

A tecnologia da informação como suporte a indústria de construção naval: Um estudo de caso

Newton Narciso Pereira (USP – Escola Politécnica - Engenharia Naval) newton.pereira@poli.usp.br

Fernando José Barbin Laurindo (PRO-POLI-USP) fjblau@usp.br

Resumo

Este artigo tem por objetivo apresentar o uso da Tecnologia da Informação (TI) na indústria de construção naval. O artigo foi realizado com base em dados levantados a partir de pesquisa de campo, com realização de entrevista e visitas as instalações do estaleiro para colher as informações e elaborar o estudo de caso. O embasamento teórico visa estabelecer como a TI fornece suporte no dia a dia dos estaleiros no Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP) “embarcações” e no Gerenciamento de Projetos (GP), maximizando a redução de custos e de tempo de projeto e construção de embarcações, melhorando a qualidade do produto final.

Palavras chave: Desenvolvimento de Novos Produtos, Tecnologia da Informação e Gerenciamento de Projetos

1. Introdução

Hoje, a competitividade entre as empresas de construção naval é determinada pela qualidade de seus recursos, pelo conhecimento que é capaz de produzir e pela capacidade de aplicar ciência, tecnologia e conhecimento na produção de embarcações cada vez mais eficientes. As políticas adotadas para atender tais requisitos requerem investimentos por parte dos construtores navais na aquisição de “softwares” que viabilizem a aplicação das mais modernas práticas de engenharia. As aplicações para Integrar Produtos e Desenvolvimento de Processos (IPDP), engenharia simultânea, sistemas de arquitetura aberta e Gerenciamento da Qualidade Total (GQT) têm produzido um sucesso notável nestas organizações.

Neste contexto a Tecnologia da Informação (TI) é vista como um elemento catalisador da integração ciência e tecnologia. De acordo com Porter e Millar (1985), a TI deve ser entendida de maneira ampla, como uma matriz que une tecnologias cada vez mais convergentes e interligadas, que processam informações. Além dos computadores, portanto, sensores, radares, GPS, tecnologias de comunicações, automação e outros hardwares e serviços estão envolvidos.

No setor de construção naval a TI melhora o Desenvolvimento de Novos Produtos “embarcações” (DNP) e Gerenciamento de Projeto (GP). Os impactos positivos da TI no DNP e GP podem ser alcançados de diferentes formas, com a implementação de banco de dados, aplicações de *software* com plataforma CAD/CAE/CAM e controle como Microsoft Project interconectando e acompanhando vários processos de desenvolvimento (LAURINDO e CARVALHO, 2005). Sendo assim, a TI pode atuar também nos processos administrativos e no ambiente global da empresa.

O potencial que a TI tem de realizar estas mudanças varia de acordo com as características do processo (cadeia de valor) e do produto, no tocante à necessidade de informação. Em empresas cujos produtos e processos contêm muita informação, os sistemas de informação vão ter grande importância (PORTER e MILLAR, 1985).

Segundo Hallows (2002), a TI fornece suporte aos grandes, pequenos e médios estaleiros, que estão percebendo os benefícios que um consistente gerenciamento do DNP e GP podem proporcionar.

Neste artigo, será apresentado um estudo de caso que aponta o impacto da TI na estrutura organizacional de um estaleiro de médio porte, apresentando os processos de DNP, GQT e GP antes e depois da implantação da TI. O intuito foi avaliar o retorno do investimento (em termos qualitativos) em TI, produtividade, interações no projeto, considerando os aspectos humanos e o envolvimento da alta gerência na estratégia de TI.

2. Conceitos de TI, DNP e GP

A TI pode ser definida como a convergência da eletrônica, computação e telecomunicações. O uso da TI desencadeou uma onda de inovações tecnológicas em coletar, armazenar, processar, transmitir e apresentar informações. Todos os setores da economia exercem influência no desenvolvimento de aplicações em TI. A TI abriu as portas para o crescimento de novas oportunidades de negócios, permitindo a maior flexibilidade no processo de DNP e GP. O desenvolvimento de novos sistemas de informação está sendo constantemente aplicados para melhorar a produção, qualidade e eficiência das empresas, tanto nas áreas administrativas como de manufatura, permitindo o controle de máquinas e robôs.

