



MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE

PROCESS IMPROVEMENT THROUGH THE APPLICATION OF QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

Roni C.P. Campos^a; Paulo A. Cauchick Miguel^b

^a Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) - Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil

^b Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Florianópolis, SC, Brasil - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Resumo

O QFD (Quality Function Deployment ou Desdobramento da Função Qualidade) vem sendo aplicado com sucesso para o desenvolvimento de produtos e serviços. No entanto, sua aplicação é geralmente limitada à primeira matriz (matriz da qualidade) e existe a possibilidade de seu uso na definição dos parâmetros de controle do processo de produção. Nesse contexto, o presente trabalho visa aplicar o QFD na melhoria do processo produtivo de uma empresa que produz filmes plásticos para embalagens, a fim de definir melhores meios para padronizar a sua operação. A proposta de pesquisa utiliza a abordagem da pesquisa-ação, dividida em cinco partes. Na primeira, estabelece as bases teóricas do trabalho, seguidos pelos métodos e técnicas de pesquisa adotados, delineamento da pesquisa e coleta de dados aplicados, finalizando com a apresentação dos resultados obtidos. Os resultados demonstram um diagnóstico e uma análise do processo de produção para um produto específico da empresa e conclui que existe um potencial importante nesse tipo de aplicação do QFD.

Palavras-chave: QFD, desdobramento da função qualidade, planejamento do processo.

Abstract

QFD (Quality Function Deployment) has been successfully applied to develop products and services. However, its application is usually limited to the first matrix, the quality matrix. There is the possibility of QFD usage to define the process control parameters. In this context, the present work aims to apply QFD in the production improvement in a company that produces plastic films for packaging in order to define better ways to standardize its production operation. This work is based on action research, divided into five parts. In the first part the theoretical basis is established, followed to research methods and design, data collection, and achieved results. The results demonstrates a diagnostic and an analysis of production process for a specific company product and concludes that there is a relevant potential for this type of QFD application.

Keywords: QFD, Quality Function Deployment, process planning.

1. INTRODUÇÃO

Desde sua criação, o *Desdobramento da Função Qualidade* (QFD – *Quality Function Deployment*) – vem sendo utilizado por empresas para melhorar o desenvolvimento de novos produtos, propósito principal de sua criação. O motivo de seu surgimento deveu-se ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de métodos para suprir a necessidade identificada de associar as necessidades dos clientes às especificações e transferi-las para o chão de fábrica.

O QFD usa matrizes para organizar e relacionar as partes

necessárias do projeto e produção de um produto. Segundo Sener et Karsak (2010), para estabelecer essas relações, em geral, o QFD requer quatro matrizes correspondentes a cada uma das fases do ciclo de desenvolvimento do produto: (i) planejamento de produto; (ii) implantação; (iii) planejamento do processo de produção; e (iv) planejamento da operação. Após realizar as duas primeiras fases, é necessário desenvolver o planejamento do processo de produção e sua operação, transferindo, assim, a qualidade determinada no projeto para a produção.

Além das matrizes, um dos meios de transferir a qualidade é por meio da elaboração do Padrão Técnico de Processo. Esse documento é considerado como o documento final do



trabalho de QFD e o principal responsável por transferir as informações de controle de processo à área produtiva, com os dados gerados durante o desenvolvimento de produto (CHENG *et al.*, 1995).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é demonstrar uma proposta para melhoria de um processo produtivo de uma empresa a fim de definir os melhores meios para padronizar a sua operação. O desenvolvimento desta proposta deveu-se à constatação da existência de literatura escassa envolvendo o tema, uma vez que a grande maioria das aplicações do QFD envolvem a matriz da qualidade (CARNEVALLI *et al.*,), isto é, não são voltadas para sua introdução no processo produtivo, de modo a transferir a qualidade a fim de torná-lo mais eficaz.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O Desdobramento da Função Qualidade (QFD – *Quality Function Deployment*) teve o início do seu desenvolvimento na década de 60, no Japão, como um método de planejamento da qualidade. Foi aperfeiçoado nos anos 70 como um método aplicado mais especificamente para processo de desenvolvimento, que passou a ser aplicado nos Estados Unidos da América nos anos 80, chegando ao Brasil na década de 90. O método é utilizado para garantir que as necessidades exigidas pelo cliente sejam atingidas, assegurando a qualidade do produto a partir do seu desenvolvimento, ou seja, é a conversão dos requisitos dos clientes em características da qualidade do produto, transferindo a qualidade de projeto para o produto acabado através de desdobramentos sistemáticos pelas relações entre as exigências e características da qualidade do produto (AKAO, 1990).

