

O DESIGN COMO AGENTE INTEGRADOR DAS ATIVIDADES DE PROJETO E FABRICAÇÃO DE PRODUTOS

Suzana Angélica da Silva Mascarenhas Pina, suzana.pina@fieb.org.br¹

Valter Estevão Beal, valter.beal@fieb.org.br¹

Andrea de Matos Machado, andrea.machado@fieb.org.br¹

¹SENAI CIMATEC, Av Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador-BA, CEP 41650-010

Resumo: O design está se consolidando cada vez mais como peça fundamental no desenvolvimento estratégico das empresas, viabilizando a produção de bens de consumo e o uso de novas tecnologias. É importante para a satisfação das necessidades e desejos dos consumidores com base nos benefícios dos produtos e serviços oferecidos. O trabalho visa apresentar a integração das atividades do designer e equipe de engenharia, buscando otimizar o processo de desenvolvimento e fabricação de produtos. Para tanto foi feito um estudo das contribuições do design na definição de novos conceitos, tecnologias aplicadas ao desenvolvimento e atendimento aos requisitos e restrições de projeto para fabricação, buscando um diferencial. Considerando que os aspectos técnicos e econômicos na geração de alternativas podem evitar a necessidade de alterações futuras, a concepção resultante apresentará características que facilitam a sua manufatura. Conseqüentemente, as concepções inadequadas são previamente descartadas.

Palavras-chave: design, desenvolvimento de produtos, fabricação, produtos industriais

1. INTRODUÇÃO

O design é uma ferramenta estratégica para captar tendências e mudanças de comportamento da sociedade, transcrevendo-as em novos produtos e serviços, como também materializá-las dentro do processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), que pode ser definido como “[...] uma atividade sistemática necessária, da identificação de necessidades de mercado/usuários até a venda do produto que atenda com êxito àquela necessidade – uma atividade que abrange produto, processo, pessoas e organização” (PUGH apud BARBALHO, 2006, p.34).

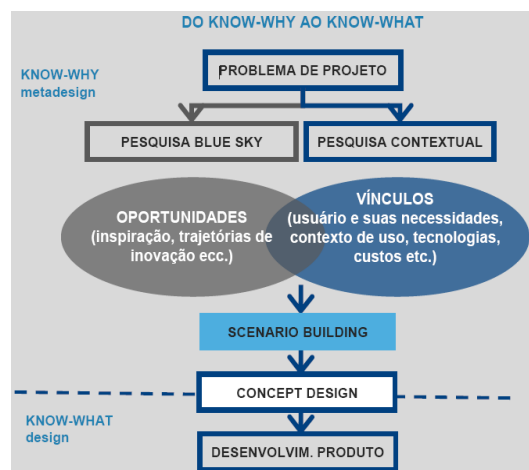


Figura 1- Metodologia do design. Fonte: DESERTI, 2011.

Conforme esquema da Figura 1 nota-se que a metodologia do design abrange a percepção real do problema ao saber como fazer, independente da tecnologia disponível, entendendo o papel do designer como articulador das informações a ser materializada em um conceito de produto funcional e viável de produção.

Há diversas definições para o processo de desenvolvimento de produtos, sendo que cada uma segue uma abordagem similar em relação às etapas. Clark e Fujimoto ampliam o conceito de Pugh, quando sugere em seu conceito que os dados de entrada provêm do mercado e da tecnologia, enfatizando o caráter informacional do processo, definindo

como um “[...] processo pelo qual uma organização transforma dados sobre oportunidade de mercado e possibilidades técnicas em informações de valor para a produção comercial” (CLARK e FUJIMOTO apud BARBALHO, 2006, p.34). Silva e Rozenfeld (2003, p. 7), afirmam que “[...] o processo de desenvolvimento de produtos (DP) é constituído por quatro dimensões, que devem ser trabalhadas de forma integrada: a Estratégia ...; a Organização...; as Atividades / Informações...; e Recursos (as técnicas, métodos, ferramentas e sistemas utilizados para apoiar o DP)”.

Considerando as quatro dimensões citadas, é necessário que seja feito um planejamento prévio para um desenvolvimento integrado de produtos, suportado por uma metodologia sistemática, de modo que todo processo seja monitorado e adequado à realidade da empresa. Para Rozenfeld et al (2006), o planejamento de um projeto reside no uso de técnicas e ferramentas que visam alocar recursos para a realização das tarefas e atividades do projeto.

2. DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE PRODUTOS (DIP)

O desenvolvimento integrado de produtos (DIP), em parceria com a engenharia simultânea, destaca-se pela concepção de alternativas bem definidas e alinhadas pelas equipes multidisciplinares, onde todos contribuem com informações técnicas imprescindíveis para resultados satisfatórios.

O *Defense Advanced Research Project Agency* (DARPA, 2011) considera a Engenharia Simultânea como uma abordagem sistemática e integrada para o projeto de produtos e para todos os processos relacionados, incluindo a manufatura. A ênfase está no atendimento às expectativas dos clientes e cooperação multifuncional, de modo que as decisões relacionadas com as etapas do ciclo de vida do produto sejam feitas de maneira simultânea, sincronizada e consensual, desde as primeiras etapas do desenvolvimento do produto, como está apresentado no primeiro quadro da Figura 2, fase de levantamento de dados.

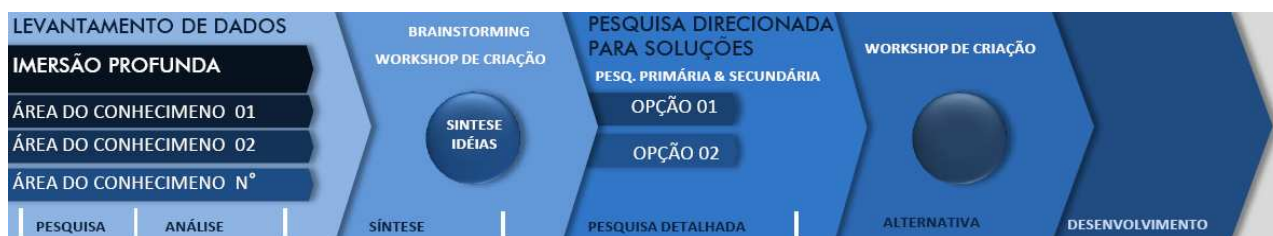


Figura 2. Esquema de Sequência de atividades para Desenvolvimento de Produto. Fonte: adaptado de VIANNA et. al, 2012.

