

O EMPREGO DO QFD E DA TRIZ NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES INJETADOS: UMA FERRAMENTA DE APOIO AO PROCESSO DE PROJETO E MANUFATURA

Cristiano Vasconcellos Ferreira, M. Eng. Mec.

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Departamento de Engenharia Mecânica – Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – 88034-000

Fernando A. Forcellini, Dr. Eng. Mec.

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Departamento de Engenharia Mecânica – Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – 88034-000

André Ogliari, M. Eng. Mec.

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Departamento de Engenharia Mecânica – Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos
Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – 88034-000

***Resumo.** O desenvolvimento tecnológico tem introduzido, no mercado, novos materiais e processos produtivos. Entre eles, destaca-se a produção de componentes injetados. O desenvolvimento deste produto apresenta uma natureza multidisciplinar e interdisciplinar e envolve as fases de projeto conceitual, preliminar e detalhado. Dentre estas fases, destaca-se como a mais importante, a fase conceitual, uma vez que são tomadas decisões que acabam por determinar o desempenho técnico e econômico do componente nas diversas etapas do seu ciclo de vida. As empresas envolvidas nesta atividade, geralmente, de pequeno e médio porte, apresentam uma estrutura fragmentada. Neste sentido, é importante desenvolver uma metodologia de projeto de produtos que tratem esta atividade de forma integrada, segundo os conceitos da Engenharia Simultânea. O objetivo deste trabalho é apresentar uma Metodologia de Projeto de Componentes Injetados e, principalmente, o emprego de uma nova ferramenta de projeto baseada na integração do QFD (Quality Function Deployment) e da TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving), visando a definição das diretrizes e especificações de projeto de componentes injetados. As diretrizes são orientações para o desenvolvimento do componente, elaboradas considerando questões relacionadas aos distintos campos de conhecimento envolvidos. As especificações são atributos do produto, determinados com base nas diretrizes de projeto.*

Palavras-chave: Projeto Conceitual, Componentes Injetados, QFD, TRIZ

1. INTRODUÇÃO

O consumo de componentes injetados vem registrando significativos crescimentos seja, consequência da substituição dos tradicionais processos produtivos ou pela expansão da demanda. Para acompanhar esta tendência, as empresas devem aprimorar suas técnicas de projeto e processos produtivos. Como resultado desta busca, tem-se que os problemas de projeto podem ser minimizados, assim como, o tempo de desenvolvimento reduzido.

O desenvolvimento de componentes injetados apresenta uma natureza multidisciplinar e interdisciplinar, requerendo um esforço integrado dos diversos setores envolvidos nesta atividade. Sob o ponto de vista organizacional, as empresas deste setor, geralmente, de pequeno e médio porte, possuem uma natureza fragmentada. Na maioria dos casos, tem-se três tipos de empresas envolvidas nesta atividade. São elas: uma primeira, responsável pelo projeto do componente; uma outra, que desenvolve o projeto e a manufatura do molde e, uma terceira, que executa o processo de injeção do componente (Ferreira, 1998).

O projeto de componentes injetados é realizado, geralmente, tendo como base o conhecimento de um conjunto de regras, as quais são oriundas de informações provenientes da experiência de especialistas. Estes especialistas, na maioria dos casos, são práticos que não possuem uma formação adequada e um conhecimento técnico sobre "como" os diversos aspectos relacionados ao processo, ao molde e aos materiais de injeção podem influenciar, mutuamente, o desempenho técnico e o custo destes componentes.

O processo de desenvolvimento de componentes injetados envolve as fases de projeto conceitual, preliminar e detalhado. Entre estas fases, destaca-se a de projeto conceitual, onde são tomadas decisões que acabam por determinar o desempenho técnico e o custo do componente injetado nas diversas etapas do seu ciclo de vida. Com relação aos aspectos de custos deve-se enfatizar que nesta fase são tomadas decisões que acabam por determinar cerca de 70 a 80 % dos custos do ciclo de vida do produto (Blanchard e Fabrycky, 1990).

Entretanto, observa-se que as metodologias de projeto de componentes injetados não contemplam e não apresentam procedimentos para que os critérios técnicos e econômicos deste tipo de produto sejam estimados e avaliados de maneira criteriosa e fundamentada. Portanto, o desafio é fornecer, de forma integrada, à equipe de projeto informações sobre o produto, em um momento em que dispõem-se das maiores oportunidades para aumentar o desempenho técnico e reduzir o custo do componente injetado.

Tendo em vista este cenário, é importante que seja proposta uma metodologia e, ao mesmo tempo, ferramentas de projeto de componente injetados que tratem esta atividade de forma integrada e segundo os conceitos da Engenharia Simultânea. Desta forma, procurando vencer este desafio e preencher uma lacuna de estudo nesta área, está sendo apresentada uma Metodologia de Projeto Conceitual de Componentes Injetados, com ênfase, em uma nova ferramenta de projeto denominada de Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados. Esta nova ferramenta integra os conceitos do QFD e da TRIZ.

