizadas para auxiliar no cumprimento dos objetivos propostos.

2.1 PROCESSOS DE MÁQUINAS DE CORTE DE CHAPAS

Chiaverini (1986, p. 104) define o corte de chapas como “um processo que corresponde à obtenção de formas geométricas determinadas, a partir de chapas [...]”. Hypertherm (2012) separa os processos de corte de metais em quatro tipos: corte frio, corte químico, corte termoquímico e corte térmico. Santos, Quintino e Miranda (1993) definem, em termos gerais, os principais processos de corte de chapas e Lima ([2008]) define o corte plasma:

- a) corte por jato de água: utiliza-se água pura, comprimida num grupo de bombas que acionam um multiplicador de pressão. A água, com pressão elevada entre 3000 e 6000 bar, é armazenada num acumulador que regulariza a saída do fluido;
- b) corte por arrombamento: processa-se através de tensões de corte em toda a espessura da peça e segundo o perímetro do contorno desejado. É utilizado no corte de chapas, barras ou perfis, de modo a obter peças ou furos;
- c) oxicorte: processo de cortar metais, com elevado teor de ferro, pela ação de um jato de oxigênio puro, incidindo sobre o material previamente aquecido a uma temperatura conveniente;
- d) corte por eletro-erosão a fio: utiliza o efeito termelétrico das descargas elétricas, entre um fio eletrodo e a peça a cortar. O fio eletrodo encontra-se esticado entre duas guias, e é continuamente renovado pois encontra-se numa bobina de onde é desenrolado, passando pela zona de corte, sendo enrolado em seguida em uma bobina receptora;
- e) corte por guilhotina: processo destinado ao corte de formas lineares em chapas planas. O corte é efetuado colocando-se inicialmente a chapa em uma mesa de posicionamento, a qual é em seguida imobilizada por grampos antes do corte iniciar. Posteriormente, o sistema transmite um movimento descendente ao porta-lâminas, originando o corte;

- f) corte por serra-fita: utiliza uma serra-fita sem fim, colocada entre duas ou mais rodas, uma delas providenciando o guiamento. A fita de corte deve ser suficientemente fina, de modo a poder dobrar sem partir nas rodas, devendo ter, ao mesmo tempo, espessura e resistência suficientes para suportar os esforços durante o corte;
- g) corte a laser: o princípio do processo consiste em um feixe laser focado na superfície do material a ser cortado, por meio de um sistema óptico. Este feixe, de elevada densidade de energia, funde o material no ponto de interação. A injeção sob pressão de um jato de gás, coaxial com o feixe, faz a remoção do material fundido, obtendo-se assim a separação das partes;
- h) corte a plasma: o processo consiste na utilização do calor liberado por uma coluna de plasma, resultante do aquecimento, por meio de um arco elétrico, de um gás, em alta vazão rotacional. Este plasma é transferido ao metal a ser cortado. A parte do metal se funde pelo calor do plasma e este metal é expulso com auxílio do gás em alta vazão.

2.2 QUALIDADE

Diferentes pontos de vistas têm sido utilizados para se analisar a qualidade, vindos de diversas áreas, como filosofia, economia, marketing e gerência de operações. De acordo com Garvin (1992), essa variação de visões acabou gerando diversas perspectivas para a definição de qualidade, que competem entre si por serem baseadas em esquemas de análises diferentes. Conforme Carpinetti (2012), devido a essas diferentes perspectivas, o conjunto de atributos desejáveis e suas intensidades dependem do tipo de produto, do mercado para o qual se destina, do custo do ciclo de vida que o mercado está disposto a pagar e do que a concorrência oferece.

Crosby (1999) cita cinco pressupostos errôneos que são defendidos pela maioria dos administradores, que seriam a origem dos problemas de comunicação enfrentados entre pessoas que querem a qualidade e as pessoas que a efetuam. O primeiro pressuposto errôneo fala sobre visão de qualidade como sinônimo de virtude, luxo, brilho ou peso. A partir desse pressuposto, Crosby define qualidade como “conformidade com os requisitos”. Essa definição deixa claro que o autor defende que os requisitos para a qualidade de um produto ou serviço devem estar claramente expostos para que não haja confusão e também, que os requisitos devem ser entendidos como características para definir o trabalho que devem ser cuidadosamente analisadas e detalhadas.

Diferentemente de Crosby, Feigenbaum (1994) foca sua definição de qualidade em termos da satisfação do cliente, portando definindo qualidade em produtos e serviços como “a combinação de características de produtos e serviços referentes a marketing, engenharia, produção e manutenção, através das quais produtos e serviços em uso corresponderão às expectativas do cliente”. Com isso, o autor afirma que a maior parte das medidas da qualidade tem como propósito a avaliação e determinação do nível com que o produto ou serviço corresponde a essa combinação.

Outro dos gurus da Qualidade, Juran, define qualidade de duas maneiras, uma em termos de atender as necessidades do cliente, indo ao encontro às ideias de Feigenbaum, e outra em termos de se ver livre de erros. Segundo os termos de atender as necessidades do cliente, Juran define que:

Qualidade significa aqueles recursos do produto que atendem as necessidades do cliente e portando, provém a satisfação dele. Neste cenário, o significado de qualidade é direcionado às receitas. [...] Entretanto, fornecer mais e/ou melhor qualidade normalmente requer um investimento e conseqüentemente aumento em custos. (1999, p.2.1)

Segundo os termos de se ver livre de erros, Juran define que:

Qualidade significa se ver livre dos erros que requerem retrabalho ou que resultam em falhas em campo, insatisfação do cliente, reclamações dos clientes, e assim por diante. Dessa maneira, o significado de qualidade é direcionado aos custos, e alta qualidade normalmente custa menos. (1999, p. 2.2)

O Quadro 1 explica as diferenças entre as duas definições de qualidade:

Quadro 1 - Diferenças entre as definições de qualidade de Juran

Recursos do produto que vão de encontro às necessidades do cliente	Liberdade de erros
<p>Alta qualidade habilita as empresas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar a satisfação do cliente • Tornar os produtos próprios para venda • Enfrentar a concorrência • Aumentar fatia de mercado • Prover renda de vendas • Assegurar preços melhores <p>O maior efeito é nas vendas Normalmente, maior qualidade custa mais</p>	<p>Alta qualidade habilita as empresas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzir taxas de erros • Reduzir retrabalho, desperdício • Reduzir falhas de campo, custos de garantia • Reduzir insatisfação do cliente • Reduzir inspeções, testes • Diminuir tempo para colocar novos produtos no mercado • Aumentar produção, capacidade • Melhorar performance de entrega <p>O maior efeito é nos custos Normalmente, maior qualidade custa menos</p>

Fonte: Juran (1999)

Deming (1990), contrariando a visão de Crosby, argumenta que é preciso mais do que simplesmente atender às especificações para se obter qualidade, sendo que somente quem avalia pode definir seus termos. Shewhart (1931, apud DEMING, 1990) diz que “a dificuldade de se definir a qualidade está na conversão das necessidades futuras do usuário em características mensuráveis, de forma que o produto possa ser projetado e modificado para dar satisfação por um preço que o usuário pague”. Adicionalmente, Deming diz que devem ser considerados três participantes para se medir a qualidade: (1) o produto em si; (2) o usuário e como ele usa o produto, como instala, como cuida dele, o que ele foi levado a esperar; (3) as instruções, de uso, treinamento do cliente e treinamento da assistência técnica, os serviços disponíveis para reparos, a disponibilidade de peças.

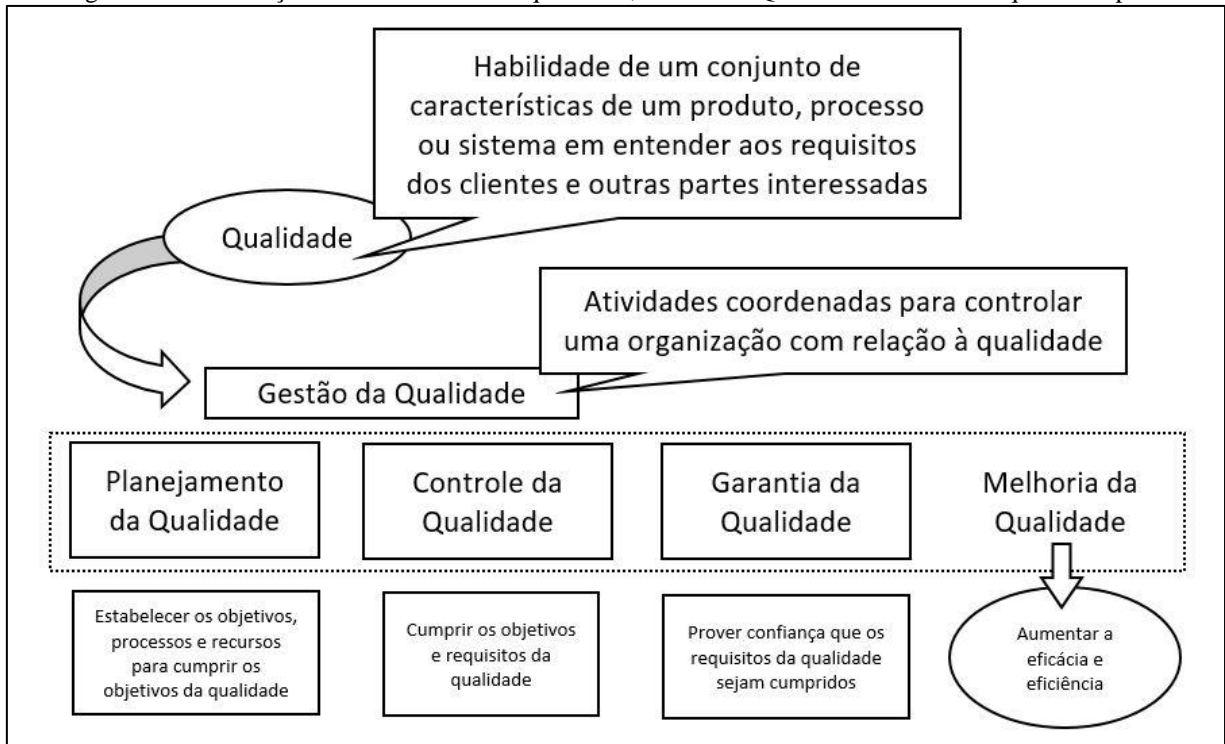
Garvin (1992) não define qualidade, mas propõe as seguintes abordagens para realizar essa definição:

- a) transcendente: a qualidade assume um sentido de excelência natural, que é universalmente reconhecida;
- b) baseada no produto: a qualidade é tratada como uma variável precisa e mensurável;
- c) baseada no usuário: a qualidade é definida pelo observador, sendo algo subjetivo e pessoal, assumindo-se que um produto ou serviço de boa qualidade é aquele que melhor atenda a preferência do cliente;
- d) baseada na produção: a qualidade é tratada como conformidade com os requisitos, interessando-se basicamente pelas práticas relacionadas com a engenharia e a produção;
- e) baseada no valor: a qualidade é definida em termos de custos e preços, sendo considerado um produto ou serviço de boa qualidade aquele que oferece um desempenho ou conformidade a um preço ou custo aceitável.

2.3 GESTÃO DA QUALIDADE

A norma NBR ISO 9000:2015 define que a gestão da qualidade consiste no estabelecimento de políticas e objetivos da qualidade, assim como os processos para alcançar esses objetivos, valendo-se do planejamento, controle, garantia e a melhoria da qualidade. A Figura 4 mostra a inter-relação existente entre os conceitos citados acima.

Figura 4 - Inter-relação entre o conceito de qualidade, Gestão da Qualidade e elementos que a compõe



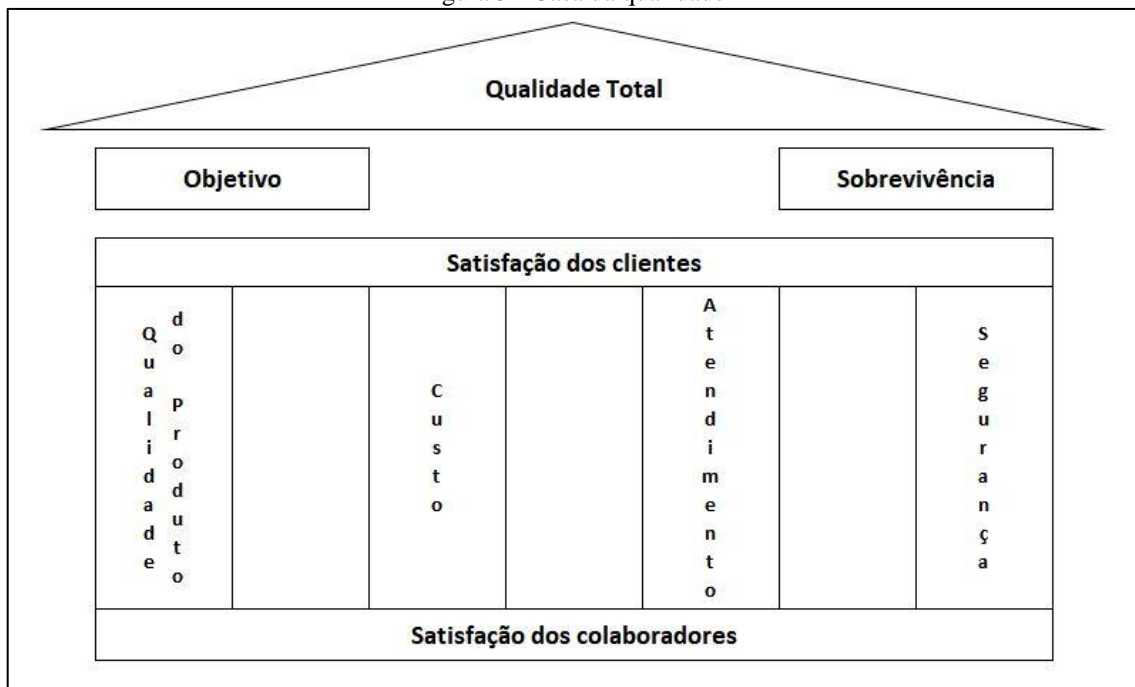
Fonte: Adaptado de Miguel (2006)

Um dos objetivos da gestão da qualidade é alcançar a redução dos desperdícios e dos custos da não qualidade nas atividades de produção, buscando a melhoria da eficiência e, conseqüentemente, permitindo preços mais competitivos. Preços mais competitivos aumentam as chances de a empresa manter e conquistar mercados, gerando resultados positivos e mais competitividade (CARPINETTI, 2012).

O objetivo principal das empresas é a sua sobrevivência através da satisfação das necessidades das pessoas. Para realizar a busca desse objetivo, a empresa deve ter quatro prioridades estabelecidas: consumidores, empregados, acionistas e vizinhos. Dessa maneira, valendo-se da prática do Controle da Qualidade Total (*Total Quality Control – TQC*), o objetivo principal pode ser atendido (CAMPOS, 2004).

Robles Jr. (2003) diz que a palavra *control* assume uma conotação de controle voltado para a gestão, e não para inspeção ou fiscalização. Entender essa pressuposição é fundamental para o entendimento do sistema, pois ele é apoiado no envolvimento das pessoas. A Figura 5 mostra a casa da qualidade, que é uma representação do esquema para obtenção da qualidade total, ou seja, na visão de Campos (2004), a sobrevivência através das pessoas.

Figura 5 - Casa da qualidade



Fonte: Adaptado de Robles Jr. (2003)

De acordo com Robles Jr. (2003), “as empresas têm se preocupado com a qualidade do produto desde os primórdios da era industrial. O que se pode considerar mais ou menos recente é a preocupação com o processo”. Essa preocupação não se dá somente com os processos da fábrica, mas sim com todos os processos que visam a satisfação dos clientes. Tal preocupação é conhecida como TQC.

Feigenbaum (1994, p. 6) define Total Quality Control como:

Um sistema efetivo para integração da qualidade de desenvolvimento, qualidade da manutenção, e qualidade da melhoria de esforços das várias funções em uma organização, a fim de tornar possível a produção e a prestação de serviços aos níveis mais econômicos, visando a mais completa satisfação dos clientes”.

Novamente é possível identificar a satisfação dos clientes como objetivo final do TQC, e obviamente a satisfação da empresa também. Para isso, a questão do custo se torna muito importante, pois dele dependem o preço de venda e a lucratividade. Ishikawa (1998) argumenta principalmente sobre a importância do lucro, dizendo que para aumentá-los, é necessário que se pratique de maneira eficiente o controle de custos.

2.4 CUSTOS DA QUALIDADE

Segundo Garvin (1992), até a década de 50 era de conhecimento das empresas que havia um custo relacionado com os defeitos, mas esse custo era desconhecido, já que nenhuma

empresa havia tentado calculá-lo para saber a real dimensão do problema de não se fazer o produto da forma correta da primeira vez.

A noção ultrapassada de que, para atingir uma qualidade aperfeiçoada, fosse necessário um grande aumento dos custos foi um dos principais motivos pelos quais havia indisponibilidade de dados relacionados aos custos da qualidade. Juntamente com isso, havia uma generalização de que a qualidade não poderia ser medida, fato esse que se dava pelo porque a qualidade não se enquadraria no modelo antigo da contabilidade (FEIGENBAUM, 1994).

A importância de se planejar a questão da qualidade, como forma de controle dos gastos com um possível processo defeituoso e, conseqüentemente, com um produto defeituoso, se faz muito presente. “As decisões tomadas no início da cadeia de produção, na fase de projeto, tinham implicações no nível de custos da qualidade que apareceria mais adiante, tanto na produção quanto no cliente” (GARVIN, 1992).

Alguns autores definem os custos da qualidade e recomendam o seu uso dentro das organizações. Crosby (1999) define o custo da qualidade como “a despesa de fazer coisas erradas”. Gryna (1999) encara o termo custo da qualidade como o custo da má qualidade. Ambas as definições dos autores dão mais ênfase para os problemas recorrentes da falta de qualidade dos produtos e serviços.

Feigenbaum (1994, p. 151) trata o termo de forma mais detalhada, definindo custos da qualidade como:

Os custos associados à definição, criação e controle da qualidade assim como avaliação e realimentação de conformidade com exigências em qualidade, confiabilidade, segurança e também custos associados às conseqüências provenientes de falha em atendimento a essas exigências, tanto no interior da fábrica como nas mãos dos clientes.

Miguel e Rotondaro (2006) dizem que “os custos da qualidade são gastos com a qualidade, seja para obtê-la ou em função de resultado negativo pela falta dela”. Dessa maneira, pode-se notar que os autores também consideram os custos para se atingir a qualidade, abrindo caminho para termos como “custos de avaliação” e “custos de prevenção”, que serão tratados mais adiante.

Indo na direção contrária dos autores acima citados, Deming (1990) acredita não ser importante gastar tempo para a mensuração dos custos da qualidade, já que muitos desses custos não podem ser mensurados. O caminho seria simplesmente agir para que as falhas sejam evitadas, seguindo em direção a um processo de melhoria contínua.

Crosby (1999) e Feigenbaum (1994) concordam que a mensuração dos custos da qualidade é componente importante e fundamental para o aumento da lucratividade das

organizações, além de trazer outros benefícios para as fábricas. A avaliação de melhoramento dos custos e aumento da lucratividade, que são fruto de investimentos em programas de qualidade, se baseia nos custos da qualidade. Crosby ainda enfatiza que a qualidade é grátis e, além disso, é um fator de contribuição substancial para o lucro.

É importante realizar a mensuração dos custos da qualidade, pois isso permite não só que a empresa saiba quais são as perdas consequentes dos problemas, mas também quantifique os resultados dos investimentos em prevenção. Ao confrontar os gastos da qualidade com as vendas ou os custos de fabricação, é possível verificar a significância dos gastos com a qualidade na organização (MIGUEL; ROTONDARO, 2006).

Miguel e Rotondaro (2006) afirmam que “a relação entre qualidade e custo é muito importante nos dias de hoje, particularmente, na busca de maior competitividade nas organizações”. Gryna (1999) lista os principais objetivos associados ao se avaliar qualidade e custos:

- a) Quantificar o tamanho do problema de qualidade em uma linguagem monetária, dessa maneira tendo impacto na alta gerência e facilitando a comunicação entre esses e os gerentes intermediários.
- b) Identificar grandes oportunidades para redução de custos da má qualidade em todas as atividades dentro de uma organização.
- c) Identificar oportunidades para reduzir a insatisfação de clientes e ameaças associadas às receitas das vendas.
- d) Definir meios de medir os resultados das atividades de melhorias de qualidade usadas para atingir as oportunidades 2 e 3 acima.
- e) Alinhar os objetivos da qualidade com os objetivos da empresa.

Quanto à finalidade para se calcular os custos da qualidade, Crosby (1999) diz que é apenas chamar a atenção da gerência e proporcionar uma base de cálculo para se verificar a melhoria de qualidade, pois ao se conhecer o custo da qualidade, ou uma boa estimativa dele, é possível que sejam estabelecidos os objetivos para a redução de custos. Já Miguel e Rotondaro (2006) argumentam que a finalidade dos custos da qualidade é fornecer:

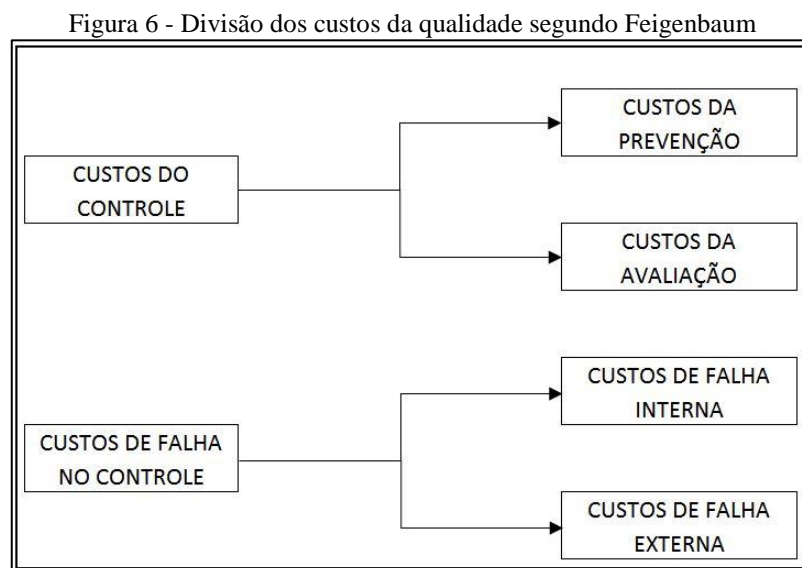
- a) uma forma de determinação das áreas-problemas e determinação de prioridades de ação;
- b) uma possibilidade de avaliação de alternativas de investimento em capital;
- c) uma justificativa e direcionamento de investimento em atividades de prevenção e melhoria da qualidade;

- d) uma parte de um sistema de medição de desempenho, a fim de melhor direcionar reduções em custos indiretos de qualidade;
- e) uma maneira de alcançar melhoria no retorno de investimento e aumento nas vendas, no momento em que se reduzem custos.

