



PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE UM AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA USO EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

Cauê Gonçalves Mançanares – caue.mancanares@usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n. 128

05508-070 – São Paulo – SP

Eduardo de Senzi Zancul – ezancul@usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção

Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n. 128

05508-070 – São Paulo – SP

Paulo Augusto Miguel Cauchick – cauchick@deps.ufsc.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima

88040-900 – Florianópolis – Santa Catarina

Resumo: *O desenvolvimento de novos produtos e serviços envolve várias áreas de conhecimento e requer a aplicação de diversos métodos e ferramentas de projeto de engenharia. Um dos fatores críticos de sucesso para empresas no desenvolvimento de produtos é a integração de pessoas, de atividades e de informações. Dessa forma, o ensino do desenvolvimento de produtos deve contemplar a visão integrada desse processo. A fim de suprir essa demanda, foi concebido e implantado um ambiente integrado de desenvolvimento de produtos apoiando as atividades que vão da fase de conceituação do produto até a sua prototipagem. Este trabalho descreve o ambiente integrado de engenharia que foi implantado com base em ferramentas levantadas, selecionadas e instaladas. Tal ambiente oferece as ferramentas de projeto virtual, endereça a necessidade de integração da estrutura de produto entre diversos sistemas de informação e possibilita o uso de máquinas de prototipagem rápida. O ambiente foi aplicado em disciplinas de graduação em Engenharia de Produção possibilitando o desenvolvimento de produtos sofisticados pelos grupos de alunos. A fim de viabilizar o uso do ambiente integrado por novos alunos a cada ano, foram criados manuais de referência de ferramentas e materiais de treinamento que estão disponíveis para os alunos.*

Palavras-chave: *Processo de desenvolvimento de produtos (PDP), Ambiente integrado de desenvolvimento de produtos, Laboratório didático*

1. INTRODUÇÃO

O aumento da complexidade dos produtos e processos observado na indústria de alta e média tecnologia instalada no Brasil reflete diretamente na necessidade de utilizar métodos e ferramentas para auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos (SCHUH, 2005; SUH, 2005; ZANCUL, 2009). A sofisticação nos produtos desenvolvidos exige que as diversas ferramentas funcionem de maneira integrada e efetiva (ISSERMAN, 2008). Uma das principais consequências disso é a necessidade de ferramentas de auxílio para o desenvolvimento de produtos que lidem com a complexidade dos produtos e dos processos e com as modificações constantes nos projetos dos produtos (GOTIFREDSON & ASPINALL, 2005).

Extrapolando essa necessidade vista na indústria para o ensino de engenharia, este trabalho visa conceber e implantar um ambiente de desenvolvimento de produtos para utilização na graduação em engenharias.

O ambiente é uma plataforma de ferramentas que apoiam atividades que vão desde a conceituação do produto até sua prototipagem. Tal plataforma visa, principalmente, aumentar a produtividade e a efetividade nessas atividades críticas. Para atingir esses objetivos, o ambiente deve oferecer ferramentas para melhorar a integração dos processos, das informações e das pessoas envolvidas em todas as etapas do desenvolvimento de produtos.

O presente trabalho é estruturado em 5 itens. O próximo item apresenta uma síntese bibliográfica do processo de desenvolvimento de produtos e das ferramentas de apoio a esse processo. O item 3 discute o método de concepção do ambiente implantado e o levantamento de dados e avaliação das ferramentas de apoio ao desenvolvimento de produtos. Em seguida, o item 4 apresenta os resultados gerados com o presente trabalho, que são, em sua essência, a documentação do ambiente implantado no Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a criação de um produto exemplo, a criação de materiais de treinamento e a criação de um *website* que reúne todos os resultados gerados e permite fácil acesso destes ao público. Por fim, o item 5 apresenta as conclusões do trabalho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este item apresenta uma síntese da bibliografia fundamental do processo de desenvolvimento de produtos e de ferramentas de apoio a este processo. Nos subitens que seguem são analisados o modelo unificado do PDP, o desenvolvimento virtual de produtos, a estrutura do produto no processo de desenvolvimento e as ferramentas de apoio ao desenvolvimento de produtos.

2.1. Modelo unificado do PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto)

O processo de desenvolvimento de produtos compreende um conjunto de atividades com a finalidade de obter as especificações de um produto e de seu processo produtivo a partir de necessidades do mercado e de possíveis restrições tecnológicas. Esse processo deve considerar as estratégias competitivas da empresa (ROZENFELD et al., 2006).