O QFD pode também ser considerado um método de planejamento e comunicação que estrutura o ciclo de desenvolvimento de produto e direciona para o projeto a necessidade do cliente e não somente para inovação tecnológica (CHENG *et al.*, 2001). Já em trabalhos pioneiros (SULLIVAN, 1986), o QFD é definido como um conceito que esclarece as necessidades dos clientes direcionando-os para requisitos técnicos apropriados em cada estágio de desenvolvimento e produção do produto, envolvendo até estratégias de marketing, planejamento e vendas. Em conceito complementar, Cheng *et al.* (1995) descrevem o QFD como uma “forma de comunicar sistematicamente a informação relacionada com a qualidade e de explicitar ordenadamente o trabalho relacionado com a obtenção da qualidade”. Nota-se, portanto, uma associação do método com as informações necessárias à produção. O seu surgimento deveu-se também à necessidade de assegurar a qualidade de um produto desde o seu projeto

de desenvolvimento antes da entrada no processo de fabricação, estabelecendo a qualidade do projeto com base nas qualidades exigidas pelos usuários e transmitindo todos os pontos prioritários de garantia da qualidade que assegurarão as referidas qualidades exigidas (AKAO *et al.*, 1996).

Pode-se considerar o QFD como um dos primeiros métodos estruturados e sistematizados para orientar o processo e a execução das tarefas que envolvem desde a concepção até a colocação do produto no mercado, garantindo a transformação das necessidades e desejos dos clientes em produtos que efetivamente os satisfaçam (ABREU, 1997). O QFD foi criado para auxiliar o processo de gestão de desenvolvimento do produto – denominado ação gerencial do planejamento da qualidade, que pode ser sequenciada em quatro partes (CHENG *et al.*, 1995):

Finalidade do produto (a que necessidade e desejos o produto deve satisfazer);

Identificação das características do produto (que características, materiais e tecnologias são necessários);

Identificação dos processos (definir o fluxograma de processo e como aquelas características podem ser agregadas);

Plano tentativo de fabricação (se obter o sucesso será adotado como padrão).

2.1. Princípios do QFD

O QFD é um método elaborado sobre três princípios, e cada um contém outras ideias descritas a seguir, conforme Cheng *et al.* (1995). Conforme os autores citados, o primeiro princípio é de subdivisão e unificação que contempla a necessidade de conhecer de forma mais detalhada tanto a qualidade quanto o trabalho a ser realizado e, após ser detalhado, é necessário unir e classificar em grupos. O segundo princípio é a pluralização e visibilidade, que permeia a própria natureza do trabalho interfuncional do QFD e pode aumentar o potencial de acerto do planejamento da qualidade e eliminar deficiências. O terceiro princípio é a totalização e parcelamento; como os anteriores, está presente em todo o processo do QFD, pois é necessário ter a visão do todo sem perder de vista as partes mais importantes do trabalho.

2.2. O QFD amplo

A evolução do QFD, a partir do trabalho original de Akao (1990), levou ao surgimento de diferentes versões do método, descritas na literatura nacional e internacional.



Porém, dentre essas versões, quatro se destacam. O QFD das quatro fases, o QFD estendido, o QFD das quatro ênfases e a versão da matriz das matrizes (PEIXOTO *et* CARPINETTI, 1998). O QFD amplo é constituído por duas partes distintas como apresenta a Figura 1 (CAUCHICK MIGUEL, 2008): o Desdobramento da Qualidade (QD) e o Desdobramento da Função Qualidade no Sentido Restrito (QFDr). O Desdobramento da Função Qualidade é composto por uma

série de atividades que englobam desde a identificação das exigências do cliente até a completa introdução e formação destas exigências no produto. A outra parte é o Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito, que realiza o desdobramento das funções dos trabalhos relacionados para garantia da qualidade (AKAO *et al.*, 1996). Estas duas partes são descritas na seqüência.

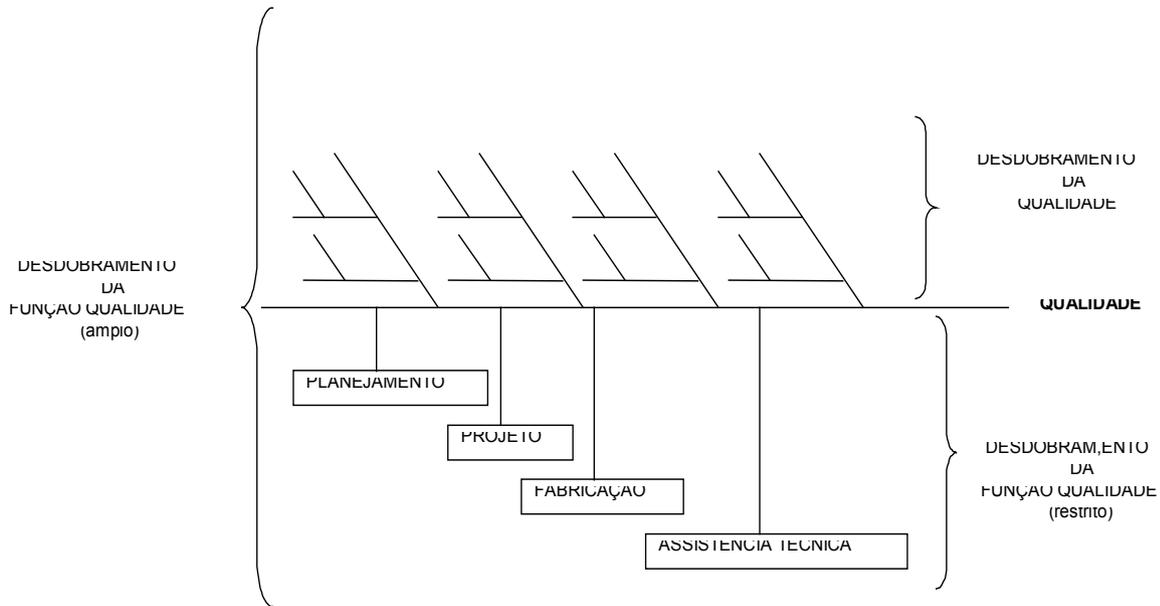


Figura 1. Modelo QFD Amplo (AKAO *et al.* 1996).