Na engenharia simultânea, a empresa deve compor uma força tarefa que trabalha no desenvolvimento integrado do produto desde o seu início. Normalmente, conta com a participação permanente de: designers, engenheiros de projetos de produto, engenheiros de fabricação/produção, pessoal de marketing, pessoal de compras e finanças e principais fornecedores de equipamentos de fabricação e de componentes / insumos.

Ferreira (2004) afirma que a engenharia simultânea possibilita a redução do ciclo de desenvolvimento (1/2 a 1/3), redução do número de modificações de engenharia (1/2 a 1/4), redução dos custos de lançamento no mercado (diminuição de *recall's* e serviços de garantia), satisfação das necessidades e desejos do consumidor, melhoria da manufaturabilidade, surgimento na empresa de uma linguagem comum de desenvolvimento e construção de documentação consistente.

Para apoiar a engenharia simultânea, existem distintas ferramentas, entre as quais destacam-se (FERREIRA, 2004):

- QFD - *Quality Function Deployment* (Desdobramento da Função Qualidade);
- TRIZ - *Theory of Inventive Problem Solving* (Teoria da Solução Inventiva de Problemas);
- DFMA - *Design for Manufacturing and Assembly* (Projeto para Fabricação e Montagem);
- FMEA - *Failure Modes Effects and Analysis* (Análise de Modos e Efeitos de Falha);
- CAD/CAE/CAM - *Computer Aided Design, Engineering, Manufacturing* (Projeto, Engenharia e Manufatura Auxiliados por Computador).

Segundo Ferreira (2004), o QFD é uma ferramenta para o desenvolvimento da qualidade do projeto dirigida para a satisfação do consumidor. Busca traduzir as demandas do consumidor em metas de projeto e pontos prioritários para a garantia da qualidade a serem utilizados no estágio de produção. Em outras palavras, esta ferramenta fornece como um dos resultados, os requisitos de projeto mais importantes, através da realização do seu relacionamento com as necessidades dos clientes.

A Casa da Qualidade, que é o nome dado a primeira matriz do QFD, é uma maneira de compreender em maiores detalhes o que os clientes querem, para determinar qual é a melhor forma de atender aos seus desejos com os recursos disponíveis (AKAO apud FERREIRA, 2004).

A primeira matriz do QFD busca fornecer meios para considerar as informações provenientes dos distintos campos de conhecimento envolvidos no desenvolvimento do produto de forma sistemática e simultânea, assegurando, assim, a qualidade do produto. Neste sentido, considerando a filosofia do QFD, é proposta uma série de tarefas, as quais, a partir da consideração das necessidades dos clientes, recomendam uma análise dos produtos concorrentes com o objetivo de

estabelecer metas de qualidade do novo produto, requisitos de projeto mais importantes, contradições de projeto do produto e fatores de dificuldade de implementação (FERREIRA, 2004).

O QFD pode fornecer dados importantes para ser utilizado junto com a TRIZ (Teoria da Solução Inventiva de Problemas), que é uma ferramenta de auxílio à criatividade dentro do processo de projeto. Ferreira e Forcellini (2000) afirmam que pode ser empregada na etapa de geração de alternativas de concepção do produto, visando eliminar as contradições entre os requisitos de projeto. Além disto, a TRIZ pode ser empregada com o intuito de otimizar o produto, isto é, introduzir modificações ao mesmo, visando melhorar a sua performance para atingir os requisitos do projeto (FERREIRA E FORCELLINI, 2000).

Ferreira e Forcellini (2000) ressaltam que, no processo de geração de alternativas, é empregada a Matriz de Contradição da TRIZ juntamente com a Primeira Matriz do QFD. Para isto, deve-se identificar, na Matriz de Correlação do QFD, as contradições existentes entre os requisitos de projeto. Posteriormente, são associados os requisitos em contradição aos parâmetros de engenharia da TRIZ. Empregando a Matriz de Contradição da TRIZ, obtêm-se os princípios inventivos da TRIZ. Finalmente são gerados os princípios de solução que, combinados, originam as alternativas de concepção do produto.

Para seleção de alternativas, o autor Romeiro Filho (2010) apresenta, em seu estudo, algumas ferramentas e informações empregadas para auxílio à tomada de decisão no Quadro 1.

Quadro 1 - Ferramentas e informações empregadas para auxílio à tomada de decisão. Fonte: ROMEIRO FILHO, 2010

Fase/Etapa de desenvolvimento	Ferramentas/Informações	
Pré-desenvolvimento	Análise de benchmark, validação com potenciais parceiros e fornecedores, testes laboratoriais, matriz GE e consulta a especialistas.	
Desenvolvimento	Projeto Informacional	Avaliação de especialistas, matrizes de tomada de decisão, sistemas CAD (Computer Aided Design), protótipos, testes laboratoriais e consultas a especialistas.
	Projeto Conceitual	Sistemas CAD e CAE (Computer Aided Engineering) protótipos, testes laboratoriais, testes físicos e consultas a especialistas.
	Projeto Preliminar	Sistemas CAM (Computer Aided Manufacturing) testes físicos e consultas a especialistas.
	Projeto Detalhado	Pesquisas com cliente para avaliação do grau de aceitabilidade/satisfação do produto.
	Preparação da produção	Pesquisa com a rede de assistência técnica para avaliação do grau de satisfação do produto relacionado ao uso e manutenção (defeitos) do produto.
Lançamento do produto		
Pós-desenvolvimento – uso/manutenção		

A utilização de ferramentas é uma atividade inerente às boas práticas de gestão de projetos. Permite sistematizar o processo, fornecendo evidências documentais da execução dos serviços, além de favorecer a otimização do tempo e custo no desenvolvimento dos produtos.