2. METODOLOGIA DE PROJETO DE COMPONENTES INJETADOS

Uma metodologia de projeto de componentes injetados pode ser definida como sendo um conjunto de procedimentos, sistemáticos, onde empregando-se ferramentas adequadas (meios), busca-se uma solução que atenda as necessidades dos clientes e que contemple as recomendações, as imposições, as limitações, as restrições técnicas e econômicas, relacionadas ao próprio componente, ao processo, ao molde e ao material de injeção.

A metodologia de projeto de componentes injetados proposta tem como base algumas observações oriundas da observação do contexto das práticas do setor e do estudo da literatura. São elas:

- i) Os componentes injetados são tratados, em geral, como partes indivisíveis de dado sistema técnico. Como as metodologias, em geral, são elaboradas para o projeto sistemas técnicos como um todo, observa-se uma lacuna em metodologias para tratar com o projeto de componentes individuais;

ii) O projeto de componentes injetados ocorre em um ambiente industrial cuja estrutura organizacional é fragmentada, onde observa-se a presença de diferentes especialistas trabalhando isoladamente. Portanto, nota-se que as habilidades destes especialistas precisam ser integradas, principalmente, na fase de projeto conceitual;

iii) O desenvolvimento inicial de componentes injetados é realizado empregando-se informações subjetivas e qualitativas, utilizando-se da experiência dos profissionais envolvidos nesta atividade e baseando-se em recomendações de projeto. Esta prática tem gerado problemas durante a execução do projeto, assim como, aumentado o tempo de desenvolvimento deste tipo de produto;

iv) Os problemas mais comuns relacionados ao desenvolvimento de componentes injetados são a inadequada geração, avaliação e exploração da viabilidade técnica e econômica das alternativas de concepção do componente. E, também, a ineficiente avaliação do componente em relação a facilidade de produção, aos custos do processo de injeção e ao projeto do molde de injeção (Chin et al, 1996).

A partir destas colocações, é possível definir um cenário, onde nota-se a existência de um grande potencial para o estudo e a proposição de metodologias de projeto conceitual de componentes injetados, as quais devem buscar a integração dos distintos campos de conhecimentos envolvidos nesta atividade.

O desenvolvimento de componentes injetados, conforme mostrado na "Fig.1", envolve a consideração de informações técnicas e econômicas, relativas aos seguintes **campos de conhecimento**: engenharia de projeto do componente, engenharia do processo de injeção, engenharia de projeto e manufatura do molde, engenharia de materiais e engenharia de custos.

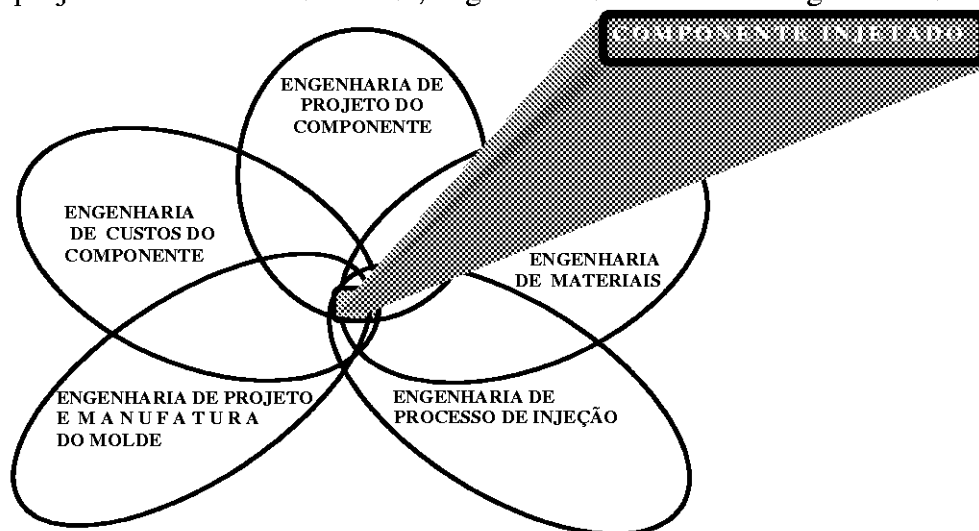


Figura 1. Campos de conhecimento envolvidos no projeto de componentes.

