

ESTUDO DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DO DFA, DFM E FMEA COMO FERRAMENTAS DE AUXÍLIO PARA O PROJETO DE INTERFACES NA FASE DE PROJETO CONCEITUAL

Luiz Fernando Segalin de Andrade, Eng.

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produto – NeDIP, Campus Universitário – Trindade, CP476 CEP 88040-900 Florianópolis, SC. E-mail: feca@nedip.ufsc.br

Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng.

UFSC. NeDIP. E-mail: forcellini@emc.ufsc.br

Resumo. *O presente trabalho tem como objetivo o estudo da viabilidade de utilização de DFA, DFM e FMEA como ferramentas de auxílio ao projeto de interfaces na fase de Projeto Conceitual (PC). Este se justifica porque o projeto das interfaces entre componentes ainda vem sendo abordado de forma incipiente.*

Trabalhos como os de Ullman (1992) e Ulrich e Eppinger (1995) propõem metodologias para o desenvolvimento de interfaces no Projeto Preliminar. No entanto, nesta fase pode ocorrer problemas conceituais ocasionando iterações que causam atrasos no cronograma, aumento do custo e piora da qualidade do produto.

Outros trabalhos sobre o assunto falam da importância do tema mas não apresentam detalhes de como executá-lo. Sousa (1998) fala sobre a utilização dos métodos de DFA e DFM para auxiliar na determinação do conceito do projeto. O autor coloca a viabilidade da utilização desses métodos e as contribuições que podem dar ao projeto.

Além disso, os processos de seleção utilizados no projeto de produtos apresentam uma grande carga de subjetividade. Esta subjetividade pode limitar a capacidade de inovação do(s) projetista(s). Assim, pode-se pensar que os princípios de DFA e DFM fornecem informações quanto à manufatura e montagem de modo a facilitar a escolha da melhor concepção para o problema de projeto. Da mesma forma pode-se pensar na utilização da ferramenta FMEA como instrumento de auxílio à tomada de decisões.

Lembrando que a fase de PC é um dos pontos críticos do projeto pois acarreta cerca de 20% do trabalho e implica em 80% do seu custo pode-se verificar a possibilidade da realização de estudos sobre a viabilidade de elaboração de uma metodologia de projeto de interfaces que possibilite o emprego dos métodos de DFA, DFM e da ferramenta FMEA no PC fornecendo parâmetros mais concretos para a seleção de concepções.

Palavras-chave: projeto de interface, projeto conceitual, DFA, DFM, FMEA.

1 INTRODUÇÃO

O processo de projeto vem sofrendo constantes modificações ao longo das últimas décadas no que diz respeito a sua abordagem. Diversos autores vêm propondo formas de sistematizá-lo de modo a criar uma metodologia para o seu desenvolvimento buscando atender os critérios, cada vez mais exigentes, de tempo, custo e qualidade. Estes têm implicações diretas na competitividade das empresas e no grau de inovação dos produtos desenvolvidos.

Devido a tais parâmetros serem, na maioria das vezes, conflitantes, é comum que, durante o desenvolvimento de um projeto, sejam adotadas soluções de compromisso. Com o objetivo de buscar alternativas a estas vêm sendo desenvolvidos diferentes métodos e ferramentas de auxílio ao projeto de produto. Assim, cada vez mais, ampliam-se as alternativas de escolha para o projetista no que diz respeito à forma como se dará o desenvolvimento do projeto.

Sendo então o processo de projeto, segundo a metodologia utilizada pelo Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NeDIP) a qual foi proposta por Ferreira (1997), composto de quatro fases: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Preliminar e Projeto Detalhado, pode-se verificar que ainda existem lacunas a serem exploradas dentro destas fases. Uma destas lacunas diz respeito ao projeto de interfaces.

As metodologias existentes contemplam o projeto de interfaces apenas na fase de Projeto Preliminar e de maneira secundária, isto é, determinam-se os princípios de solução e a combinação mais adequada dos mesmos para solucionar o problema de projeto, para então serem definidos os leiautes do produto e, por fim, iniciar o estudo das suas interfaces. No entanto, este procedimento pode acarretar problemas como a necessidade de se executarem iterações devido a problemas de incompatibilidade de princípios ou mesmo de necessidade de interfaces muito complexas entre dois princípios. Estes problemas, por sua vez, provocam atrasos no andamento do projeto e, consequentemente, aumento dos custos e má qualidade do produto.