Para entender melhor o processo de desenvolvimento de produtos, estuda-se o modelo unificado do PDP (ROZENFELD et al., 2006), que abrange o ciclo de vida tratando os processos a ele relacionados (Figura 1).

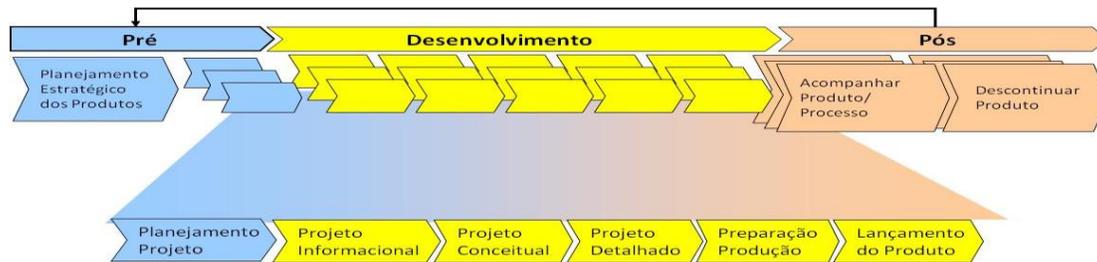


Figura 1 - Macro etapas do Desenvolvimento do Produto (ROZENFELD et al, 2006)

Estudando em maior detalhe os processos relacionados pela Figura 1, são definidas três fases do processo de desenvolvimento de produtos: Pré-desenvolvimento; Desenvolvimento; e Pós-desenvolvimento (ROZENFELD et al, 2006).

A fase de Pré-desenvolvimento contempla o planejamento estratégico e o planejamento do projeto e envolve a atividade de definição dos projetos a serem desenvolvidos a partir da estratégia competitiva da empresa. A segunda fase, Desenvolvimento, é a responsável por transformar a ideia de atender uma necessidade do mercado em um produto real. Em sequência, a fase de Pós-desenvolvimento é responsável pela manutenção do produto lançado e também pela disposição final do mesmo (ROZENFELD et al, 2006).

2.2. Desenvolvimento virtual de produtos

O desenvolvimento virtual de produtos é um conceito que envolve a utilização intensiva de *softwares* para auxiliar o desenvolvimento dos produtos. Esse conceito é consequência da necessidade de utilização de ferramentas computacionais para auxiliar as atividades do processo de desenvolvimento de produtos (KRSTEL; MERKET, 2004).

No desenvolvimento virtual a equipe utiliza o PLM (*Product Lifecycle Management*) para gerenciar as informações do produto, os *softwares* de CAD (*Computer Aided Design*) para criar um modelo 3D e ferramentas integradas ao PLM para auxiliar nas atividades de desenvolvimento (ZANCUL, 2009). Todas estas ferramentas (PLM, CAD e outras ferramentas) devem, preferencialmente, permitir o desenvolvimento do produto por equipes distribuídas e alocadas em diferentes locais (EBRAHIM *et al.*, 2009).

2.3. Estrutura do produto

A estrutura de produto tem o papel central de gestão de dados no processo de desenvolvimento de produtos (SCHUH *et al.*, 2006). A definição de estrutura de produto contempla todas as submontagens, componentes intermediários, matérias-primas e itens comprados que são utilizados na fabricação e/ou montagem de um produto, definindo as relações de precedência e quantidade de cada item necessário (AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY, 1992).

Além destes objetos, a estrutura de produto também pode conter informações, como instruções de trabalho ou ferramentas requeridas para suportar o processo de manufatura. Dessa forma, a estrutura de produto pode ser utilizada como um elemento central para gerenciar dados de produto ao longo do processo de desenvolvimento.

2.4. Métodos e ferramentas de auxílio ao desenvolvimento de produtos

O desenvolvimento de produtos deve considerar os requisitos de desempenho, de impacto no meio-ambiente e de custos das fases posteriores do ciclo de vida do produto. Para garantir que essa visão seja adotada de maneira sistêmica no processo de desenvolvimento de produtos, são aplicados métodos e utilizadas ferramentas de projeto para apoiar as atividades do processo (WANYAMA *et al.*, 2003). A Tabela 1 apresenta métodos e ferramentas selecionados para serem empregados no ambiente integrado de desenvolvimento de produtos.