2.4.1 Tipos de custos da qualidade

Segundo Miguel e Rotondaro (2006), custos da qualidade podem ser divididos em custos com prevenção, avaliação e falhas, que é a classificação mais usual, ou em custos de conformidade e não-conformidade, que é pensada sob o ponto de vista do processo. Porém, Gryna (1999) adverte que a estrutura de divisão dos custos da qualidade em categorias, mesmo que as organizações a tenham achado útil, talvez não possa ser aplicada em todos os casos, sendo que o profissional responsável por essa área deve escolher a estrutura que atenda às necessidades da companhia de forma mais satisfatória.

Feigenbaum (1994) diz que, em um primeiro momento, os custos da qualidade podem ser divididos em dois grupos principais: custos de controle, que possuem caráter preventivo e custos de falhas no controle, que possuem caráter corretivo. Os custos de controle podem ser subdivididos nas categorias de prevenção e avaliação, enquanto os custos de falhas no controle podem ser subdivididos em falhas internas e falhas externas. Esses dois últimos também podem ter como sinônimos custos da não-qualidade ou custos da má qualidade. Juran (1951, apud GARVIN 1992) ainda classifica os custos de controle como “custos inevitáveis” e os custos da falta de controle como “custos evitáveis”. A classificação de Feigenbaum para os custos da qualidade pode ser visualizada na Figura 6:



Fonte: Feigenbaum (1994)

2.4.1.1 Custos de prevenção

Crosby (1999) diz que os custos com prevenção não estão somente relacionados com a fábrica, mas sim sendo aqueles de todas as atividades empreendidas para prevenir defeitos no design, mais desenvolvimento, compras, mão-de-obra e outros aspectos do início e criação de um produto ou serviço.

Custos com prevenção são os gastos que estão relacionados às medidas a serem tomadas para planejar a qualidade, com o objetivo de evitar que os problemas aconteçam. Outros gastos que podem ser caracterizados como sendo de prevenção são aqueles ocasionados por ações que busquem prevenir ou reduzir os riscos de não-conformidades ou defeitos, ou seja, podem ser considerados investimentos necessários para que não aconteçam falhas no processo. Esses gastos são, geralmente, menores do que os ocasionados por falhas, sendo assim muito importantes para evitar que esses ocorram (MIGUEL; ROTONDARO, 2006).

Pela definição de Miguel e Rotondaro (2006), os custos de prevenção podem ser divididos em custos de planejamento da qualidade e custos de controle do processo, sendo os custos de planejamento da qualidade definidos como:

Os que ocorrem no momento em que se desenvolvem as especificações e no momento em que essas especificações de projeto estão sendo convertidas em parâmetros de fabricação, ou seja, na fase de desenvolvimento do produto e do processo. Assim, gastos podem ser necessários para garantir que os padrões de qualidade do produto atendam aos requisitos funcionais.

E os custos de controle do processo definidos como:

Aqueles incorridos no projeto de qualquer atividade de inspeção, teste ou equipamentos de ensaio. Nesse tipo de custos, também podem ser incluídos os custos com preparação de manuais e procedimentos da qualidade, que serão posteriormente utilizados no controle do processo, ou como documentação para certificação do sistema da qualidade.

2.4.1.2 Custos de avaliação

Os custos de avaliação são aqueles relacionados às inspeções e aos testes necessários para que o produto esteja de acordo com as especificações e os requisitos de desempenho estabelecidos, ou seja, são aqueles relacionados com a verificação do nível de qualidade do produto. Esses custos também podem ser descritos como os dispêndios com as atividades estabelecidas para que as unidades ou componentes com defeito possam ser identificados antes que sejam enviados para o cliente (MIGUEL; ROTONDARO, 2006).

Crosby (1999) diz que, dentro dos requisitos, estão incluídas as especificações do setor de marketing, da engenharia, como forma de documentos e informações de procedimentos e

processos, e, também, do cliente. Por fim, Crosby ressalta que todos os documentos que definam as características e requisitos do produto ou serviço, são relevantes.

2.4.1.3 Custos de falhas

Os custos das falhas estão relacionados a itens que não estão conforme os requisitos estabelecidos, incluindo os requisitos de desempenho, avaliação, disposição e aspectos dos negócios com o cliente dessas falhas. Nos custos das falhas estão também os materiais e a mão-de-obra utilizados no processo (CROSBY, 1999).

Para Miguel e Rotondaro (2006), “os custos de falhas são os custos referentes à ocorrência de unidades ou componentes defeituosos, sejam estes identificados na organização ou no campo”. Esse tipo de custo pode ser subdividido em falhas internas e falhas externas.

2.4.1.3.1 Custos de falhas internas

Segundo Miguel e Rotondaro (2006), os custos de falhas internas são aqueles decorrentes da produção de peças defeituosas, identificadas internamente na organização, antes de os produtos serem expedidos. Os custos mais comumente controlados são aqueles relacionados ao refugo e retrabalho. O refugo é decorrente da produção que não satisfaz a padrões dimensionais ou de qualidade, sendo, como consequência, rejeitado e vendido por seu valor de disposição. O retrabalho significa um processo decorrente de uma produção que não satisfaz aos padrões de qualidade, mas que pode ser corrigida. Entretanto, a tomada de decisão para executar um retrabalho também passa por uma análise de viabilidade econômica, pois o retrabalho pode ficar mais oneroso que sucatear o lote de produtos e fabricar novo lote. O uso de equipamentos e mão-de-obra de forma não prevista acaba reduzindo o desempenho e a produtividade de um setor e da organização com um todo.

2.4.1.3.2 Custos de falhas externas

Miguel e Rotondaro (2006), definem custos de falhas externas como sendo aqueles associados aos produtos com falta de qualidade já expedidos pela empresa, ou seja, os gastos relativos aos defeitos identificados pelos clientes ou ainda de posse dos distribuidores. Adicionalmente, Robles Jr (2003) diz que esses custos são associados às devoluções, queixas e reclamações dos clientes.

Gryna (1999) e Miguel e Rotondaro (2006) tratam os custos de falhas externas como sendo os de consequências mais graves, principalmente devido à evasão de clientes, divulgação de má qualidade, gastos em atender o cliente e, conseqüente, perda de vendas devido a essa má

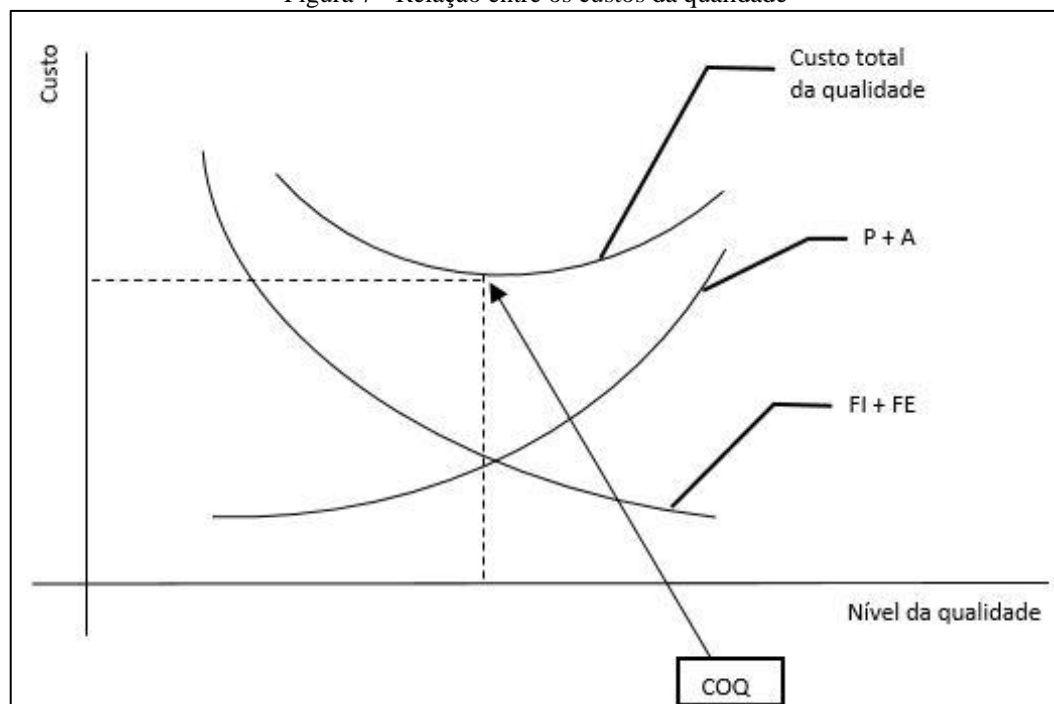
qualidade. Essa perda de vendas é muito difícil de ser medida e, por esse motivo, também é conhecida como “custo oculto”.

Miguel e Rotondaro (2006) citam pesquisas realizadas na Alemanha e nos EUA, que mostram que é muito importante considerar o resultado do efeito multiplicador negativo da qualidade, que acontece quando é ultrapassada a média de erros aceitável pelo mercado. Dados apresentados por essas pesquisas mostram que clientes que experimentaram experiências negativas, contam para o dobro de pessoas sobre ela, se comparado a uma experiência positiva.

Feigenbaum (1994), relaciona os custos provenientes das falhas com os custos de avaliação, mostrando que ambos crescem proporcionalmente. Isso ocorre, pois, uma vez que os números de falhas aumentam, a resposta mais comum é aumentar os custos com inspeção, aumentando os custos com a avaliação. Esse aumento de inspeção não exerce efeito significativo na eliminação dos defeitos. Conclui-se disso que, a maneira de reduzir os custos com falhas e avaliação é aumentar os custos com a prevenção, e assim focar o restante dos gastos com qualidade em direção à lucratividade.

A Figura 7 mostra o gráfico clássico dos custos da qualidade, como normalmente é apresentado. Pode-se notar que conforme os custos com prevenção e avaliação ($P + A$) crescem, os custos das falhas internas e externas ($FI + FE$) diminuem, enquanto é traçada a linha que representa o custo total da qualidade. O valor mais baixo de custo encontrado na linha do custo total é a que representa o custo ótimo da qualidade (COQ).

Figura 7 - Relação entre os custos da qualidade



Fonte: Adaptado de Robles Jr (2003)

Ao fazer uma análise do ponto COQ da linha de custo total da qualidade, Juran e Gryna (1991) definiram três zonas de ótimo no modelo de custo da qualidade: Zona de Projeto de Aperfeiçoamento (Melhoria), Zona de Indiferença (Operação) e Zona de Altos Custos de Avaliação (Perfeccionismo). A Figura 8 mostra as características de cada uma das zonas:

Figura 8 - As três zonas do ótimo no modelo Juran

Curva do Custo Total da Qualidade		
ÓTIMO		
Zona de Projeto de Aperfeiçoamento (Melhoria)	Zona de Indiferença (Operação)	Zona de Altos Custos de Avaliação (Perfeccionismo)
Custo das Falhas > 70% Prevenção < 10%	Custo das Falhas 50% Prevenção 10%	Custo das Falhas < 40% Avaliação > 50%
Localize Projetos, Pesquise	Se nenhum Projeto lucrativo puder ser encontrado, deslocar ênfase para o controle	Estude o Custo por defeito detectado, verifique validade dos padrões; reduza inspeção; tente auditoria das decisões
100% Defeituosas	Qualidade de Conformidade	100% Bom

Fonte: Juran e Gryna (1991)

Carpinetti (2012) faz uma crítica em relação a dois pontos do modelo de custos da qualidade apresentado na Figura 7, anteriormente. O primeiro ponto diz que esse modelo não leva em conta os custos subjetivos, possivelmente decorrentes da falta de qualidade, como:

- a) desperdício e ineficiência;
- b) perda de vendas decorrente de nível de qualidade insuficiente;
- c) custos de reprojeção por razões de qualidade;
- d) custos extras de fabricação. Possíveis horas extras de trabalho;
- e) refugo não computado;
- f) custos adicionais devido à excessiva variabilidade do processo;
- g) custo pela impossibilidade de conquista de novos mercados pela falta de competitividade na satisfação do cliente.

O segundo, e principal, ponto trata de como esse modelo não leva em consideração que os custos de detecção e prevenção são, de fato, investimentos e, portanto, são amortizados no tempo. Dessa maneira, a médio prazo, haveria um deslocamento das curvas de prevenção e avaliação e, conseqüentemente, do custo total para a direita, no sentido de melhoria da

qualidade. Essa situação ocasiona um aumento de competitividade, pois a empresa passa a oferecer produtos e serviços que melhor atendem aos requisitos do mercado e com custos da não qualidade menores.

2.4.1.4 Custos de conformidade e de não-conformidade

Segundo Moura (1994), “os custos de conformidade são aqueles incorridos na prevenção de erros ou defeitos”, ou seja, conforme Miguel (2006), “são aqueles associados ao fornecimento de produtos ou serviços dentro das especificações da qualidade aceitáveis”. Os custos de não-conformidade são aqueles envolvidos em atividades para corrigir erros ou defeitos, estando relacionados às ineficiências de determinado processo, resultando em variados tipos de desperdícios. Conforme mencionado anteriormente, os custos de conformidade e de não-conformidade, apesar de terem definições muito semelhantes às de custos de prevenção, avaliação e falhas, estão mais relacionados aos processos.

A dificuldade de alocação dos custos a cada produto, principalmente quando a companhia tem uma vasta linha de produtos, e a dificuldade de identificação dos custos entre departamentos, são desvantagens inerentes à essa classificação. Essas desvantagens fazem com que a classificação entre custos de prevenção, avaliação e falhas seja a mais utilizada (MIGUEL; ROTONDARO, 2006).

2.4.2 Determinação dos custos da qualidade

Gryna (1999) define uma sequência de eventos básica, que deve ser adaptada para cada organização, para fazer um estudo inicial de custos da qualidade:

- a) revisar a literatura sobre custos da qualidade. Consultar outras empresas similares que tiveram a experiência de aplicar os conceitos de custos da qualidade;
- b) Selecionar uma unidade da empresa como local de teste piloto. Esse local pode ser uma planta, um grande departamento, uma linha de produto, etc;
- c) Discutir os objetivos do estudo com pessoas chave na organização, particularmente aqueles na função contábil. Dois objetivos são soberanos: determinar o tamanho do problema de qualidade e identificar projetos específicos para melhoria.

- d) Coletar quaisquer dados de custos convenientemente disponíveis do sistema contábil e usar essa informação para ganhar o apoio da gerência, para fazer um estudo de custos completo;
- e) Fazer uma proposta à gerência de um estudo completo. A proposta deve prever uma força-tarefa de todas as partes interessadas para identificar as atividades que contribuem para o custo da má qualidade. Relatórios de trabalho, descrições de cargos, cartas de fluxo, entrevistas e brainstorming podem ser usados para identificar as atividades;
- f) Publicar um plano de categorias definindo o custo da má qualidade. Obtenha opiniões e revise-as;
- g) Finalize as definições e garanta a aprovação da gerência;
- h) Garanta um acordo sobre a responsabilidade da coleta de dados e preparação de relatórios;
- i) Coletar e resumir os dados. Preferencialmente, isso deve ser feito por um contador;
- j) Apresentar os resultados dos custos para a gerência junto com os resultados da demonstração do projeto de melhoria da qualidade. Requisitar autorização para seguir com um programa de mensuração de custos mais amplo dentro da organização e ir atrás de projetos.

Para Crosby (1999), reduzir os custos da qualidade é uma oportunidade para aumentar a lucratividade, porém precisa-se de informações para convencer a gerência a autorizar um programa para tal. A primeira medida é reunir os pesados custos de (1) todos os esforços despendidos na repetição do trabalho, inclusive o burocrático; (2) toda a sucata; (3) a garantia (inclusive o manejo das devoluções no interior da fábrica); (4) garantia após o serviço; (5) manejo de queixas; (6) inspeção e teste; (7) e os demais custos do erro. Como mudanças de aviso na mecânica, mudanças na ordem de compras etc.

2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O controle de qualidade vai garantir que o cliente produtos e serviços dentro dos padrões especificados. Devido à grande importância desse controle, vários estudiosos dedicaram-se para o desenvolvimento de ferramentas que ajudassem a garantir o controle de qualidade (MELLO, 2011).

2.5.1 As sete ferramentas tradicionais para controle da qualidade

2.5.1.1 Diagrama de Causa-Efeito

O Diagrama de Causa-Efeito também é conhecido como Diagrama de Ishikawa, em homenagem ao seu desenvolvedor, ou de Diagrama de Espinha de Peixe, devido ao seu formato. O diagrama de causa é usado para demonstrar a relação entre as causas e os efeitos de um processo. Sua aplicação se dá quando o efeito de um processo é problemático, ou seja, quando ele não resulta no efeito desejado (MELLO, 2011).

Para Juran (1999), o propósito do diagrama é organizar e mostrar as relações de várias teorias da causa raiz do problema. Prestando atenção nas possíveis causas de um problema específico de um jeito estruturado e sistemático, o diagrama habilita o time encarregado da resolução do problema a deixar seu pensamento mais claro quanto às potenciais causas, assim deixando o time mais produtivo em direção a descobrir a causa, ou causas, raiz.

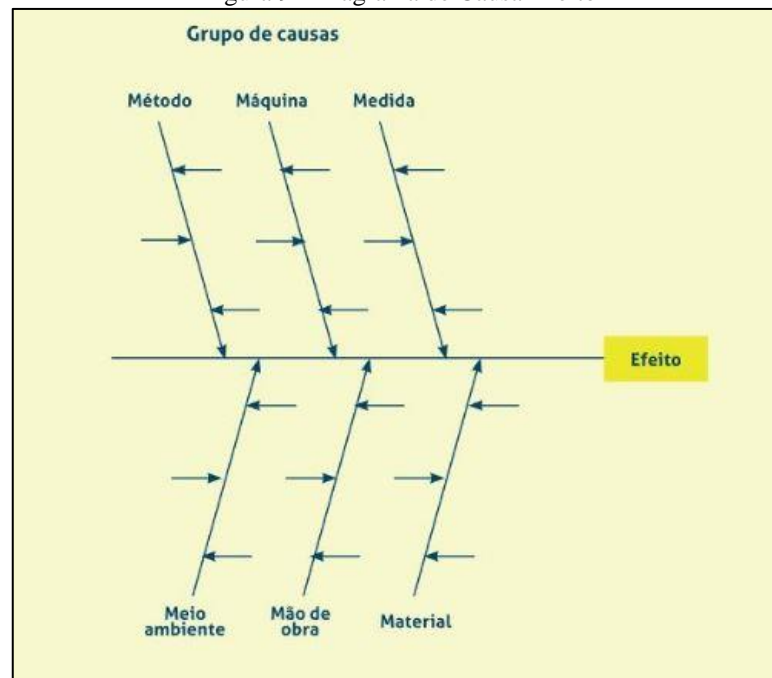
Para se utilizar o Diagrama de Causa-Efeito, inicialmente, deve-se estabelecer o problema que será analisado. Em seguida, se reproduz o diagrama na forma de espinha de peixe, sendo que na parte onde ficaria a cabeça do peixe, escreve-se o problema. Nas extremidades de cada espinha, estipula-se os 6M: material, mão de obra, método, máquina, medida e meio ambiente (BOND; BUSSE; PUSTILNICK, 2012).

Seleme e Stadler (2012) especificam um pouco melhor os 6M's:

- a) materiais – em relação a sua uniformidade, padrão etc;
- b) mão de obra – padrão da mão de obra utilizada se é treinada, se tem habilidades, se é qualificada;
- c) método – a forma como serão desenvolvidas as ações;
- d) máquina – operacionalização do equipamento e seu funcionamento adequado;
- e) medida – de que forma os valores, como distância, tempo, temperatura etc., são representados;
- f) meio ambiente – infraestrutura.

A Figura 9 mostra um Diagrama de Causa-Efeito:

Figura 9 - Diagrama de Causa-Efeito



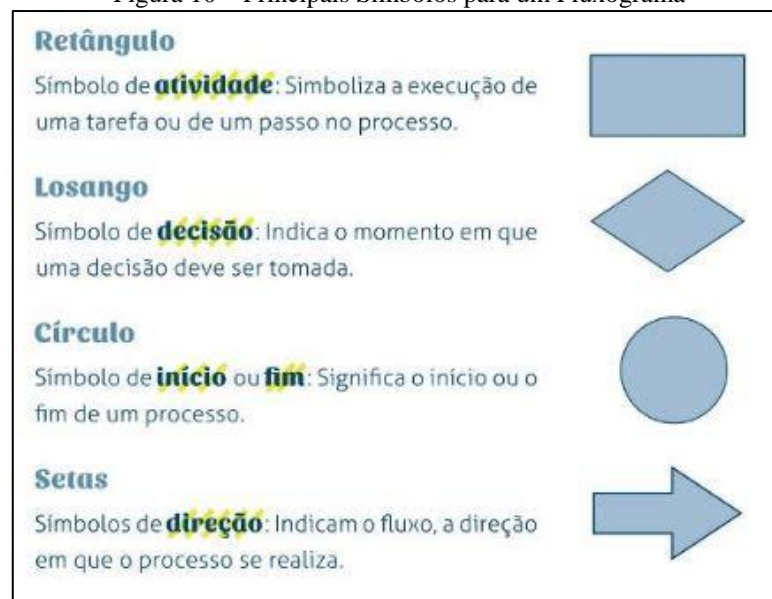
Fonte: Bond, Busse e Pustilnick (2012)

2.5.1.2 Fluxograma

Segundo Seleme e Stadler (2012), fluxograma é uma ferramenta desenvolvida para “desenhar o fluxo” de processos, por meio de formas e pequenos detalhes. Trata-se de uma representação visual do processo e permite identificar nele possíveis pontos nos quais podem ocorrer problemas.