De acordo com Laurindo (2001), a Tecnologia da Informação (TI) é vista como o fator de viabilização desta integração em abrangência mundial, bem como de criação de novas estratégias de negócio, de novas estruturas organizacionais e de novas formas de relacionamento entre empresas e entre empresas e seus consumidores.

Segundo Porter (2001), a TI é uma poderosa ferramenta e esta apoiada em três pilares. O primeiro permite o desenvolvimento de novos produtos e a eficiência em novos processos. O segundo facilita a rápida difusão das inovações. O terceiro força a economia de escala que beneficia rapidamente a expansão do uso da TI. Porter e Millar (1985), afirma que a TI pode afetar o ambiente empresarial, no que se refere ao seu relacionamento com os fornecedores, clientes e nos processos internos.

Juran (1992), define DNP como um processo experimental que muda as características dos produtos correspondendo às necessidades do cliente. Estabelece também que o projeto de um produto é o processo que define as características do produto para atender as necessidades dos clientes. O DNP deve ser visto como um conjunto de dados teóricos-empíricos, confinados pelo tempo, sendo tratado e modificado para atender os requisitos estabelecidos pelo cliente. A Figura 1 apresenta um modelo de DNP.

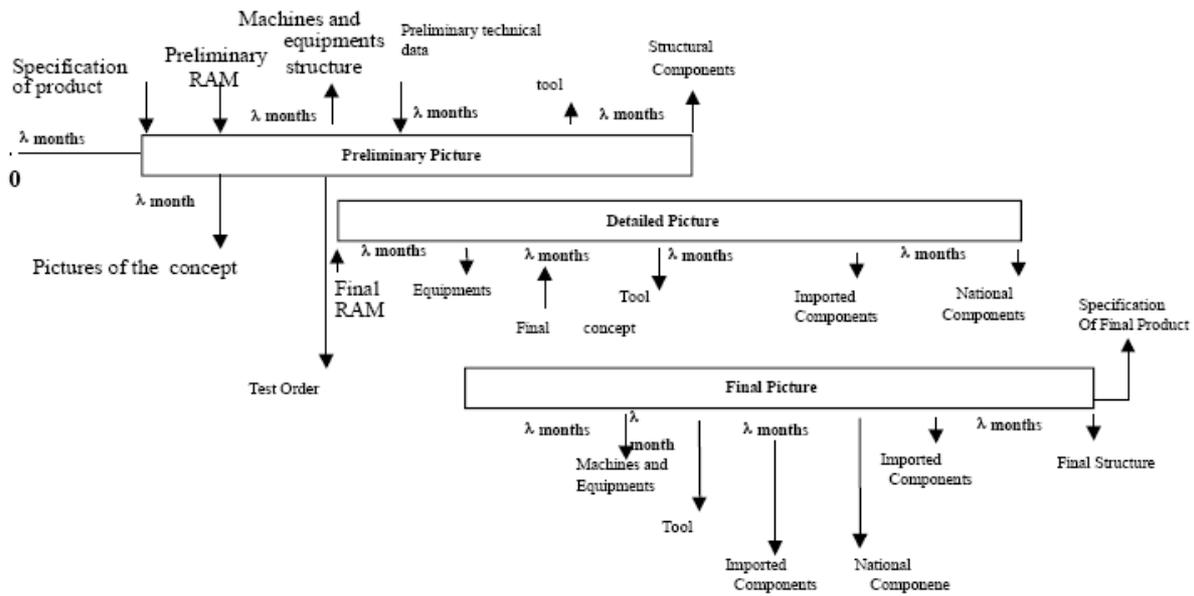


Figura 1 – Modelo de atividade de DNP (Fonte: POSSAMI; FUTAMI e VALENTINA, 2002).