Neste contexto, estudando as metodologias de projeto de sistemas técnicos, as ferramentas de projeto e de engenharia simultânea, bem como, as práticas de projeto de componentes injetados, propõe-se uma metodologia de projeto de componentes injetados, conforme ilustrada na "Fig. 2". Esta metodologia compõe-se de uma série de procedimentos e ferramentas que buscam auxiliar o desenvolvimento conceitual do componentes injetado. A fase de projeto conceitual compreende às etapas de definição das diretrizes e das especificações de projeto, geração de alternativas de concepção, estimativa de custos das alternativas de concepção e seleção da alternativa de concepção do componente.

A solução conceitual resultante constitui-se numa representação do componente, descrita através de um conjunto de atributos (técnicos e econômicos) e de princípios geométricos.

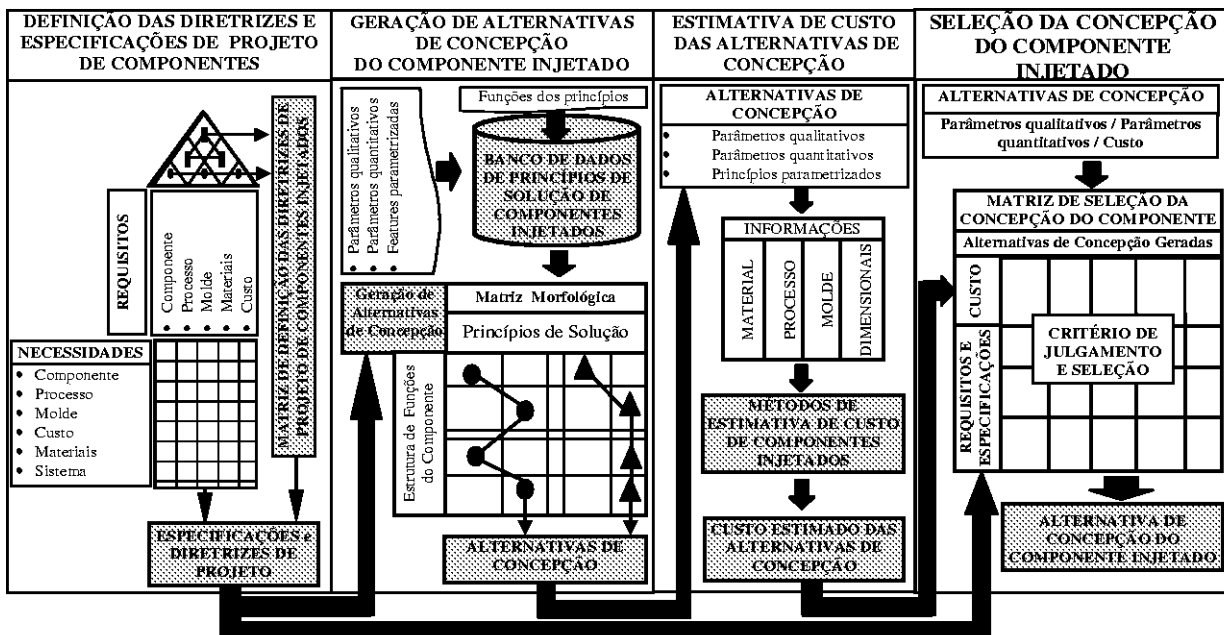


Figura 2. Metodologia Proposta de Projeto e Estimativa de Custos de Componentes Injetados.

Segundo a metodologia proposta, a primeira etapa do projeto conceitual constitui-se da definição das diretrizes e das especificações de projeto dos componentes. Para isto, propõe-se uma nova ferramenta de projeto denominada Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados, desenvolvida com base nos conceitos do QFD e da TRIZ. Os detalhes desta ferramenta serão descritos no item que segue.

Na segunda etapa do projeto conceitual são geradas as alternativas de concepções do componente injetado tendo como base as diretrizes de projeto. A geração destas concepções pode ser realizada empregando-se uma ferramenta de projeto denominada Matriz Morfológica (Pahl e Beitz, 1996), juntamente, com algoritmos de combinação de princípios de solução.

Na terceira etapa do projeto conceitual são estimados os custos das alternativas de concepções. Neste caso, consideram-se os custos de material, do processo de injeção e do molde de injeção do componente. Para estimar o custo do molde deve ser determinado o custo de material, de fabricação da base e da cavidade do molde. A obtenção destes custos pode ser realizada utilizando-se os Métodos de Estimativa de Custos, conforme Boothroyd et al apud Ferreira (1998).

Na última etapa do projeto conceitual ocorre a seleção da alternativa de concepção mais apropriado para o componente. Esta seleção envolve a consideração de aspectos técnicos e econômicos para o projeto. Sob o ponto de vista técnico devem ser avaliadas questões relacionadas aos atributos funcionais, de forma, estética, durabilidade, operacionalidade, segurança, moldabilidade do processo de injeção, capacidade do equipamento de moldagem, projeto do molde e fabricação do molde de injeção, entre outros. Sob o ponto de vista econômico deve ser avaliado o custo destas concepções. Para que a seleção da alternativa de concepção do componente seja realizada de maneira sistemática e criteriosa propõe-se o emprego de uma ferramenta de projeto denominada de Matriz de Decisão (Pugh, 1990 e Ferreira, 1997).