A Figura 10 mostra os principais símbolos usados para um fluxograma:

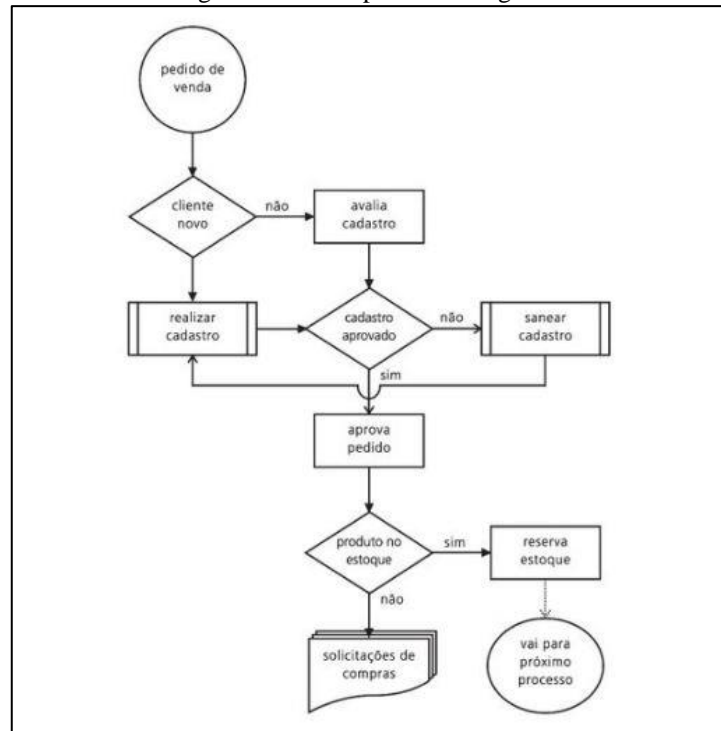
Figura 10 – Principais Símbolos para um Fluxograma



Fonte: Bond, Busse e Pustilnick (2012)

A Figura 11 mostra um exemplo de fluxograma para um processo administrativo:

Figura 11 - Exemplo de Fluxograma



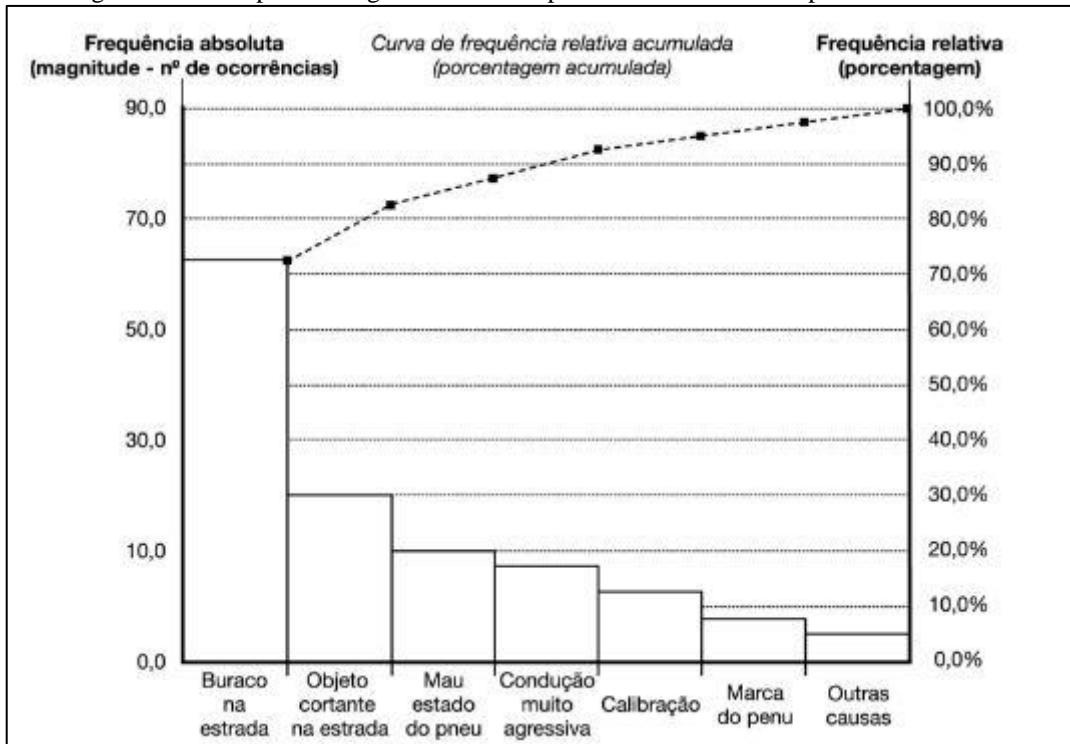
Fonte: Seleme e Stadler (2012)

2.5.1.3 Diagrama ou Análise de Pareto

Segundo Toledo et al. (2012), “o Diagrama ou Análise de Pareto é uma representação gráfica dos dados obtidos sobre determinado problema, que ajuda a identificar quais são os aspectos prioritários que devem ser trabalhados”. O Diagrama de Pareto também é conhecido como Diagrama 20-80, pois parte da consideração de que 20% das possíveis causas geram 80% dos defeitos. Esse diagrama trata da identificação das causas “vitais”, para atuar prioritariamente sobre elas.

Juran (1999) diz que o Diagrama de Pareto possui três elementos básicos: (1) os colaboradores para o total de efeitos, ranqueados pela magnitude de contribuição; (2) a magnitude de contribuição de cada é expressada numericamente; (3) a porcentagem total acumulativa de efeitos dos colaboradores ranqueados. A Figura 12 mostra um exemplo de Diagrama de Pareto:

Figura 12 - Exemplo de Diagrama de Pareto para causas de furos em pneus de caminhão



Fonte: Toledo et al. (2012)

2.5.1.4 Folha de verificação

Toledo et al. (2012) definem folha de verificação como “formulários utilizados para registrar e reunir dados de forma simples e que facilitem seu posterior uso e análise”. Existem três etapas a serem seguidas para a elaboração de uma folha de verificação: planejamento da coleta de dados, coleta de dados e análise dos dados.

2.5.1.5 Histograma

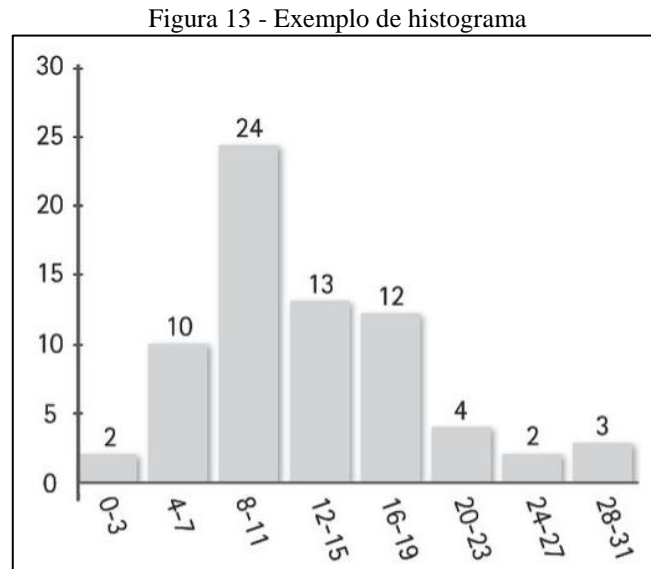
Mello (2011) define histograma como um gráfico de barras que mostra a frequência com que determinado dado aparece em um grupo de dados, facilitando a análise descritiva de um grande número de dados e auxiliando na compreensão do problema estudado.

Miguel (2001) cita os passos para a construção de um histograma:

- coletar dados, ordenando-os e registrando-os sequencialmente;
- calcular a amplitude;
- escolher o número de classes ou intervalos;
- determinar o tamanho da classe, ou intervalo;
- determinar os valores extremos para cada classe, somando o intervalo de classe aos valores;

- f) contar e registrar o número de elementos em cada classe;
- g) construir o diagrama de barras, considerando a frequência em cada classe.

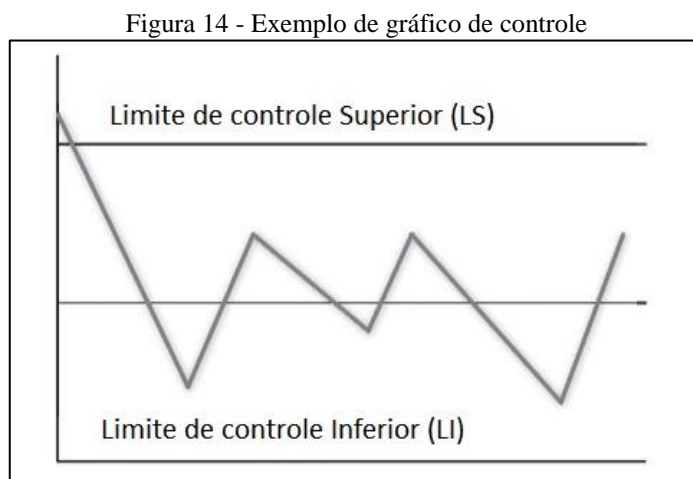
A Figura 13 mostra um exemplo de histograma.



Fonte: Mello (2011)

2.5.1.6 Gráfico de controle

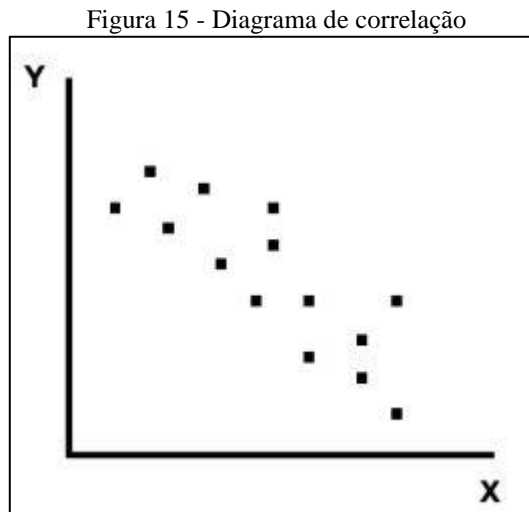
Segundo Miguel (2001), um gráfico de controle consiste em “um gráfico para monitorar como um processo se comporta ao longo do tempo, servindo para detectar as causas de variação desse processo”. Mello (2011) diz que quando a variação do processo está dentro de um padrão esperado, ela tem origem em causas comuns. Caso contrário, se a variação está fora do padrão, ela é considerada como tendo origens em causas especiais, que precisam ser investigadas. A Figura 14 abaixo mostra um exemplo de gráfico de controle.



Fonte: Mello (2011)

2.5.1.7 Diagrama de correlação

Segundo Miguel (2001), o diagrama de correlação, também conhecido como diagrama de dispersão, é um gráfico usado para se investigar a correlação entre duas variáveis. A Figura 15 mostra um dos formatos de diagramas de correlação:



Fonte: Toledo et al. (2012)

2.5.2 Outras Ferramentas de Controle da Qualidade

2.5.2.1 Brainstorming

Juran (1999), define *brainstorming* como uma técnica de grupo para geração de ideias construtivas e criativas, vindas de todos os participantes. O uso dessa ferramenta deve prover novas ideias ou novas aplicações e novos usos de ideias existentes. Segundo Bond, Busse e Pustilnick (2012), objetivo dessa ferramenta é chegar em uma ideia que, se dependesse da criatividade individual, talvez não surgisse, mas, que com a utilização de uma junção de pensamentos coletivos, fica mais facilmente visível.

Toledo et al. (2012) citam as três fases distintas na utilização do *brainstorming*. A primeira é relacionada à geração de ideias, a segunda é destinada à realização dos esclarecimentos relativos ao processo, e a terceira é referente à avaliação das ideias propostas. O Quadro 2 apresenta os passos para a realização do *brainstorming*.

Quadro 2 - Passos do brainstorming

Fase	Passo	Descrição
1	1	Escolhe-se um facilitador para o processo que definirá o objetivo.
	2	Formam-se grupos de até dez pessoas.
	3	Escolhe-se um lugar estimulante para a geração de ideias.
	4	Os participantes terão um prazo de até dez minutos para fornecer suas ideias, que não devem ser censuradas.
2	5	As ideias deverão ser consideradas e revisadas, disseminando-se entre os participantes.
	6	O facilitador deverá registrar as ideias em local visível, esclarecendo novamente o propósito.
3	7	Deverão ser eliminadas as ideias duplicadas.
	8	Deverão ser eliminadas as ideias fora do propósito delimitado
	9	Das ideias restantes, devem ser selecionadas aquelas mais viáveis.

Fonte: Toledo et al. (2012)

2.5.2.2 Cinco porquês

Essa ferramenta é utilizada como forma de se identificar a causa raiz de um problema. Sua utilização se dá através da proposição sistemática da pergunta “por quê?” a um problema, procurando aprofundar a análise até se encontrar a solução. A utilização de cinco “por quês” não é obrigatória, podendo variar de situação em situação (MELLO, 2011).

A seguir, o Quadro 3 mostra um exemplo de aplicação da ferramenta, em que se chega à conclusão de que a real causa do problema proposto foi o atraso no pagamento ao fornecedor, assim permitindo que sejam tomadas ações para sua resolução.

Quadro 3 - Exemplo de aplicação do Cinco Porquês

Perguntas (por quês)	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem.
Por que não tinha embalagem?	Porque a produção não entregou.
Por que a produção não entregou?	Porque não tinha matéria-prima.
Por que não tinha matéria-prima?	Porque o fornecedor não entregou.
Por que o fornecedor não entregou?	Porque houve atraso no pagamento.

Fonte: Mello (2011)

2.5.2.3 PDCA

Conforme Aguiar (2002), o PDCA é um método de controle de processos ou sistemas e é utilizado para atingir as metas necessárias à sobrevivência das empresas. O Método PDCA é formado por quatro etapas:

- a) *plan* (Planejamento) – é definida a meta de interesse e estabelecidos os meios necessários para se atingir a meta proposta;
- b) *do* (Execução) – as pessoas são treinadas para a execução do plano de ação. Em seguida os planos são implementados e são coletados dados que possam fornecer informações sobre a obtenção da meta;
- c) *check* (Verificação) – com o uso dos dados coletados na etapa de execução, é feita uma avaliação dos resultados obtidos em relação ao alcance da meta;
- d) *action* (Ação) – nesta etapa, a ação a ser realizada depende dos resultados obtidos e avaliados na etapa de verificação. Se os resultados forem bons, as ações são direcionadas à sua manutenção. Se os resultados forem ruins, inicia-se um novo giro PDCA.

2.5.2.4 DMAIC

De acordo com Toledo et al. (2012), DMAIC é um método que busca identificar e resolver problemas através da procura analítica pela solução. Esse é um método aplicado dentro de projetos Seis Sigma e requer a aplicação de métodos estatísticos e ferramentas de gestão da qualidade. As fases do DMAIC, que perfazem um ciclo, são:

- a) *define* (Definir) – são identificados os melhores projetos com bases em objetivos estratégicos. Após, a equipe determina o que é crítico para a qualidade;
- b) *measure* (Medir) – são definidos e mensurados os processos ligados com o que é crítico para a qualidade;
- c) *analyse* (Analisar) – determinação das causas dos problemas e definição do que deve ser melhorado;
- d) *improve* (Melhorar) – estabelecimento do objetivo na correção do problema e dos planos de ação;
- e) *control* (Controlar) – aplicação de métodos e técnicas para garantir a estabilidade do processo.

2.5.2.5 5W2H

Segundo Bond, Busse e Pustilnick (2012), 5W2H é uma ferramenta utilizada para colocar uma decisão em prática, com o objetivo de definir premissas em um projeto, uma decisão ou um plano de ação. A ferramenta pode ser usada tanto para definição do problema quanto para a escolha de um plano de ação, através das seguintes perguntas:

- a) what? (O que?)
- b) who? (Quem?)
- c) where? (Onde?)
- d) when? (Quando?)
- e) why? (Por quê?)
- f) how? (Como?)
- g) how much? (Quanto?)

2.5.3 As sete ferramentas para o planejamento da qualidade

Também conhecidas como “novas ferramentas da qualidade”, essas ferramentas não possuem um caráter de controle da qualidade, como é mais habitual de se ter contato, mas sim um caráter mais gerencial, por se tratarem de ferramentas de gerenciamento de processos, sendo muito importantes para apoiar escolhas e processos decisórios. As sete ferramentas para o planejamento da qualidade são: (1) diagrama de afinidades; (2) diagrama de relações; (3) diagrama de árvore; (4) matriz de priorização; (5) matriz de relacionamentos; (6) diagrama PDPC; (7) diagrama de atividades (MELLO, 2011).

2.5.3.1 Diagrama de afinidades

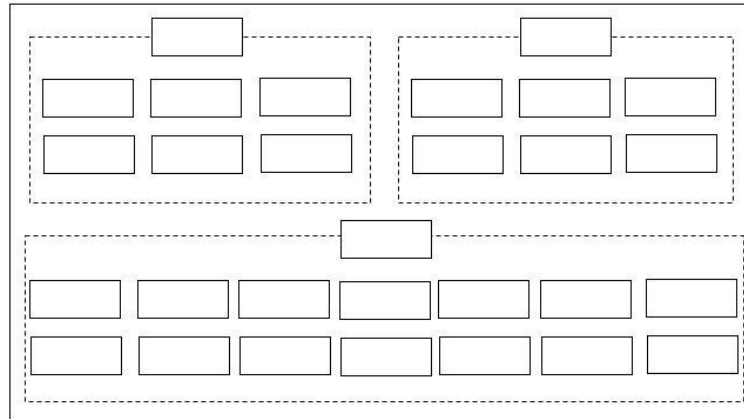
Segundo Oakland (1994), diagrama de afinidade é uma forma de brainstorming, que se é usada para reunir um grande número de dados e informações, vindos de diversos tipos de comunicação, e organizá-los em grupos, buscando uma relação natural entre eles, conforme o conceito apresentado na Figura 16.

Moura (1994) diz que para se construir um diagrama de afinidade, devem-se seguir os seguintes passos:

- a) Escolher o tema;
- b) Coletar os dados verbais;
- c) Transferir os dados para cartelas;

- d) Agrupar as cartelas;
- e) Rotular os grupos de cartelas;
- f) Desenhar o diagrama.

Figura 16 - Conceito de diagrama de afinidade



Fonte: Miguel (2001)

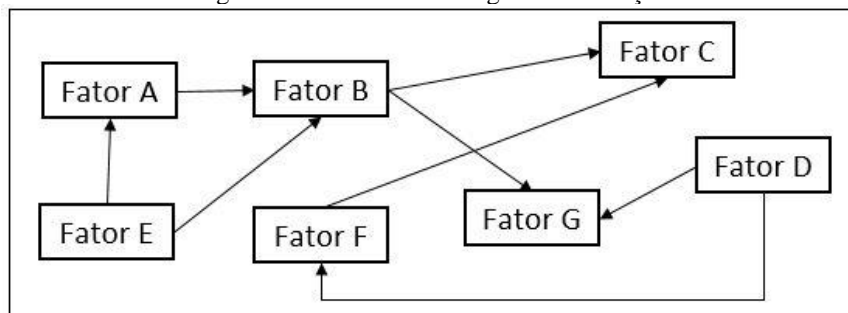
2.5.3.2 Diagrama de relações

Miguel (2001), define o diagrama como uma ferramenta que explora e demonstra a relação entre problemas complexos, através de um processo lógico. Moura (1994), diz que essas relações lógicas são realizadas por meio de setas para facilitar o entendimento amplo, a identificação de fatores e a busca de soluções adequadas. A Figura 17 ilustra o conceito do diagrama de relações.

Oakland (1994), define alguns passos para a utilização dessa ferramenta:

- a) Definir claramente uma ideia que descreva o assunto-chave a ser discutido;
- b) Gerar assuntos ou problemas que tenham relação;
- c) Usar flechas para indicar os itens relacionados e o que leva a que;
- d) Verificar a disposição das flechas para determinar fatores ou causas-chave;
- e) Usar os fatores-chave em um diagrama de árvore para análise ulterior.

Figura 17 - Conceito de diagrama de relações



Fonte: Moura (1994)

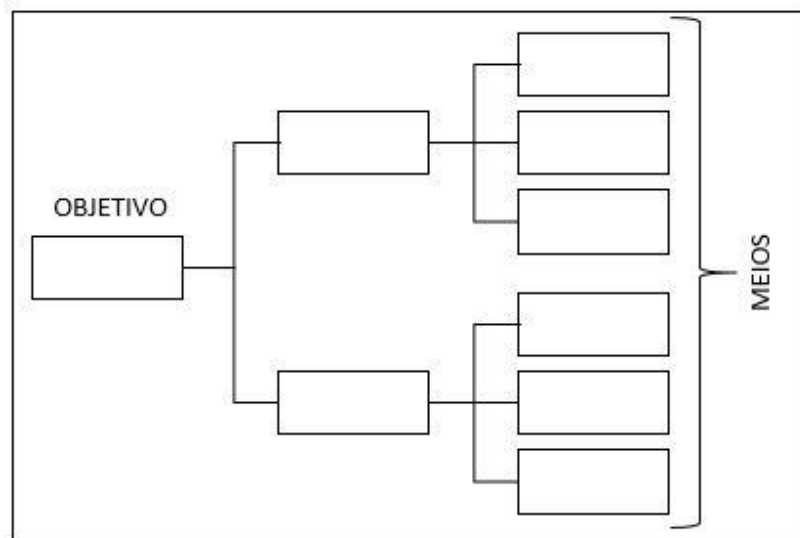
2.5.3.3 Diagrama de árvore

Segundo Miguel (2001) e Moura (1994), o diagrama de árvore detalha de forma crescente os caminhos e tarefas para realizar os objetivos, ou seja, a partir de um objetivo primário, mostra o encadeamento de todos os objetivos secundários e meios para atingi-lo. A Figura 18 mostra o conceito de diagrama de árvore.