Segundo Woodham (1997), para os projetistas aplicarem seus conhecimentos no DNP é necessário não apenas o conhecimento em áreas tradicionais semelhantes aos materiais e processos de fabricação, mas também ter conhecimento sobre as estratégias de marketing e entender as expectativas do cliente. Davenport et al. (1996), relata que o processo de DNP não é simplesmente fazer uma reengenharia nos processos desenvolvimento do projeto, mas envolve também mudanças nos processos de fabricação e qualidade. A atividade de DNP consiste na mutação dos atributos do produto visando novas soluções que demonstre a capacidade da equipe de desenvolvimento em pensar diferentemente do geral (PAPANNEK, 1971).

O uso das ferramentas *Computer-Aided Design* (CAD), *Computer-Aided Engineering* (CAE) e *Computer-Aided Manufacturing* (CAM) melhoraram significativamente a eficiência do DNP e o planejamento de processos de fabricação (LAURINDO e CARVALHO, 2005). Diversos softwares de gerenciamento de projeto permitem a aplicação de técnicas como *Critical Path Method* (CPM) e *Program Evaluation and Review Technique* (PERT). Segundo Cukierman (1978), PERT/CPM consiste em figurar o projeto numa rede ou grafo onde se representam ações de acordo com as respectivas relações de correspondência. PERT é uma ferramenta de gerenciamento de projetos usada para programar, organizar e coordenar tarefas. A metodologia PERT foi desenvolvida pela marinha americana em 1950 para gerenciar o programa de construção do submarino Polaris. O CPM foi desenvolvido para gerenciar de projetos no setor privado e surgiu na mesma época que a metodologia PERT, assim as técnicas ficaram conhecidas como PERT/CPM.

Allmendinger (1983), afirma que o navio é uma das estruturas mais complexas já construídas pelo homem, já que seu projeto envolve profissionais dos vários segmentos da engenharia. Segundo Tuman (1983), um projeto é uma organização de pessoas dedicadas visando atingir um propósito e objetivo específico. A NBR ISO 10006 (2000), considera projeto como um processo único, consistindo um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos.

3. Virtualização do DNP e GP

O desenvolvimento mais ágil de produtos se tornou uma questão crítica para o sucesso em muitos setores do mercado, independentemente do produto em questão. Isto motivou o desenvolvimento de técnicas de engenharia simultânea, na década de 80, capazes de reduzir o tempo de ciclo, com base na sobreposição temporal de atividades de projeto, a serem executadas em paralelo, sempre que possível (FORD e STERMAN, 1999). Mas restrições físicas dificultam a realização de diversas tarefas de projeto, de teste e aceitação de um produto simultaneamente, conforme preconizado pela engenharia simultânea.

Simulação é a uma maneira eficaz de representar sistemas, plantas, ou às políticas propostas para o teste preliminar, antes de desenvolver protótipos caros, testes de campo ou execuções reais. De acordo com Mcgovfran (2004), a validade da simulação depende da representação exata das características operacionais do processo criado. Na engenharia, deve-se considerar o auxílio do computador em tarefas de projeto, permitindo a aceleração do desenvolvimento e a otimização dos recursos envolvidos. De uma forma geral, um protótipo precisa ser construído, para que o produto possa ser testado e operado, conforme observa (JONS, 1997). Também é, tradicionalmente, necessário que o produto tenha sido completamente projetado antes de poder ser construído.