Tabela 1 - Métodos usados no desenvolvimento de produtos– Métodos usados no desenvolvimento de produtos.

Método	Resumo descritivo	Referências
<i>Computer aided Design (CAD)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso da ferramentas de CAD: devem ser utilizadas de duas formas distintas – (i) para fazer o esboço do produto e (ii) para o desenho técnico do mesmo; - O desenho do produto em um <i>software</i> representa ganho de tempo no desenvolvimento por otimizar as modificações do projeto. 	Rozenfeld <i>et al.</i> , (2006); Flogliatto <i>et al.</i> , (2007); Clark & Fujimoto (1991)
<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Permite orientar o trabalho do time de desenvolvimento considerando as necessidades dos clientes; - Auxilia na definição dos requisitos do produto e também na definição das especificações-meta do produto, sempre orientado pela necessidade do cliente. 	Rosenthal (1992); Yamashina <i>et al.</i> (2002); Reilly (1999)
<i>Design for Manufacturing and Assembly (DFMA)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - É uma técnica para guiar os projetistas para simplificar a manufatura e a montagem do produto; - Traz diversos benefícios: melhoria na qualidade; diminuição do número total de peças; simplificação do processo de montagem e fabricação; modularização, confiabilidade; redução dos custos de produção; e incentivo ao trabalho em equipes multidisciplinares. 	Barbosa (2007); Boothroyd & Dewhurst (2012)
<i>Design for Environment (DFE)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Deve ser utilizado para criar produtos que considerem demandas de menor impacto no meio ambiente; 	Environmental Protection Agency (2012)



	- A aplicação no desenvolvimento de produtos é uma maneira de inserir no processo de desenvolvimento um método de engenharia que permite uma visão sistêmica sob a ótica da sustentabilidade.	
<i>Failure Mode and Analysis</i> (FMEA)	- Consiste em uma abordagem disciplinada de análise de falhas que objetiva identificar antecipadamente problemas potenciais, seus respectivos efeitos e suas possíveis causas a fim de estabelecer mecanismos de detecção, controle e intervenção para assegurar a qualidade e confiabilidade requeridas pelo cliente.	Stamatis, 2003
<i>Product Lifecycle Management</i> (PLM)	- Ferramenta de gestão integrada das informações e dos processos relacionados ao produto no ciclo de vida; - Garante que as informações geradas ao longo do ciclo de vida do produto estejam sempre atualizadas e disponíveis.	Zancul (2009); Ma & Fuh (2008)
Prototipagem rápida	- Processo de construção de peças/modelos/objetos físicos a partir de projetos em CAD; - Ferramenta essencial no desenvolvimento de produtos por permitir o aprendizado sobre o produto em desenvolvimento; - Novas técnicas de prototipagem rápida, como impressões 3D, permitem reduzir os custos dos protótipos, tornando-os viáveis até em fases preliminares do desenvolvimento do produto.	Cheah <i>et al.</i> (2004); Oliveira & Oliveira (2007); Brown (2009)

3. MÉTODOS ADOTADOS

O presente trabalho visa demonstrar o projeto e a implantação de um ambiente de desenvolvimento de produtos para uso na graduação em engenharia no Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica na Universidade de São Paulo.

O desenvolvimento do trabalho é estruturado em quatro etapas. Na primeira etapa, são levantadas as referências bibliográficas sobre processos e ferramentas de desenvolvimento de produtos. A segunda etapa compreende a concepção do ambiente de desenvolvimento de produtos e o levantamento de dados e a avaliação das ferramentas de apoio ao desenvolvimento de produtos. É feito um levantamento por meio da coleta de dados secundários, de acesso público, de informações relevantes sobre as ferramentas de desenvolvimento de produtos em *websites* e brochuras de fornecedores de tais ferramentas, e também é feita uma avaliação dessas ferramentas, que são então selecionadas para implantação no ambiente integrado.

A terceira etapa envolve a documentação dos resultados gerados pelo presente trabalho. Tais resultados são, em sua essência: a documentação do ambiente implantado, a criação de um produto exemplo, a criação de materiais de treinamento, e a criação de um *website* que reúne todos os resultados gerados e permite fácil acesso desses ao público. O resultados da terceira etapa são documentados no item 4 deste texto.