Neste trabalho, evidenciou-se a importância do estudo de metodologias e ferramentas de projeto que tratem a concepção do produto de forma integrada. Entre estas ferramentas, destaca-se a Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados, a qual será descrita a seguir.

3. A MATRIZ DE DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES DE PROJETO DE COMPONENTES INJETADOS

A Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados é uma ferramenta de projeto que tem como objetivo fornecer orientações para o desenvolvimento de componentes em uma fase inicial do projeto. Esta matriz auxilia a definição das diretrizes e especificações de projeto, considerando de forma integrada e simultânea, as informações relativas as necessidades dos clientes, aos requisitos dos distintos campos de conhecimentos envolvidos nesta atividade, os problemas e as soluções de projeto de componentes injetados.

Esta ferramenta foi proposta considerando a filosofia e os conceitos apresentadas no QFD (*Quality Function Deployment*) e na TRIZ (*Theory of Inventive Problem*).

O QFD, do inglês *Quality Function Deployment*, é uma forma sistemática de traduzir as necessidades dos clientes em requisitos do produto a serem providos pela organização, considerando as diversas etapas do ciclo de desenvolvimento do produto. O QFD compõem-se de diversas ferramentas. Entre elas, destaca-se a Primeira Matriz do QFD, conforme ilustrada na "Fig. 3". Trata-se de uma ferramenta de auxílio ao projeto que busca compreender "o que" os clientes querem do produto e determinar "como" é possível satisfazer aquelas necessidades, do melhor modo e com os recursos disponíveis. (Akao, 1990).

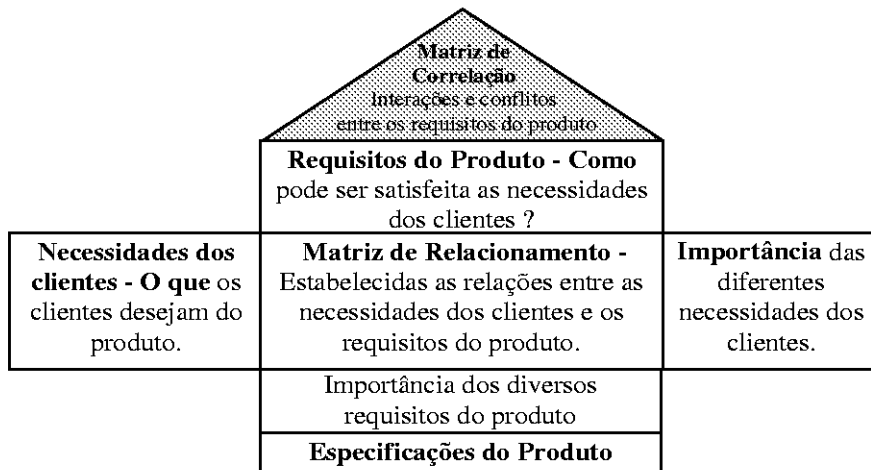


Figura 3. Primeira matriz do QFD - Quality Function Deployment (Akao, 1990).

A TRIZ (*Theory of Inventive Problem*) foi desenvolvida por Genrich Altshuller, no final da década de 40. Para isto, o autor pesquisou, aproximadamente, 1.500.000 patentes de produtos, e observou a existência de uma série de 40 princípios inventivos, os quais configuram-se em recomendações para o desenvolvimento de novos produtos; notou também a existência de 39 parâmetros de engenharia (requisitos do produto), os quais auxiliam na identificação de possíveis conflitos de sistemas técnicos. (Mazur, 1995)

Segundo Altshuller apud Mazur (1995), a atividade de desenvolvimento de produtos pode ser definida como sendo um processo de busca por uma "solução ideal" para as necessidades dos clientes. Dentro deste raciocínio, o processo de projeto de produtos pode ser visto como sendo um processo de satisfação dos requisitos do produto (parâmetros de engenharia) e de busca de soluções (princípios de solução).

A satisfação dos requisitos do produto é uma atividade complexa, uma vez que, durante a sua execução, pode ocorrer o surgimento de "contradições" e "conflitos" entre os requisitos. Para solucionar estas contradições e conflitos faz-se necessário buscar um ou mais princípios inventivos. Para isto, foi desenvolvida uma ferramenta de projeto denominada de Matriz de Contradições da TRIZ, ilustrada na "Fig. 4".