Moura (1994), recomenda as seguintes etapas para a construção de um diagrama de árvore:

- a) Estabelecer o objetivo;
- b) Listar os meios e tarefas;
- c) Selecionar os meios e tarefas;
- d) Organizar os meios e tarefas selecionados;
- e) Confirmar a adequação dos meios.

Figura 18 - Conceito de diagrama de árvore



Fonte: Miguel (2001)

2.5.3.4 Matriz de priorização

Moura (1994) e Seleme e Stadler (2012) concordam ao dizer que o uso das três ferramentas, anteriormente mencionadas, pode acabar gerando uma situação um pouco problemática, que é o levantamento de inúmeras possibilidades para a atuação da equipe. Nesse caso, a matriz de priorização fornece um método racional para focalizar a atenção do grupo sobre as opções mais importantes.

Miguel (2001) define a matriz de priorização como sendo uma ferramenta que prioriza tarefas, procedimentos ou possibilidades de ação, baseado em conhecimento e critérios de peso.

Moura (1994), descreve dois métodos para a construção de uma matriz de priorização. O primeiro é o método de priorização por critérios, que é baseado no atendimento de cada opção a critérios preestabelecidos pelo grupo. O segundo é o método de priorização por cause-e-efeito, que considera a relação entre as opções e as causas que uma pode ter sobre a outra. A Figura 19 ilustra o conceito de matriz de priorização.

Figura 19 - Conceito de matriz de priorização

critérios						prioridade	
	a	b	c	d	e		
A							4
B							5
C							2
D							7
E							1
F							6
G							8
H							3
I						9	

Fonte: Moura (1994)

2.5.3.5 Matriz de relacionamentos

Oakland (1994) define a matriz de relacionamentos como uma ferramenta usada para ordenar os dados obtidos a partir da matriz de priorização, de forma que possam ser visualizados de uma maneira mais fácil e que mostrem a intensidade dos relacionamentos entre os fatores. Miguel (2001) diz que essa ferramenta é usada frequentemente para determinar responsabilidade em plano de implementação. A Figura 20 mostra a matriz de relacionamentos.

Figura 20 - Matriz de relacionamentos

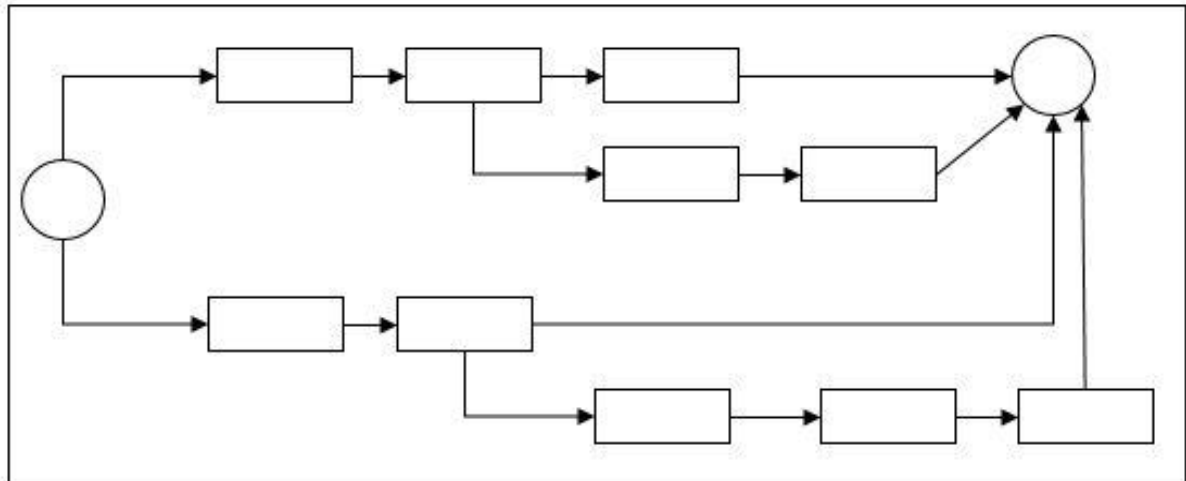
	b1	b2	b3	b4	b5	b6
a1						
a2		●		○		
a3		●	●	○		
a4			●			
a5		○			△	
a6					●	

Fonte: Moura (1994)

2.5.3.6 Diagrama PDPC (*Process Decision Program Chart*)

Segundo Toledo et al. (2012), o diagrama PDPC, ou diagrama do processo decisório, é uma ferramenta que estabelece todos os caminhos possíveis para se alcançar um objetivo, mostrando todos os problemas imagináveis e as possíveis soluções que devem ser aplicadas caso ocorram. A Figura 21 mostra o funcionamento de um diagrama PDPC.

Figura 21 - Diagrama PDPC

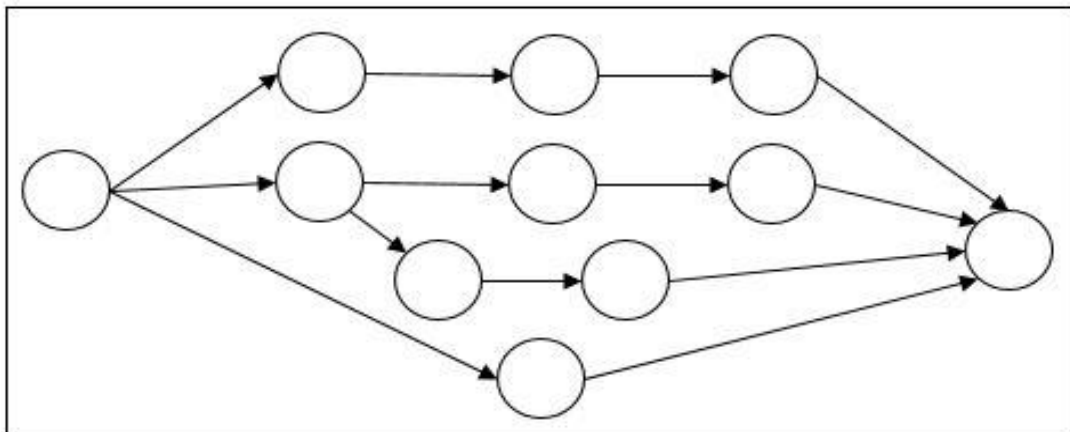


Fonte: Moura (1994)

2.5.3.7 Diagrama de atividades

Segundo Miguel (2001), o diagrama de atividades é uma ferramenta usada para planejar a escala mais apropriada para tarefas complexas e suas subtarefas. Oakland (1994), diz que devem ser conhecidas a sequência e a duração das subtarefas. Em essência, o diagrama de atividades é muito semelhante ao gráfico de Gantt. A Figura 22 mostra o conceito de diagrama de atividades.

Figura 22 - Diagrama de atividades



Fonte: Miguel (2001)

3 PROPOSTA DE TRABALHO

3.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de conclusão de curso busca a redução dos custos gerados pela não qualidade de peças e processos referentes à fabricação de máquinas de corte de chapas. Para se atingir esse objetivo, precisa-se estabelecer metas específicas, que sejam planejadas, com base na literatura existente sobre o assunto, e seguidas.

Este capítulo apresenta o cenário atual de funcionamento do setor de assistência técnica da empresa, focado nos atendimentos aos clientes, e o detalhamento de cada uma das etapas que serão seguidas para se atingir o objetivo principal. Ao final, será dada abertura para o capítulo 4, que é referente à aplicação do plano de ação proposto.

3.2 CENÁRIO ATUAL

No cenário atual, a empresa não possui uma metodologia para identificar, medir e analisar os custos da não qualidade dos produtos comercializados. Todos os custos provenientes da não qualidade dos equipamentos são absorvidos pelas margens aplicadas sobre o preço de venda, sem que se tenha noção de quanto isso representa e quanto poderia ser revertido em lucro, caso as falhas fossem evitadas.

O único indicador usado para avaliação da AT é o confronto da receita mensal gerada pelo setor versus os gastos mensais registrados no seu centro de custo. As receitas usadas no indicador são provenientes da soma dos serviços prestados (menos os impostos, restando 75,75%) e peças de reposição vendidas (menos impostos e custo de compra, restando cerca de 30%). As despesas do centro de custo são formadas pelo rateio dos gastos gerais da empresa, somada ao custo das peças em garantia repostas nas máquinas. A razão entre as receitas e os gastos deve ser maior que 1, indicando que o setor consegue se sustentar financeiramente.

A Assistência Técnica da BAW é composta atualmente por um supervisor de assistência técnica, três técnicos e um analista, que realiza o atendimento inicial por telefone e o trabalho burocrático. O setor funciona das 07:30 às 17:30, em dias de semana, e cada técnico é responsável por uma semana de atendimentos fora dos horários habituais, caso necessário. A Figura 23 mostra o setor de AT da BAW.

Figura 23 - Setor de AT



Fonte: o Autor (2016)

O setor é responsável pelas seguintes atividades:

- a) instalação das máquinas e treinamentos;
- b) suporte técnico em relação aos softwares;
- c) *retrofit* em máquinas antigas;
- d) manutenção preventiva;
- e) auxílio em processo;
- f) atendimento ao cliente.

O foco desse estudo será na atividade de atendimento ao cliente, mais especificamente àquele que possui equipamento em período de garantia. A escolha por essa classificação de máquina ocorre devido ao fato de que os atendimentos que envolvem máquinas em garantia são os que geram despesas, que são de responsabilidade da empresa.

Nos tópicos a seguir serão explicados os processos das atividades citadas acima, com um enfoque mais detalhado na atividade “Atendimento ao cliente”, por se tratar da atividade-objeto do estudo, com o intuito de se fazer as análises necessárias.

3.2.1 Instalação das máquinas e treinamento do cliente

A instalação das máquinas pode ser dividida em duas etapas: pré-instalação e a instalação, propriamente dita. No período de pré-instalação é oficializado o contato com o cliente para que sejam enviados os requisitos de instalação. A partir daí, é dado o suporte para

qualquer dúvida que surja durante a preparação dos requisitos. Assim que os requisitos estão preparados, pede-se que sejam enviadas fotos para que o setor de AT possa verificar se está tudo preparado para a instalação. Se os requisitos estiverem satisfatoriamente cumpridos, é agendada a instalação da máquina e o treinamento do software de programação.

O segundo período é iniciado pela instalação da máquina em si, onde um técnico se desloca até o local de instalação. Após a instalação, se inicia o treinamento do software de programação, que possui duração de 8 horas. Em seguida, é dado o *startup* na máquina, o que torna possível o início do treinamento operacional, em que também são feitos esclarecimentos sobre os processos de corte. Por fim, são testados alguns programas, feitos pelo programador treinado, e é feito um acompanhamento de operação para garantir que o operador obteve um bom entendimento dos procedimentos.

3.2.2 Suporte técnico em relação aos softwares

Durante essa atividade, é feita a instalação do software no PC do programador, sendo feita a configuração para o equipamento instalado e dadas as devidas instruções sobre os recursos. Após a instalação, técnicos ficam à disposição para o suporte, sanando dúvidas de utilização e eventuais problemas com a instalação do software. Para a realização desse suporte, são utilizados recursos como acesso remoto, e-mails ou mensagens, mantendo um link de comunicação direto com os operadores. Também são feitos encaminhamentos de renovações de licenças e treinamentos de reciclagem, quando necessários.

3.2.3 Retrofit em máquinas antigas

Essa atividade consiste basicamente na modernização de equipamentos que estão a caminho de ficarem obsoletos ou que precisam de adaptação às novas normas criadas, geralmente normas de segurança como a NR 12. Em se tratando da modernização de equipamentos, é feita a adaptação de CNC e controle de altura nos equipamentos. Se o caso for de adaptação às normas de segurança, são adaptadas barreiras, utilizando cortinas de luz, que param o equipamento caso a cortina de luz seja obstruída. Após a realização do *retrofit*, podem ser realizadas manutenções corretivas e preventivas nesses equipamentos, mesmo sendo de fabricação de outras marcas.

3.2.4 Manutenção preventiva

Após a instalação das máquinas, é feito um acompanhamento periódico, seguido pelo envio de cotações ao cliente, com alertas de utilização. Essas cotações incluem os valores de mão de obra e deslocamento estimados. Para a realização dessas manutenções preventivas, existem manuais com instruções detalhadas, tanto para a fonte utilizada quanto para a máquina em si.

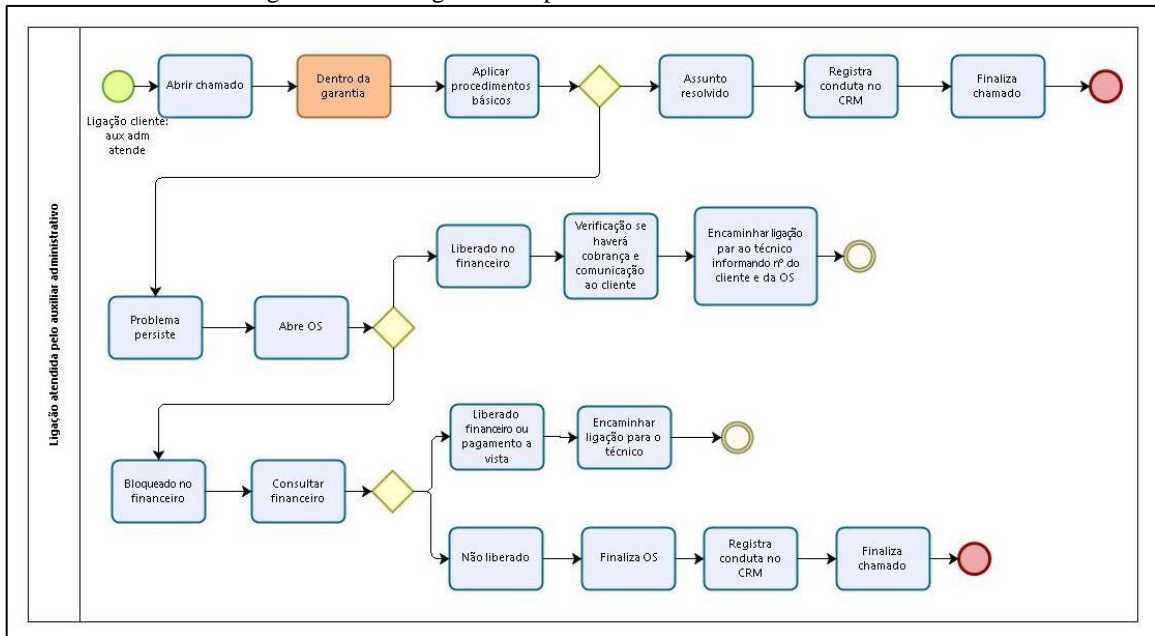
3.2.5 Auxílio em processo de corte

São realizadas diversas atividades para auxílio em processo de corte, como treinamentos de processos e workshops. É oferecido suporte em processos inclusive para clientes que possuem equipamentos fabricados por concorrentes. Quando solicitado, o cliente é auxiliado na realização de testes para obter informações sobre a durabilidade de consumíveis.

3.2.6 Atendimento ao cliente

Conforme mencionado anteriormente, o foco deste trabalho é o atendimento ao cliente, no caso, na representatividade de atendimentos realizados, dando mais atenção aos atendimentos a clientes que possuem máquinas em período de garantia, pois os problemas de qualidade que acontecem durante este período são os que geram despesas para a BAW, portanto, sendo os principais alvos para reduções de custos. O Anexo A mostra o fluxograma completo do processo de atendimento ao cliente utilizado pela BAW. Abaixo, a Figura 24 mostra um fluxograma simplificado, focado no caminho do atendimento a clientes com máquinas em garantia, indo até o atendimento ser passado para um dos técnicos. O atendimento de garantia se diferencia somente pela ausência de verificações à situação financeira do cliente, realizada antes da etapa de aplicação dos procedimentos básicos.

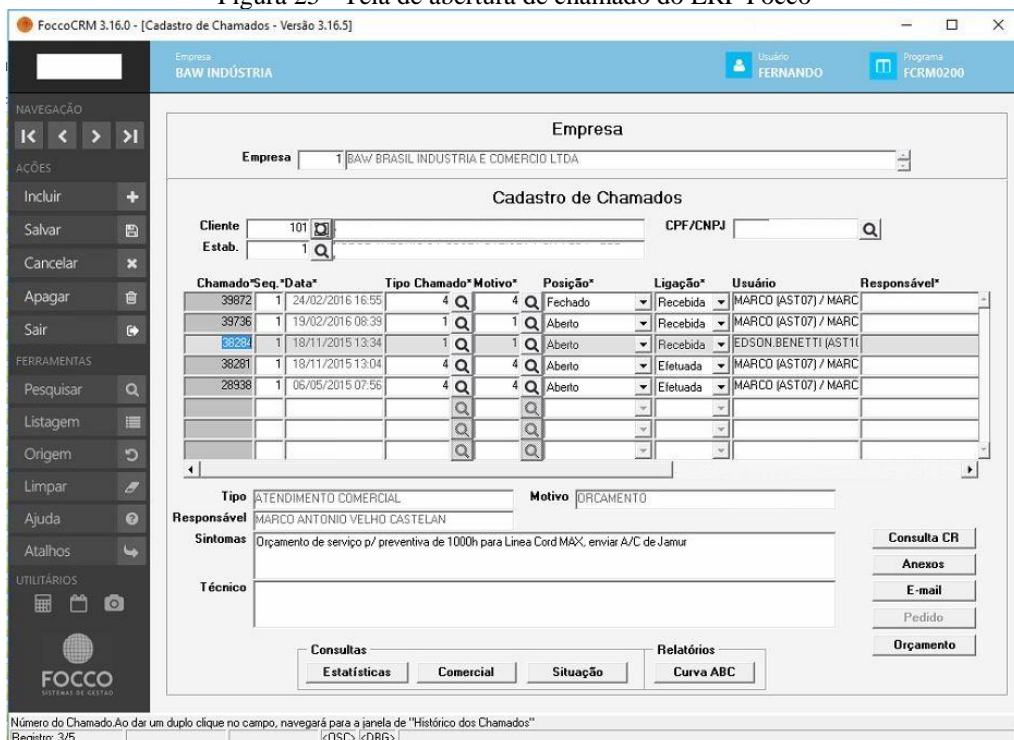
Figura 24 - Fluxograma simplificado de atendimento ao cliente



Fonte: o Autor (2016)

O processo inicia-se com o contato do cliente, geralmente telefônico, em que o auxiliar administrativo do setor abre um chamado no ERP da empresa para iniciar o atendimento. A Figura 25 mostra a tela do ERP Focco, onde são informados os clientes e os sintomas do(s) problema(s) encontrado(s). Na abertura do chamado, já é identificado se o atendimento é para uma máquina com garantia ou não.

Figura 25 - Tela de abertura de chamado do ERP Focco



Fonte: BAW (2016)

Após o registro do chamado, o auxiliar administrativo aplica procedimentos básicos de resolução de problemas, onde, através de uma série de perguntas pré-programadas, tenta achar possíveis soluções dentro de uma base de conhecimento. Esses procedimentos visam facilitar a resolução de problemas, tentando evitar que um técnico especializado seja envolvido no atendimento. Se o problema é resolvido através dos procedimentos básicos, é informado ao sistema o que foi feito e o chamado é encerrado. Caso contrário, abre-se uma ordem de serviço (OS), a qual pode ser vista na Figura 26.