Tendo em vista a implementação das boas práticas de gerenciamento, em consenso com o PMBOK, Rozenfeld et al. (2006) apresenta um modelo de referência do processo de desenvolvimento de produtos que contempla as seguintes macro-fases, esquematizado na Figura 3:

- Pré-desenvolvimento – planejamento estratégico dos produtos; planejamento do projeto;
- Desenvolvimento – projeto informacional, conceitual e detalhado; preparação da produção;
- Pós-desenvolvimento – acompanhar o produto; descontinuar o produto;

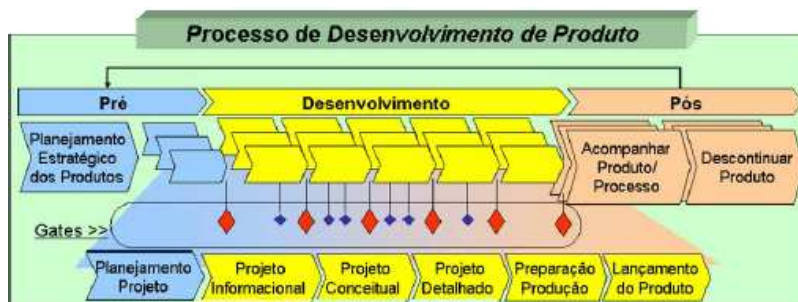


Figura 3 – Esquema do processo de desenvolvimento de produtos. Fonte: ROZENFELD et al., 2006

As fases de projeto conceitual e detalhamento do produto compreendem a etapa de concepção, sendo definidas no planejamento do projeto quais ferramentas poderão auxiliar o seu desenvolvimento. Cada empresa busca aplicar uma metodologia de projeto adequada à sua capacidade tecnológica e cultura organizacional.

Kerzner (2006) afirma, ao fazer referência aos projetos direcionados aos setores de aeroespaciais e de defesa, que qualquer metodologia para o desenvolvimento de novos produtos deve ser integrada a um gerenciamento de custos e a um sistema de controle eficazes.

As solicitações dos clientes têm que ser atendidas dentro do que é viável tecnicamente, e, para deixá-los satisfeitos, as empresas buscam respaldo nas boas práticas de gerenciamento de projetos. Estas podem aparecer nas “[...] relações de trabalho, no desenho de modelos e na forma como as metodologias de gestão de projetos são usadas e implementadas.” (KERZNER, 2006).

Anastassova, Burkhardt (2009) afirma que, para ser eficiente, a introdução de uma tecnologia deve ser acompanhada por transformações organizacionais. A organização deve adotar uma visão mais ampla de gestão do conhecimento da empresa e deve esforçar-se para a integração do diagnóstico e revisão do conhecimento em fases muito iniciais da concepção. O designer de produtos, principal especialista da fase de projeto conceitual, tem uma participação intensiva neste processo.

3. ETAPA CONCEITUAL

Na fase de projeto conceitual, a equipe formada por designers e engenheiros, estará comprometida com a busca, criação, representação e seleção de alternativas para o problema de projeto, inclusive com o valor do custo-meta do produto. Essa busca também é feita a partir de pesquisas de concorrentes e similares.

Na macro-fase de desenvolvimento, a equipe de projeto, com base nas informações oriundas da macro-fase de pré-desenvolvimento, especificamente, o “*briefing* do produto”, busca a obtenção de um produto físico. Além disto, em paralelo às fases de projeto preliminar e detalhado, a empresa já inicia o processo de preparação da produção do produto.

A fase de projeto informacional inicia-se com o levantamento das necessidades dos clientes, as quais posteriormente são transformadas em requisitos de projeto. Nesta fase, também são estabelecidos valores e parâmetros para estes requisitos e definidas as especificações de projeto do componente. Estas especificações podem ser vistas como sendo um conjunto de informações, as quais constituem a base para a execução do projeto conceitual do produto (FONSECA, 1999).

Segundo Baxter (1998), estudos apontam que produtos com especificações bem definidas, em termos de funções, tamanhos, potências e outros aspectos, têm o triplo de chance de sucesso, em relação aos que apresentam especificações formuladas inadequadamente.

Em termos econômicos, no início do processo de projeto, devem ser considerados os custos do ciclo de vida de produtos. Blanchard e Fabrycky (1990) apontam que, nas fases iniciais de projeto são definidos cerca de 70-80 % dos custos do ciclo de vida do produto. Este número mostra a importância da realização da análise, estimativa e avaliação mais detalhada do custo de produtos no início do processo de projeto.

Por outro lado, observa-se que, devido ao número baixo de informações concretas disponíveis e o seu elevado grau de abstração, a análise, estimativa e avaliação dos custos nas fases iniciais de projeto tornam-se atividades complexas e com elevado risco (FERREIRA, 2004).

As decisões tomadas, ao longo do processo de desenvolvimento do produto, devem contemplar valores de custo determinados na fase anterior e, principalmente, o valor do custo-meta do produto. Com base neste custo, o projeto do produto deve ser desenvolvido, de forma que o resultado tenha a qualidade requerida para satisfazer as necessidades dos clientes e, conseqüentemente, possa gerar o lucro alvo necessário, dadas as condições de mercado existentes (MONDEM, 1999).

Para garantir a obtenção de uma concepção do produto adequada, Forcellini (2002) propõe um conjunto de tarefas e atividades na Figura 4.