A matriz mais conhecida é denominada de matriz da qualidade (CHENG; MELLO FILHO, 2007). Ainda segundo os autores citados, esta matriz é constituída pela Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida (ou Tabela de Qualidade Exigida) e Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade do Produto Final (ou Tabela

das Características da Qualidade do Produto Final). Os autores complementam mencionando que pode haver mais matrizes que demonstram os passos a serem seguidos para completar o processo de desenvolvimento de produto. Esse conjunto de matrizes e tabelas de um determinado projeto de desenvolvimento é chamado de modelo conceitual.

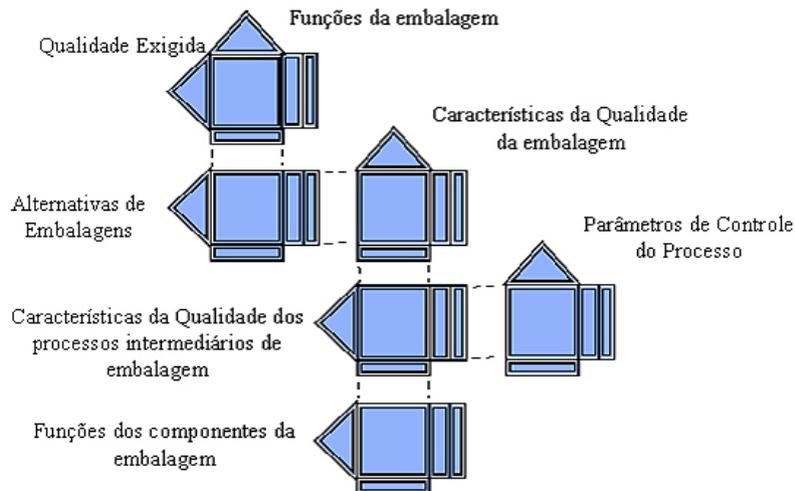


Figura 2. Exemplo de Modelo Conceitual para Desenvolvimento de Embalagens (CABRAL *et al.*, 1999).



2.2.1 Desdobramento da qualidade (QD)

Conforme Akao *et al.* (1996), o desdobramento da qualidade tem o objetivo de garantir a qualidade antes da etapa de fabricação do produto, determinando a qualidade do projeto com base na qualidade exigida pelos clientes, transmitindo todos os pontos importantes que assegurarão a qualidade de cada uma das peças e até das variáveis do processo. Complementando, o desdobramento da qualidade visa buscar traduzir e transmitir as exigências dos clientes em características da qualidade do produto através de desdobramentos, começando com a determinação da voz do cliente, e depois estabelecendo as funções, mecanismos, componentes, processos, matéria-prima, chegando até definição dos valores dos parâmetros de controle de processo (CHENG *et al.*, 1995). Esta parte é a mais tradicional e comum nas aplicações do QFD e consiste no conjunto de matrizes que serão construídas para dado desenvolvimento de produto, conhecido como modelo conceitual (Figura 2).

2.2.2 QFD no sentido restrito

O QFD no sentido restrito é o desdobramento detalhado de cada etapa do trabalho conforme os objetivos das funções e serviços que compõem a qualidade, ou seja, tem a finalidade de desdobrar a função básica da garantia da qualidade, a qual tem o objetivo de “assegurar a qualidade do produto que satisfaça os clientes” em funções do trabalho, que consiste em elaborar a tabela de atividades de garantia da qualidade para planejar o produto e preparar a produção (AKAO, *et al.* 1996). O autor, citando ainda um exemplo de desdobramento do trabalho, coloca que, para planejar o produto, deve se conhecer as necessidades do mercado.

Por sua vez, o QFDr é o desdobramento de um conjunto de procedimentos gerenciais e técnicos, que formam o Padrão Gerencial do Desenvolvimento de Produtos (PGDP) e o Plano de Atividades do Desenvolvimento do Produto e ambos são definidos pelas áreas funcionais das empresas (CHENG *et al.*, 1995). O seu objetivo é especificar, com precisão, quais as funções e o trabalho humano que são necessários para obter a qualidade do produto e empresa que atendam as necessidades dos clientes, pois se esse trabalho humano for bem esclarecido e executado, o objetivo é atingido.