Além disso, pode-se verificar a importância do tema por meio da afirmação de Ullman (1992) que, ao propor uma sistemática de desenvolvimento de interfaces na fase de Projeto Preliminar, coloca que as “*funções ocorrem nas interfaces entre componentes*”. Cabe ressaltar que o conceito de interfaces a ser estudado é o de interfaces entre componentes, ou seja, “*a área de fronteira entre regiões adjacentes, e que constitui ponto em que interagem sistemas independentes de diversos grupos*” ou “*a interconexão entre dois equipamentos que possuem diferentes funções e que não se poderiam conectar diretamente*” (FERREIRA, 2003).

Outro ponto a ser melhorado no âmbito das metodologias de projeto e que está relacionado ao projeto de interfaces é o processo de seleção de concepções do produto. Já existem diversas propostas para isso, entretanto estas ainda estão pautadas em critérios subjetivos que dependem da experiência da equipe de projeto.

Também relacionados ao projeto de interfaces encontram-se trabalhos que propõem a utilização de métodos de Projeto para Montagem (DFA) e Projeto para Manufatura (DFM) na fase de Projeto Conceitual. Entretanto, estes ainda apresentam-se num estágio inicial e não entram em detalhes quanto a sua utilização.

Um outro instrumento de auxílio no desenvolvimento de produtos é o método de Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos¹ (FMEA), que foi desenvolvido com o intuito de auxiliar no diagnóstico e previsão de falhas de equipamentos. No entanto, devido ao seu caráter preditivo, passou a ser utilizado no projeto de produtos. Isto porque ao aplicar um FMEA no projeto pode-se determinar os pontos críticos do mesmo fazendo com que a equipe, por meio de análises de modos de falha e efeitos defina prioridades no dimensionamento e seleção de materiais de cada componente. Esta ferramenta,

¹ Do inglês *Failure Mode and Effects Analisys* (FMEA)

assim como o DFA e o DFM, é utilizada na fase de Projeto Preliminar. Contudo, devido a esta implicar em previsões de funcionamento ela é perfeitamente passível de utilização no Projeto Conceitual e também se relaciona com o projeto de interfaces do produto uma vez que estas podem ser consideradas como pontos de risco do mesmo.

Assim, devido aos fatores acima expostos este artigo tem por objetivo fazer uma revisão bibliográfica sobre os métodos de DFA e DFM e a ferramenta de FMEA bem como sobre o processo de projeto focando na fase conceitual do mesmo e verificando a possibilidade de utilização desses como apoio ao projeto de interfaces.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Fase De Projeto Conceitual

Segundo o modelo do NeDIP, nesta fase são utilizados, entre outros, o método da Estruturação Funcional (cujo objetivo é desdobrar a Função Global do produto em funções parciais até o nível das estruturas elementares), a ferramenta da Matriz Morfológica (a qual consiste de uma matriz que relaciona em sua primeira coluna as funções elementares retiradas da estrutura funcional e enumera nas colunas restantes e nas respectivas linhas os princípios de solução associados às funções) e os métodos de seleção de concepções de julgamento da viabilidade, disponibilidade tecnológica, exame passa - não passa e a Matriz de Pugh. Em cada uma destas técnicas são feitas seleções que dão o rumo para o restante do projeto. Não à toa Back e Forcellini (2000) apontam que nesta fase são executados cerca de 20% do trabalho do projeto e estes definem 80% do seu custo. Isto se deve ao fato de estar-se saindo da fase abstrata do processo e partindo-se para a fase de concretização do produto sem, no entanto, ter-se gasto muitos recursos.

Assim, a fase de Projeto Conceitual pode ser considerada como a fase de criação do projeto pois nela são desenvolvidos os conceitos do produto. Por ser a fase que envolve a maior carga de criatividade é, também, a que está mais sujeita a subjetividade. Tal subjetividade apesar de ser intrínseca ao projetista pode ser nociva ao projeto no sentido de restringir sua possibilidade de inovação. Isto porque o caráter inovativo está diretamente associado aos métodos utilizados nesta fase bem como à experiência da equipe de projeto. Diante disso diversos trabalhos já foram desenvolvidos no intuito de se reduzir a subjetividade dos métodos empregados no Projeto Conceitual. Alguns exemplos são a abordagem axiomática de projetos (Suh, 1990 *apud* Sozo, 2002), a matriz de avaliação (Pugh, 1992 *apud* Forcellini, 2003) e o trabalho de Sozo (2002) que desenvolveu um método que utiliza a abordagem axiomática de projetos nos processos de avaliação de conceitos. Todavia, estes métodos apresentam-se complexos ou muito subjetivos.