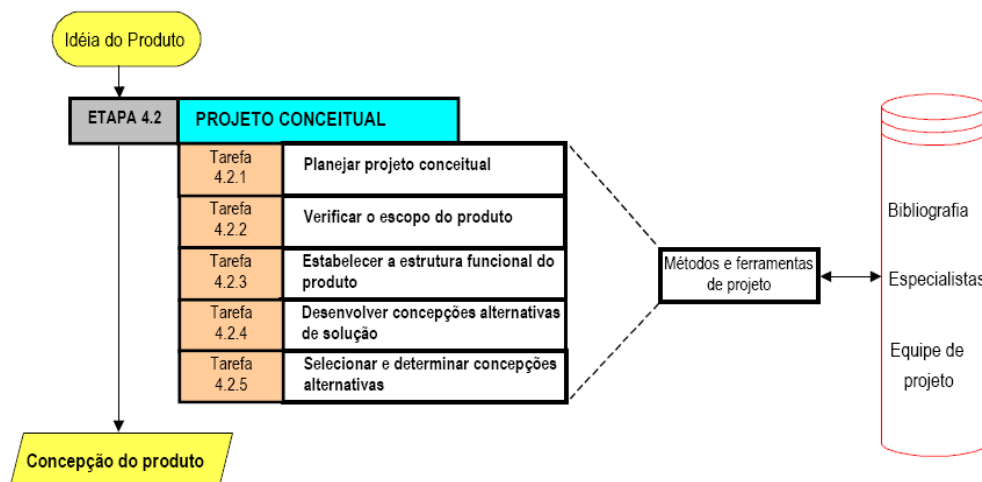


Figura 4 – Conjunto de tarefas e atividades – Projeto Conceitual. Fonte: FORCELLINI, 2002

Vários autores (FORCELLINI, 2002; BAXTER, 1998; ROZENFELD et al., 2006) definem que a criação é direcionada pelos requisitos e especificações de projeto, utilizando métodos de criatividade, tais como: métodos sistemáticos (busca na literatura, análise de sistemas naturais, análise de sistemas técnicos, analogias, etc), métodos intuitivos (brainstorming, Delphi, sinergia, entre outros) e métodos discursivos (matriz morfológica e catálogos técnicos, etc.). O desenvolvimento destas concepções pode ser realizado sob a forma de rendering, sketches, esquemas, leiaute de produtos, princípios de solução, dentre outros.

Os croquis e desenhos podem ser manuais ou auxiliados por computadores, geralmente integrados com a criação. A seleção da alternativa baseia-se no atendimento às necessidades ou requisitos definidos (ROZENFELD et al., 2006).

Para assegurar que a concepção selecionada atenda às reais necessidades dos clientes, é importante realizar uma avaliação das mesmas em relação a critérios técnicos e considerando o custo estimado destas concepções, de forma integrada, segundo os preceitos da Engenharia Simultânea (FERREIRA, 2004).

A consideração de aspectos técnicos e econômicos na geração de alternativas de concepção pode evitar a necessidade de realizar alterações futuras no projeto do produto, além da concepção resultante apresentar características que facilitem a sua manufatura. Como resultado, as concepções inadequadas podem ser previamente descartadas.

Com isso, o investimento em desenvolvimento de produtos deve ser conduzido de forma sistemática, organizada e consciente. Caso isto não ocorra, a empresa pode estar sujeita a perdas no desenvolvimento de produtos. As perdas podem estar relacionadas aos recursos empregados no desenvolvimento de produtos que não chegam a ser produzidos, na construção de protótipos desnecessários, mudanças tardias no projeto, demora no lançamento do produto no mercado (time-to-market elevado) e projeto de características desnecessárias para que o produto apresente a qualidade e desempenho desejados (FERREIRA, 2004).

A qualidade, na visão popular, pode ser discutida, sentida e julgada, mas não pode ser medida, controlada, nem gerenciada. Na visão do profissional do design, aspectos relacionados com os requisitos designados para o produto devem ser medidos, definidos, monitorados, gerenciados e melhorados (PADILHA et al, 2010).

Diante da visão profissional, a criação de novos produtos ou adequação dos existentes através da geração de novos conceitos, uso de novas tecnologias, aplicação de parâmetros financeiros, definição de categorias e produtos, além da implantação do diferencial como estratégia de marketing são características específicas do design (FERREIRA, 2004). Por sorte, a formação do designer sempre pregou a parceria, a interdisciplinaridade, o trabalho em equipe e, para tal, as várias especialidades técnicas e das engenharias estão disponíveis para estarem integrados aos projetos (FERREIRA, 2004).

Diante das contribuições, o design está se consolidando cada vez mais como elemento fundamental no desenvolvimento estratégico das empresas, viabilizando a produção de produtos e o uso de novas tecnologias. O design é um meio para a satisfação das necessidades e desejos dos indivíduos através dos benefícios dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas. Também é importante para a empresa, pois auxilia na diferenciação dos concorrentes, ou melhor, auxilia na adequação entre a oferta (empresa) e a demanda (clientes).

Segundo o Internacional *Council Design of Societies of Industrial Design (ICSID)*, a atividade criativa do designer, cujo objetivo é determinar as propriedades formais dos objetos produzidos industrialmente, não considera apenas as características exteriores, mas também as relações estruturais e funcionais que fazem de um objeto uma unidade coerente, tanto do ponto de vista do produtor como do consumidor. Ou seja, também participa da configuração do projeto: são as instruções, os desenhos, os modelos e os protótipos. É a própria estrutura, a composição de formas, cores, materiais e superfícies (HESKETT, 1989).

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o projeto detalhado, muitas vezes, está bastante integrado ao conceito do produto, pois os sistemas, sub-sistemas e componentes (SSCs) gerados no projeto conceitual são avaliados separadamente e depois o todo, ou seja, o conjunto é analisado para chegar à definição de um produto que seja viável para produção.

Há metodologias de projetos que consideram uma fase intermediária entre o projeto conceitual e o projeto detalhado, chamado projeto preliminar, em que são validados todos os dados da especificação do produto para dar continuidade ao processo.

O projeto preliminar do produto inicia com uma solução avaliada técnica e economicamente (BACK et al. 2008). A intenção é satisfazer uma dada função com a forma dos componentes, layout e materiais apropriados. Back et al. (2008) ainda detalha que “o processo inicia com um layout preliminar, em escala, baseado nos requisitos espaciais, e prossegue considerando critérios de segurança, ergonomia, produção, montagem, operação, manutenção e custos”, também intrínsecos às atividades de concepção, ou seja, todo processo precisa estar integrado.

Bertoncello e Gomes (2002) afirmam que, a um novo produto, podem ser atribuídos níveis de baixa, média ou alta complexidade tecnológica. Os produtos considerados de nível baixo permitem que quase todos os problemas sejam resolvidos individualmente pelo designer. Aranda; Jung; Caten, (2008) afirma que isto ocorre quando o novo produto é resultante do projeto, cuja solução funcional e formal não existe em produto similar industrializado ou comercializado. Ou seja, um sistema com poucos componentes e sem muitas restrições projetuais (material, fabricação, etc).