O Padrão Gerencial do Desenvolvimento do Produto descreve, ordenadamente e de forma sucinta e visual, como deve ser feito o planejamento da qualidade. Deve ainda conter informações sobre etapas de desenvolvimento, participação das áreas funcionais da empresa, processos desdobrados e documentos gerados e se compõem das seguintes etapas (CHENG *et al.*, 1995):

1. Reunir um grupo interfuncional de pessoas que conheçam o processo de desenvolvimento da empresa;

2. Efetuar o desdobramento do trabalho até o nível terciário, através de diagrama de árvore;
3. Montar um fluxograma de duas dimensões, setores funcionais em função das etapas de desenvolvimento do produto, utilizando o nível secundário ou terciário da etapa 2;
4. Estabelecer um fluxo sequencial de processos, decisões e documentos;
5. Definir a participação e responsabilidades dos setores funcionais em cada processo do fluxo;
6. Solicitar a aprovação da alta administração.

O Plano de Atividades do Desenvolvimento do Produto é criado através de duas fases: uma é realizar o desdobramento do trabalho até os níveis mais detalhados que os processos descritos no Padrão Gerencial do Desenvolvimento do Produto e a outra é acrescentar o método 5W1H após o desdobramento, para cada atividade do plano. O plano é desenvolvido através das seguintes etapas (CHENG *et al.*, 1995):

1. Reunir um grupo interfuncional de pessoas que conheçam o sistema de desenvolvimento da empresa;
2. Para cada processo do PGDP, verificar quais as funções da empresa envolvida;
3. Para cada função da empresa, estabelecer o negócio, produto, cliente, insumo e fornecedor;
4. Desdobrar o trabalho necessário para cada produto a ser produzido;
5. Acrescentar 5W1H para cada uma das atividades.

3. MÉTODOS DE PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido utilizando como abordagem metodológica a pesquisa-ação. Segundo Thiollent (2002), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e conduzida de modo associado a uma ação ou com a resolução de um problema de ordem coletiva; o pesquisador e os participantes representativos da situação estão envolvidos de modo participativo.

Na pesquisa-ação, os pesquisadores desempenham um papel ativo na realidade dos fatos observados. Também com a pesquisa-ação é necessário produzir conhecimento sobre o problema abordado (THIOLLENT, 2002). Nesse sentido, ainda segundo o autor previamente citado, a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa agregando vários métodos ou técnicas de pesquisa social, com os quais se estabelece uma estrutura coletiva, participativa e ativa ao nível da captação da informação.



No contexto da pesquisa-ação, este trabalho pode ser classificado da seguinte maneira:

- Quanto à natureza das variáveis pesquisadas: é considerado como uma abordagem qualitativa, pois envolve a obtenção de dados descritivos por meio e indivíduos e processos interativos pelo contato direto de um dos pesquisadores com a situação estudada.
- Quanto à natureza de relacionamento entre as variáveis: é classificado como de caráter descritivo, pois tem como resultado a visão ou descrição do ambiente a ser investigado e seus resultados. Nessa fase do projeto de pesquisa, não são estabelecidas relações causais entre as variáveis (qualitativas) analisadas.
- Quanto ao objetivo e ao grau de cristalização do problema: é uma fase do projeto de pesquisa ainda em exploração, apesar de ter características conclusivas, pois se pretende atingir um objetivo empírico de solucionar um problema (aplicação de método de suporte, neste caso, o QFD) propondo melhorias no ambiente pesquisado (nesta situação, na produção de filmes para embalagens).
- Quanto à forma utilizada para a coleta de dados primários: é classificado como coleta por comunicação, pois será feito o levantamento dos dados por meio de entrevista (semi-estruturadas) com os envolvidos no ambiente pesquisado e do envolvimento direto de um dos autores no problema investigado.

3.1. Etapas de pesquisa

A condução do presente trabalho foi dividida em cinco etapas: (i) revisão bibliográfica, etapa que consiste no estudo e construção do referencial teórico do trabalho sobre o QFD, notadamente o que se refere à transferência das informações para a produção; (ii) delineamento da proposta metodológica, que apresenta a abordagem de pesquisa adotada para a execução do trabalho; (iii) definição dos instrumentos aplicados para a coleta de dados e realização da coleta de dados que serão avaliados e estruturados na etapa de análise; (iv) a aplicação do QFD para priorizar as necessidades levantadas; (v) avaliação dos resultados obtidos nas etapas anteriores.

3.2. Métodos e técnicas para coleta de dados

Para a execução deste trabalho foi prevista a utilização dos seguintes instrumentos para a coleta de dados:

Análise Documental: é realizada sobre documentos que já se encontram elaborados, ou seja, fontes que não receberam ainda um tratamento analítico ou, se isso ocorreu, ainda podem oferecer contribuições analíticas ou podem ainda receber uma nova interpretação de acordo com os objetivos

da pesquisa (FERRARI, 1982). Os documentos analisados foram, basicamente, os relatórios gerenciais da empresa, atas de reunião, base de dados na intranet e diários de campo da empresa.

Observação: é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos humanos na interpretação de determinados aspectos da realidade; não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja investigar (MARCONI *et al.* LAKATOS, 2002). No caso do presente trabalho, corresponde a observações específicas nas reuniões de departamento e nos métodos de trabalhos na produção.