MATRIZ DE CONTRADIÇÕES DA TRIZ		CAMPO 2					
		CONFLITOS ENTRE OS REQUISITOS DO PRODUTO (39)					
		Requisito 1	Requisito 2	Requisito 3	Requisito n
CAMPO 1	OTIMIZAÇÃO DOS REQUISITOS DO PRODUTO (39)	Requisito 1					
		Requisito 2					
		Requisito 3			CAMPO 3		
		...			PRINCÍPIOS INVENTIVOS (40)		
		...					
		Requisito n					

Figura 4. Matriz de Contradição da Theory of Inventive Problem (TRIZ). (Mazur, 1995)

Para utilizar a Matriz de Contradição da TRIZ, primeiramente, a equipe de desenvolvimento do produto deve analisar o projeto em questão e identificar os requisitos de projeto que devem ser otimizados e, aqueles, que causam conflitos ou contradição com os primeiros. Assim, por exemplo, supondo o projeto de um reservatório cilíndrico e um requisito a ser otimizado, tal como, *espessura de parede*, pode-se identificar um requisito conflitante tal como a *resistência ao carregamento*.

Na sequência, empregando-se a Matriz de Contradição da TRIZ, deve-se identificar no "campo 1", o requisito do produto a ser otimizado (*espessura de parede*, por exemplo) e, no "campo 2", deve-se levantar aqueles requisitos que causam "contradições" com o primeiro (*resistência ao carregamento*, por exemplo). Das relações entre os requisitos a ser otimizado, obtém-se uma indicação para a solução do problema, a qual é dada pelos princípios inventivos listados no "campo 3" da Matriz de Contradição da TRIZ.

Dentro deste raciocínio, considerando a abordagem proposta pela TRIZ, pode-se considerar que o desenvolvimento de componentes injetados pode ser visto como um processo de otimização dos requisitos do produto e de busca de soluções, considerando as restrições impostas pela engenharia de projeto do componente, engenharia de processo, engenharia de projeto e manufatura do molde, engenharia de materiais e engenharia de custos. Desta maneira, entende-se que, melhor será a qualidade, a moldabilidade, a manufaturabilidade e o baixo custo do componente injetado, quão mais o seu projeto refletir as reais necessidades dos clientes, os requisitos do componente, as recomendações de projeto dada por especialistas e a eliminação das restrições e contradições impostas pelos distintos campos de conhecimentos envolvidos nesta atividade.

Considerando esta hipótese e analisando as ferramentas de projeto descritas neste trabalho tem-se que, para levantar as necessidades dos clientes e estabelecer os requisitos de projeto pode-se empregar a Primeira Matriz do QFD e, para solucionar problemas relacionados as restrições e as contradições impostas distintos pelos campos de conhecimento envolvidos nesta atividade pode-se empregar as informações provenientes da Matriz de Contradições da TRIZ.

A Matriz de Contradição da TRIZ, originalmente, foi desenvolvida considerando o domínio de projeto de sistemas técnicos. Para ser empregada, adequadamente, no desenvolvimento de componentes injetados, faz-se necessário, primeiramente, mapear as informações nela descritas e, na sequência, adequá-las para o domínio de projeto e de componentes. Para isto, podem ser empregadas as regras e as recomendações de projeto de componentes injetados. Como resultado deste mapeamento tem-se uma nova ferramenta de projeto denominada **Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados**, ilustrada na figura 5.

Esta Matriz constitui-se de uma base de conhecimento de projeto de componentes injetados elaborada, considerando as regras, as recomendações de especialistas e as restrições impostas pelos distintos campos de conhecimentos necessários ao projeto de componentes.

A ferramenta proposta apresenta uma estrutura semelhante a Matriz de Contradição da TRIZ diferindo no tipo de informações disponível, uma vez que considera o domínio de produtos de plásticos injetados.

A Matriz fornece como informações de saída as diretrizes de projeto, isto é, orientações para o desenvolvimento do componente injetados. Estas diretrizes serão empregadas para estabelecer as especificações de projeto de componentes injetados, na primeira etapa do projeto conceitual.

MATRIZ DE DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES DE PROJETO DE COMPONENTES INJETADO						
		CONFLITOS ENTRE OS REQUISITOS				
		Requisitos do Componente	Requisitos do Processo	Requisito do Molde	Requisitos do Material	Requisitos de Custo
OTIMIZAÇÃO ENTRE REQUISITOS	Requisitos do Componente		Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto
	Requisito do Processo	Diretrizes de projeto		Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto
	Requisito do Molde	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto		Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto
	Requisito de Material	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto		Diretrizes de projeto
	Requisito de Custo	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	Diretrizes de projeto	

Figura 5. Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados.

As diretrizes de projeto de componentes injetados podem ser apresentadas na forma de regras, tal como, *os raios de arredondamento das paredes internas dos componentes injetados devem ser maior do 5 mm*. E, também, na forma de princípios funcionais, por exemplo, *para aumentar a resistências das paredes internas de componentes injetados podem ser empregados reforços do tipo gusset*, como ilustrado na "Fig. 6".