Os ambientes virtuais, que possibilitam a virtualização de atividades de projeto se originaram da convergência dos avanços da tecnologia de eletrônica digital dos computadores com os avanços na tecnologia de apresentação visual (JONS, 1997). É cada vez mais fácil criar imagens gráficas realistas e transmiti-las para que possam ser rapidamente apresentadas com qualidade próxima a de uma fotografia, podendo ser utilizadas por outras pessoas ou equipes envolvidas em um projeto. Os principais desenvolvimentos nesta área estão ligados a: projeto baseado em simulação (*simulation based design*), prototipação virtual (*virtual prototyping*), realidade virtual (*virtual reality*) e projeto colaborativo a distância (*workflow*). Protótipos virtuais realizados em CAD, com recursos de 3D, podem ser facilmente montados e desmontados virtualmente, permitindo estudos muito mais detalhados, repetidos quantas vezes se julgar necessário (CSILLAG e GRAEML, 2004). A Figura 2 apresenta um modelo de simulação de um navio.



Figura 2 – Simulação do comportamento de um navio

A rapidez com que podem ser realizadas alterações nos protótipos virtuais e o baixo custo dessas alterações estimula a realização de mais ensaios, com configurações alternativas das peças sendo projetadas. Isto permite que produtos de melhor qualidade demorem menos tempo para ser desenvolvidos e colocados no mercado.

Um exemplo bem sucedido de projeto completamente baseado em protótipos digitais é o da marinha americana, que adquiriu um *software* da empresa Intergraph (2004), para o projeto e construção do navio anfíbio Sant Antonio. O projeto envolveu equipes multifuncionais espalhadas ao redor do país, que trabalharam de forma simultânea sobre protótipos virtuais. Para Kroo (1996), um dos grandes benefícios potenciais ainda não concretizados a partir da realização de projetos baseados em simulação é a possibilidade de incorporar, desde os primeiros estágios do desenvolvimento do projeto, requisitos e objetivos multidisciplinares e

inter-departamentais, nos quais os protótipos virtuais podem fazer a diferença mais significativa.

Segundo a Intergraph (2004), a virtualização em 3D, permite a visualização do processo construtivo da embarcação, simulando operações e testando o produto antes da construção. Intergraph (2004), explica que a utilização de modelagem 3D e 4D, reduz custos e aumenta o rendimento. Durante a fase de construção da embarcação o uso dos recursos virtuais auxilia a equipe de produção a encontrar possíveis falhas e corrigi-las reduzindo o tempo gasto com o retrabalho.

A Intergraph (2004), publicou que o departamento de defesa americano obteve uma economia de \$186 milhões e a diminuição substancial no retrabalho durante a fase de construção do navio anfíbio. Tan and Bligh (1998), afirmam que as simulações virtuais das fases de construção de um navio podem reduzir cerca de 40% do tempo gasto com o retrabalho e correção de falhas.

4. Aspectos metodológicos

O embasamento teórico discutido anteriormente fortalece os principais pontos considerados neste artigo:

- A competição entre as indústrias globais de construção naval, acirram a concorrência entre os estaleiros, fazendo com que os mesmos busquem maneiras de se diferenciar no mercado através de redução de custo e alta tecnologia;
- A TI como ferramenta importante do desenvolvimento de novos produtos e contribui significativamente para a melhora dos processos produtivos;
- O uso da TI no DNP auxilia nos processos de modelagem 3D, através de ferramentas CAD, fornecendo agilidade, redução de custo total de construção e redução de falhas. Segundo Porter (1986), o DNP é vital para as companhias que adotam este processo como meio de diferenciação e utilizam como vantagem competitiva.

Sendo assim, foi realizado um estudo de caso de forma explorativa dentro do estaleiro, no qual pode-se avaliar os impactos da TI nos processos de DNP e GP. Para o estudo de caso foram adotados os seguintes critérios:

- Importância estratégica da TI no DNP e GP para o estaleiro;
- A TI como ferramenta para a melhoria da eficácia e eficiência no DNP e GP.

As informações foram obtidas através de entrevistas realizadas no estaleiro, com os gerentes de produção, qualidade e projetos da empresa. Foram considerados os seguintes aspectos:

- Características da empresa;
- Avaliação dos recursos CAD/CAE/CAM;
- Aplicação da TI no DNP e GP;
- Retorno do investimento em aplicações de TI.