3.1. Concepção do ambiente de desenvolvimento de produtos

O principal cliente do ambiente integrado é o Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP, pois seus alunos e professores poderão utilizá-lo em diversas disciplinas da graduação. Dentre as disciplinas usuárias do ambiente integrado, a disciplina Projeto do Produto e Processo (PRO 2715) tem papel de integração, por abranger de forma ampla as atividades de desenvolvimento de produtos e por empregar conceitos apresentados por outras disciplinas. Portanto, para a concepção do ambiente foram consideradas as atividades propostas pela disciplina e realizadas pelos alunos da referida disciplina no ano de 2012.

Uma vez entendidas as atividades da disciplina PRO 2715, foram consideradas, também, outras necessidades para o projeto do ambiente integrado de engenharia: as necessidades de utilizar ferramentas que funcionem de maneira integrada e efetiva no desenvolvimento de produtos (ISSERMAN, 2008); a necessidade de atender a abordagem de *design thinking* para otimizar o processo de desenvolvimento de produtos (BROWN, 2009); e a necessidade de atender a tendência de desenvolvimento virtual de produtos (ZANCUL, 2009).

Além destas três necessidades relacionadas acima, as ferramentas também deveriam ser adquiridas a baixo custo e deveriam ser fáceis de usar, permitindo que todos os usuários possam aprender a usar todas as ferramentas. Para isso, as ferramentas escolhidas para implantação no ambiente em desenvolvimento deveriam ter, de preferência, as seguintes características:

- **Atender requisitos da disciplina PRO2715;**
- **Facilidade de uso** – permitir que todos os membros das equipes de desenvolvimento aprendam a usar todas as ferramentas, estimulando assim a integração entre elas;
- **Baseadas na web** – atender aos requisitos de integração das ferramentas e desenvolvimento virtual de produtos, e permitir o uso de qualquer local;
- **Gratuitas ou de baixo custo** – existência de licenças educacionais para universidades.

A Figura 2 apresenta conceitualmente o funcionamento do ambiente integrado de engenharia que auxilia o desenvolvimento de produtos com um fluxo que relaciona as atividades realizadas na disciplina PRO 2715 (numeradas sequencialmente) com as ferramentas implantadas no laboratório (nas barras abaixo das atividades numeradas), mostrando assim como cada ferramenta contribui para o processo.

As atividades da disciplina foram divididas em três etapas propostas pelo modelo PDP: Projeto Informacional, Projeto Conceitual e Projeto Detalhado. Cada atividade foi então relacionada com uma ferramenta de desenvolvimento de produtos que pode auxiliar na realização dessa, conforme apresentado na Figura 2.

O fluxo de atividades, como ilustrado na Figura 2, segue do Projeto Informacional para o Projeto Conceitual e em seguida para o Projeto Detalhado. Entretanto, ocorrem diversos *feedbacks* ao longo do desenvolvimento dos produtos, que fazem com que algumas atividades sejam executadas novamente com a finalidade de incluir os *feedbacks* no processo de desenvolvimento dos produtos.