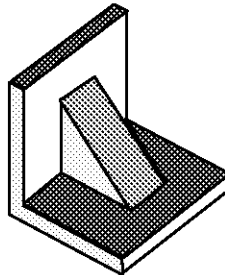


Figura 6. Exemplo de diretriz de projeto apresentada sob a forma de princípio de solução.

4. O PROCESSO DE ESTABELECIMENTO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

A definição das especificações de projeto do componente injetado é realizada integrando a Primeira Matriz do QFD e a Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados, conforme o modelo ilustrado na "Fig. 7".

As especificações de projeto constituem-se em requisitos, qualitativos e quantitativos, que definem as características operacionais e as funções do produto, além de, orientações e recomendações para o desenvolvimento de componentes injetados.

Para definir as especificações de projeto de componentes injetados, primeiramente, a equipe de projeto deve identificar na **Matriz de Correlação do QFD** as contradições ou os conflitos existentes entre os requisitos do componente, do processo de injeção, do molde de injeção, do material de injeção e de custo. Na sequência, empregando-se a **Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados**, a equipe de projeto, deve identificar as diretrizes para o desenvolvimento do componente injetado. E, finalmente, considerando estas diretrizes e os requisitos, são estabelecidas as especificações de projeto.

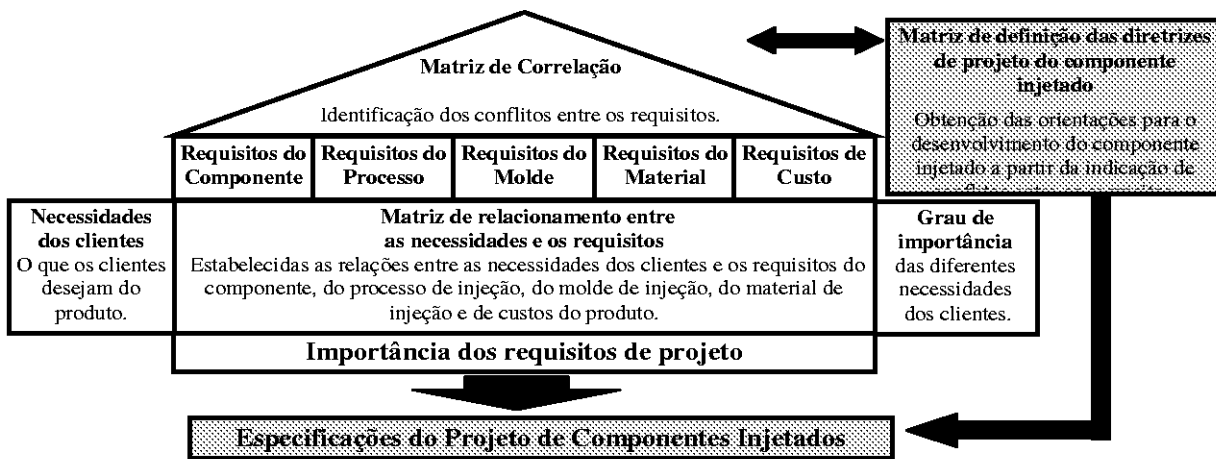


Figura 7. Ferramenta proposta para definir as especificações de projeto de componentes.

O emprego da Matriz do QFD e da Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados, integradamente, visando o estabelecimento das especificações de projeto do componente injetado está apresentado, em detalhes, sob as seguintes tarefas:

- **Tarefa 1:** Segundo a abordagem do QFD, levantar as necessidades dos clientes, da engenharia do componente, do processo, do molde, do material, de custo e do sistema técnico.
- **Tarefa 2:** Segundo a abordagem do QFD, estabelecer os requisitos de projeto do componente, do processo, do molde, do material e de custos.
- **Tarefa 3:** Segundo a abordagem do QFD, relacionar as necessidades dos clientes com os requisitos de projeto procurando identificar como um determinado requisito contribui para satisfazer uma determinada necessidade do cliente.
- **Tarefa 4:** A equipe de projeto, analisando o problema em questão, deve identificar na Matriz de Correlação do QFD os conflitos existentes entre os requisitos de projeto do componente, do processo, do molde, do material e de custos. Estas correlações indicam que, para um dado requisito a ser otimizado, existe, uma ou mais contradições..

Por exemplo, supondo o desenvolvimento de um componente que apresenta um requisito de projeto "*resistência lateral da parede*" e um requisito do processo de injeção "*espessura de paredes uniformes e finas*", observa-se que maior será a resistência lateral do produto quão maior for a espessura da parede do mesmo. Entretanto, do processo de injeção sabe-se que a espessura da parede deve ser fina e uniforme para garantir uma adequada moldabilidade. Portanto, nesta situação identifica-se um conflito entre o requisito do projeto e do processo de injeção. A solução deste conflito pode ser obtida empregando-se a Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados.