5. Estudo de caso

5.1 A empresa

O estudo de caso analisado foi do estaleiro Sedna, de médio porte, que atua no seguimento de esporte recreio, produzindo lanchas, embarcações de pesca e iates de alto padrão. O estaleiro

Sedna foi fundado em 2004, após o desmembramento do estaleiro Cabrasmar com o estaleiro Fighter. O estaleiro Sedna situado em São Paulo emprega 80 funcionários e suas instalações ocupam uma área de 6000 m². Com o desmembramento o estaleiro Sedna passou a ter posse dos moldes para a construção cascos de fibra de vidro desenvolvidos pelo arquiteto naval Joaquim Kusters, moldes consagrados do mercado.

Os principais produtos do estaleiro são as lanchas das séries Fighter de 32, 33, 38 e 50 pés. A produção atual é de duas embarcações por mês, todas construídas em fibra de vidro, e para os anos de 2005 e 2006, o quadro de pedidos está completo. O estaleiro Sedna tem como diferencial competitivo o preço e o atendimento as necessidades de cada cliente. Segundo Porter (1985), o estaleiro trabalha com a estratégia competitiva voltada a diferenciação dos produtos, onde os clientes podem participar da fase de projeto. O estaleiro trabalha sob encomenda dentro do mercado nacional, entretanto, já tem encomendas de uma série de embarcações padronizadas para atender o mercado internacional no ano de 2005 e 2006.

Atualmente a empresa encontra-se no terceiro lugar entre os estaleiros nacionais com maior índice de produtividade, o objetivo da empresa é atingir a liderança do mercado nacional de construção de embarcações de esporte recreio até 2015.

5.2 Situação antes da implantação da TI no DNP e GP

De acordo com os entrevistados o estaleiro Sedna antes da fase de implantação da TI no DNP e GP apresentava problemas na produção e falhas nos projetos. O controle do setor de produção do estaleiro era descentralizado, a informação sobre a produção não circulava em todos os departamentos da empresa, portanto, não se conhecia efetivamente em que fase de montagem a embarcação estava, não era possível controlar quem estava desenvolvendo uma determinada atividade e como ela estava sendo desenvolvida e o desperdício de material era intenso. Os entrevistados salientam que qualquer falha em um dos vários processos de construção da embarcação, que envolve laminação, pintura, acabamento, montagem e teste compromete o andamento da embarcação dentro da linha de montagem, provocando assim atrasos na entrega. Os controles eram feitos de forma isolada onde não havia integração da informação. Segundo eles as falhas nos controles produtivos geravam problemas junto aos fornecedores conseqüentemente atingiam os clientes. A empresa dispunha de computadores tanto na produção quanto do departamento de projeto, mas segundo Brynjolfsson (1993), o paradoxo da produtividade em TI se fazia presente pela má gestão na utilização dos recursos.

5.3 Mudanças no processo de DNP e GP

De acordo com os entrevistados, para se iniciar as mudanças todos os gerentes dos diversos setores da empresa reuniram-se com a diretoria e planejaram as novas estratégias que iriam ser seguidas. As contribuições vieram de todas as partes, diretoria, projeto, marketing, administrativo e produção. Foi apresentado o cenário em que a empresa estava no mercado e foram apresentados os objetivos que seriam alcançados com a implantação de um sistema que proporciona aumento de qualidade, produtividade tanto no desenvolvimento quanto no produto final.

As mudanças ocorreram primeiramente no DNP, onde foram instalados novos *softwares* como AUTOCAD, Rhinoceros e Micro Station, para o desenvolvimento de projetos em 2D e 3D. Através do processo de virtualização dos projetos em 3D os departamentos de vendas, projeto e produção, podem analisar as características dos produtos que estão sendo desenvolvidos para seus clientes. Cada projeto tem a suas particularidades, porque depende diretamente do gosto e da necessidade do cliente, diante deste fato, o departamento de projeto criou uma etiqueta eletrônica, que serve de referência para aquele projeto. Esta numeração é anexada pelo departamento de DNP junto na ordem de serviço que percorre todo estaleiro.