Em produtos de média complexidade tecnológica, já existe a necessidade do designer buscar auxílio de profissionais de outras áreas, para a resolução de problemas específicos, estes não incluídos em seu campo de conhecimento (BERTONCELLO e GOMES, 2002).

Nos produtos de alta complexidade tecnológica, o designer participa da resolução de alguns componentes do produto e de forma mais ampla na abordagem conceitual e metodológica (BERTONCELLO e GOMES, 2002).

Segundo estudos de Oprime; González e Toledo, (2009), a complexidade dos produtos pode ser diferenciada pelo número de componentes na sua estrutura e interligação entre eles, o que afeta diretamente o desempenho da produção (medida em gastos de horas trabalhadas). Ainda afirma que “quanto maior for a eficácia do projeto de produto, menores serão as mudanças na etapa de fabricação, menores os índices de retrabalho e, conseqüentemente, menor custo de produção”.

No que se refere às recomendações ergonômicas, o designer não pensa apenas no usuário final, mas também no operário que atua no processo de produção, utilizando-se das recomendações do Projeto Orientado a Montagem (DFA), do Projeto Orientado a Desmontagem (DFD – *Design For disassembly*) e do Projeto Orientado a Manutenção (DFM – *Design For Manufacturing*) que visa facilitar a reutilização de peças e componentes (KINDLEIN JR.; PLATCHECK; CÂNDIDO, 2011).

Segundo Kindlein Jr.; Platcheck; Cândido, (2011), no processo de concepção de produtos, é possível tomar como base as diretrizes e regras do DFMA (*Design for manufacturing and Assembly*), que é a junção do DFA e DFM, o qual considera que o projeto de produto e o planejamento da produção acontecem simultaneamente. Essa ferramenta metodológica visa reduzir a quantidade, a diversidade de componentes, a redução de processos, a otimização no manuseio, e, principalmente, facilitar a montagem das peças e partes (KINDLEIN JR. ; PLATCHECK; CÂNDIDO, 2011). Ou seja, todo o processo precisa do suporte e parceria de engenheiros de produto e produção, entrando o design como agente integrador das atividades entre o projeto e a fabricação.

Com base no modelo de referência de Rozenfeld et al (2006), o designer contribui com informações no pré-desenvolvimento (Planejamento, definição do escopo), desenvolvimento (projeto informacional, conceitual e detalhado; preparação da produção;) e pós-desenvolvimento (acompanhar o produto) quando necessário, podendo fazer novos ajustes ou atender às solicitações de melhorias provenientes de informações dos clientes.

Diante do exposto, o designer possui interação de alguma forma em todo PDP, integrando as atividades das diversas equipes atuantes. Na Figura 5 é apresentada a adaptação de uma metodologia centrada no usuário proposta por Soares (2000), de modo que as intervenções do designer acontecem nas várias etapas do desenvolvimento de produtos.

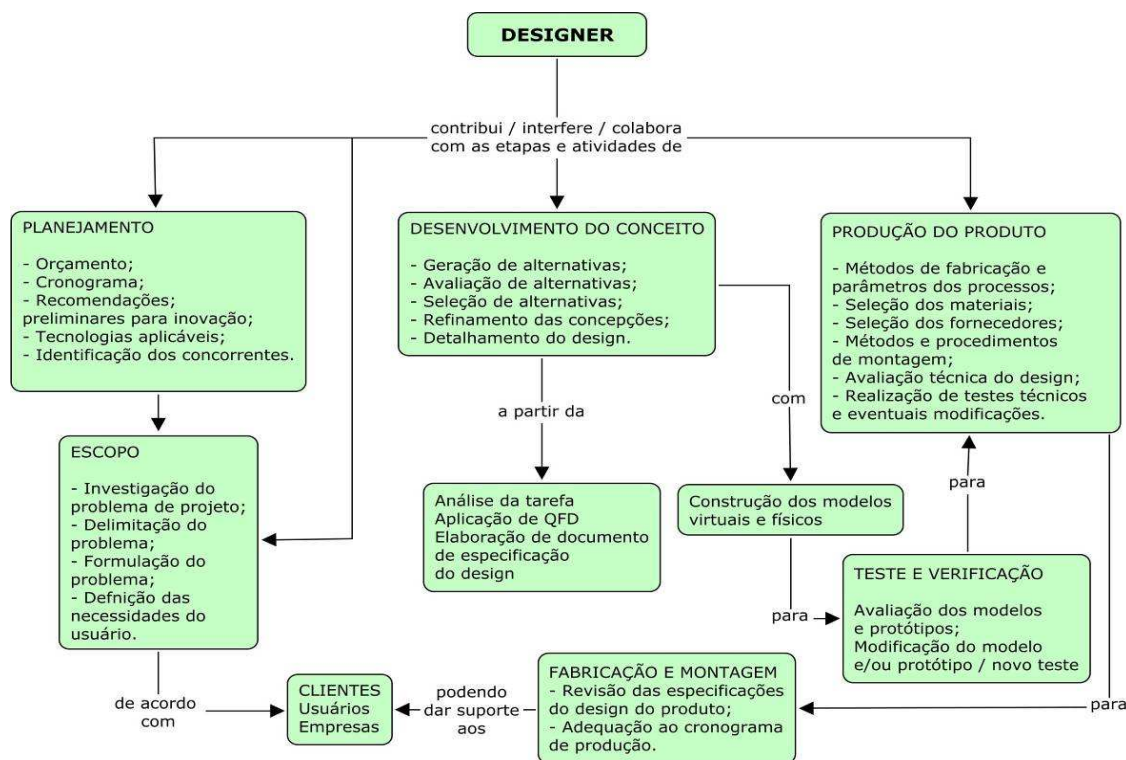


Figura 5 – Esquema da participação do Designer nas fases de desenvolvimento de produtos. Fonte: adaptado de SOARES, 2000

O design é a concepção de um produto no que se refere à sua forma física e funcionalidade para satisfazer as necessidades e desejos dos consumidores. Para alcançar o objetivo proposto, a concepção da forma física e funcionalidade do produto provocam uma necessidade de integrar as atividades de projeto e fabricação dos produtos como meio de garantir o resultado pretendido, beneficiando tanto a empresa desenvolvedora, como o consumidor final.