- **Tarefa 5:** A equipe de projeto deve identificar as orientações para a resolução de conflitos na Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados.

No exemplo apresentado, para solucionar o conflito entre os requisitos, a equipe de projeto, empregando a Matriz citada, pode-se diretrizes do tipo: "Para aumentar a resistência lateral da parede do componente e garantir uma adequada moldabilidade do processo de injeção deve-se utilizar reforços do tipo *gusset*" e "*a espessura da parede de componentes deve ser maior do que 5 mm*".

- **Tarefa 6:** A equipe de projeto deve definir as especificações de projeto de componentes injetados. Para isto, considerando as diretrizes de projeto, deve-se associar valores aos requisitos, com o objetivo de determinar as especificações de projeto.

No exemplo apresentado, pode-se definir como especificação de projeto "*espessura de parede maior do 5 mm*" e "*para aumentar a resistência lateral da parede do componente e garantindo a sua moldabilidade injeção deve-se utilizar reforços do tipo *gusset**".

A "Fig. 8" sintetiza a aplicação da ferramenta proposta no exemplo dado.

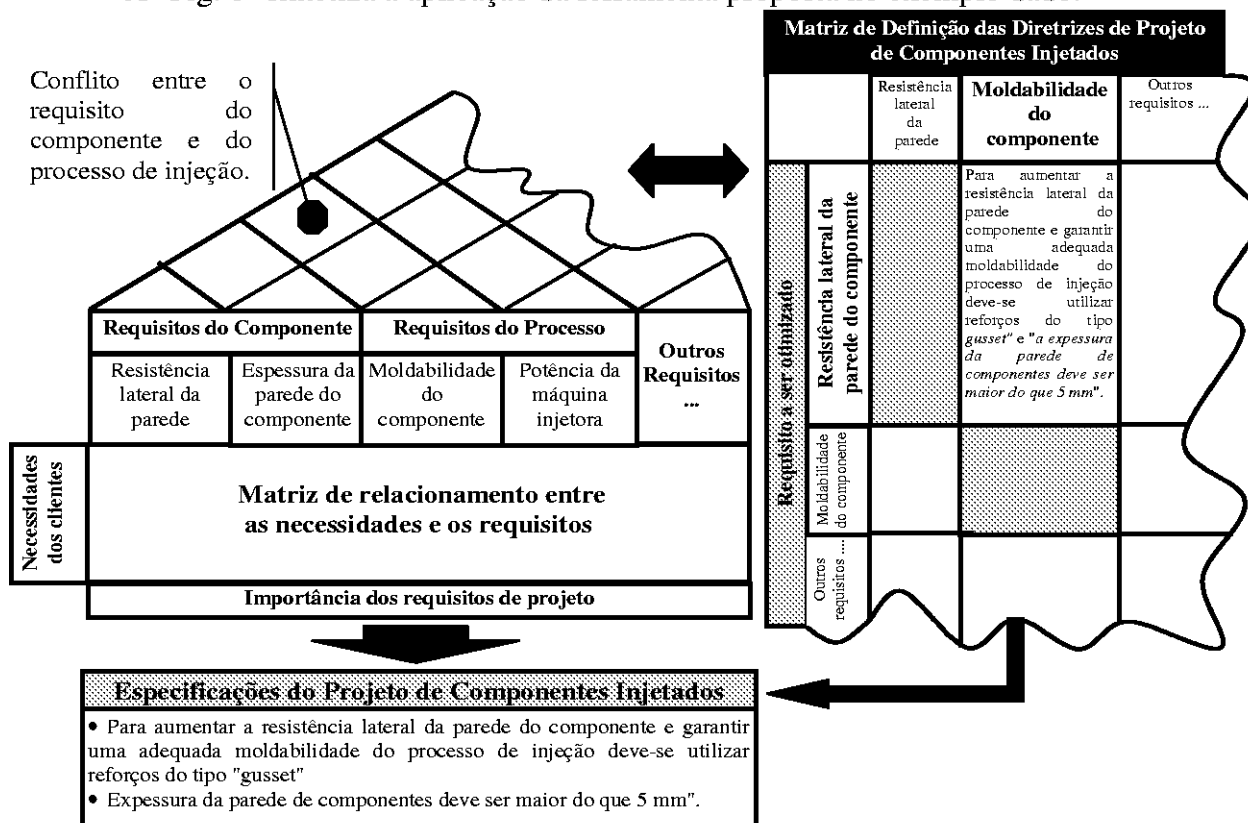


Figura. 8. Aplicação da ferramenta proposta considerando o exemplo dado.