Entrevista: é um procedimento utilizado na investigação social para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (MARCONI *et al.* LAKATOS, 2002). Nesse caso, foram entrevistados os gerentes funcionais (por exemplo, gerentes de produção) e matriciais (gerentes de projetos específicos sobre a aplicação do QFD), supervisores de produção e encarregados de departamentos; o tipo de entrevista foi a semiestruturada.

Os dados coletados foram analisados e, com o auxílio de uma matriz de QFD, foram identificadas as dificuldades existentes na área produtiva para padronizar o seu processo de produção. Foram também verificados os meios ou mecanismos que a empresa tem que possam eliminar e sanar as dificuldades. Após a aplicação do QFD, ocorre a priorização através da qual será definido um plano de ação para execução do trabalho.

4. RESULTADOS

Com o desenvolvimento do presente trabalho, pretende-se estabelecer um “padrão técnico de processo”, documento composto por especificações dos parâmetros de controle do processo e respectivas faixas de trabalho. Além desse documento, pretende-se também estabelecer uma “tabela da garantia da qualidade”, que contém determinações técnicas sobre característica de qualidade do produto e o parâmetro de controle do processo responsável pela sua garantia. O objetivo da implantação do padrão técnico de processo é reduzir a quantidade de alterações realizadas nos parâmetros de controle de processo na introdução de um produto novo, contribuindo para uma preparação (*setup*) de máquina mais eficaz, reduzindo as perdas de produtividade e qualidade, possibilitando eliminar a variabilidade das especificações que ocorrem durante a produção.

Foi realizado então um levantamento de dados, utilizando como base os relatórios gerenciais vigentes na empresa. Os dados coletados foram analisados no sentido de avaliar o desempenho do produto A (por questões de sigilo industrial, o nome correto do produto é omitido) no qual foram aplicadas todas as etapas do QFD no seu desenvolvimento



(isto é, desde as especificações de projeto até as definições de processo). Este produto é fabricado em duas das quatro linhas de produção que a empresa possui e foi o escolhido como “projeto piloto” para implantação do QFD.

Segundo Cauchick Miguel *et al.* (2003), um ponto importante a ser considerado, é a mudança que o uso do QFD como ferramenta de planejamento traz para o processo de desenvolvimento. Além dos fatores organizacionais que a aplicação do método proporciona, como no caso em que o conhecimento de engenharia é retido de uma forma sistemática para que possa ser resgatado em desenvolvimentos futuros, o método possibilita o desenvolvimento de produtos mais robustos e que estão em maior consonância com os clientes. Essa afirmação pode ser ilustrada através dos resultados apresentados na Figura 3, que mostra a redução no índice de devolução do produto do projeto piloto em estudo.

4.1. DIAGNÓSTICO

Pela análise da Tabela 1, constatou-se que o produto A fabricado na linha Y tem deficiência em produtividade, pois seu padrão de *output* (indicador de volume de produção por hora) teve de ser reduzido. No período de onze meses, em

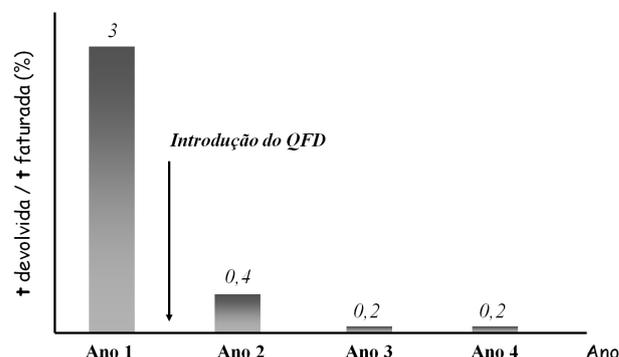


Figura 3. Devoluções do Projeto Piloto.

apenas um mês esteve dentro do valor planejado. Também a meta para o indicador de eficiência de matéria-prima no mesmo período foi atingida em apenas dois meses, da mesma forma o outro indicador de produtividade, que é o de tonelada/quebra, conseguiu atingir a meta em apenas dois meses.

Tabela 1. Perdas do produto A na linha Y.

mês	produção Bruta (Kg)	ruptura de filme	tempo ruptura (min)	eficiência mat.prima (meta 92%)	perda (kg)	produto 2ª classe (kg)	Output padrão	Output real	Quant. de reclamações	Ton/quebra (meta: 11 ton)
Jan	119048	29	344	92,1	63,23	3185	2330	2172	4	6634
Fev	202620	31	319	89,6		4900	2330	2092		6331
Jul	236535	56	806	82,4		4775	2390	1836		4225
Ago	45875	13	2,2	80,9		1900	2160	1936		3529
Set	82290	17	198	87,2		0	2160	2007		4841
Out	131363	9	103	90,4		3315	2160	2150		14596
Nov	139150	16	361	86,8		2365	2160	2093		8697
Dez	502426	62	742	87,9		3155	2160	2168		8104
Jan	127950	11	138	95,3		15400	2160	1896		11632
Fev	232250	46	790	83,0		955	2160	2021		5049
Mar	217800	25	387	79,1		1525	2160	2149		8712

Fonte: dados coletados em campo e organizados pelos autores.