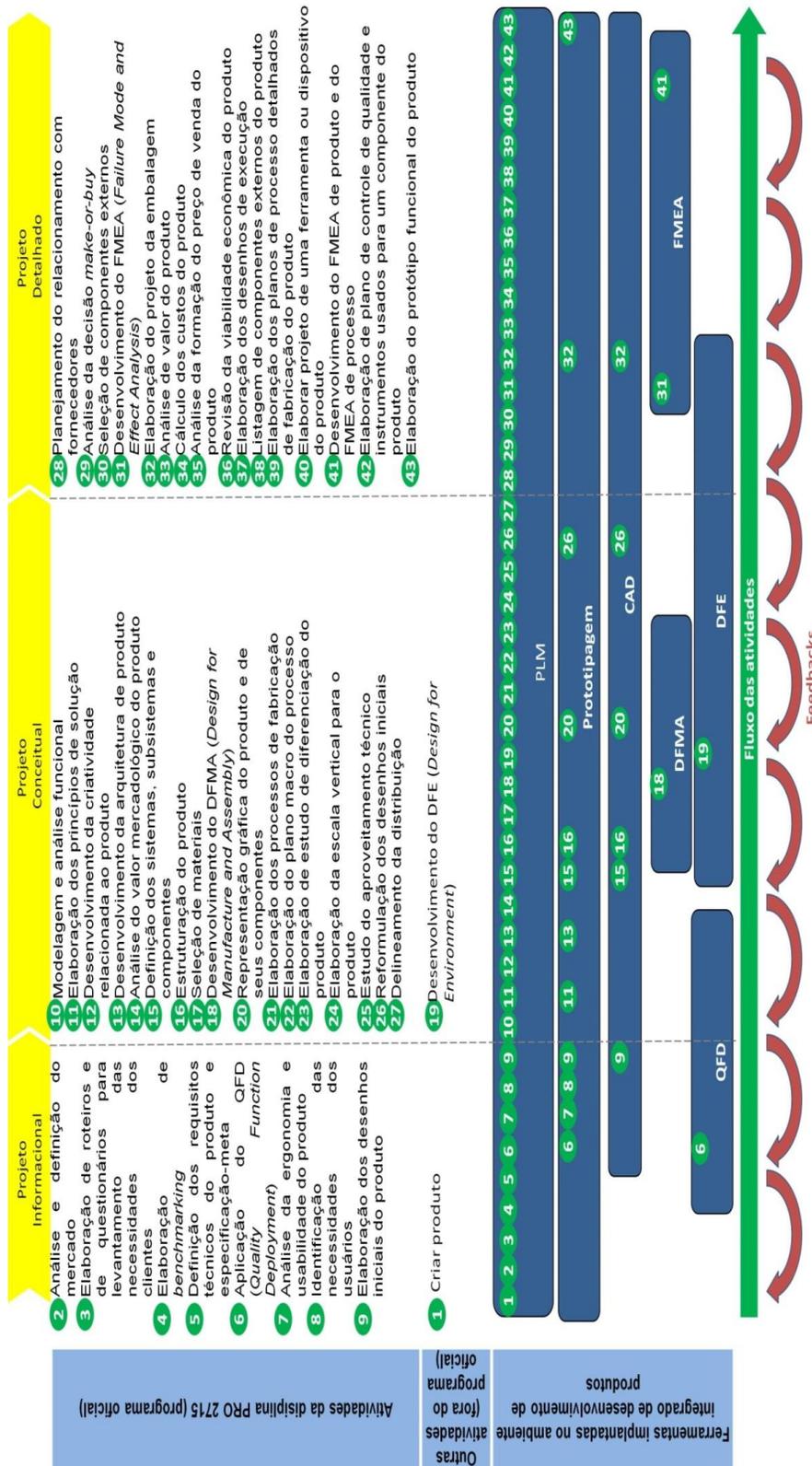


Figura 2 – Visão macro das atividades e sistemas do ambiente integrado de engenharia

4. AMBIENTE IMPLANTADO

Este item apresenta os resultados gerados pelo presente trabalho, que são fundamentalmente a estruturação e a documentação do ambiente implantado em um novo laboratório. O item apresenta também o desenvolvimento de um produto exemplo e de materiais de treinamento, a utilização do ambiente em duas disciplinas de graduação e a criação de um *website* para acesso aos *softwares* e aos manuais de treinamento. Uma descrição mais detalhada do processo de implantação do ambiente pode ser encontrada em Mancanares (2012).

O ambiente implantado conta com espaço físico adequado para os alunos trabalharem, ferramentas de trabalho, uma impressora 3D e 6 computadores com acesso aos *softwares* implantados. A Figura 3 apresenta o ambiente físico instalado.



Figura 3 – Espaço físico para o ambiente de desenvolvimento de produtos

A Tabela 3 detalha os materiais de treinamento desenvolvidos para apoio aos alunos usuários.