Dessa forma percebe-se a necessidade de serem desenvolvidos ou utilizados novos métodos que reduzam as incertezas associadas aos processos de geração e seleção de concepções para o produto.

2.2 O Projeto De Interfaces

Uma forma de reduzir as incertezas nos processos de criação e seleção de conceitos para o produto seria fazer um mapeamento das condições de contorno associadas ao problema de projeto. Entende-se aqui o termo condições de contorno, comumente utilizado na matemática, como sendo o estado daquilo que se encontra nos limites ou fronteiras do problema em questão sejam grandezas e/ou variáveis.

Pode-se fazer uma analogia do problema de projeto com problemas de equações diferenciais se considerarmos as condições de contorno destas como as interações, interfaces e restrições daquele.

A grande vantagem da determinação das condições de contorno é que a passagem do nível de abstração para o nível concreto se torna menos abrupta e incerta, ou seja, ao invés de criarem-se os princípios de solução diretamente a partir da estrutura de funções pode-se reduzir a possibilidade de problemas nas fases posteriores pela determinação de uma arquitetura do produto que inclua as suas interfaces. Assim, parâmetros para o desenvolvimento do projeto como as variáveis envolvidas, fluxos de material energia e sinal bem como as próprias interfaces do mesmo, tornam-se mais evidentes, e consequentemente mais presentes para o projetista.

Neste sentido, Ulrich e Eppinger (1995) propõem a determinação da arquitetura do produto de modo que seja feito um mapeamento de interações entre funções e se estabeleça previamente, e num nível abstrato, as possíveis interfaces do produto. Contudo, a proposta dos autores está inserida no Projeto Preliminar o que indica que para a sua aplicação já existe uma concepção definida. Já Otto e Wood (2000) descrevem a possibilidade de utilização do método de Ulrich e Eppinger (1995) ainda na fase de Projeto Conceitual e, além disso, apresentam outra proposta a qual é um método de geração da arquitetura e determinação dos possíveis módulos por meio de heurísticas. Esta proposta apresenta a vantagem de utilizar as especificações de projeto e as restrições do produto como parâmetros para o desenvolvimento da arquitetura do produto.

Focando no tema definição de interfaces do produto existem algumas propostas na literatura. Ullman (1992) propõe uma sistemática de desenvolvimento de interfaces no Projeto Preliminar no qual apresenta alguns passos que vão desde a preocupação com o balanço de energia, material e informação no nível de funções, passando pela determinação das interfaces mais críticas, a manutenção da independência funcional de subsistemas e componentes e o cuidado em separar o projeto em componentes distintos. Outra proposta de desenvolvimento de interfaces é feita por Otto e Wood (2000). No trabalho em questão os autores colocam a necessidade de se definir inicialmente a arquitetura do produto e, com base nesta, definir leiautes preliminares para então estabelecer as interfaces do mesmo sem, contudo, dizer como fazê-lo.

Outro trabalho realizado no sentido de estabelecer novos métodos de desenvolvimento de conceitos é o de Sousa (1998), que realizou a análise da utilização de métodos de Projeto para Manufatura e Montagem² na fase de Projeto Conceitual. Neste estudo o autor aponta que os requisitos de manufatura e montagem, além dos requisitos funcionais, são importantes para a avaliação das estruturas do produto. Também coloca que geralmente, por não ser feita uma avaliação correta da montagem e manufatura do produto na fase de Projeto Conceitual, acabam ocorrendo iterações quando o projeto já se encontra nas fases de Projeto Preliminar e Detalhado retornando ao Projeto Conceitual, inclusive. Essas iterações acabam por causar aumentos de custos, atrasos no cronograma e retrabalhos que poderiam ser evitados.

Ullman (1992) *apud* Linhares e Dias (2001) coloca que a engenharia simultânea deve considerar quatro elementos básicos: função, forma geométrica, material e processos de manufatura. Além disso, coloca que projeto e manufatura (incluindo a montagem) devem ser desenvolvidos simultaneamente. Também cita que a concepção isolada de cada peça precisa ser integrada à definição e refinamento de suas funções e respectivas interfaces durante o seu desenvolvimento. Linhares e Dias (2001) por sua vez apontam que o projeto em si deve levar em conta duas tarefas na concepção individual de uma peça: (1) projeta-la como se fosse um produto e (2) considerar que ela faz parte de um módulo realizável e levar em conta suas interfaces. Já Siqueira e Forcellini (2001) fazem a consideração que os requisitos das uniões são fatores relevantes na seleção de concepções.