Figura 26 - Ordem de serviço

The screenshot displays the 'Cadastro de Ordens de Serviço' form in the FoccoERP system. The form is titled 'Empresas' and 'Cadastro de Ordens de Serviço'. It includes the following fields and values:

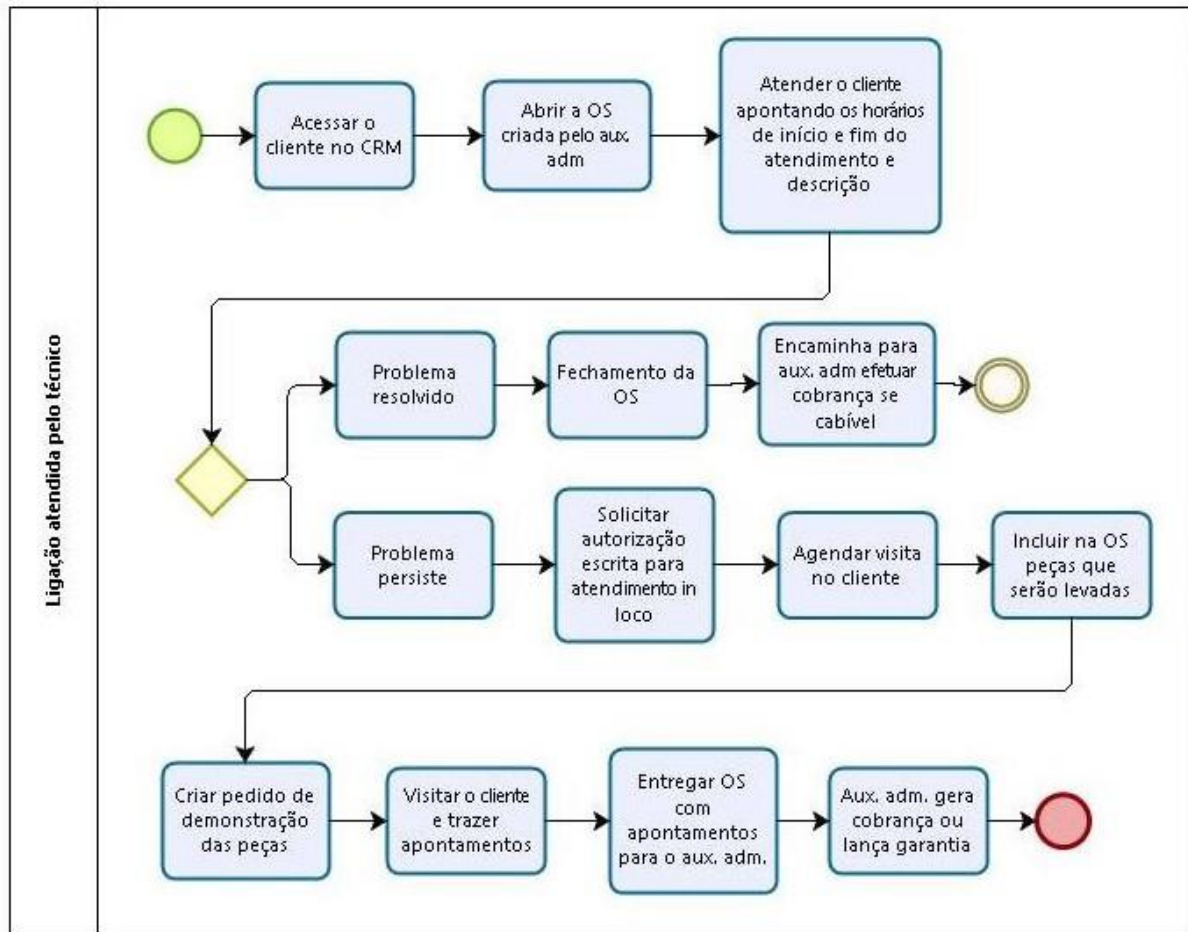
- Empresa*:** 1 BAW BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA
- Ordem:** 1191
- Data Solicitação:** 10/10/2016
- Data Final:** (empty)
- Tipo Assist.*:** (empty)
- Cliente*:** 1867
- Máquina*:** 10260000
- Configurado:** 3000MM#6000MM#1PLASMA#PMX105#C/ MESA DE AGUA#C/ SOFTWARE#NESTMASTE
- Responsável:** 5023 FELIPE PINTO DA SILVA
- Série:** DNC002
- Solicitante:** MAURO
- Garantia:**
- Dt. Fim:** 11/12/2016
- Prisma:** (empty)
- Horímetro:** (empty)
- Tp. Ocorr.:** (empty)
- Ocorrência*:** Extensão do equipamento. Demonstração do motor 10270100. Vai retornar outro modelo de motor.
- Obs:** (empty)
- Total Fatur.:** 2.546,06
- Pedido(s) de Venda:** 2579
- Status O.S.:** Em Execução

At the bottom of the form, there are buttons for 'Cancelar', 'Fechamento OS', 'Demonstração', and 'Impressão OS'. The status 'Em Execução' is highlighted in red. The interface also shows a sidebar with navigation options like 'Novo', 'Atualizar', 'Cancelar', 'Apagar', and 'Sair', and a top bar with user information 'Logado como FERNANDO' and 'Programa FBAW_MAN008'.

Fonte: BAW (2016)

Na tela de abertura de OS, deve-se informar dados sobre o cliente, a máquina adquirida, o técnico responsável, qual foi a ocorrência e, caso a máquina esteja em garantia, marca-se a opção que identifica a garantia. Após a abertura da OS, é feita uma consulta ao setor financeiro para que seja verificado se o cliente está em dia com as suas obrigações para com a BAW. Caso o cliente não esteja, a OS e o chamado são encerrados. Se o cliente estiver com a situação regularizada, o atendimento é encaminhado para um técnico especializado. A Figura 27 mostra o fluxograma de atendimento ao cliente pelo técnico.

Figura 27 - Fluxograma simplificado de atendimento ao cliente pelo técnico



Fonte: o Autor (2016)

O atendimento do técnico inicia-se pelo acesso às informações do chamado e da OS, criados pelo auxiliar administrativo. O técnico deve fazer o apontamento dos horários de início e fim do atendimento, para que seja feito o controle de despesas. Se o problema for resolvido através do contato telefônico, é anotado no chamado as medidas tomadas e é feito o encerramento da OS. Se o problema persistir, é solicitada autorização para atendimento no cliente.

Após o agendamento com o cliente, são incluídas na OS quaisquer peças que precisem ser levadas para substituição. É impresso um relatório da OS com as informações do chamado, para que o técnico tenha um documento em mãos do que precisa ser feito. Depois que o atendimento é realizado, o técnico entrega para o auxiliar administrativo o relatório da OS com os detalhes das tarefas realizadas e apontamento dos tempos, juntamente com um relatório de despesas gerais. O auxiliar administrativo faz o lançamento das informações no ERP Focco, gera as cobranças necessárias ou lança como garantia, e finaliza o chamado.

3.3 VISITA TÉCNICA

No dia 22 de maio de 2017 foi realizada uma visita na empresa Eaton, de Caxias do Sul, para verificar como é feito o trabalho de investigação de problemas internos. O Sr. Rogério Reis, que trabalha no setor de processos, foi quem guiou a visita.

Pôde-se constatar um método muito eficiente de investigação baseado na ferramenta PDCA. A investigação inicia-se com o operador preenchendo uma ficha de *scrap* (denominação para problemas com peças) e constata qual foi o problema ocorrido. Após, essas informações são lançadas no sistema, gerando gráficos de Pareto, que podem ser visualizados por setor ou de forma geral.

O passo seguinte é a identificação dos problemas mais representativos, geralmente baseados nos custos envolvidos, e a iniciação da investigação, onde uma pessoa responsável apresenta esses problemas em uma reunião semanal. Na reunião é formada uma equipe com membros de diversos setores, que serão os responsáveis por descobrir a causa raiz e tomar ações. Por fim, faz-se um controle para que o problema não retorne.

3.4 ETAPAS DO TRABALHO

Para cumprir o objetivo geral de reduzir os custos gerados pela não qualidade na fabricação de máquinas de corte, se torna necessário criar um plano de ação para cumprir os objetivos específicos. Para isso, a proposta para concluir o objetivo do trabalho se divide em sete etapas, conforme descrito nos subcapítulos que seguem. O Quadro 4 mostra a sequência destas atividades, que estão organizadas dentro da metodologia DMAIC.

Quadro 4 - Etapas do trabalho

	Nº Etapa	Descrição da Etapa
D		Reduzir custos com a não qualidade. (Parte do objetivo do trabalho)
M	1	Estabelecer critérios para a classificação e mapeamento de problemas
	2	Aplicar critérios aos dados dos atendimentos das ordens de serviço
	3	Mensurar a não qualidade por critério estabelecido e identificar os critérios mais representativos
A	4	Identificar as causas raiz dos problemas de qualidade encontrados e estabelecer ações para resolvê-los
I	5	Implementar ações
C	6	Controlar ações
	7	Estabelecer prioridades e planejar implementação das ações não aplicadas

Fonte: o Autor (2016)

3.4.1 Estabelecer critérios para a classificação e mapeamento de problemas

Nesta etapa realizar-se-á o estabelecimento de critérios para a classificação dos problemas encontrados nos atendimentos, com o objetivo de mapear os locais nos equipamentos que são fonte da maior quantidade de atendimentos e despesas. O Quadro 5 mostra o plano de ação para essa etapa.

Quadro 5 - Plano de ação etapa 1

Plano de Ação - 5W1H¹	
O que?	Estabelecer critérios para a classificação e mapeamento de problemas
Por quê?	Facilitar o agrupamento de atendimentos relacionados
Onde?	Engenharia
Quem?	Fernando Silva
Quando?	De 20/02/17 até 01/03/17
Como?	Análise do produto e das informações do sistema

Fonte: o Autor (2016)

3.4.2 Aplicar critérios aos dados dos atendimentos das ordens de serviço

Nesta etapa pretende-se obter um relatório com as informações dos atendimentos corretivos realizados desde outubro de 2014 até março de 2017. O relatório será obtido a partir do Focco ERP e conterà as seguintes informações: data de início do atendimento, data do encerramento do atendimento, máquina alvo do atendimento, descrição dos problemas relatados, descrição das soluções aplicadas (apontamentos), custos envolvidos e status da máquina em relação ao cliente (em período de garantia ou fora). Em seguida, será feita uma análise das informações e serão aplicados os critérios estabelecidos na etapa anterior, em cada atendimento. O Quadro 6 mostra o plano de ação para essa etapa.

Quadro 6 - Plano de ação etapa 2

Plano de Ação - 5W1H	
O que?	Aplicar critérios aos dados dos atendimentos
Por quê?	Agrupar atendimentos que trataram de problemas semelhantes
Onde?	Engenharia e TI
Quem?	Fernando Silva; Everson Teles
Quando?	De 02/03/17 até 31/03/17
Como?	Construção de relatório de atendimentos, Análise do relatório de apontamentos técnicos

Fonte: o Autor (2016)

¹ Neste trabalho não será utilizado o “H” que representa *How Much*, uma vez que o esforço realizado para o cumprimento das ações foi do autor, não representando nenhum custo.

3.4.3 Mensurar a não qualidade por critério estabelecido e identificar os critérios mais representativos

Nesta etapa serão mensurados os critérios, através do somatório das despesas em cada uma das suas incidências nos relatórios, fornecendo dados para a construção do gráfico de Pareto, onde será possível visualizar de forma clara quais são os mais representativos. O plano de ação para essa etapa pode ser visto no Quadro 7.

Quadro 7 - Plano de ação etapa 3

Plano de Ação - 5W1H	
O que?	Mensurar a não qualidade por critério estabelecido e identificar os critérios mais representativos
Por quê?	Saber quais são os critérios que geram mais despesas para a empresa
Onde?	Engenharia
Quem?	Fernando Silva; Jocemar Martins, Renato Castelan
Quando?	De 01/04/17 até 21/04/17
Como?	Análise da planilha eletrônica, construção do gráfico de Pareto

Fonte: o Autor (2016)

3.4.4 Identificar as causas raiz dos problemas de qualidade encontrados e estabelecer ações para resolvê-los

Para identificar as causas raiz dos problemas mais representativos, serão testados dois métodos: o primeiro é uma combinação de das ferramentas de controle da qualidade diagrama de causa e efeito e cinco porquês; e o segundo é o diagrama de árvore. Os métodos visam encontrar a verdadeira origem do problema, evitando que se encontrem as causas erradas e, conseqüentemente, sejam tomadas medidas incorretas para correção dos defeitos. Para propor ações, se fará necessária a cooperação entre as áreas de assistência técnica, engenharia e produção. Para que se possa considerar o máximo de soluções possíveis para a resolução dos problemas, pretende-se utilizar a ferramentas de *brainstorming*. O plano de ação dessa etapa pode ser visto no Quadro 8.

Quadro 8 - Plano de ação etapa 4

Plano de Ação - 5W1H	
O que?	Identificar as causas raiz dos problemas de qualidade encontrados e estabelecer ações para resolvê-los
Por quê?	Tomar medidas que resolvam os problemas definitivamente
Onde?	Engenharia, AT
Quem?	Fernando Silva; Jocemar Martins, Renato Castelan
Quando?	De 22/04/17 até 15/05/17
Como?	Diagrama de causa e efeito, cinco porquês, brainstorming, diagrama de árvore

Fonte: o Autor (2016)

3.4.5 Implementação das ações

Nesta etapa se iniciará a implementação de algumas ações para aplicação da metodologia proposta. O plano de ação para essa etapa pode ser visto no Quadro 9.

Quadro 9 - Plano de ação etapa 5

Plano de Ação - 5W1H	
O que?	Implementar ações
Por quê?	Aplicar metodologia proposta
Onde?	Engenharia
Quem?	Fernando Silva, Jocemar Martins, Viviane Ruks
Quando?	De 16/05/17 até 11/06/17
Como?	Aplicação da metodologia proposta

Fonte: o Autor (2016)

3.4.6 Controlar ações

Após a implementação das ações mencionadas anteriormente, serão estabelecidas medidas de controle para garantir que as ações foram efetivas. O plano de ação para essa etapa pode ser visto no Quadro 10.

Quadro 10 - Plano de ação etapa 6

Plano de Ação - 5W1H	
O que?	Controlar ações
Por quê?	Garantir efetividade das ações
Onde?	Engenharia
Quem?	Fernando Silva; Jocemar Martins, Viviane Ruks
Quando?	De 12/06/17 até 13/06/17
Como?	Desenvolvimento de medidas de controle

Fonte: o Autor (2016)

3.4.7 Estabelecer prioridades e planejar implementação das ações não aplicadas

Nesta etapa planeja-se estabelecer prioridades para implementação das ações que foram estabelecidas e não aplicadas, para que futuramente possam ser diminuídos ao máximo os custos com problemas de qualidade. No Quadro 11 pode-se visualizar o plano de ação dessa etapa.

Quadro 11 - Plano de ação etapa 7

Plano de Ação - 5W1H	
O que?	Estabelecer prioridades e planejar implementação das ações não aplicadas
Por quê?	Aplicar ações futuramente
Onde?	Engenharia
Quem?	Fernando Silva; Jocemar Martins
Quando?	De 13/06/17 até 14/06/17
Como?	Planejamento tático

Fonte: o Autor (2016)

4 APLICAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO

Neste capítulo apresenta-se o desenvolvimento das etapas definidas anteriormente, a fim de detalhar o que foi feito para se atingir o objetivo proposto inicialmente. As etapas apresentadas nesta seção seguem a sequência nas quais foram realizadas no processo de execução.

4.1 ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS PARA A CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE PROBLEMAS

Esta etapa foi realizada com a finalidade de facilitar o agrupamento de atendimentos similares, a fim de mais a frente, nas etapas subsequentes, realizar o agrupamento dos valores gastos dentro de cada critério estabelecido. Para que pudesse ser realizada esta etapa, foi necessário fazer uma análise das informações que estavam disponíveis no momento do estudo e, também, dos produtos-alvo desse trabalho.

4.1.1 Informações disponíveis

Para melhor compreensão do processo de escolha dos critérios, faz-se necessário verificar que tipo de informação está disponível para que seja trabalhada. Todas as informações registradas disponíveis estão dentro do módulo de assistência técnica do sistema de gestão Focco, que é utilizado pela empresa. Este módulo está dividido em quatro partes, sendo elas “Ordens”, “Peças”, “Mão de obra” e “Apontamento”.

4.1.1.1 Ordens

Nesta tela são mostrados os dados de abertura do atendimento, sendo possível visualizar informações relevantes para a análise que está sendo feita. A Figura 26, tratada no item 3.2.6, mostra a tela em questão. Abaixo, uma explicação sobre os campos da tela que foram utilizados:

- a) ordem: é o número do atendimento realizado, servindo como identificação específica de cada atendimento. O número é gerado de forma sequencial a cada chamado aberto;
- b) data solicitação: é a data de recebimento do chamado;
- c) tipo assistência: é dividida em “corretiva”, “preventiva”, “instalação primária”, “upgrade”, “instalações secundárias”, “instalações secundárias com upgrade”,

“ordens de conserto interno”, “manutenção cliente sem mesa” e autorização de chamada”;

- d) cliente: é o cliente que está solicitando o chamado;
- e) máquina: é a máquina que o cliente possui. Quando é selecionado o cliente, só é mostrada para seleção a máquina, com a exata configuração, que ele adquiriu;
- f) garantia: é o status da máquina referente ao período de garantia. Se a máquina selecionada estiver em garantia, o campo já fica marcado automaticamente;
- g) tipo ocorrência: é dividido em “mecânica”, “elétrica”, “operação”, “software”, “processo”, “produção”, “assistência técnica”, “serviços terceiros”, “fornecedores”, “comercial”, “instalação”. Campo poderia ser melhor aproveitado se fosse preenchido em todos os atendimentos;
- h) ocorrência: é a descrição do problema, de acordo com o cliente;
- i) observação: observações referentes ao atendimento, feitas pelo auxiliar administrativo;
- j) total fatura: soma das peças (incluindo demonstração) com a mão de obra.

4.1.1.2 Peças

Nesta tela são inseridas as peças que serão levadas em demonstração para o cliente, a fim de cobrir todas as possibilidades para a resolução do problema relatado. Após o atendimento, as peças voltam para a empresa com notas de retorno de demonstração e, as que foram utilizadas, são faturadas para o cliente. Existe um problema com esse procedimento que é em relação ao vínculo entre as peças faturadas para o cliente e a ordem de serviço, que não existe, pois são processos que, na atual conjuntura, são separados. Portanto, o valor relatado nas ordens de serviço como sendo de peças, não condiz com a realidade do que foi realmente utilizado.

4.1.1.3 Mão de obra

Nesta tela são inseridos todos os itens referentes à mão de obra, como despesa com deslocamento, alimentação e com o serviço, em si. Essa informação é uma das mais importantes para o estudo realizado, pois definirá a relevância do critério estabelecido dentro da análise de Pareto, realizada na etapa 4.

4.1.1.4 Apontamento

Nesta tela são mostrados os apontamentos realizados pelo técnico que realizou o serviço, ou seja, o técnico descreve qual foi o serviço realizado, quais peças foram trocadas e o status da máquina ao final do atendimento. Há grande importância nas informações contidas na tela de apontamento pois, juntamente com os dados da ocorrência e da observação (alíneas h e i do item 4.4.4.1), é possível criar os padrões para mapear e rastrear os problemas que ocorrem.

4.1.2 Tipos de critérios

4.1.2.1 Tipo de incidente

O estabelecimento de critério por tipo de incidente é a classificação do atendimento por tipo de problema ocorrido, através de uma descrição previamente estabelecida, para facilitar o agrupamento dos problemas. Essa classificação mostra-se eficiente, uma vez que já levaria o pesquisador ao exato problema constatado.

4.1.2.2 Atributos dos produtos

As máquinas de corte térmico da BAW são estruturadas de forma similar. Basicamente, se for pega qualquer máquina, é possível desmembrá-la em seis grandes partes:

- a) base: estrutura onde o pórtico se movimenta para realizar o deslocamento longitudinal;
- b) pórtico: estrutura responsável pela movimentação longitudinal do equipamento e pelo suporte do carro principal (tocha de corte);
- c) carro principal: estrutura responsável pela movimentação transversal do equipamento. Dentro do carro principal ainda há o *lifter*, responsável pela movimentação de sobe e desce da tocha de corte;
- d) pedestal de comando: possibilita que o operador comande o aparelho através de botões e uma tela *touch screen*;
- e) kit de corte Hypertherm: fonte, tocha, consoles e cabos responsáveis pela processo de corte;
- f) Mesa de corte: estrutura responsável pelo apoio das chapas a serem cortadas. Podem ser de água ou de aspiração de fumos.

A partir dessa separação, as partes foram desmembradas novamente, até chegarem aos principais componentes da máquina, onde seria possível utilizá-los para classificar os atendimentos e verificar quais componentes são mais problemáticos. Nos apêndices C, D e E é possível visualizar a divisão das três principais máquinas vendidas pela BAW: Lineacord, Absoluta e Dynacord.

4.1.3 Escolha do critério

O critério definido para ser aplicado aos atendimentos realizados foi o de atributo do produto. Essa escolha, em detrimento à escolha do critério por tipo de incidente, se deve ao fato de ter sido constatada uma variabilidade muito grande de problemas possíveis que podem ocorrer com os equipamentos, dificultando o agrupamento dos problemas para a aplicação da análise de Pareto. Pelo fato de estar sendo feita uma análise quali-quantitativa dos atendimentos, ou seja, tanto os números quanto os registros descritos são levados em consideração, classificar os atendimentos por tipo de incidente geraria uma demanda de trabalho que não seria possível ser realizado no tempo de estudo.

4.2 APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS AOS DADOS DOS ATENDIMENTOS DAS ORDENS DE SERVIÇO

Esta etapa tem como finalidade a obtenção dos dados registrados no ERP da empresa para análise e, também, a aplicação dos critérios estabelecidos na etapa anterior aos atendimentos realizados em máquinas que estavam em período de garantia.

4.2.1 Relatório de atendimentos

O relatório de atendimentos consiste em uma planilha de MS Excel que contém dados obtidos a partir das ordens de serviço criadas no software de gestão empresarial Focco ERP. Esse relatório foi construído a partir de uma solicitação ao departamento de TI da empresa que, por sua vez, utilizou uma ferramenta integrada ao Focco ERP para customizar o relatório com as informações solicitadas. O Anexo B mostra a tela do relatório inicial, com alguns exemplos dos dados obtidos, que contém as seguintes informações:

- a) ordem de serviço: número da ordem criada;
- b) data: data da abertura da ordem;
- c) código da máquina;
- d) descrição da máquina;

- e) peça/serviço: separação do que compõe o atendimento;
- f) descrição peça/serviço: nome da peça ou serviço utilizado;
- g) quantidade;
- h) valor unitário;
- i) valor total;
- j) status garantia;
- k) ocorrência: descrição do problema, segundo o cliente;
- l) observação: feita pelo auxiliar administrativo;
- m) apontamento: descrição do técnico sobre a condição encontrada no cliente e o que foi feito para resolver.

4.2.2 Análise prévia dos dados

Como pôde ser visualizado na Tabela 1, no período estabelecido para essa análise, de outubro de 2014 até março de 2017, foram realizados 916 atendimentos corretivos, sendo 195 atendimentos para equipamentos que estavam em período de garantia e 721 em equipamentos que estavam fora da garantia. Os moldes escolhidos para esse estudo exigem a análise de cada atendimento, ou seja, suas ocorrências e apontamentos. Portanto, para que esse estudo pudesse ser finalizado em tempo hábil, foi realizada uma análise prévia dos dados, estabelecendo alguns filtros que diminuiriam o volume de trabalho a ser realizado. Os filtros estabelecidos foram:

- a) atendimentos de equipamentos em garantia: esse tipo de atendimento gera despesas diretas para a empresa;
- b) serviços: escolhido somente o tipo serviço, pois a empresa fornece garantia somente das peças que o fornecedor também fornece. Portanto, a empresa não precisa arcar com esse custo;
- c) máquinas: a máquina Fiberline (laser) foi retirada da análise por se tratar de um equipamento pouco comercializado e que não se enquadra no foco do negócio da empresa, que são as máquinas de corte plasma.