Tabela 3 - Materiais de treinamento desenvolvidos

Material Criado	Software	Resumo
Guia rápido de referências Windchill	Windchill	Ensina as principais funções do Windchill para usuários
Manual de usuário Windchill	Windchill	Contém todas as funções do Windchill que os usuários precisam para a disciplina PRO2715
Manual de administrador Windchill	Windchill	Contém todas as funções do Windchill que os administradores precisam para a disciplina PRO2715
Template de QFD	QFD	Modelo criado pelo autor para aplicação do QFD
Guia rápido de referências Google SketchUp	Google SketchUp	Ensina as principais funções do Google SketchUp para os usuários
Guia de instalação NX 8.0	NX 8.0	Manual passo-a-passo para executar a instalação do NX 8.0 no laboratório
Guia rápido de referências DFMA	DFMA	Ensina as principais funções do DFMA para os usuários
Guia rápido de referências GABI	GABI	Ensina as principais funções do GABI para os usuários
Guia rápido de referências FMEA	FMEA	Ensina as principais funções do FMEA para os usuários e administradores do sistema
Guia rápido de referências Impressora 3D Metamáquina	Impressora 3D	Ensina o passo a passo de como imprimir uma peça com a Impressora 3D Metamáquina
Lista de ferramentas do ambiente de manufatura	Ambiente de manufatura	Levantamento das ferramentas necessárias para o ambiente de manufatura, incluindo marca, modelo, preço e possíveis fornecedores

Outro resultado gerado pelo presente trabalho foi a utilização do ambiente implantado nas disciplinas Projeto do Produto e do Processo (PRO 2715), já citada, e também na disciplina Materiais e Processos de Produção 3 (PRO2719).

Para facilitar o acesso dos usuários às ferramentas implantadas, também foi criado um portal de acesso aos *softwares* (<http://sistemas-producao.net/inovalab/crie-e-projete/softwares/>) e uma página de acesso aos materiais de apoio criados (disponível em <http://sistemas-producao.net/inovalab/crie-e-projete/tutoriais/>). O portal criado é uma forma de difundir os resultados gerados pelo presente trabalho e facilitar o acesso de outras instituições aos materiais desenvolvidos. Ele centraliza o acesso aos *softwares* implantados no laboratório e permite o download dos materiais desenvolvidos.

5. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou o projeto e a implantação de um ambiente de desenvolvimento de produtos para uso na graduação em engenharias no Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A lógica de concepção do ambiente é baseada nas necessidades apresentadas pelas disciplinas da graduação em engenharia relacionadas com o desenvolvimento de novos produtos,

particularmente para a disciplina de Projeto do Produto e do Processo do curso de graduação em Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP. A partir da análise das atividades realizadas na disciplina, foi definida uma lógica de funcionamento do ambiente para apoiar o desenvolvimento de produtos que utiliza a estrutura de produto como elo de integração entre os diversos *softwares*. Os critérios de seleção de ferramentas e dos sistemas de informação foram: atendimento aos requisitos da disciplina; facilidade de uso, ferramenta baseada na web, ferramenta gratuita ou de baixo custo. Foram então selecionadas as ferramentas mais adequadas e implantado o ambiente concebido.

O ambiente implantado permite maior colaboração entre os alunos por facilitar a reunião desses em ambiente físico específico concebido para o desenvolvimento de produtos. Também apoia o desenvolvimento de produtos complexos ao oferecer um conjunto de sistemas de informação avançados que operam de maneira integrada. Por fim, a estruturação de manuais de instrução e de utilização das ferramentas facilita o aprendizado pelos novos alunos que a cada ano irão utilizar o ambiente integrado.

Em uma visão mais ampla, considerando organizações de ensino e indústrias que dependem do desenvolvimento de produtos, o resultado deste trabalho é o registro do projeto, seleção e implantação dos métodos e ferramentas de auxílio ao desenvolvimento de produtos e também da criação do ambiente integrado, permitindo que este seja replicado em outras situações e locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PRODUCTION AND INVENTORY CONTROL SOCIETY. **APICS Dictionary**. 7th ed. Virginia: Falls Church, APICS, 1992.

BARBOSA, G. F. **Aplicação da Metodologia DFMA – Design for Manufacturing and Assembly no projeto e fabricação de aeronaves**. São Carlos. 165p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

BOOTHROYD, G.; DEWHURST, P. **Boothroyd & Dewhurst website**. Disponível em <www.dfma.com>. Acessado em 17 de Out. 2012

BROWN, T. **Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation**, Harper Collins e-books, 2009.

CHEAH, C.C. et al. Rapid prototyping and tooling techniques: a review of applications for rapid. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 1, pp. 308-320, 2004.

CIMDATA. **Product Lifecycle Management: Empowering the future of Business**. Ann Arbor: CIMData, 2002.

CLARK, K. B., FUJIMOTO, T.. **Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry**. Harvard Business Press, 1991.