² Do inglês *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) que pode ser desmembrado em *Design for Assembly* (DFA) e *Design for Manufacturing* (DFM).

A partir do acima exposto nota-se a importância da execução do projeto das interfaces do produto nas etapas iniciais do projeto de forma a proporcionar um maior conhecimento do produto por parte da equipe de projeto. Entretanto, para que isso seja feito de forma a trazer benefícios para o trabalho é necessária a utilização de métodos e ferramentas de apoio. A seguir serão analisadas algumas destas técnicas.

2.3 Métodos E Ferramentas Passíveis de Utilização No Apoio Ao Projeto De Interfaces Nas Fases Iniciais Do Desenvolvimento De Produtos

Neste tópico serão abordados os métodos de DFA e DFM e a ferramenta de FMEA como possíveis técnicas a serem utilizadas no desenvolvimento de produtos de modo a auxiliarem o desenvolvimento das interfaces ainda nas fases iniciais do processo de projeto, principalmente na fase de projeto conceitual.

2.3.1 DFA e DFM

Os métodos de DFA e DFM visam otimizar o projeto ainda na fase de definição de processos e formas finais, buscando-se menores tempos e custos. Estes métodos foram desenvolvidos por Boothroyd e Dewhurst (1994) e, inicialmente, eram utilizados em conjunto (DFMA). No entanto, devido à importância de cada um dos processos e a possibilidade de serem aplicados separadamente conforme o caso, eles foram desmembrados em dois métodos: DFM e DFA. Para se ter uma idéia da relevância de tais métodos Boothroyd, Dewhurst e Knight (1994) *apud* Pereira e Manke (2001) estimam que 50% dos custos de manufatura estão relacionados ao processo de montagem e ambos representam uma grande parcela no custo final do produto.

Além disso, os dois métodos baseiam-se na experiência passada e buscam externalizar e sistematizar o conhecimento Ferrari, Martins e Toledo (2001). Com isso percebe-se a sua importância como mecanismos não só de auxílio técnico mas, também, de apoio à gestão de conhecimento da empresa. Se verificarmos que os atuais procedimentos de seleção de estruturas funcionais e concepções têm como base a experiência da equipe de projeto pode-se notar que os métodos propostos possuem um grande potencial de atuação neste sentido. Dufour (1996) *apud* Ferrari, Martins e Toledo (2001) aponta que “*o DFMA refere-se à compreensão das interações dos elementos (processos, materiais e mão-de-obra) nos sistemas de manufatura e montagem, e à externalização, disseminação e uso destes conhecimentos no processo de desenvolvimento de produtos (PDP), para otimizá-los, visando à eficiência na qualidade, custo e tempo de manufatura e montagem*”.

No entanto, para sua aplicação, é necessário que haja um ambiente de desenvolvimento integrado de produtos, com engenheiros de processos e de produtos trabalhando em conjunto nas fases iniciais da análise do projeto do produto. Esta é outra característica dos métodos de DFMA: eles impõem a necessidade de implementação de um ambiente de engenharia simultânea de modo que haja diversas áreas representadas na equipe de projetos.

Assim, com um ambiente integrado de projeto, pode-se pensar na utilização destes métodos nas fases iniciais de projeto, especialmente na fase de projeto conceitual pois, nesta, já há dados mais concretos sobre o produto onde podem ser realizadas as análises de manufatura e montagem com mais propriedade.

Dessa forma, Sousa (1998) realizou um estudo da viabilidade de utilização destes na fase de Projeto Conceitual. Entretanto, por ser um estudo inicial sobre o assunto, o trabalho ficou restrito a avaliações dos métodos e o estudo de caso desenvolvido foi bastante limitado. Contudo, mesmo com tais limitações, percebe-se a potencialidade de aplicação dos mesmos na fase de projeto conceitual.

2.3.2 FMEA

Um outro instrumento de auxílio no desenvolvimento de produtos é o método de Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA). Este foi desenvolvido com o intuito de auxiliar no diagnóstico e previsão de falhas de equipamentos militares e aeronáuticos. No entanto, devido ao seu caráter preditivo, passou a ser utilizado no projeto de produtos e hoje é recomendado por normas de referência como a QS9000.