A Tabela 2 mostra o comportamento do mesmo produto fabricado na linha Z. Pela análise da tabela, nota-se que no período de quinze meses a eficiência de matéria-prima também atingiu a meta em apenas 2 meses. Já os indicadores *output* e tonelada/quebra se encontram mais regulares se comparando com a tabela anterior. Entretanto, o indicador de produto de 2ª classe (material fora do padrão de qualidade) apresenta valores muito mais elevados que os da Tabela 1. O indicador eficiência de matéria-prima é diretamente afetado pelo indicador rupturas de filme e o

indicador tonelada/quebra se refere ao volume produzido dividido pelo número de rupturas de filme ocorrido durante a produção.

Para evidenciar o quanto a empresa está perdendo em valor financeiro, foi realizada a somatória apenas do indicador tempo de rupturas da Tabela 1 (linha Y) e multiplicado pelo valor de contribuição da linha produtiva e da mesma forma para a Tabela 2 (linha Z). Depois, somado os dois resultados, foi obtido o valor final de quase 1 milhão de reais em perdas no período referido nas respectivas tabelas.



Tabela 2. Perdas do produto A na linha Z.

mês	produção Bruta (Kg)	ruptura de filme	tempo ruptura (min)	eficiência mat.prima (meta 92%)	perda (kg)	produto 2ª classe (kg)	Output padrão	Output real	Quant. de reclamações	Ton/quebra (meta: 11 ton)
Jan	300717	15	118	94,0	231,3	4311	3470	3392	23	18795
Fev	454438	51	1219	83,4		15995	3470	3149		8739
Mar	594235	54	822	80,4		16383	3470	3614		10804
Abr	566356	36	469	91,2		11668	3470	3795		15732
Mai	902535	77	1063	87,0		12161	3470	3579		18221
Jun	382636	21	295	87,0		8544	3470	3598		18221
Jul	300051	28	507	81,1		6759	3470	3495		10716
Ago	612833	13	213	84,7		9064	3470	3784		13619
Set	639891	28	176	89,4		11267	3470	3865		22853
Out	578555	25	364	90,2		24303	3470	3834		23142
Nov	317782	17	366	88,6		11000	3470	3643		18693
Dez	370795	15	236	93,3		4730	3850	3961		24720
Jan	601037	30	508	90,4		22695	3850	3708		20725
Fev	348377	24	408	89,5		11269	3850	3757		14516
Mar	311685	15	323	88,2	6370	3850	3798	20779		

Fonte: dados coletados em campo e organizados pelos autores.

4.2. Análise das causas

A Figura 4 apresenta um Diagrama de Ishikawa elaborado com o objetivo de buscar a causa raiz das perdas evidenciadas nas Tabelas 1 e 2. O diagrama contém as possíveis causas que podem estar originando as perdas. As

fontes de informações pesquisadas para extrair os dados foram a estrutura de apontamento de perdas vigente na área produtiva, o diário de bordo das linhas de produção (registros e apontamentos de produção) e também os livros de ocorrências de manutenção e produção.