4.2.3 Aplicação dos critérios

A etapa de aplicação dos critérios, que foram definidos no item 4.1, se deu através da análise individual da ocorrência e apontamentos de cada atendimento. Essa atividade foi realizada pelo autor desse estudo com auxílio dos setores de engenharia e assistência técnica,

para que pudessem ser corretamente identificados os componentes problemáticos responsáveis pela abertura do chamado de atendimento.

Essa etapa foi realizada com a criação de uma coluna extra ao final do relatório de atendimentos onde, através de uma lista de componentes baseada na estrutura da máquina, cada atendimento foi classificado. É importante ressaltar que alguns atendimentos eram originados por mais de um componente defeituoso, sendo assim seus valores divididos entre esses componentes. A Figura 28 mostra um exemplo da classificação no relatório de atendimentos, onde a coluna “Localização” identifica a área do problema.

Figura 28 - Exemplo de aplicação da classificação

OS	CÓDIGO MÁQUINA	VALOR TOTAL	OCORRÊNCIA	OBSERVAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
133	10116500	120	Configurar rede.		CLIENTE
158	10116500	413	Barreiras estão desabilitando com facilidade, com fumaça ou fagulhas de corte.		BARREIRAS DE SEGURANÇA
158	10116500	570	Barreiras estão desabilitando com facilidade, com fumaça ou fagulhas de corte.		BARREIRAS DE SEGURANÇA
158	10116500	300	Barreiras estão desabilitando com facilidade, com fumaça ou fagulhas de corte.		BARREIRAS DE SEGURANÇA
159	10116500	300	Peças cortadas fora de esquadro. Disjuntor de 40A está desarmando esporadicamente.		DEFEITO DE CORTE
159	10116500	546	Peças cortadas fora de esquadro. Disjuntor de 40A está desarmando esporadicamente.		DEFEITO DE CORTE
159	10116500	690	Peças cortadas fora de esquadro. Disjuntor de 40A está desarmando esporadicamente.		DEFEITO DE CORTE

Fonte: o Autor (2017)

4.3 MENSURAÇÃO DA NÃO QUALIDADE POR CRITÉRIO ESTABELECIDO E IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS MAIS REPRESENTATIVOS

Esta etapa tem como finalidade, através da análise dos critérios estabelecidos, a mensuração dos valores dos custos referentes a cada critério e o agrupamento dos critérios semelhantes dentre as três máquinas que são alvo desse estudo, para que possam ser identificados os mais representativos, em termos de custos.

4.3.1 Mensuração dos critérios

Através da aplicação dos critérios, realizada na etapa 2, cada valor de atendimento foi automaticamente atribuído ao critério selecionado. Para isso, foi utilizada a função SOMASES do MS Excel, onde a célula que contém a fórmula somou os valores dos atendimentos classificados com o critério procurado. A Figura 29 mostra um exemplo da função SOMASES sendo aplicada nos critérios da máquina Lineacord. É possível ver também os critérios com valores já vinculados após a aplicação da fórmula.

Figura 29 - Exemplo da função SOMASES aplicada

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nível	Nível	Descrição				
2	1	1	LINEACORD	=SOMASES(Atendimentos!K2:K2640;Atendimentos!			
3	2	1.1	BASE	F2:F2640;"Serviço";Atendimentos!L2:L2640;"SIM";			
4	3	1.1.1	VIGA I	Atendimentos!D2:D2640;10116500;Atendimentos!			
5	3	1.1.2	VIBRA-STOP E FIXAÇÕES AO SOLO	Q2:Q2640;Lineacord!C2)			
6	3	1.1.3	TRILHOS	SOMASES(intervalo_soma; intervalo_critérios1; critérios1; [r			
7	3	1.1.4	CREMALHEIRAS	R\$ 4.072,29			
8	3	1.1.5	CALHA DA ESTEIRA	R\$ -			
9	3	1.1.6	ESTEIRA PORTA-CABOS LONGITUDINAL	R\$ -			
10	2	1.2	PÓRTICO	R\$ -			
11	3	1.2.1	QUADRO ELÉTRICO	R\$ 510,00			
12	4	1.2.1.1	CNC	R\$ 5.228,00			
13	4	1.2.1.2	SERVODRIVERS	R\$ -			
14	4	1.2.1.3	RELÉS	R\$ 4.835,50			
15	3	1.2.2	BARREIRAS DE SEGURANÇA	R\$ 15.355,08			
16	3	1.2.3	CARROS LATERAIS	R\$ -			
17	4	1.2.3.1	FINOS MANCAIS E BOMBAS	R\$ -			

Fonte: o Autor (2017)

4.3.2 Agrupamento de critérios semelhantes

Após a mensuração dos critérios, realiza-se o trabalho de agrupamento de critérios que fazem parte do mesmo sistema. Para a realização desse agrupamento, todos os critérios foram listados na planilha do MS Excel, juntamente com o valor dos seus respectivos custos e o percentual que eles representam no total de atendimentos realizados no período de garantia das máquinas. Após, analisa-se cada critério, classificando-o dentro de um sistema correspondente. Os sistemas estabelecidos para classificação foram:

- a) aspiração;
- b) cabos;
- c) cliente;
- d) configuração;
- e) controle da máquina;
- f) controle de altura da tocha;
- g) corte oxicorte;
- h) corte plasma;
- i) elétrico;
- j) estrutura;
- k) montagem;
- l) movimentação;
- m) outros;
- n) pneumáticos;

- o) software;
- p) segurança;
- q) transporte de máquina;
- r) transporte de cabos.

Após o agrupamento, novamente utiliza-se a função “SOMASE” do MS Excel para transferir e somar os custos de cada critério dentro do seu respectivo sistema. O agrupamento migrou uma lista com 169 critérios para 20 sistemas. A Figura 30 mostra a tela de agrupamento para sistemas.

Figura 30 - Agrupamento para sistemas

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Inicial						Sistemas	
	Descrição	Máquin	Custo Geri	% Geral	Sistema		Sistema	Custo
3	LINEACORD	LINEACORD	R\$	0,00%			Aspiração	R\$ 17.812,45
4	BASE	LINEACORD	R\$	0,00%			Cabos	R\$ 7.937,39
5	VIGA I	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Estrutura		Cliente	R\$ 19.826,92
6	VIBRA-STOP E FIXAÇÕES AO SOLO	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Estrutura		Configuração	R\$ 6.878,15
7	TRILHOS	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Movimentação		Controle da Máquina	R\$ 12.820,04
8	CREMALHEIRAS	LINEACORD	R\$ 4.072,29	2,04%	Movimentação		Controle de Altura da Tocha	R\$ 10.556,50
9	CALHA DA ESTEIRA	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Transporte de Cabos		Corte Oxicorte	R\$ 987,24
10	ESTEIRA PORTA-CABOS LONGITUDINAL	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Transporte de Cabos		Corte Plasma	R\$ 18.484,49
11	PÓRTICO	LINEACORD	R\$	0,00%			Elétrico	R\$ 8.155,39
12	QUADRO ELÉTRICO	LINEACORD	R\$ 510,00	0,26%	Elétrico		Estrutura	R\$ -
13	CNC	LINEACORD	R\$ 5.228,00	2,62%	Controle da Máquina		Mesa de Corte	R\$ 270,00
14	SERVODRIVERS	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Movimentação		Montagem	R\$ 32.143,31
15	RELÉS	LINEACORD	R\$ 4.835,50	2,43%	Elétrico		Movimentação	R\$ 26.279,11
16	BARREIRAS DE SEGURANÇA	LINEACORD	R\$15.355,08	7,70%	Segurança		Pneumáticos	R\$ 690,00
17	CARROS LATERAIS	LINEACORD	R\$	0,00%			Projeto	R\$ 4.118,20
18	EIXOS, MANCAIS E RODAS	LINEACORD	R\$ 848,45	0,43%	Movimentação		Software	R\$ 5.460,42
19	MOTOR LONGITUDINAL	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Movimentação		Segurança	R\$ 17.767,29
20	REDUTOR LONGITUDINAL	LINEACORD	R\$ -	0,00%	Movimentação		Transporte da Máquina	R\$ 405,00
21	GUIAS LINEARES E BLOCOS	LINEACORD	R\$ 945,00	0,47%	Movimentação		Transporte de Cabos	R\$ -
22	PINHÃO	LINEACORD	R\$ 1.015,00	0,51%	Movimentação			

Fonte: o Autor (2017)

4.3.3 Identificação dos critérios mais representativos

Após a fase de agrupamento, obteve-se uma lista com a representatividade de cada sistema, facilitando a sua classificação e aplicação do princípio de Pareto. Primeiramente, classifica-se a lista de sistemas do maior custo para o menor. Após, faz-se o somatório dos percentuais que cada sistema representa, dentro do valor total de atendimentos de máquinas em período de garantia, buscando-se obter, conforme análise de Pareto, 20% das possíveis causas, que ocasionam 80% dos custos de atendimentos. No caso desse estudo, 8 sistemas, ou 40% das possíveis causas, foram responsáveis por 78,09% dos custos dos atendimentos. A Tabela 5 mostra os números citados acima de forma mais clara.

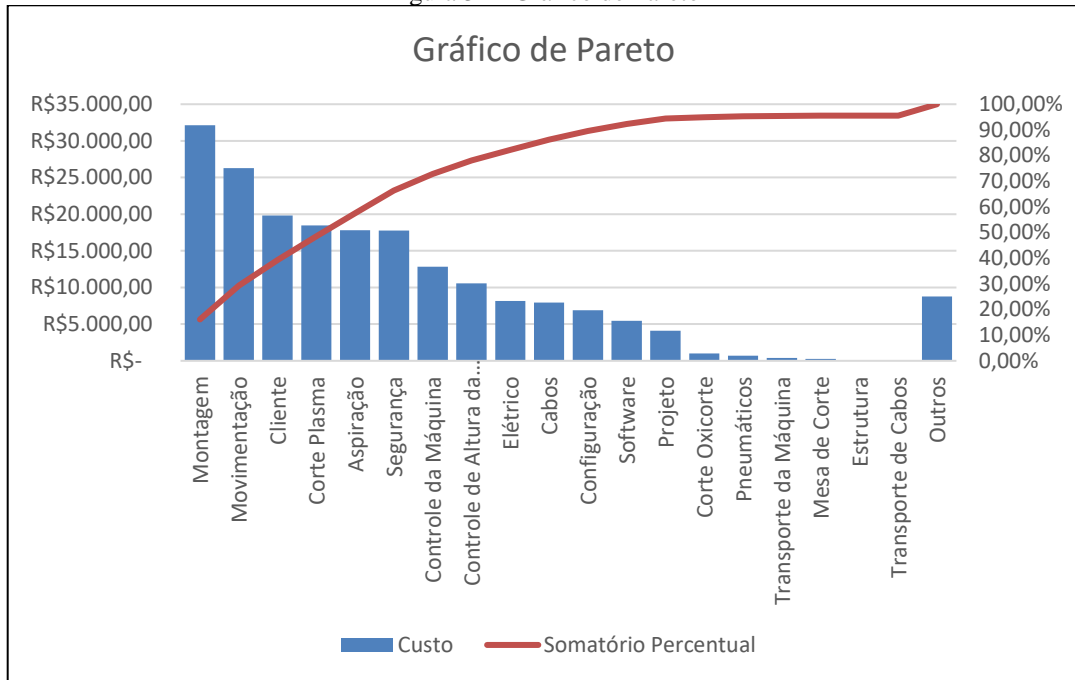
Tabela 5 - Análise do número de causas

Número total de possíveis causas (antes do agrupamento)	169
Número total de possíveis causas (após agrupamento)	20
Número de causas para 80% do total de custos	8 (78,09%)
% de causas para 80% em relação ao total após agrupamento	40%

Fonte: o Autor (2017)

Como passo seguinte, construiu-se o gráfico de Pareto, ilustrado na Figura 31, onde foi possível visualizar de forma mais clara a representatividade de cada sistema responsável pelos custos com atendimentos. A seguir, a Tabela 6 mostra a lista com as 20 possíveis causas mais representativas, onde estão destacadas as 8 mais importantes.

Figura 31 - Gráfico de Pareto



Fonte: o Autor (2017)

Tabela 6 - Lista com os 20 sistemas

Ordem	Sistema	Custo	Percentual	Somatório de Custos	Somatório Percentual
1	Montagem	R\$32.143,31	16,12%	R\$32.143,31	16,12%
2	Movimentação	R\$26.279,11	13,18%	R\$58.422,42	29,30%
3	Cliente	R\$19.826,92	9,94%	R\$78.249,34	39,25%
4	Corte Plasma	R\$18.484,49	9,27%	R\$96.733,83	48,52%
5	Aspiração	R\$17.812,45	8,93%	R\$114.546,28	57,45%
6	Segurança	R\$17.767,29	8,91%	R\$132.313,57	66,36%
7	Controle da Máquina	R\$12.820,04	6,43%	R\$145.133,61	72,79%
8	Controle de Altura da Tocha	R\$10.556,50	5,29%	R\$155.690,11	78,09%

Continua

Continuação					
9	Elétrico	R\$8.155,39	4,09%	R\$163.845,50	82,18%
10	Cabos	R\$7.937,39	3,98%	R\$171.782,89	86,16%
11	Configuração	R\$6.878,15	3,45%	R\$178.661,04	89,61%
12	Software	R\$5.460,42	2,74%	R\$184.121,46	92,35%
13	Projeto	R\$4.118,20	2,07%	R\$188.239,66	94,41%
14	Corte Oxicorte	R\$987,24	0,50%	R\$189.226,90	94,91%
15	Pneumáticos	R\$690,00	0,35%	R\$189.916,90	95,26%
16	Transporte da Máquina	R\$405,00	0,20%	R\$190.321,90	95,46%
17	Mesa de Corte	R\$270,00	0,14%	R\$190.591,90	95,59%
18	Estrutura	R\$-	0,00%	R\$190.591,90	95,59%
19	Transporte de Cabos	R\$-	0,00%	R\$190.591,90	95,59%
20	Outros	R\$8.785,21	4,41%	R\$199.377,11	100,00%

Fonte: o Autor (2017)

4.4 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS-RAIZ DOS PROBLEMAS DE QUALIDADE ENCONTRADOS E ESTABELECIMENTO DE AÇÕES PARA RESOLVÊ-LOS

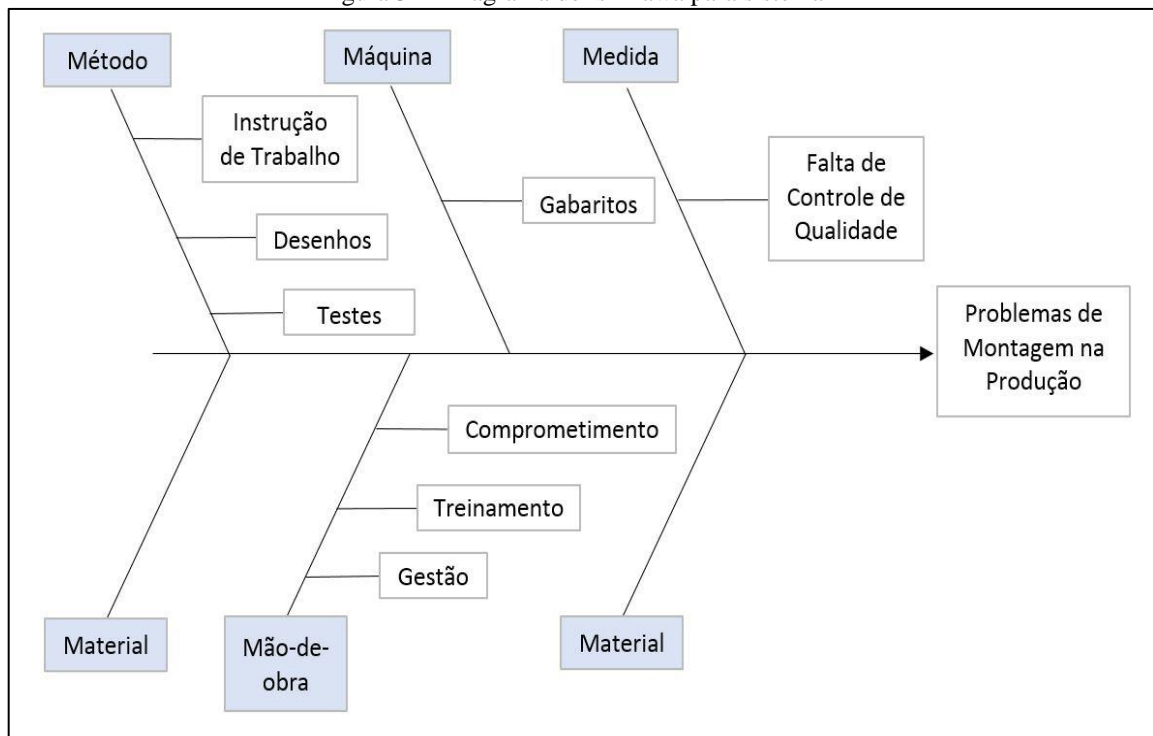
Nesta etapa inicia-se o processo de análise das categorias que ocasionaram maiores custos em forma de atendimentos. Através da utilização de ferramentas como a análise de cause e efeito (Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe), cinco porquês, *brainstorming* e diagrama de árvore, faz-se uma investigação para buscar os motivos que originaram os problemas encontrados. A investigação realizada no item 4.4.1 serve também para ilustrar o modelo utilizado. As investigações dos itens seguintes mostram somente os resultados, ou seja, quais foram as causas raiz encontradas e quais serão as ações tomadas.

4.4.1 Sistema 1: Montagem na produção

O problema mais representativo na análise das causas de cada atendimento foi relacionado a deficiências, principalmente, na montagem dos equipamentos, onde erros como posicionamento, alinhamento, dentre outros, foram relatados nos apontamentos de atendimentos. Essa categoria foi responsável por 16,12% do total de custos despendidos com atendimentos de máquinas em garantia, representando R\$32.143,31.

A Figura 32 mostra o diagrama de Ishikawa para esse problema.

Figura 32 - Diagrama de Ishikawa para sistema 1



Fonte: o Autor (2017)

A seguir, aplica-se ao problema, associando-se ao diagrama de Ishikawa, as ferramentas *brainstorming* e cinco porquês. A utilização da ferramenta *brainstorming*, em que estiveram envolvidos os setores de engenharia e produção, constatou que duas das possíveis causas mostradas no diagrama de Ishikawa eram mais prováveis de serem os caminhos que levariam à(s) causa(s) raiz do problema. As duas possíveis causas são:

- a) informação ao montador (instrução de trabalho);
- b) treinamento.

Seguindo com a investigação da causa raiz, aplica-se a ferramenta dos cinco porquês sobre cada uma das possíveis causas, sendo que o Quadro 12 mostra a aplicação da ferramenta para a causa “informação ao operador” e o Quadro 13, para a causa “treinamentos”.

Quadro 12 - Aplicação da ferramenta "Cinco Porquês" na causa “a”

Método: Falta de informação ao operador (instrução de trabalho)
1º Por quê? Engenharia não forneceu as instruções de trabalho
2º Por quê? Atividade não está no planejamento da engenharia
3º Por quê? Engenharia não possui uma metodologia eficaz para planejamento de atividades (causa raiz)

Fonte: o Autor (2017)

Quadro 13 - Aplicação da ferramenta "Cinco Porquês" na causa "b"

Mão-de-obra: Operadores não treinados adequadamente
1° Por quê? Não existe procedimento de treinamento
2° Por quê? Não foi feito levantamento das atividades que requerem treinamento
3° Por quê? Atividade não está no planejamento da engenharia
4° Por quê? Engenharia não possui uma metodologia eficaz para planejamento de atividades (causa raiz)

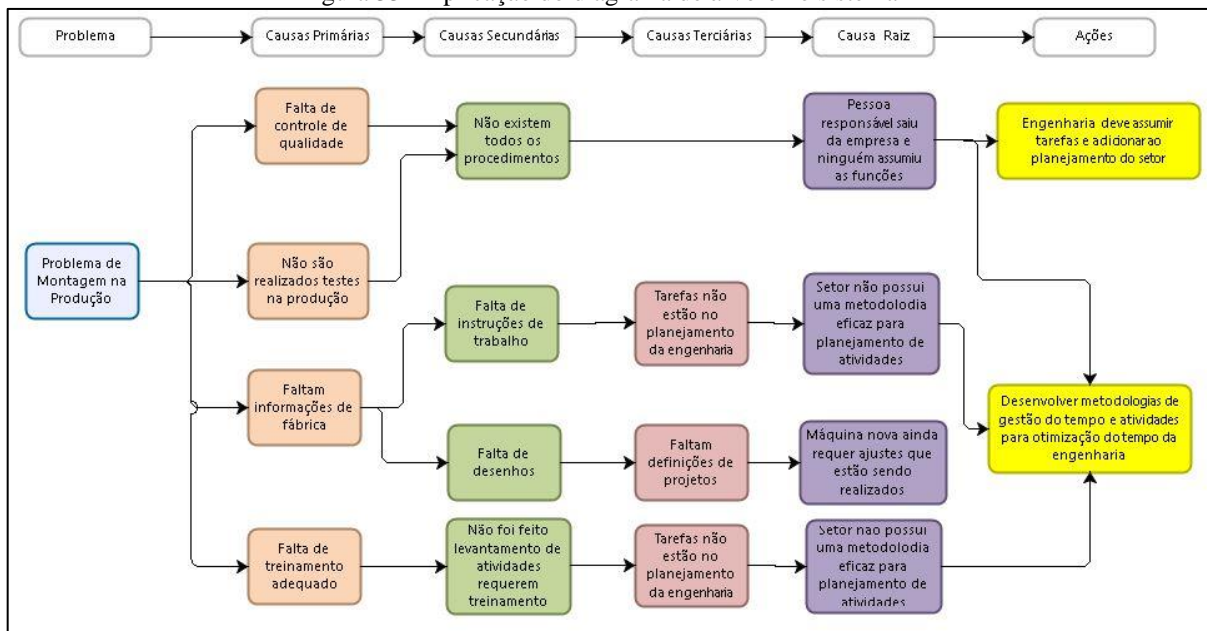
Fonte: o Autor (2017)

Para testar o resultado encontrado com a utilização das ferramentas “Diagrama de Ishikawa”, “*brainstorming*” e “cinco porquês”, e descobrir se há um método mais eficaz para realizar a investigação das causas raiz dos problemas, utiliza-se o diagrama de árvore, conforme mostrado na Figura 33. É possível visualizar na imagem os caminhos percorridos por cada possível causa até chegar na causa raiz e, por fim, em uma ação a ser tomada.