O FMEA é um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa (Helman, 1995 apud Ferrari, Martins e Toledo, 2001). Ele é uma ferramenta que utiliza o conhecimento dos membros do PDP sobre problemas de qualidade e desempenho do produto advindos do seu projeto ou processo de produção. Além disso, o FMEA permite a hierarquização das causas dos problemas e estabelece parâmetros para a adoção de medidas preventivas ou corretivas (Helman, 1995 apud Ferrari, Martins e Toledo, 2001).

Assim, ao aplicar um FMEA no projeto podem-se determinar os pontos críticos do mesmo fazendo com que a equipe, por meio de análises de modos de falha e efeitos defina prioridades no dimensionamento e seleção de materiais de cada componente. Este método, assim como o DFA e o DFM, é utilizado na fase de Projeto Preliminar. Contudo, devido a este implicar em previsões de funcionamento ele é perfeitamente passível de utilização no Projeto Conceitual.

Quanto a sua aplicação no projeto conceitual o FMEA possui a vantagem de detectar o problema mais cedo e, assim, resolve-lo com o menor custo possível. Porém, ele apresenta a desvantagem de possuir poucas informações disponíveis, o que pode representar uma fonte de incertezas. Entretanto, considerando-se que o mesmo deve ser aplicado num ambiente de desenvolvimento integrado de produto, acredita-se que muito dos conhecimentos tácitos da equipe de projeto possam ser externalizados.

3 CONCLUSÕES

Através desse estudo procurou-se demonstrar a pertinência do tema e as contribuições que este pode ter para o desenvolvimento de novos produtos, tanto do ponto de vista de qualidade, como de execução. Isto porque, um método que envolva técnicas de DFA, DFM e FMEA, proporciona uma maior possibilidade de execução de projeto integrado incluindo a utilização de ambientes de Engenharia Simultânea.

Assim, acredita-se que o desenvolvimento de uma metodologia de projeto de interfaces possa, em conjunto com a utilização dos métodos citados, contribuir significativamente para a redução das incertezas durante o processo de projeto embora sua importância para o decorrer do restante do projeto seja normalmente relegada ao segundo plano, isto é, a sua determinação é tratada como elemento complementar. Isto pode ser percebido pela própria forma como são desenvolvidos os projetos e pela forma como este assunto é abordado pelos métodos e ferramentas mais comumente utilizados. Um exemplo disso é que ao analisar-se como os projetos se desenvolvem percebe-se que são escolhidas as concepções do produto sem que seja feita uma análise crítica e explícita das interfaces. Além disso, a utilização dos métodos de DFA, DFM e FMEA apenas no Projeto Preliminar torna os mesmos meros instrumentos de otimização quando poderiam ser melhor explorados em suas possibilidades como auxílio à seleção de concepções.

Dessa forma torna-se necessário que se desenvolva um novo método de determinação das interfaces no Projeto Conceitual de modo a criar uma base para o desenvolvimento mais racional do projeto e que propicie a plena utilização das ferramentas citadas.

Uma das possíveis vertentes de utilização dos métodos avaliados seria a criação de métricas de seleção de concepções. Isto porque as informações envolvidas na seleção de princípios de solução são as mesmas otimizadas pelos métodos propostos. Sousa (1998) aponta que “é importante que os princípios de solução possuam compatibilidade física e geométrica, conectividade de energia, material e sinal entre as partes que compõem as alternativas além de serem economicamente viáveis e cumprirem as especificações e requisitos de projeto”.

Assim, acredita-se que a utilização do DFM, DFA e FMEA como auxílio ao projeto de produtos, principalmente no que diz respeito ao projeto de interfaces, é um novo caminho para tornar o processo de desenvolvimento de produtos mais sistemático e integrado melhorando assim a qualidade dos produtos, reduzindo-se seu tempo de desenvolvimento e reduzindo-se os custos tanto de manufatura quanto de montagem.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

BACK, N. e FORCELLINI, F. A. **Projeto de produtos**. Florianópolis, 2000. Apostila Disciplina de Projeto Conceitual, Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

BOOTHROYD, G. DEWHURST, P e KNIGHT, W., **Product Design for Manufacture and Assembly**. New York: Marcel Dekker Inc, 1994

FERRARI, F. M., MARTINS, R. A. e TOLEDO, J. C. Ftas do processo de desenvolvimento do produto como mecanismos potencializadores da gestão do conhecimento. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 3º, 2001, Florianópolis - SC. **Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Florianópolis:UFSC, Setembro de 2001. CD-ROM.