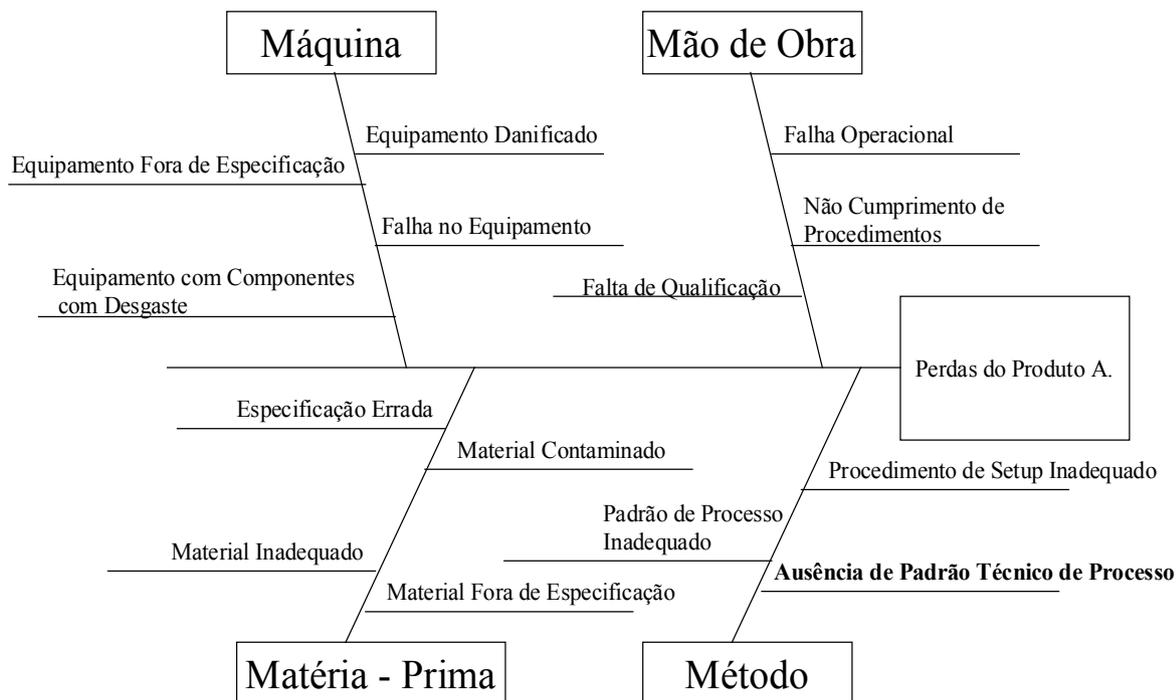


Figura 4. Análise das causa das perdas do produto.

A ausência de um padrão técnico de processo (PTP), indicado em negrito na Figura 3, foi definida como a causa a ser estudada devido as outras já estarem sendo trabalhadas através de grupos de melhoria envolvendo manutenção

e produção, projetos funcionais e interfuncionais que envolvem pessoas das áreas de processo e tecnologia. Além disso, essa escolha deveu-se também à importância do padrão técnico de processo citada por Cheng *et al.* (1995),



afirmando ser o principal documento responsável por transmitir ao chão de fábrica as informações de controle de processo.

A Tabela 3 confirma a necessidade de implantação do PTP, pois através dela pode-se verificar a variabilidade dos

parâmetros de processo no produto A produzido na linha Z. Este fato é ilustrado pela quantidade de alterações, que é necessária durante a produção, indicada nos três últimos meses de realização do trabalho. O objetivo das alterações é alcançar uma condição estável de produção para se obter a qualidade exigida no produto e a redução de perdas.

Tabela 3. Variações dos parâmetros de controle durante a fabricação do produto A.

Linha	Produto	Mês	Quantidade de Alterações
Z	A	Janeiro	36
		Fevereiro	42
		Março	15

Fonte: dados coletados em campo e organizados pelos autores.

Visando analisar esses problemas, foram feitas entrevistas com vários membros do quadro funcional da organização estudada. As entrevistas foram realizadas com os gerentes das áreas industrial (produção) e de tecnologia (engenharia de produto), e com a coordenadora de projetos de novos produtos da área de P&D. Foi identificado pelo setor de tecnologia e P&D a necessidade de um mecanismo em que os gerentes de projeto de produto pudessem transmitir as informações de produção geradas no projeto à área industrial. Por sua vez, o setor industrial identificou como deficiência da sua área a ausência de um documento que

contenha o registro dos valores das variáveis de processo a serem controlados durante o processo de produção. Assim, decidiu-se por estabelecer um meio para transmitir as informações de projeto para a produção. Uma das formas para se iniciar o desenvolvimento do PTP é utilizar as informações registradas nas matrizes de qualidade e processo do QFD, desenvolvidas durante o desenvolvimento dos projetos de produto, conforme ilustra as Figuras 5 (matriz de desenvolvimento de produto) e 6 (matriz de processo de produção).

				QUALIDADE PLANEJADA																
				Avaliação Competitiva										Peso						
				COF	Selagem (N/15mm) no lado tratado (125°C)	Selagem (N/15mm) no lado não tratado (108°C)	Tensão superficial	Encolhimento	Resistência à tração na ruptura	Alongamento na ruptura	Grau de Importância - interno	Empresa	Concorrente A	Concorrente B	Qualidade Planejada	Índice de Melhoria	Argumento de Vendas	Peso Absoluto - Interno	Peso Relativo - Interno	
1o. Nível	2o. Nível	3o. Nível	4o. Nível																	
Boa qualidade da embalagem final	Bom aspecto visual do pacote	Deslizamento adequado		9	3	3					4,9	3,8	3,5	3,8	4,5	1,18	1,5	8,7	11%	
	Boa shelf life	Boa hermeticidade		9	9	9		1			3,4	4,3	4,0	4,2	4,5	1,05	1,0	3,6	5%	
		Boa selagem	Resistência de selagem adequada			9	9					4,3	3,9	3,6	4,0	4,2	1,08	1,0	4,6	6%
			Temperatura de início de selagem adequada		3	3	3	9				4,3	4,0	3,2	3,7	4,1	1,03	1,5	6,6	9%
	Boa barreira										1,6	4,0	4,0	4,1	4,1	1,03	1,0	1,6	2%	
Boa maquinabilidade	Nível de estética			3							2,1	4,3	4,0	4,3	4,3	1,00	1,0	2,1	3%	

Figura 5. Matriz da qualidade.