Para tanto, o designer, principal profissional neste processo, troca informações com a equipe de planejamento para contribuir com a construção do plano de trabalho, estimando o tempo que deverá ser dedicado de acordo com a problemática do projeto, abastecida por meio do briefing fornecido pelo cliente (empresa) ou pesquisa de mercado (usuário do produto).

Na fase de projeto conceitual, o designer tem total integração com os profissionais responsáveis pela produção do produto e fabricação e montagem, pois são fornecidas informações importantes referentes à seleção de materiais e processos de produção que poderão definir algumas restrições na geração de alternativas. Isso proporcionará uma garantia de atendimento aos requisitos apresentados pelo cliente ou mercado.

Com a construção dos modelos físicos ou virtuais, é possível uma discussão mais efetiva da funcionalidade do produto, além de certificar e validar a montagem, ou seja, o design contribui para análise e tomadas de decisão com o objetivo de definir a forma do produto, integrando seus conceitos com o desenvolvimento das atividades de toda equipe.

No desenvolvimento do conceito, o designer pode recorrer aos recursos tecnológicos para agilizar o processo e proporcionar melhor apresentação das propostas conceituais, como ferramentas CAD, softwares de tratamento de imagens, como *Photoshop* e mesa digitalizadora.

Na atividade de geração dos modelos virtuais, os arquivos da modelagem 3D do produto podem ser manipulados para garantir melhor visualização das propostas, tornando-o com aparência quase real se renderizados. Nos modelos físicos, os arquivos 3D gerados são convertidos para um software que acompanha as máquinas de prototipagem e são configurados para impressão em camadas, gerando a construção do objeto.

Outros aspectos técnicos importantes e decisivos, que a forma e a funcionalidade do produto poderá interferir na concepção final (e que constituem o fundamento do desenvolvimento de produtos através dos conceitos propostos pela engenharia simultânea) são a partição das peças do produto (em outras palavras, com quantas peças plásticas, ou com quantos moldes deveriam ser construídos); o dimensional volumétrico competitivo (custo de material competitivo com o produto de referência); custo do material a ser utilizado (que vai depender do volume geométrico proposto para a proposta do conceito).

Em síntese, embora sejam aspectos técnicos de fabricação, norteariam com mais segurança o desenvolvimento de propostas viáveis de design, evitando-se retrabalhos, principalmente por atender adequadamente aos aspectos de montagem e custo das ferramentas de fabricação. O DFMA é uma ferramenta que pode ser utilizada para reduzir as perdas, viabilizando a integração das atividades de projeto e fabricação do produto.

4. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Com base nos estudos realizados e avaliação de projetos na fase de conceito do produto, foi possível analisar os métodos utilizados pela equipe de designers de um escritório de projetos e sugerir melhorias no PDP de acordo com o nível de complexidade dos produtos e profissionais envolvidos no processo.

Conforme exposto na fundamentação teórica, os produtos podem ser classificados como de baixa, média e alta complexidade, sendo que os projetos analisados estão enquadrados como de média complexidade por apresentarem a necessidade de auxílio de profissionais de outras áreas para a resolução de problemas específicos, estes não incluídos no campo de conhecimento dos designers.

Em um produto de média complexidade é possível definir o sistemas, subsistemas e componentes (SSCs) que fazem parte do produto. Conforme Rozenfeld et al (2006) destaca, o SSCs são elementos, em diferentes níveis hierárquicos, que compõem um determinado produto. O sistema é o item do produto de mais alto grau hierárquico.

Para construção dos cenários foram consideradas três dimensões principais: profissionais envolvidos, recursos e procedimentos (método/atividades).

Considerando as referências teóricas, entrevistas e respostas aos questionários, o Quadro 2 sugere interações das atividades desempenhadas com as características dos produtos e uso dos recursos de acordo com a necessidade de cada projeto.

Quadro 2 – Interação do designer e equipe, recursos, atividades e nível de complexidade dos produtos na fase de projeto conceitual e projeto preliminar. Fonte: Próprio autor

Níveis	Recursos	Profissionais envolvidos	Atividades
Baixa complexidade	Mesa digitalizadora Mockup Sistema CAD Recurso de ER	Designers / Engenheiros – produto, empresa (cliente)	Geração de conceitos Adaptação de produtos Criação de novos produtos Características estéticas e funcionais Detalhamento
Média complexidade	Sketches Sistema CAD Recurso de ER Protótipo Rápido Realidade Virtual Sistema PDM	Designers / Engenheiros – produto, ferramental e produção, empresa (cliente)	Geração de conceitos Adaptação de produtos Criação de novos produtos Características estéticas e funcionais Projeto Preliminar Detalhamento
Alta complexidade	Sketches Sistema CAD Recurso de ER Realidade Virtual Sistema PDM	Designers / Engenheiros – produto, ferramental e produção / fornecedores, parceiros.	Geração de conceitos Adaptação de produtos Criação de novos produtos Características estéticas e funcionais

Posteriormente é sugerido o que pode ser implementado para melhor utilização dos recursos e redução do tempo de desenvolvimento na concepção de produtos.

De acordo com os níveis e tipo de projeto, alguns recursos poderão ser ou não utilizados durante o processo de concepção, desde que o designer tenha conhecimento já adquirido sobre o uso dos recursos tecnológicos, senão poderão ocorrer atrasos devido ao pouco conhecimento ou utilização inadequada das ferramentas.

A avaliação visa fomentar a participação do designer tanto na geração dos conceitos, definição das características estéticas e funcionais, como no detalhamento durante o desenvolvimento dos produtos considerados de baixa complexidade. A engenharia teria participação na disponibilização da nuvem de pontos gerada através do recurso de engenharia reversa e no direcionamento do processo de produção, com definição de materiais de acordo com a função a ser desempenhada pelo produto, estruturas e ferramental para fabricação.