EBRAHIM, N.A. et al. A Conceptual Model of Virtual Product Development Process. **Proceedings of the 2nd Seminar on Engineering and Information Technology**. Disponível em <<http://eprints.um.edu.my>>. Kota Kinabalu, Malasya. 2009.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY **Design for The Environment Website**. Disponível em <<http://www.epa.gov/dfe/>>, Acessado em 12 Out. 2012

- FOGGIATTO, J.A. et al. Recomendações para modelagem em sistemas CAD 3D. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 4., 2007, Curitiba: UTFPR, 2007.
- GOTIFREDSON, M; ASPINALL, K; Innovation versus complexity: What is too much of a good thing? **Harvard Business review**, v. 83, n. 11 p. 62-71,2005.
- ISERMANN, R. Mechatronic systems – Innovative products with embedded control. **Control Engineering Practice**, v.16, n.1 p.14-29,2008.
- KRASTEL, M; MERKT, W. Integration der Simulation und Berechnung in eine PLM – Umgebund – die Arbeitsgruppe SimPDM. **ProduktDatenJournal**, n.2 p. 8-9, 2004.
- LIU, F.W. **Rapid Prototyping and Engineering Applications: a toolbox for prototype development**. New York: CRC Press, 1.ed, v. 1, p. 568, 2007.
- MA, Y.S; FUH, J.Y.H. Product lifecycle modeling, analysis and management. **Computers in Industry**,v. 59, n.2 2008.
- MANCANARES, C.G. **Projeto e Implantação de um Ambiente Integrado de Desenvolvimento de produtos**. São Paulo. 2012 (Trabalho de Formatura da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo)
- OLIVEIRA, C. B. M. **Estruturação, identificação e classificação de produtos em ambientes integrados de manufatura**. São Carlos, 1999. Tese (Mestrado)
- OLIVEIRA. P.M.; OLIVEIRA, R.D. A utilização da prototipagem rápida em design de produtos para empresas de pequeno porte: um estudo de caso. In: **6º CBGDP – CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**, Anais... Minais Gerais: Belo Horizonte, 2007
- RAJA, I.; FERNANDES, V.J. **Reverse engineering: an industrial perspective**. London: Springer–Verlag, p. 1-8, 2008.
- REILLY, N. B, **The Team based product development guidebook**, ASQ Quality Press, Milwaukee Wisconsin, 1999.
- ROSENTHAL, S. R, Effective product design and development, How to cut lead time and increase customer satisfaction. **Business One Irwin**. Illinois: Homewood, 1992
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos uma referência para melhoria do processo**. Saraiva. 2006.
- SCHUH, G. **Produktkomplexitat managen**. Munich. Hanser, 2005.
- SCHUH, G; et al. Product Structuring – The core discipline of Product Lifecycle Management. In: **13th CIRP international conference on Lifecycle Engineering**. 2006, Leuven, Anais... 2006, 393-398 p.
- STAMATIS, D.H. Failure mode effect analysis: From theory to execution. ASQ, Milwaukee, 2003.
- SUH, N, P. Complexity in engineering. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, v. 54, n. 2, p. 581-598, 2005.

WANYAMA, W. et al. Lifecycle-engineering, issues, tools and research. **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, v.16, n. 4-5, p. 307-316, 2003.

YAMASHINA, *et al.* Innovative product development process by integrating QFD and TRIZ. **International Journal of Production Research**, v. 40, n. 5, p. 1031-1050, 2002.

ZANCUL, E. Gestão do ciclo de vida de produtos: seleção de sistemas PLM com base em modelos de referência. São Carlos, 2009. Tese (Doutorado).

Project and implementation of a product development laboratory for engineering undergraduate course

Abstract: *The development of new products and services involves various areas of knowledge and requires the application of various methods and tools for engineering design. One of the critical success factors for companies in product development is the integration of people, activities and information. Thus, the teaching of product development should provide an integrated view of the process. In order to meet this demand, an integrated environment has been designed and implemented in order to support product development activities ranging from product conceptualization stage to its prototyping. This paper describes the integrated engineering environment that has been deployed based on tools identified, selected and installed. Such an environment provides the tools for virtual design, addresses the need for integration of product structure between various information systems and enables the use of rapid prototyping machines. The environment was applied to undergraduate courses in Production Engineering enabling the development of complex products by groups of students. In order to facilitate the use of integrated environment for new students each year, reference manuals and training materials were created and are available for students.*

Keywords: *Product development process (PDP), Integrated engineering environment, Teaching laboratory*