A execução destes procedimentos visa estabelecer as Especificações de Projeto do Componentes Injetados empregando uma abordagem integrada. Estas informações são orientações para que a equipe de projeto desenvolva o componente injetado considerando a influência, as restrições e as imposições dos distintos campos de conhecimento envolvidos nesta atividade. A aplicação desta ferramenta visa minimizar a ocorrência de problemas e reduzir o tempo de desenvolvimento do componente injetado.

5. CONCLUSÕES

A metodologia e ferramenta proposta procura considerar desde as etapas iniciais de projeto, os diversos segmentos industriais envolvidos no desenvolvimento dos componentes injetados, propiciando que o mesmo seja realizado de forma integrada, segundo as práticas e os conceitos da Engenharia Simultânea. A sua aplicação no projeto de componentes injetados visa eliminar os conflitos e as contradições que venham a ocorrer, indicando e estabelecendo as diretrizes para resolvê-los. Os procedimentos da ferramenta proposta contribuem na organização do processo de levantamento das necessidades, de estabelecimento dos requisitos de projeto, de definição das especificações relacionadas aos distintos campos de conhecimentos envolvidos na concepção do componente.

A TRIZ vem sendo utilizada por diversos segmentos industriais. Entretanto, esta teoria foi desenvolvida considerando que o produto em questão é composto por um sistema técnico. Conforme colocado anteriormente, a abordagem dada ao projeto de sistema difere daquela empregada no projeto de componentes. Desta forma, faz-se necessário sistematizar as informações da TRIZ adaptando seus conceitos para o domínio de projeto de componentes injetados. As regras e as recomendações de projeto neste domínio podem ser obtidas a partir

de informações disponíveis na literatura, em catálogos técnicos e, ainda, tendo como base o conhecimento de especialistas envolvidos nesta atividade.

A Matriz de Definição das Diretrizes de Projeto de Componentes Injetados é uma base de conhecimento e visa agregar nas etapas iniciais do processo de projeto, as informações relacionadas ao processo, ao molde, ao material de injeção e a custos, propiciando uma avaliação, em maiores detalhes, do comportamento do componente injetado nas diversas etapas do seu ciclo de vida. Facilita, ainda, a condução do processo de projeto e, possibilita que o produto seja projetado de acordo com aspectos funcionais, de manufatura e de custos.

6. REFERENCIAS

- Akao, Y., 1990, Quality Function Deployment - QFD : Integrating Customers Requirements into Product Design. Productivity Press. Cambridge.
- Beiter, K.A.; Cardinal, J.M. e Ishii, K., 1995, Design for Injection Molding: Balancing Mechanical Requirements, Manufacturing Costs and Material Selection. Proceedings of the ASME Computer Integrated Design Conference. September.
- Blanchard, B.S e Fabrycky, W. J., 1990, System Engineering and Analysis. Second Edition. Prentice-Hall. Inc.
- Chin. K. e Wong, T.N., 1996, Developing a Knowledge-based Injection Mould Cost Estimation System by Decision Tables. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- Ferreira, C.V., 1997, Estimativa de Custos na Fase de Projeto Conceitual: Uma Metodologia para Seleção da Estrutura Funcional e da Alternativa de Solução. Dissertação.EMC.UFSC.
- Ferreira, C.V., 1998, Estimativa de Custos de Componentes Injetados. Relatório Final. UFSC.
- Mazur, G. 1995. TRIZ: <http://www-personal.engin.umich.edu/~gmazur/triz>

THE EMPLOYMENT OF QFD AND TRIZ DURING THE DESIGN PROCESS OF INJECTION MOULDED COMPONENTS: A TOOL OF SUPPORT TO DESIGN AND MANUFACTURING

The technological development has been introducing, in the market, new materials and productive processes. Among them, it stands out the process of production of injected components. The development of this product type presents a nature multidisciplinary and interdisciplinary. The design process of injection moulded components involves the phases of conceptual, preliminary and detailed design. Among of these phases, it stands out as the most important, the conceptual design phase, where it is made decisions that determine the technical and economic performance of the component in the several stages of its life cycle. The industries involved in this activity, generally, of small and medium capacity, it presents a broken into fragments structure. In this sense, it is important to develop a Design Methodology and a Design Tools of Injection Moulded Components that it treats this activity in an integrated way. The objective of this work is to present a Design Methodology of Injection Moulded Components and, mainly, the employment of a new design tool based on the integration of Quality Function Deployment and the Theory of Inventive Problem Solving seeking the definition of the specifications and of the guidelines of project of injected components. The guidelines are orientations to design an injection moulded components, elaborated considering subjects related to the different knowledge fields involved in this activity. The specifications are product's attributes obtained considering the guidelines.

Key-words: Conceptual Design, Injection Moulded Components, QFD, TRIZ