Para os produtos de média complexidade, a sugestão é que o designer possa interagir com todos os profissionais envolvidos no PDP, inclusive com a empresa contratante para construção dos requisitos do projeto. O designer terá participação ativa até a fase do projeto preliminar e nas etapas seguintes poderá atuar como consultor apenas para pequenas intervenções formais no projeto do produto. As concepções poderão ser validadas através de protótipos físicos ou realidade virtual. Isso dependerá das dimensões finais que o produto possuir.

Todo o processo ocorre de forma simultânea, com a participação dos profissionais engenheiros e clientes desde o início do projeto. Neste caso a engenharia também será responsável pela digitalização, quando necessário, de partes do produto ou de produto concorrente para análise de *benchmarking*.

Em relação aos produtos de alta complexidade, sugere-se a geração de alternativas através de *sketchs*, *renderings* manuais para apresentação das concepções aos clientes internos e externos. O processo de engenharia reversa deverá fornecer ao designer dados geométricos importantes para a produção final do produto, de modo que as concepções sejam viáveis tecnicamente.

Em produtos de alta complexidade, os designers estarão envolvidos totalmente na geração de alternativas para definição de características estética e funcional do produto. As demais fases serão definidas pelos profissionais responsáveis pela engenharia de produto e produção.

As concepções poderão ser avaliadas através dos recursos de realidade virtual, contemplando todas as disciplinas envolvidas no projeto, dando uma garantia maior do atendimento à funcionalidade do produto ao cliente, simulando situações reais em um ambiente virtual. Para tanto, será preciso que os profissionais dominem efetivamente a utilização do recurso, pois o emprego da ferramenta não é garantia de eficiência funcional se não for utilizado e programado adequadamente.

Quando um conceito é apresentado ao cliente já modelado em um ambiente CAD, além de toda característica simbólica que o cliente observa e que possivelmente aprova, o desenvolvimento em uma realidade virtual possibilita ao designer um estudo preliminar onde todos os componentes estariam adequadamente dispostos, como seria o seu processo de montagem pelos operários na fábrica, além de detalhes importantes como até mesmo o peso que este produto possuiria (facilitando a análise do custo já na etapa de conceitualização do design).

Também poderia ser realizada uma apresentação de um modelo físico desenvolvido através de Prototipagem Rápida. Sem esquecer também as diversas análises que a equipe de fabricação poderia realizar com a proposta antes mesmo do envio para o cliente, onde já poderiam ser definidas modificações para otimizar a confecção das ferramentas molde, ou pelo menos, fornecer subsídios que esclareceriam detalhes que afetariam no desenvolvimento do produto.

Em síntese, a utilização de uma plataforma CAD, no desenvolvimento já nas etapas iniciais do design, proporcionam o que é conhecido como desenvolvimento de produtos através do processo de engenharia simultânea, mais otimizado que os tradicionais métodos de desenvolvimento.

É conhecido que pode ser muito mais rápido desenvolver apenas com lápis, papel e tinta, ou até mesmo através de plataformas gráficas computacionais 2D, dezenas de conceitos que são apresentados de maneira preliminar em ilustrações artísticas para aprovações, do que poucos apresentados já modelados em um ambiente CAD, mas um sketch ou rendering só poderá ser considerado realmente validado para desenvolvimento, após várias análises, utilizando-se nesta etapa, de modelagens no sistema CAD e apresentação de modelos físicos em escala e em tamanho real.

Os sketches são bastante utilizados no desenvolvimento dos conceitos iniciais dos automóveis, produto de alta complexidade, que por sinal já possuem uma plataforma básica validada por muito tempo. Em outras palavras, os carros possuem quatro rodas, um motor na dianteira ou na traseira, os passageiros permanecem sentados, o sistema de direção está situado em um dos bancos da frente e existe um compartimento de bagagens na frente ou na traseira. O trabalho dos designers constitui-se basicamente em propor uma nova “roupagem estética” a este leiaute. Na solução do design não tem como contrariar os custos de desenvolvimento e o processo de fabricação segundo a tecnologia atual da empresa.

Cabe ao designer convencer de forma precisa a um cliente que a sua solução de design é esteticamente apropriada dentro de uma realidade construtiva viável.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho trouxe uma abordagem sobre procedimentos adotados por escritórios de projetos de produtos. As ações podem ser melhoradas através de um maior controle sobre o uso de recursos tecnológicos e atribuição adequada de atividades que serão desempenhadas pela equipe, durante o processo de desenvolvimento.

Expõe o design como agente integrador das atividades de projeto. Com isso, buscou-se contribuir com o gerenciamento do processo de projeto conceitual e projeto preliminar e de que forma os profissionais podem interagir nas atividades desenvolvidas para evitar retrabalhos em fases posteriores. Expõe que a concepção do design não trata apenas de uma definição da estética do produto, mas visa principalmente tornar a proposta de projeto viável para fabricação, atendendo as funcionalidades necessárias para satisfação dos empresários e consumidores finais.

A pesquisa também apresenta a importância do uso de recursos tecnológicos integrados às atividades de criação, pois mesmo que os projetos sofram intervenções por parte do cliente e ocorram mudanças de escopo no decorrer do processo, os retrabalhos demandam menos esforços da equipe, desde que a mesma tenha intimidade com o uso dos recursos.

Para tanto, é necessário investimento na atualização tecnológica e treinamento da equipe para o uso dos recursos, de modo que as atividades possam ser desenvolvidas adequadamente, buscando o cumprimento dos prazos definidos em contrato e redução dos erros de projeto.

É importante que a equipe de projeto tenha conhecimento multidisciplinar, ou seja, a comunicação entre as partes interessadas deve ser o mais clara e objetiva possível. Essa condição favorecerá a definição dos processos de manufatura, material e ferramental, além do design do produto.

As pesquisas de fundamentação teórica apontam as melhores práticas, sendo que deve ser avaliada a estrutura organizacional da instituição para adequá-las à realidade de cada empresa. De acordo com o nível de complexidade dos produtos desenvolvidos pelos escritórios, é possível definir a aquisição de novas ferramentas tecnológicas e implementação das metodologias de projetos com o intuito de agregar maior valor aos produtos e atender as expectativas dos clientes.