No caso da investigação do sistema 1, tanto com a utilização do primeiro método, quanto do segundo, uma das causas raiz encontradas foi a mesma, no caso, uma deficiência no planejamento de atividades do setor de engenharia, fazendo com que os problemas não fossem tratados por não serem visualizados e estabelecida estratégia para suas resoluções. Outra causa raiz, encontrada somente na análise do diagrama árvore, foi a saída da pessoa responsável pelas atividades relacionadas a procedimentos de qualidade e testes de produção, deixando uma lacuna sobre quem seria seu novo responsável. As ações a serem tomadas, que serão tratadas em detalhes a partir da Seção 4.5, são duas para as causas raiz encontradas:

- a) engenharia deve assumir atividades relacionada ao controle de qualidade e a testes de produção, colocando-as no seu planejamento;
- b) desenvolver metodologia de gestão do tempo e atividades para otimização da engenharia.

Figura 33 - Aplicação do diagrama de árvore no sistema 1



Fonte: o Autor (2017)

4.4.2 Sistema 2: Movimentação

Conforme mencionado anteriormente, na introdução do capítulo 4.4, a partir da investigação do sistema 2 são descritas somente as causas raiz encontradas e as ações a serem tomadas, uma vez que o modelo de investigação já está estabelecido e não necessita ser reescrito. Diferentemente do sistema 1, a análise do sistema 2 resultou em mais de uma causa raiz, o que pode ser explicado pelo fato de geralmente ser considerado mais de um caminho que pode causar o problema em estudo.

O segundo sistema que mais representou perdas para a empresa, em forma de garantias, foi o de movimentação. Esse sistema foi responsável por 13,18% do custo total de atendimentos em garantia, representando R\$ 26.279,11 na análise. Diferentemente do sistema 1, onde a investigação se iniciava nos processos produtivos, o sistema 2 é analisado inicialmente em componentes que apresentaram problemas, no caso os redutores longitudinais, os servo-drivers e as cremalheiras. O Quadro 14 mostra as causas raiz encontradas e as ações a serem tomadas.

Quadro 14 - Investigação do sistema 2

Local	Causa raiz	Ação
Redutores	Defeito no projeto do fornecedor	Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores
		Troca de fornecedor de redutores
	Falta de proteção contra a água devido à posição do redutor	Projeto de proteção
		Procedimento para realização de melhoria contínua com base em problemas de campo
Servo-drivers	Falha de aterramento devido à alta frequência da fonte	Revisão de aterramentos no manual de operação

Fonte: o Autor (2017)

4.4.3 Sistema 3: Cliente

O terceiro problema mais representativo é relacionado às deficiências internas do cliente, que podem, ou não, ter origem ou estar relacionadas às informações sobre o equipamento que não são passadas pela Baw, são passadas de forma ineficiente ou são negligenciadas pelo cliente. Esse sistema é responsável por 9,94% dos custos com atendimentos em garantia, totalizando R\$ 19.826,92. O Quadro 15 mostra as causas raiz encontradas e as ações pretendidas.

Quadro 15 - Investigação do sistema 3

Local	Causa raiz	Ação
	Erros gerais do cliente (sem interferência da Baw)	Cobrar atendimento do cliente
Pressão dos gases	Cliente não possui controle interno	Instruir cliente de forma mais eficiente sobre a importância de seguir o manual de operação
Configuração de software	Técnico não possui check list do processo de configuração	Criação de lista de verificação para configuração de software
Dúvidas de software	Cliente não possui experiência com o software	Criar FAQ do software e liberar consulta para clientes
Aterramento	Instalação inadequada	Instruir cliente de forma mais eficiente sobre a importância do manual de operação

Fonte: o Autor (2017)

4.4.4 Sistema 4: Corte Plasma

O quarto sistema mais representativo é relacionado aos componentes de corte plasma, como fonte, tocha, cabos, consoles, etc. Esse sistema é responsável por 9,27% dos custos de garantias, totalizando R\$ 18.484,89. O Quadro 16 mostra a causa raiz encontrada e a ação a ser tomada.

Quadro 16 - Investigação do sistema 4

Local	Causa raiz	Ação
Fonte	Variações na rede elétrica do cliente	Cobrar atendimento do cliente

Fonte: o Autor (2017)

4.4.5 Sistema 5: Aspiração

O quinto sistema mais representativo é relacionado ao equipamento de aspiração de fumos. O equipamento em questão não é projetado pela Baw, sendo fornecido por uma empresa parceira. O sistema é responsável por 8,93% do total de garantias, totalizando R\$ 17.812,45. O Quadro 17 mostra a causa raiz encontrada e as soluções a serem tomadas.

Quadro 17 - Investigação do sistema 5

Local	Causa raiz	Ação
Geral do equipamento	Deficiências no projeto do fornecedor	Troca de fornecedor da mesa de aspiração
		Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores

Fonte: o Autor (2017)

4.4.6 Sistema 6: Segurança

O sexto sistema com maior significância é o de segurança, ou seja, é o sistema relacionado com as normas NR-12, englobando sensores, barreiras, cortinas de luz, etc. O sistema é responsável por 8,91% do total de garantias, totalizando R\$17.767,29. O Quadro 18 mostra a causa raiz encontrada e a solução a ser tomada.

Quadro 18 - Investigação do sistema 6

Local	Causa raiz	Ação
Barreiras ópticas de segurança	Material alumínio dos suportes cede devido à movimentação e vibração	Alteração do projeto dos suportes para maior rigidez
		Procedimento para realização de melhoria contínua com base em problemas de campo

Fonte: o Autor (2017)

4.4.7 Sistema 7: Controle da máquina

O sétimo sistema mais representativo é relacionado aos dispositivos de controle da máquina, como CNC, telas *touch screen*, botões de comandos, etc. Esse sistema é responsável por 6,43% dos custos de garantias, totalizando R\$ 12.820,04. O Quadro 19 mostra as causas raiz encontradas e as ações a serem tomadas.

Quadro 19 - Investigação do sistema 7

Local	Causa raiz	Ação
CNC	Movimentação abrupta da máquina faz a agulha riscar o HD	Mudar localização do CNC para o pedestal de comando
	Cliente desliga a máquina sem seguir instruções de operação	Instruir cliente de forma mais eficiente sobre a importância do manual de operação
	Queda de energia	Cobrar atendimento do cliente
Laser pointer	Suporte do laser pointer não atende às necessidades de aplicação	Projetar novo suporte

Fonte: o Autor (2017)

4.4.8 Sistema 8: Controle de altura da tocha

O oitavo e último sistema a ser analisado é o sistema de controle de altura da tocha, que tem como principais componentes os fusos, guias, motores e suportes. Esse sistema é responsável por 5,29% do total de atendimentos em garantia, totalizando R\$ 10.556,50. O Quadro 20 mostra as causas raiz encontradas e as ações a serem tomadas.

Quadro 20 - Investigação do sistema 8

Local	Causa raiz	Ação
Controle de altura Dynacord	Não há metodologia eficaz para o planejamento da atividade “instrução de trabalho”	Desenvolver metodologia de gestão do tempo e atividades para otimização da engenharia
	Conjunto exige lubrificação em períodos muito curtos	Analisar troca por sistema de fuso de esferas Procedimento de análise de viabilidade de melhorias
Sanfona de proteção do <i>lifter</i>	Material não é adequado para a aplicação	Reprojetar sanfona com material antichamas

Fonte: o Autor (2017)

4.5 IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES

Após a investigação realizada na etapa anterior, são propostas ações a serem tomadas como forma de eliminação das causas dos problemas encontrados. O Quadro 21 mostra uma lista com as 25 ações propostas para os 8 sistemas, das quais 18 são exclusivas. Das 18 ações exclusivas, 10 são específicas, ou seja, com a sua realização os problemas estariam sanados. As 8 remanescentes são gerais, ou seja, são procedimentos mais abrangentes que serão constantemente verificados e melhorados.

Quadro 21 - Lista das ações propostas

Número	Ações	Sistema	Tipo de Ação
1	Engenharia deve assumir tarefas de controle de qualidade e testes, e adicionar ao planejamento do setor	1	Específica
2	Desenvolver metodologia de gestão do tempo e tarefas para otimização da engenharia		Geral
3	Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores	2	Geral
4	Troca do fornecedor de redutores		Específica
5	Projeto de proteção contra água nos redutores		Específica
6	Procedimento para realização de melhoria contínua com base em problemas de campo		Geral
7	Revisão de aterramentos no manual de operação		Específica
8	Cobrar atendimento do cliente	3	Específica
9	Instruir cliente de forma mais eficiente sobre a importância de seguir o manual de operação		Geral
10	Criação de lista de verificação para configuração de software		Geral
11	Criar FAQ do software e liberar consulta para clientes		Geral
12	Instrução de cuidados que o cliente deve ter na manutenção e manuseio do equipamento		Geral
13	Cobrar atendimento do cliente	4	Específica
14	Troca de fornecedor da mesa de aspiração	5	Específica
15	Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores		Geral
16	Alteração do projeto dos suportes das barreiras de segurança para maior rigidez	6	Específica
17	Procedimento para realização de melhoria contínua com base em problemas de campo		Geral
18	Mudar localização do CNC para o pedestal de comando	7	Específica
19	Instruir cliente de forma mais eficiente sobre a importância do manual de operação		Específica
20	Cobrar atendimento do cliente		Específica
21	Projetar novo suporte para laser pointer		Específica
22	Desenvolver metodologia de gestão do tempo e tarefas para otimização da engenharia	8	Geral
23	Analisar troca por sistema de fuso de esferas		Específica
24	Procedimento de análise de viabilidade de melhorias		Geral
25	Reprojetar sanfona com material antichamas		Específica

Fonte: o Autor (2017)

Para fins de aplicação da metodologia proposta neste trabalho, são desenvolvidos e executados dois planos de ação, que são diretamente relacionados entre si. O primeiro é o plano para desenvolver um procedimento de avaliação e escolha de fornecedores (número 3 na lista de ações). O segundo é o plano para a troca do fornecedor de redutores (número 4 na lista de ações).

4.5.1 Ação 3: Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores

Segundo a norma NBR ISO 9001 (2015) a empresa deve estabelecer e aplicar critérios para a avaliação, escolha, controle de desempenho e reavaliação dos fornecedores, baseados na sua capacidade de fornecer produtos e serviços conforme os requisitos. O plano de ação será efetuado conforme os critérios descritos acima e pode ser visualizado no Quadro 22.

Quadro 22 - Plano de ação macro

<i>O que?</i>	Desenvolver procedimento de avaliação e escolha de fornecedores
<i>Por quê?</i>	Existem problemas nos equipamentos ocasionados por defeitos nas peças de fornecedores
<i>Onde?</i>	Setores de engenharia e suprimentos
<i>Quem?</i>	Fernando Silva, Jocemar Martins, Viviane Ruks
<i>Quando?</i>	De 18 de maio até 29 de maio
<i>Como?</i>	Definição de critérios de avaliação, escolha, controle de desempenho e reavaliação, criação de planilha para o procedimento

Fonte: o Autor (2017)

4.5.1.1 Critérios de avaliação

A escolha de critérios de avaliação é baseada nos apontamentos de Baily e Farmer (2000) que definem como critérios para avaliar um bom fornecedor: entregas pontuais, qualidade e preço. Mais adiante, os autores apontam as questões de atendimento, apoio técnico e contato com o comprador como fatores adicionais aos anteriormente mencionados. Adaptando os apontamentos dos autores à realidade da empresa, são definidos os seguintes critérios para avaliação:

- a) qualidade;
- b) custo;
- c) prazo de entrega;
- d) atendimento e apoio técnico;
- e) localização.

4.5.1.1.1 Qualidade

A avaliação da qualidade de novos fornecedores é feita valendo-se de dois pilares principais: um questionário que o candidato deve preencher relacionado ao seu controle interno de processos e ao cumprimento dos requisitos definidos pela engenharia. O questionário equivale a 60% sobre o critério “qualidade” e os requisitos de engenharia e testes equivalem a 40%. O modelo criado para essa avaliação pode ser visualizado no Apêndice D.

4.5.1.1.2 Custo

A avaliação do custo se dá conforme as seguintes etapas:

- a) solicitar cotações com candidatos a fornecedor;
- b) calcular custo de cada cotação (preço – impostos + frete);
- c) calcular média dos custos;
- d) pontuar fornecedor conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Orientação para avaliação do custo

Pontuação	Limite inferior	Limite superior
0	Média dos custos + 25%	> Média dos custos + 25%
25	Média dos custos + 10%	Média dos custos + 25%
50	Média dos custos + 5%	Média dos custos + 10%
75	Média dos custos - 5%	Média dos custos + 5%
100	0	Média dos custos - 5%

Fonte: o Autor (2017)

4.5.1.1.3 Prazo de entrega

A avaliação do prazo de entrega é feita conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Orientação para avaliação do prazo de entrega

Pontuação	Prazo de entrega
0	Mais de 30 dias
25	15 a 30 dias
50	5 a 15 dias
75	Até 5 dias
100	Pronta entrega

Fonte: o Autor (2017)

4.5.1.1.4 Atendimento e apoio técnico

A avaliação sobre o atendimento e apoio técnico se dá baseado na Tabela 9.

Tabela 9 - Orientação para avaliação de atendimento e apoio técnico

Pontuação	Localização
0	Péssimo
25	Ruim
50	Satisfatório
75	Bom
100	Excelente

Fonte: o Autor (2017)

4.5.1.1.5 Localização

A localização é avaliada conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - Orientação para avaliação da localização

Pontuação	Localização
0	Exterior
25	Outros UF
50	SP, SC, PR
75	RS
100	Caxias do Sul

Fonte: o Autor (2017)

4.5.1.2 Critérios de reavaliação

A escolha dos critérios de reavaliação segue, basicamente, o mesmo modelo dos critérios de avaliação, porém, o critério “qualidade” passa a ser baseado no histórico item fornecido, ao invés do questionário. Dessa forma, o que é avaliado é a quantidade de ocorrências de problemas que forem considerados como falhas do item fornecido desde a última avaliação ou reavaliação. A reavaliação de qualidade deve ser pontuada conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Orientação para reavaliação da qualidade

Pontuação	Localização
0	Mais de 6 ocorrências
25	5 a 6 ocorrências
50	3 a 4 ocorrências
75	1 a 2 ocorrências
100	Nenhuma ocorrência

Fonte: o Autor (2017)

4.5.1.3 Forma de escolha

A forma de escolha se dá conforme os cinco passos a seguir:

- peso por critério: é o peso estabelecido para cada critério de avaliação. O peso deve ser definido conforme o produto de terceiros que está em análise e a soma dos pesos deve ser igual a 1;
- pontuação por critério: o fornecedor atual e os fornecedores alternativos recebem uma pontuação de 0 a 100 por critério, conforme as orientações do subcapítulo 4.5.1.1;
- média ponderada: cada fornecedor recebe uma pontuação geral através da média ponderada dos pesos e pontuações por critérios;
- pontuação geral mínima: para ser elegível, um fornecedor deve obter no mínimo 75 pontos gerais;
- escolha: será escolhido o fornecedor com maior pontuação, desde que superior a 75 pontos.

Se não houver nenhum fornecedor com pontuação geral de pelo menos 75 pontos, serão definidos mais fornecedores para análise.

4.5.1.4 Planilha para o procedimento

Com base no que ficou definido nas três subseções anteriores, criou-se uma planilha para controlar o procedimento. A Figura 34 é usada para explicar cada uma das seções da planilha desenvolvida.

A seção 1 trata das informações do fornecedor atual; na seção 2 deve ser aplicada a pontuação da reavaliação do fornecedor atual e da avaliação dos alternativos, que vêm do que foi estabelecido no subcapítulo 4.5.1.1. A partir daí os fornecedores obterão uma pontuação final baseada nos pesos estabelecidos para cada critério através de uma média ponderada; na seção 3 são preenchidas as informações de cada fornecedor alternativo; e, por fim, na seção 4 são informados os requisitos da peça e observações relevantes.

Figura 34 – Planilha do procedimento

PLANILHA DE AVALIAÇÃO E ESCOLHA DE FORNECEDORES										
Item fornecido					Requisitos e Observações					
Código										
Descrição										
Fornecedor Atual										
Custo										
Critérios para Escolha e Troca de Fornecedores										
Nº	Critério	Peso	Pontuação (Valor Máximo de 100)				Pontuação ponderada			
			Forn. Atual	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Forn. Atual	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3
1	Qualidade	0,30	0	0	0	0	0	0	0	
2	Custo	0,30	0	0	0	0	0	0	0	
3	Prazo de entrega	0,25	0	0	0	0	0	0	0	
4	Atendimento/Apoio Técnico	0,10	0	0	0	0	0	0	0	
5	Localização	0,05	0	0	0	0	0	0	0	
Total		1,00				0	0	0	0	
Alternativa 1										
Nome Fornecedor										
Custo										
Prazo de Entrega										
Alternativa 2										
Nome Fornecedor										
Custo										
Prazo de Entrega										
Alternativa 3										
Nome Fornecedor										
Custo										
Prazo de Entrega										

Fonte: o Autor (2017)

4.5.2 Ação 4: Troca de fornecedor de redutores

Após o estabelecimento do plano de ação anterior, que trata de um método para a avaliação e escolha de fornecedores, essa ação se refere à aplicação do método para resolver um problema recorrente de componentes de algumas máquinas de corte da empresa: os redutores planetários.

A seguir, na Figura 35 apresenta-se a mesma planilha de Figura 34, porém preenchida conforme a metodologia, onde pode-se ver que, para a avaliação, foram considerados dois candidatos, assim como o atual fornecedor. O atual fornecedor obteve pontuação de 46,25 pontos, o fornecedor alternativo 1 obteve 62,5 e o fornecedor alternativo 2 obteve 88 pontos. Dessa maneira, o candidato 3 foi selecionado por ter maior pontuação e essa pontuação ser maior do que os 75 pontos estabelecidos como mínimo.

Figura 35 - Aplicação do método na escolha de redutores

PLANILHA DE AVALIAÇÃO E ESCOLHA DE FORNECEDORES										
Item fornecido										
Código	10005900									
Descrição	REDUTOR PLANETÁRIO PE070 030									
Fornecedor Atual	Apex Dynamics									
Custo	R\$ 1.056,28									
Critérios para Escolha e Troca de Fornecedores										
Nº	Critério	Peso	Pontuação (Valor Máximo de 100)				Pontuação ponderada			
			Forn. Atual	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Forn. Atual	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3
1	Qualidade	0,30	25	100	85	0	7,5	30	25,5	0
2	Custo	0,30	75	75	75	0	22,5	22,5	22,5	0
3	Prazo de entrega	0,25	25	0	100	0	6,25	0	25	0
4	Atendimento/Apoio Técnico	0,10	75	100	100	0	7,5	10	10	0
5	Localização	0,05	50	0	100	0	2,5	0	5	0
Total		1,00					46,25	62,5	88	0
Alternativa 1										
Nome Fornecedor	Wittenstein (Redutor CP060-MO2-25-111-000)									
Custo	R\$ 1.055,92									
Prazo de Entrega	45 dias									
Alternativa 2										
Nome Fornecedor	IBR (Redutor PB 62 A 30 D19 BN 80 100M6)									
Custo	R\$ 1.047,56									
Prazo de Entrega	2 dias									
Alternativa 3										
Nome Fornecedor										
Custo										
Prazo de Entrega										
Requisitos e Observações										
Redutor deve seguir as seguintes características para dimensionamento e cotação:										
-Utilizado com motorização dupla longitudinal/escravo tipo pórtico										
-Peso máximo total do pórtico: 550 Kg										
-Velocidade máxima: 20 m/min										
-Aceleração máxima: 2 m/s ²										
-Ciclo máximo: Curso de 4000 mm em velocidade máxima, ida e volta com paradas de 2 s entre cada movimento										
-Movimento sobre guias lineares										
Dados pinhão/cremalheira:										
Módulo: 2										
Número de dentes do pinhão: 37										
Diâmetro primitivo: 74 mm										
Dados do motor:										
Fabricante: ESA Automation										
Modelo: ED3L-096-40-016										

Fonte: o Autor (2017)

Com a alteração do fornecedor, espera-se ter como resultado uma redução de aproximadamente R\$13.000,00 no período de um ano e meio. Esse valor foi estabelecido por ser o valor das despesas com garantias ocasionadas pelos problemas com o redutor, também, no período de um ano e meio até a data final de coleta de dados do estudo.

4.6 CONTROLE DAS AÇÕES

4.6.1 Ação 3: Procedimento de avaliação e escolha de fornecedores

Como medida de controle desta ação, o procedimento ficará em teste junto aos setores de suprimentos e engenharia por três meses, onde as pessoas envolvidas na atividade de

aplicação do procedimento deverão anotar e sugerir melhorias para as novas revisões, até que se chegue em um modelo ideal.

4.6.2 Ação 4: Troca de fornecedor de redutores

A partir da primeira troca de redutor pelo novo modelo, será feito um acompanhamento junto ao setor de AT, onde o mesmo, por ter contato direto com os clientes, será responsável por informar os setores de engenharia e suprimentos sobre qualquer fato relevante envolvendo os novos redutores. A partir daí, será possível realizar nova avaliação do fornecedor, dentro do critério qualidade, podendo, ou não, ocasionar perda de pontos e, conseqüente, busca por novo fornecedor.