A ordem de serviço eletrônica também foi uma inovação, no passado às informações eram dispersas, mas após a implantação da ordem de serviço o trabalho ficou mais dinâmico e as informações são armazenadas. Segundo os entrevistados no momento que um novo contrato é fechado o departamento administrativo gera uma ordem de serviço eletrônica que contém todas as especificações técnicas do produto a ser desenvolvido. No início segundo Brynjolfsson (1993), novas tecnologias exigem determinado período de tempo para a reestruturação e melhora da produtividade. Num primeiro momento houve resistência de alguns funcionários em aceitar este procedimento, mas hoje eles exigem da gerência a ordem de serviço para o controle da produção. Foram aplicadas técnicas de gerenciamento e planejamento de projeto com a instalação do *Microsoft Project* e ferramentas PERT/CPM. O planejamento e acompanhamento do ciclo produtivo ficam expostos no mural em forma de planilha, onde todos os funcionários da podem acompanhar todas as fases de construção das embarcações que estão na linha de montagem. É importante salientar que uma embarcação de 32 pés antes da implantação do programa de DNP e GP demorava cerca de seis meses para ser construída e entregue ao cliente, após a implantação deste programa o tempo foi reduzido para 28 dias.

Em maio de 2004 foi instalado um servidor que interliga os departamentos da empresa através da intranet. São disponibilizados dados em forma de planilhas com a evolução diária da produção, para que todos os departamentos acompanhem o andamento da produção, criando um elo entre os departamentos. Por exemplo, o departamento de compras pode agendar a entrega de materiais junto aos fornecedores e vendas tem base para programar os prazos de entregas de novos pedidos. A Internet também é utilizada como ferramenta de comunicação interna e externa. Através da Internet os clientes recebem relatórios semanais, onde acompanham a construção da embarcação, através de fotos e planilhas. O setor de qualidade trabalha com câmeras digitais e softwares para tratamento de imagem, que oferecem maior flexibilidade para encontrar possíveis falhas nos processos de acabamento. De acordo com os entrevistados os investimentos em TI, proporcionaram mudanças na estrutura organizacional, cultural e esta aliada as estratégias de negócios da empresa.

6. Conclusões

O estudo de caso apresentado indicou uma mudança na visão da empresa em relação ao uso da TI no DNP e GP, causando mudanças profundas no âmbito cultural e organizacional. No primeiro momento a empresa não tinha nenhuma estratégia de TI, mas com o aparecimento de diversos problemas nos diversos setores a TI passou a ser utilizada como ferramenta de trabalho. Fica claro que TI serviu de suporte para soluções de problemas internos proporcionando agilidade, redução de custo e reduzindo o retrabalho.

As mudanças no processo de DNP e GP dirigidas pela TI, foram fundamentais para o sucesso do estaleiro. Entretanto pode se observar que todos setores tiveram impacto direto com a implementação da TI, produção, recursos humanos, qualidade e administrativo. Novos investimentos em softwares e tecnologias CAD/CAM e ERP estão sendo planejados a fim de integrar definitivamente a empresa.

Referências

- ABRAHAM, B. & LEDOLTER, J. (1983) - Statistical Methods for Forecasting. John Wiley & Sons. New York.
- ALLMENDINGER, E. E. Anais da I semana de estudos sobre transportes marítimos e construção naval: Projeto de Navios Mercantes – Potencial humano necessário. São Paulo: Centro de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1960. 607p.
- BRYNJOLFSSON, E. (1993), “The productivity paradox of information technology”, Communications of the ACM, Vol. 36 No. 12, pp. 67-77.