			Espessura	Granagem	COF	Haze	Enlho (não é controle)	Tensão superficial	Encolhimento	Resistência à tração na ruptura	Alongamento na ruptura	Valores de Controle Linha Y	Valores de controle Linha Z	Peso absoluto	Peso relativo
1o. Nível	2o. Nível	3o. Nível													
Extrusão	Principal	Temperatura da Massa										265 °C	265 °C	0,00	0,0%
		Output	3	3		3	3	3	3	3	3	1900 Kg/h	2836 Kg/H	1,11	10,0%
	Coextrusora	Temperatura da Massa			9							255 °C	255 °C	1,36	12,1%
Estiramento	Formação	Temperatura da Água				3	3					32 °C	34 °C	0,10	0,9%
		Temperatura do Cilindro				3	3					35 °C	38 °C	0,10	0,9%
	MDO	Temperatura													
		Pre aquecimento										110 °C a 114 °C	98 °C a 120 °C		
		Estiro				3	3		3	3	3	110°C/110°C/110°C	113°C/118°C/120°C	0,40	3,6%
	Estabilização										114 °C	122 °C a 124 °C			
	Razão de Estiramento				1	1		9	9	9	4,8	4,68	0,92	8,3%	
	Largura do Filme na Saída							3		1	900 mm	910 mm	0,23	2,1%	
	TDO	Temperatura de Pré-Aquecimento				3	3		3	3	3	170 °C	174,5 °C	0,40	3,6%
		Temperatura de Estiramento				3	3		3	3	3	154 °C	156 °C a 160 °C	0,40	3,6%
Temperatura de Estabilização								3	3	3	165 °C	165 °C	0,30	2,7%	
Velocidade do Ventilador de Pré-Aquecimento					3	3		3	3	3	80%	95%	0,40	3,6%	
Velocidade do Ventilador de Estiramento					3	3		3	3	3	80%	91 % a 92 %	0,40	3,6%	
Velocidade do Ventilador de Estabilização				3	3		3	3	3	80%	75%	0,40	3,6%		

Figura 6. Matriz de Processo.

A partir das informações que constam nas matrizes mostradas nas Figuras 5 e 6, pretende-se dar continuidade no presente trabalho, pela extensão para os outros produtos da organização, a partir desse projeto piloto. A proposta é que as informações que constam nas especificações do produto (especificações da qualidade), bem como os parâmetros de controle de processo mostrados na Figura 6 sejam transferidos para o padrão técnico de processo como um referencial para o planejamento do processo. Esse é, na verdade, o próximo passo do presente trabalho.

5. CONCLUSÕES

Como se observou no presente trabalho, foi identificada a necessidade de se estabelecer um padrão técnico de processo para redução das perdas no processo de produção por meio de um projeto piloto. Assim, possibilita completar a aplicação do QFD, finalizada após a determinação desse padrão. As próximas etapas da presente pesquisa devem se estender para a padronização de outros produtos da empresa, que vem sendo desenvolvido com o uso do QFD. Esta aplicação demonstrou uma contribuição do processo produtivo para a sua estabilidade a fim de assegurar as

respectivas especificações do produto, que devem ser considerados durante a sua fabricação. Constatou-se também que a aplicação contribuiu para a redução de perdas e aumento de produtividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAO, Y. Quality Function Deployment - QFD - Integrating Customer Requirements into Product Design. Portland: Productive Press, 1990.

CABRAL, P.E. et al. "Adding Value to the Packaging Development Guide by QFD". *Proceedings of the 5th International Symposium on Quality Function Deployment*, Belo Horizonte, 1999.

AKAO, Y., ONO, M. e OHFUJI, T. Introdução ao Desdobramento da Qualidade. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CAUCHICK MIGUEL, P.A. et al. "Desdobramento da Qualidade no Desenvolvimento de Filmes Flexíveis para Embalagens". *Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia*, Vol.13, No.2, pp. 87-94, 2003.



CAUCHICK MIGUEL, P.A. Implantação do QFD para o Desenvolvimento de Produtos. São Paulo: Atlas, 2008.

CHEN, S.K., HAN, S.B. e SODHI, M.S., "A conceptual QFD planning model". *Internacional Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 18, No. 8, pp. 796-812, 2001.

CHENG, L.C. et al. QFD – Planejamento da Qualidade. Belo Horizonte: Editora Littera Maciel Ltda., 1995.

CHENG, L.C. e MELO FILHO, L.D.R. QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-Ação. São Paulo: Editora Cortez, 2003.

FERRARI, A. T. Metodologia da Pesquisa Científica. São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil, 1982.

MARCONI, M.A e LAKATOS, E.M. Técnicas de Pesquisa. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

ABREU, F.S. "Desdobramento da Função Qualidade – Estruturando a Satisfação do Cliente". *Revista de Administração de Empresas*, Vol. 37, No. 2, pp. 26-37, 1997.

PEIXOTO, M.O.C. e CARPINETTI, L.R. "Síntese do QFD das Quatro Ênfases e do QFD Estendido: Uma Abordagem de Aplicação". In: XVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Gramado, CD-ROM, 1997.

SENER, Z. e KARSAK, E.E. "A fuzzy regression and optimization approach for setting target levels in software quality function deployment". *Software Quality Journal*, Vol. 18, No. 3, pp. 323-339, 2010.

SULLIVAN, L.P. "Quality Function Deployment - a system to assure that customer needs drive the product design and product process". *Quality Progress*, Vol. 19, No. 6. pp. 39-50, 1986.