4.7 ESTABELECIMENTO DE PRIORIDADES E PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES NÃO APLICADAS

Devido ao fato de terem sido estabelecidas muitas ações para a resolução dos problemas encontrados e pelo tempo limitado para o desenvolvimento desse trabalho, nem todas as ações puderam ser planejadas e implantadas. Por isso, para que se tenha pelo menos o início das atividades, foi elaborado um cronograma com essas atividades, determinando suas datas de início e a duração que devem ter. O cronograma com esse planejamento pode ser visto no Apêndice E.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo permitiu verificar a importância que a análise dos custos da qualidade tem dentro de uma companhia. Através desta análise foi possível identificar gastos consideráveis decorrentes de falhas em campo, gastos esses que até então não eram conhecidos ou considerados pela empresa, que simplesmente os diluía dentro do preço do produto. A redução do consumo e, por consequência, da produção fez com que o mercado se tornasse mais criterioso e seletivo, principalmente em relação a bens que estejam com seus preços acima do que a concorrência tem a oferecer, dessa forma empurrando as empresas que não seguem essa tendência para fora da disputa.

Como consequência do trabalho, foram evidenciadas diversas causas raiz advindas da análise dos problemas em campo e propostas vinte e cinco ações para atingir-se o objetivo final do trabalho. Devido ao tempo limitado de estudo, foram aplicadas somente duas das vinte e cinco ações elencadas. As ações aplicadas eram relacionadas à avaliação de fornecedores onde foi estabelecido um procedimento que, em seguida, foi aplicado a um fornecedor cujo produto gerou consideráveis gastos com garantia. A avaliação retornou como resultado a escolha de um novo fornecedor para o produto em questão.

Ao final do estudo, não foi possível medir se houve redução nos custos da não qualidade por dois motivos: em primeiro lugar, por não terem sido implantadas todas as ações e, em segundo lugar, por ser necessário um tempo de análise para verificar-se os efeitos das ações implementadas. Concluiu-se, portanto, que o objetivo do trabalho foi parcialmente atingido, pois a metodologia foi estabelecida, porém não foi possível verificar se o resultado das ações foi efetivo ao objetivar reduzir os custos da não qualidade. Por fim, a metodologia se mostrou bastante promissora, podendo ser aplicada em diversas áreas e não somente em problemas relacionados ao processo produtivo.

Como melhoria para o método proposto, sugere-se que haja um investimento na forma de obtenção de dados, pois a maior dificuldade deste estudo foi analisar cada um dos atendimentos para a identificação da sua fonte geradora. Através da realização de melhorias na coleta de dados, o processo de resolução de problemas de não qualidade seria muito mais preciso e ágil. Dessa forma, pode-se iniciar um trabalho mais complexo com a estruturação dos custos da qualidade na empresa. Sugere-se também a implementação de uma ferramenta para transformar o método em algo mais visual, facilitando seu entendimento e aplicação para chegar-se aos resultados mais rapidamente.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR ISO 9000:2015. **Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro: 2015.
- ABNT NBR ISO 9001:2015. **Sistemas de gestão da qualidade – requisitos**. Rio de Janeiro: 2015.
- AGUIAR, Sílvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2002. 229 p.
- BAILY, P; FARMER, D. **Compras: princípios e administração**. São Paulo: Atlas, 2000, 471 p.
- BOND, Maria Thereza; BUSSE, Angela; PUSTILNICK, Renato. **Qualidade Total: o que é e como alcançar**. Curitiba: Intersaberes, 2012.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima, MG: INDG TecS, 2004. 256 p.
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia mecânica**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1986. 3 v.
- CROSBY, P. B. **Qualidade é investimento: a arte de garantir a qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1999.
- DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: M. Saraiva, 1990. xxv, 367 p.
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total**. 1. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. 4 v.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992. xvi, 357 p.
- GRYNA, Frank M. Quality and Costs. In: JURAN, J. M. GODFREY, A. B. **Juran's quality handbook**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1999.
- HYPERTHERM. **Apresentação sobre plasma**. Guarulhos, 2012. 147 p.
- ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de qualidade total: à maneira japonesa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 221 p.
- JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Juran's quality handbook**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 1999.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle da Qualidade Handbook**. São Paulo: Makron Books, 1991.

LIMA, Erasmo G. **Corte a Plasma**. [2008]. Disponível em: <http://www.BAW.com.br/media/1364/sup_3_Artigo_Corte_Plasma.pdf>. Acesso em: 29 out. 2016.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson, 2011.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; ROTONDARO, Roberto Gilioli. Gestão da Qualidade: tqm e modelos de excelência. In: CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Campus, 2006. Cap. 3. p. 85-124.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2001. 263 p.

MOURA, Eduardo C. **As sete ferramentas gerenciais da qualidade: implementando a melhoria contínua com maior eficácia**. São Paulo: Makron Books, 1994. 118 p.

MOURA, José A. Marcondes de. **Os frutos da qualidade: a experiência da Xerox do Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Makron Books, c1994. xxii, 103 p.

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da qualidade total: TQM: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São Paulo: Nobel, 1994. 459 p.

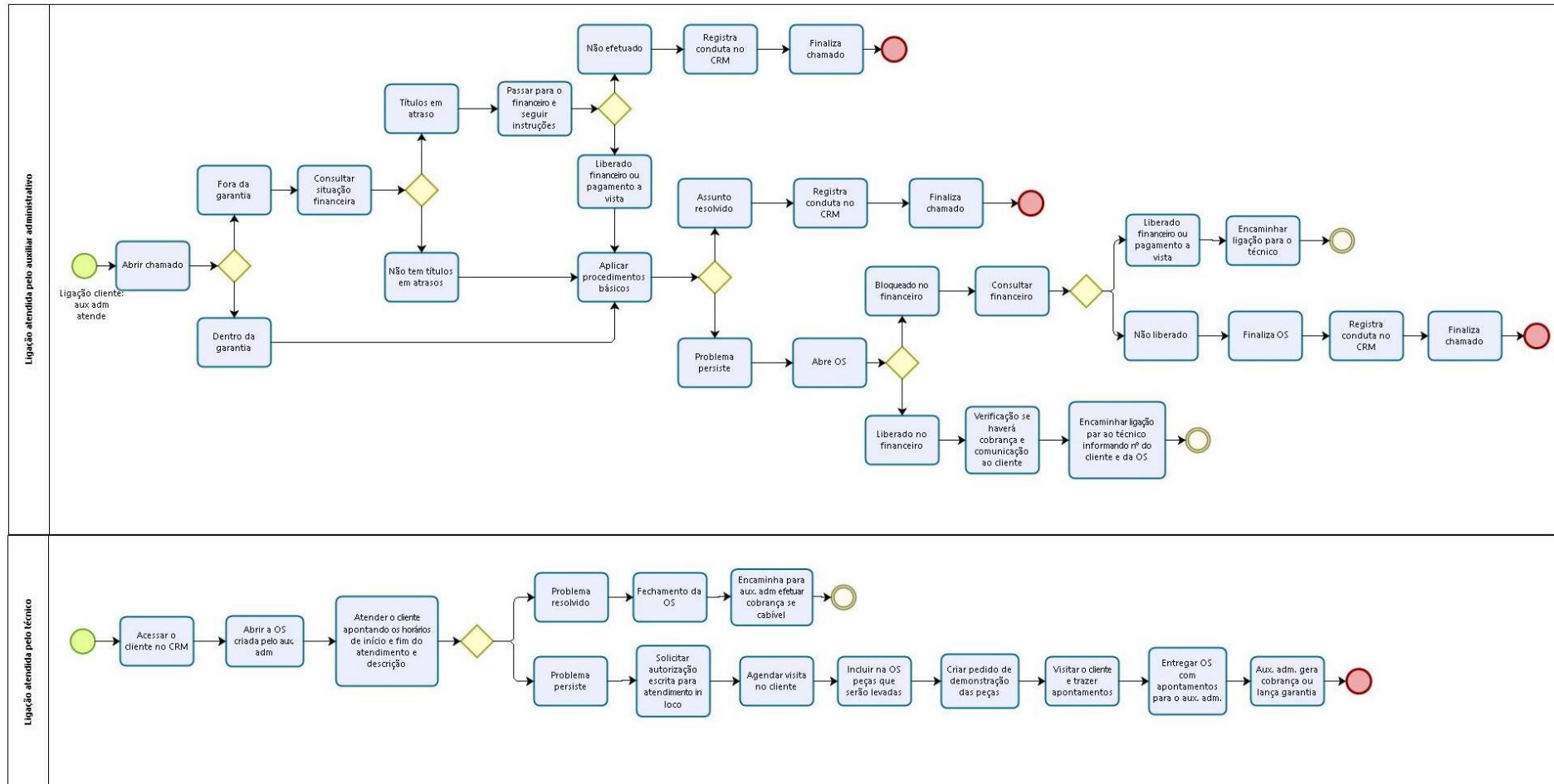
ROBLES JR., A. **Custos da qualidade: aspectos econômicos da gestão da qualidade e da gestão ambiental**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SANTOS, J. F. Oliveira; QUINTINO, Luisa; MIRANDA, R. M. **Corte por laser**. Lisboa: Instituto de Soldadura e Qualidade, 1993. 167 p.

SELEME, R. STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. 1ed. Curitiba: Intersaberes, 2012.

TOLEDO, José de; BORRÁS, Miguel Aires; MARGULHÃO, Ricardo Coser; MENDES, Glauco Henrique. **Qualidade - Gestão e Métodos**. LTC, 12/2012. VitalSource Bookshelf Online.

ANEXO A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE



ANEXO B – TELA DO RELATÓRIO DE ATENDIMENTOS

OS	DATA	CÓDIGO MÁQUINA	DESCRIÇÃO MÁQUINA	PEÇA/SERVIÇO	DESCRIÇÃO PEÇA/SERVIÇO	QUANTIDADE	VALOR UN (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)	STATUS GARANTIA	OCORRÊNCIA	OBSERVAÇÃO
133	13/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	1	120	120	SIM	Configurar rede.	
158	15/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	590	0,7	413	SIM	Barreiras estão desabilitando com facilidade, com fumaça ou faúlhas de corte.	
158	15/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	9,5	60	570	SIM	Barreiras estão desabilitando com facilidade, com fumaça ou faúlhas de corte.	
158	15/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	2,5	120	300	SIM	Barreiras estão desabilitando com facilidade, com fumaça ou faúlhas de corte.	
159	15/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	2,5	120	300	SIM	Peças cortadas fora de esquadro. Disjuntor de 40A está desarmando esporadicamente.	
159	15/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	780	0,7	546	SIM	Peças cortadas fora de esquadro. Disjuntor de 40A está desarmando esporadicamente.	
159	15/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	11,5	60	690	SIM	Peças cortadas fora de esquadro. Disjuntor de 40A está desarmando esporadicamente.	
150	17/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	2	120	240	SIM	Máquina corta fora da posição Start.	O problema foi resolvido com a configuração do laser pointer.
157	21/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	4	60	240	SIM	Máquina perdeu potência.	Foi retirado o oring que estava interrompendo o sistema de
157	21/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	200	0,7	140	SIM	Máquina perdeu potência.	Foi retirado o oring que estava interrompendo o sistema de
157	21/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	0,5	120	60	SIM	Máquina perdeu potência.	Foi retirado o oring que estava interrompendo o sistema de
171	23/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	260	0,7	182	SIM	Substituição do relé do arco piloto. Perda de arco. Sensor de corte.	
171	23/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	2	120	240	SIM	Substituição do relé do arco piloto. Perda de arco. Sensor de corte.	
171	23/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	DESLOCAMENTO	4	60	240	SIM	Substituição do relé do arco piloto. Perda de arco. Sensor de corte.	
177	24/10/2014 00:00	10109900	MAQUINA CNC DE CORTE TERMICO ABSOLUTA	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	1	120	120	SIM	Instalação e treinamento de Software.	
185	25/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	8	135	1080	SIM	Máquina apresenta erro de acoplamento dos trilhos. Máquina movimenta os eixos verticalmente mas fisicamente não se move. THC esta raspando nas proteções das guias. Monitor esta escurecendo durante as perfurações. Líquido utilizado na mesa de corte. Proteção sanfonada THC. Cabos Axis. Alarme driver L320.	
185	25/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	4,5	202,5	911,25	SIM	Máquina apresenta erro de acoplamento dos trilhos. Máquina movimenta os eixos verticalmente mas fisicamente não se move. THC esta raspando nas proteções das guias. Monitor esta escurecendo durante as perfurações. Líquido utilizado na mesa de corte. Proteção sanfonada THC. Cabos Axis. Alarme driver L320.	
185	25/10/2014 00:00	10116500	MAQUINA CNC DE CORTE PLASMA/OXICORTE	Serviço	MAO-DE-OBRA EXTERNA	4,5	202,5	911,25	SIM	Máquina apresenta erro de acoplamento dos trilhos. Máquina movimenta os eixos verticalmente mas fisicamente não se move. THC esta raspando nas proteções das guias. Monitor esta escurecendo	

APÊNDICE A – ESTRUTURA DE CRITÉRIOS LINEACORD

Nível	Descrição
1	LINEACORD
1.1	BASE
1.1.1	VIGA I
1.1.2	VIBRA-STOP E FIXAÇÕES AO SOLO
1.1.3	TRILHOS
1.1.4	CREMALHEIRAS
1.1.5	CALHA DA ESTEIRA
1.1.6	ESTEIRA PORTA-CABOS LONGITUDINAL
1.2	PÓRTICO
1.2.1	QUADRO ELÉTRICO
1.2.1.1	CNC
1.2.1.2	SERVODRIVERS
1.2.1.3	RELÉS
1.2.2	BARREIRAS DE SEGURANÇA
1.2.3	CARROS LATERAIS
1.2.3.1	EIXOS, MANCAIS E RODAS
1.2.3.2	MOTOR LONGITUDINAL
1.2.3.3	REDUTOR LONGITUDINAL
1.2.3.4	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.2.3.5	PINHÃO
1.2.3.6	COMPONENTES PNEUMÁTICOS
1.2.4	ESTRUTURA DE LIGAÇÃO ENTRE CARROS LATERAIS
1.2.4.1	ESTEIRA PORTA-CABOS TRANSVERSAL
1.2.4.2	PERFIL DE ALUMÍNIO
1.2.4.3	JOYSTICKS E BOTÕES DE EMERGÊNCIA
1.2.4.4	GUIAS LINEARES E BLOCOS TRANSVERSAIS
1.2.4.5	CREMALHEIRA TRANSVERSAL
1.3	CARRO PRINCIPAL
1.3.1	CONTROLE DE ALTURA
1.3.1.1	LIFTER
1.3.1.2	ACOPLAMENTO
1.3.1.3	MOTOR Z
1.3.1.4	SUPORTE ANTI-COLISÃO
1.3.1.5	SANFONA DE PROTEÇÃO
1.3.2	MOTOR TRANSVERSAL
1.3.3	REDUTOR TRANSVERSAL
1.3.4	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.3.5	PINHÃO
1.3.6	COMPONENTES PNEUMÁTICOS
1.3.7	ESTEIRA PORTA-CABOS EIXO Z
1.3.8	LASER POINTER
1.4	PEDESTAL
1.4.1	TELA TOUCH SCREEN
1.4.2	ESPELHO DE COMANDOS
1.4.3	CONDUÍTE
1.5	ITENS HYPERTHERM
1.5.1	FONTE
1.5.2	TOCHA
1.5.3	CONSUMÍVEIS
1.5.4	CABOS
1.5.5	CONSOLE DE MEDIÇÃO
1.5.6	CONSOLE DE SELEÇÃO
1.6	MESA DE CORTE
1.7	MESA DE ASPIRAÇÃO TAMA
	CLIENTE
	MONTAGEM NA PRODUÇÃO
	SOFTWARE
	CABOS
	TRANSPORTE
	DEFEITO DE CORTE


APÊNDICE B – ESTRUTURA DE CRITÉRIOS ABSOLUTA

Nível	Descrição
1	ABSOLUTA
1.1	BASE
1.1.1	ESTRUTURA
1.1.2	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.1.4	CREMALHEIRAS
1.1.5	CALHA DA ESTEIRA
1.1.6	ESTEIRA PORTA-CABOS LONGITUDINAL
1.2	PÓRTICO
1.2.1	QUADRO ELÉTRICO
1.2.1.1	SERVODRIVERS
1.2.1.2	RELÉS
1.2.2	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.2.3	ESTEIRA PORTA-CABOS TRANSVERSAL
1.2.4	BOTÕES DE EMERGÊNCIA
1.3	CARROS LATERAIS
1.3.1	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.3.2	MOTOR LONGITUDINAL
1.3.3	REDUTOR LONGITUDINAL
1.3.4	PINHÃO
1.4	CARRO PRINCIPAL
1.4.1	CONTROLE DE ALTURA
1.4.1.1	LIFTER
1.4.1.2	ACOPLAMENTO
1.4.1.3	MOTOR Z
1.4.1.4	SUORTE ANTI-COLISÃO
1.4.1.5	SANFONA DE PROTEÇÃO
1.4.2	MOTOR TRANSVERSAL
1.4.3	REDUTOR TRANSVERSAL
1.4.4	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.4.5	PINHÃO
1.4.7	ESTEIRA PORTA-CABOS EIXO Z
1.4.8	LASER POINTER
1.5	PEDESTAL
1.5.1	TELA TOUCH SCREEN
1.5.2	ESPELHO DE COMANDOS
1.5.3	CONDUÍTE
1.5.4	CNC
1.6	ITENS HYPER THERM
1.6.1	FONTE
1.6.2	TOCHA
1.6.3	CONSUMÍVEIS
1.6.4	CABOS HT
1.7	MESA DE CORTE
	CLIENTE
	MONTAGEM NA PRODUÇÃO
	SOFTWARE
	CABOS
	TRANSPORTE
	DEFEITO DE CORTE

APÊNDICE C – ESTRUTURA DE CRITÉRIOS DYNACORD

Nível	Descrição
1	DYNACORD
1.1	BASE
1.1.1	ESTRUTURA
1.1.2	VIBRA-STOP E FIXAÇÕES AO SOLO
1.1.3	TRILHOS
1.1.4	CREMALHEIRAS
1.1.5	CALHA DA ESTEIRA
1.1.6	ESTEIRA PORTA-CABOS LONGITUDINAL
1.2	PÓRTICO
1.2.1	QUADRO ELÉTRICO
1.2.1.1	SERVODRIVERS
1.2.2	BARREIRAS DE SEGURANÇA
1.2.3	CARROS LATERAIS
1.2.3.1	EIXOS, MANCAIS E RODAS
1.2.3.2	MOTOR LONGITUDINAL
1.2.3.3	REDUTOR LONGITUDINAL
1.2.3.4	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.2.3.5	PINHÃO
1.2.4	ESTRUTURA DE LIGAÇÃO ENTRE CARROS LATERAIS
1.2.4.1	ESTEIRA PORTA-CABOS TRANSVERSAL
1.2.4.2	PERFIL DE ALUMÍNIO
1.2.4.3	GUIAS LINEARES E BLOCOS TRANSVERSAIS
1.2.4.4	CREMALHEIRA TRANSVERSAL
1.3	CARRO PRINCIPAL
1.3.1	CONTROLE DE ALTURA
1.3.1.1	MANCAL
1.3.1.2	ACOPLAMENTO
1.3.1.3	MOTOR Z
1.3.1.4	SUORTE ANTI-COLISÃO
1.3.1.5	FUSO
1.3.1.6	PORCA QUADRADA
1.3.2	MOTOR TRANSVERSAL
1.3.3	REDUTOR TRANSVERSAL
1.3.4	GUIAS LINEARES E BLOCOS
1.3.5	PINHÃO
1.3.7	ESTEIRA PORTA-CABOS EIXO Z
1.3.8	LASER POINTER
1.3.9	SENSOR INDUTIVO
1.4	PEDESTAL
1.4.1	TELA TOUCH SCREEN
1.4.2	ESPELHO DE COMANDOS
1.4.3	CONDUÍTE
1.5	CNC
1.5.1	FONTE
1.5.2	TOCHA
1.5.3	CONSUMÍVEIS
1.5.4	CABOS HT
1.6	MESA DE CORTE
	CLIENTE
	MONTAGEM NA PRODUÇÃO
	SOFTWARE
	CABOS
	TRANSPORTE
	CONFIGURAÇÃO
	DEFEITO DE CORTE

APÊNDICE D – AVALIAÇÃO DO PROCESSO DO FORNECEDOR

 <p>BAW BRASIL LTDA SOLUÇÕES PARA PRODUTORES DE SORTE</p>	<h3>AVALIAÇÃO DO PROCESSO DO FORNECEDOR</h3>	
Fornecedor: _____		
Fone: _____		
E-mail: _____		
Responsável: _____		
Avaliação		
	Questão	Avaliação (marque apenas uma opção)
1	A organização tem estruturado um Sistema de Gestão da Qualidade?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
2	Estão estabelecidos metas e objetivos de melhorias para manufatura?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
3	O fornecedor estabeleceu um processo para assegurar a qualidade e entrega dos seus produtos?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
4	Há monitoramento das orientações do processo e instruções de operação para todos os colaboradores, tais como Seq. Operacional, Planos de inspeção e instruções de trabalho?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
5	Há inspeções de controle de qualidade no recebimento da matéria-prima?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
6	Sistemas apropriados de medição são usados? Equipamentos de medição são calibrados?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
7	Há uma sistemática de monitoramento, avaliação e correção das não conformidades e retrabalhos para sua prevenção?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
8	O fornecedor obteve e mantém todas as licenças e registros ambientais que são aplicáveis a suas instalações, operações e produtos?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
9	Operadores são treinados e capacitados conforme as demandas produtivas?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
10	O fornecedor possui infra estrutura adequada para atender as demandas produtivas?	<input type="checkbox"/> Totalmente implementado <input type="checkbox"/> Parcialmente implementado <input type="checkbox"/> Não há evidências
6 pontos - Totalmente implementado 3 pontos - Parcialmente implementado 0 pontos - Não há evidências		Total do processo: _____
Preenchimento Baw Brasil Ind. e Com. Ltda.		
Pontuação do processo: _____		Pontuação de requisitos: _____
Pontuação Total: _____		
Aprovado () Reprovado ()		
Assinatura: _____		