FERREIRA, A. B. de H. Interface. In: **Novo Aurélio Século XXI**. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/aurelio/index.html> . Acesso em: 13 de outubro de 2003.

FORCELLINI, F. A. **Introdução ao desenvolvimento sistemático de produtos**. Florianópolis, 2003. 110 f. Apostila Disciplina de Projeto Conceitual, Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

LINHARES, J. C. e DIAS, A. Proposta de uma interface computacional integrada para projeto preliminar aplicada ao projeto de peças. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 3º, 2001, Florianópolis - SC. **Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Florianópolis:UFSC, Setembro de 2001. CD-ROM.

OTTO, K. N. e WOOD, K. L. **Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development**. Prentice Hall, 2000.

PEREIRA, M. W. e MANKE, A. L. MDPA – Uma metodologia de desenvolvimento de produtos aplicado à engenharia simultânea. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 3º, 2001, Florianópolis - SC. **Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto**. Florianópolis:UFSC, Setembro de 2001. CD-ROM.

ROZENFELD, H. et al. Integrando os conhecimentos em um PDP de três grupos de pesquisa: proposta de um modelo de referência e suas aplicações. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 4º, 2003, Gramado - RS. **Anais do 4º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto.** Porto Alegre:UFRGS – Fundação Empresa Escola de Engenharia, Outubro de 2003. CD-ROM.

SIQUEIRA, O. C. e FORCELLINI, F. A. Sistemática para seleção do tipo de união de componentes de plástico injetados. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 3º, 2001, Florianópolis - SC. **Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto.** Florianópolis:UFSC, Setembro de 2001. CD-ROM.

SOUSA, A.G. **Estudo e análise dos métodos de avaliação da montabilidade de produtos industriais no processo de projeto.** Programa de Pós-graduação em Eng. Mecânica, UFSC, 1998. Dissertação de Mestrado.

SOZO, V. **Utilização Da Abordagem Axiomática No Processo De Tomada De Decisões Pertinentes Ao Projeto Conceitual De Produtos.** Programa de Pós-graduação em Eng. Mecânica, UFSC, 2002. Dissertação de Mestrado.

ULLMAN, D. G. **The Mechanical Design Process.** New York: McGraw-Hill,1992.

ULRICH, K. T. e EPPINGER, S. D. **Product Design and Development.** New York: McGraw-Hill Inc, 1995.

STUDY OF USE VIABILITY OF THE DFA, DFM AND FMEA LIKE SUPPORT TOOLS TO THE INTERFACE DESIGN IN CONCEPTUAL DESIGN PHASE

Luiz Fernando Segalin de Andrade, Eng.

UFSC – Federal University of Santa Catarina. NeDIP – Integrated Product Development Nucleus. Mechanical Engineering Dept. P.O. Box: 476, C.E.P.: 88040-900. Florianópolis-SC.
E-mail: feca@nedip.ufsc.br

Fernando Antônio Forcellini, Dr. Eng.

UFSC. NeDIP. E-mail: forcellini@emc.ufsc.br

***Abstract.** The objective of this paper is to study the DFA, DFM and FMEA tools and verify the viability of use them at conceptual design phase to design the interfaces of product. The reason for this is because the interface design between components is very superficial still.*

Authors like Ullman (1992) and Ulrich & Eppinger (1995) have proposed methodologies to the interface development on the preliminary phase. However, in this stage can occur conceptual troubles that cause loops and lates in cronogram, highest costs and worst product quality.

About this subject other authors enfasizing its importance but do not presenting details of how execute it. Sousa (1998) describe the use of the DFA and DFM methods to help the creation of the project concept. The author point the viability of the use of this tools and yours benefits to the design.

Furthermore, the used selection processes in product design present high levels of subjectivity. This subjectivity can to limit the designer inovation capacity. So, we can think that the DFA and DFM

principles give to designer information about manufacture and assembly and this can help him to choice the better concept to the product. At the same way, we can use the FMEA like an instrument to help the decision-making process.

Remembering that the conceptual design phase is a critical point of project process, because represents 20% of work and implies in 80% of costs, we can verify the feasibility of studies about the viability to develop a interface design methodology that does possible the application of the DFA, DFM and FMEA tools in the conceptual design supplying better parameters to select concepts.

Keywords: *interface design, conceptual design, DFA, DFM, FMEA.*