6. REFERÊNCIAS

- Anastassova, Margarita; Burkhardt, Jean-Marie. “Automotive technicians’ Training as a community-of-practice: Implications for the design of an augmented reality teaching aid”. *Applied Ergonomics* v. 40, Elsevier, 2009. p. 713-721.
- Aranda, M.H.; Jung, C. F.; Caten, C. S. “Aplicação do projeto de experimentos para otimização de uma inovação tecnológica”. *Revista Gestão Industrial, UTFPR*, v. 04, n. 02: p. 116-132, 2008.
- Back, N. *Metodologia de projeto*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. 1983.
- Back, N.; Ogliari, A.; Dias, A. & Silva, J. C. “Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem”. Barueri, SP: Manole, 2008. 601 p.
- Barbalho, Sanderson C.M. “Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecatrônicos: proposta e aplicações”. 2006. Tese (doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos/SP, 2006.
- Baxter, Mike. “Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos”. São Paulo: Edgar Blucher, 1998. 260p.
- Bertoncello, I; Gomes, L. V. N. “Análise diacrônica e sincrônica da cadeira de rodas mecanomanual”. *Revista Produção*. Vol.12, nº 1, p.72-82. 2002
- Blanchard, B.S ; Fabrycky, W. J. “System engineering and analysis”. 2.ed. Londres: Prentice-Hall. 1990.
- DARPA. Formal United System Engineering Development (FUSED) Scientific and Technical Reports: Final Report, 2011. Disponível em: http://www.darpa.mil/uploadedFiles/Content/Our_Work/TTO/Programs/AVM/2011-12-23. Acesso em: 05/02/2012
- Deserti, Alessandro. “Possible trajectories for design Consulting”. Apresentação Politécnico di Milano, Belo Horizonte, 2011.
- Ferreira, Cristiano V. “Metodologia de projetos de produtos”. Salvador: SENAI DR BA, 2004. 53p.
- Ferreira, Cristiano V; Forcellini, Fernando A. “Teoria da Solução de Problemas Inventivos”. Universidade Federal de Santa Catarina. Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos, 2000.
- Fonseca, A.J.H. “Sistematização do Processo de Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais e sua Implementação Computacional”. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- Forcellini, Fernando A. “O Processo de Projeto”. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. (Apostila). Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disciplinas/ProjetoDeProduto1/>. Acesso em: 15/06/2011.
- Heskett, J. “Integrating design into industry”. *Design Processes Newsletter*, Chicago, v. 3, nº 2, p. 1/6,1989.
- Kerzner, Harold. “Gestão de projetos: as melhores práticas”. Porto Alegre: Bookman, 2006. 821 p.
- Kindlein júnior, Wilson; Platchek, Elizabeth R.; Cândido, Luiz H. A. “Analogia entre as metodologias de desenvolvimento de produtos atuais, incluindo a proposta de uma metodologia com ênfase no ecodesign”. Disponível em: http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/507_analogia.pdf. Acesso em: 09/06/2011.
- Mondem, Y. “Sistemas de redução de custos: custo alvo e custo kaizen”. Porto Alegre: Bookman, 1999
- Oprime, Pedro Carlos, González, Mario Orestes Aguirre e Toledo, José Carlos de. “Análise da relação entre eficiência da produção, complexidade do produto e mercado de destino: estudo de caso de uma empresa multinacional exportadora de bens de capital”. *GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas*. UNESP – Ano 4, nº 1, Jan-Mar/2009, p. 11-21
- Padilha, Ana C. M., Carvalho, Felipe F. De, Mattos, Paloma M. E Gollo, Silvana S. “A gestão de design na concepção de novos produtos: uma ferramenta de Integração do processo de gestão e inovação”. *Rev. Adm. UFSM*, Santa Maria, v. 3, n. 3, p. 346-360, set./dez. 2010

- Romeiro Filho, Eduardo, Coord; Ferreira, Cristiano Vasconcellos. "Projeto do produto". Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 376 p.
- Rozenfeld, Henrique; Forcellini, Fernando A.; Amaral, Daniel C.; Toledo, José C.; Silva, Sérgio L.; Alliprandini, Dário H.; Scalice, Régis K. "Gestão de desenvolvimento de produtos". São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.
- Silva, Sérgio L., Rozenfeld, H. "Modelo de avaliação da gestão do conhecimento no processo de desenvolvimento do produto: aplicação em um estudo de caso". Revista Produção, V. 13, Nº 2, p. 6-20, 2003.
- Soares, Marcelo Márcio. "Design Participativo: uma experiência em Design Centrado no Usuário". Artigo. In: 4º Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Pesquisa & Desenvolvimentos, Novo Hamburgo, 2000.
- Vianna, Mauricio; Vianna, Ysmar; Adler, Isabel K.; Lucena, Brenda; Russo, Beatriz. "Design thinking : inovação em negócios". Rio de Janeiro: MJV Press, 2012. 162p.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

DESIGN AS AN AGENT OF INTEGRATIVE ACTIVITIES OF DESIGN AND MANUFACTURE OF PRODUCTS

Suzana Angélica da Silva Mascarenhas Pina, suzana.pina@fieb.org.br¹

Valter Estevão Beal, valter.beal@fieb.org.br¹

Andrea de Matos Machado, andrea.machado@fieb.org.br¹

¹SENAI CIMATEC, Av Orlando Gomes, 1845, Piatã, Salvador-BA, CEP

Abstract: *The design is consolidating more and more as a key strategic development of the business, enabling the production of consumer goods and the use of new technologies. It is important to meet the needs and desires of consumers based on the benefits of the products and services offered. The paper presents the integration of activities of the designer and engineering staff in order to optimize the process of developing and manufacturing products. For this purpose a study was made of the contributions of design to define new concepts, technologies applied to the development and fulfillment of the requirements and design constraints for manufacturing, seeking an edge. Whereas the technical and economic aspects in the generation of alternatives may avoid the need for future changes, the resulting display design features which facilitate their manufacture. Consequently, inadequate conceptions are previously discarded.*

Keywords: *design, product development, manufacturing, industrial products*