- CSILLAG, J. M. e GRAEML, A. R. (2004). Os Impactos da Utilização da Internet e Outras Tecnologias da Informação Sobre o Setor Industrial (Uma Análise de Empresas do Estado de São Paulo). Fundação Getúlio Vargas Escola de Administração de Empresas de São Paulo Núcleo de Pesquisas e Publicações
- CUKIERMAN, Z. S. (1982). O Modelo PERT/CPM Aplicado a Projetos. Editora Rio – Sociedade Cultural Ltda. 2ª Edição.
- DAVENPORT, T.H.(1993), Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology. Boston: Harvard Business School Press.
- FORD, D. N. e STERMAN, J. D. (1999). Overcoming the 90% Syndrome: Iteration Management in Concurrent Development Projects. Disponível em: <http://ceprofs.tamu.edu/dford/DNF%20Profesional/90%25Syndrome.pdf>. Acesso em: 10/05/2005.
- INTERGRAPH, Press Realise. (2004). White paper. An Information Technology Blueprint for the Twentyfirst Century Amphibious Warship. Disponível em: http://solutions.intergraph.com/core/white_papers/AmphibiousWarship20043531A.pdf. Acesso em: 10/05/2005.
- JONS, O. P. (1997). Preservation and restoration of historic vessels in virtual environments: Maritime. Park Association, junho de 1997, 1997. Disponível em: <http://www.maritime.org/conf/confjons.htm>. Acesso em: 10/05/2005.
- JURAN, Joseph M. A (1992). Qualidade Desde o Projeto: Os Novos Passos Para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços. São Paulo: Pioneira
- KROO, I. Computational-based design (1996). White paper. Disponível em: <http://aero.stanford.edu/ComputationalDesign.html>. Acesso em: 25/01/2004. LAKATOS, M. E. e MARCONI, M. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas. 1991. 270 p.
- LAURINDO, F. J. B. (2001). Tecnologia da Informação como Suporte as Estratégias Empresariais. I Workshop: Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento, PRO-EPUSP. Disponível em: http://www.prd.usp.br/redecoop/TI_estrat_BAH_FJBL_format.PDF. Acesso em: 15/05/2005
- LAURINDO, F. J. B., CARVALHO, M. M. (2005). “Changing product development process through information technology: a Brazilian case”. Artigo aprovado para publicação no periódico Journal of Manufacturing Technology Management (novo nome do Integrated Manufacturing Systems), v46i4.
- MCGOVFRAN, David (2004). An Introduction to BPM & BPMS. Business Integration
- NBR ISO 10006. (2000) Gestão da Qualidade – Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- PAPANEK, Victor (1971). Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. New York: Pantheon Books
- PORTER, M. E; MILLAR, V. (1985) – How Information Gives you Competitive Advantage. Harvard Business Review, p. 149-160.
- Porter, M.E.(1986). Competitive in Global Industries, ed. Porter, Michael E..
- PORTER, M.E. (2001), “Strategy and the internet”, Harvard Business Review, Vol. 79 No. 1, pp. 63-78.
- POSSAMAI, O; FUTAMI, A. H.; VALENTINA, L. V. O. D.(2002). A Model of Knowledge Management to Improve the Quality of The Product. Product Management & Development Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento de Produto. Disponível em: <http://www.ctc.ufsc.br/produto/Produto2/pdfs/Possamai%20.pdf>. Acesso em: 16/05/2005
- TAN and BLIGH, (1998). “A New Approach to an Integrated CAD Method for Surface Ship Design”, Naval Engineers Journal, January 1998.
- TEIXEIRA, J. C. (2000). Applying Design Knowledge to Create Innovative Business Opportunities - Institute of Design - Illinois Institute of Technology
- TUMAN, G. J. (1983) – Development and Implementation of Effective Project Management Information and Control Systems. Em CLELAND D. I; KING, W. R. Project Management Handbook. New York: Van Nostrand Reinhold.
- WOODHAM, Jonathan M. (1997). Twentieth-Century Design. Oxford: Oxford University Press.