



IMPLANTAÇÃO DA MANUFATURA DIGITAL NUMA EMPRESA: IDENTIFICANDO OS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO

Paulo César de Carli (FEG/UNESP)

decarli.gta@uol.com.br

Maurício César Delamaro (FEG/UNESP)

delamaro@feg.unesp.br

A Manufatura Digital é uma iniciativa alinhada aos objetivos estratégicos de fortalecer a colaboração nas empresas. Ela integra o projeto do produto ao planejamento dos processos de manufatura e de suporte ao produto. Produtos, processos e recursos são modelados a partir de dados reais, em uma fábrica virtual. O funcionamento desta fábrica virtual é testado até sua validação. Ao final, os resultados são aplicados na fábrica real. O presente artigo apresenta os passos iniciais no planejamento da implantação da Manufatura Digital numa grande empresa brasileira. Mais precisamente, apresenta e discute a determinação e validação iniciais de Fatores Críticos de Sucesso para a implantação. O método utilizado consistiu, primeiramente, na elaboração de uma lista de fatores a partir de casos similares disponíveis na literatura. A partir daí, uma enquete com profissionais da própria empresa, com experiência em implantação de sistemas, foi utilizada para validação e hierarquização dos Fatores Críticos de Sucesso. Tais fatores foram, então, reagrupados segundo sua natureza. O resultado obtido até o momento consiste numa lista com 10 Fatores Críticos de Sucesso, validados internamente à empresa e que está servindo como ponto de partida para o planejamento da implantação da Manufatura Digital.

Palavras-chaves: Manufatura digital; Fábrica digital; Fatores Críticos de Sucesso; Product Lifecycle Management

1. Introdução

A busca constante por produtos inovadores – de melhor qualidade e performance, com menores custos de produção e que proporcionem maiores níveis de satisfação dos clientes – tem direcionado as estratégias das empresas num mundo globalizado. A competitividade crescente tem pressionado as empresas a se modernizarem e se transformarem, buscando novos conceitos, processos, maior capacitação das pessoas, investimento em tecnologias.

Para Porter (1996), algumas empresas são hábeis em conseguir mais saídas de suas entradas que outras porque eliminam os desperdícios de esforços, empregam mais tecnologias avançadas, motivam melhor seus funcionários ou têm melhores visões para gerenciar determinadas atividades.

A renovação de vantagens competitivas adequadas é condição para a sobrevivência e a tecnologia surge como um fator-chave na busca de peculiaridades que possam distinguir as empresas favoravelmente ante os seus concorrentes (TORQUATO e SILVA, 2000).

Dentre deste quadro, é cada vez mais decisiva a habilidade em colaborar ou, mais precisamente, é cada vez mais decisivo aumentar a colaboração entre as principais áreas das empresas. Isso é conseguido por meio da aplicação de tecnologias (SWINK, 2006).

A Manufatura Digital é uma iniciativa alinhada aos objetivos estratégicos de fortalecer a colaboração entre os principais processos das empresas. O presente artigo relata o que vem sendo feito até o momento no planejamento da implantação da Manufatura Digital numa grande empresa brasileira.

2. A Manufatura Digital

É crescente o número de empresas de todos os portes que investem em iniciativas de tecnologia de informação como forma de melhorar seus negócios. Segundo Miller (2005), enquanto muitas abordagens buscam soluções para áreas bem delimitadas de negócios, a Manufatura Digital é uma das poucas alternativas com potencial para transformar os negócios, tornando-os mais competitivos.

A Manufatura Digital – ou *Digital Manufacturing* ou *Manufacturing Process Management* – não é uma solução nova, mas é a mais recente das várias iniciativas que têm foco em garantir que o produto seja definido e projetado de forma que seja efetivamente manufaturado. Muitos são os benefícios potenciais conseguidos com a Manufatura Digital, tais como redução dos ciclos de desenvolvimento do produto e dos custos de manufatura, aceleração do *time-to-market*, aumento da qualidade do produto, melhoras na disseminação do conhecimento do produto, suporte às iniciativas *Design-For-X*, como *Design-For-Manufacturability* ou *Design-For-Assembly*.

Para Rowe (2006), a visualização em três dimensões (3D), a realidade virtual e as ferramentas colaborativas do PLM (*Product Lifecycle Management*) começam a trazer benefícios aos processos de manufatura. Do mesmo modo que suas equivalentes no projeto do produto, as ferramentas de visualização da produção estão acelerando os ciclos de obtenção do produto, reduzindo custos de produção e aumentando a eficiência das plantas produtivas. Essas ferramentas orientadas ao processo são usadas para simular desde *layouts* de chão-de-fábrica até operações em máquina e interações do homem com as máquinas. Ainda segundo Rowe (2006), a Manufatura Digital estabelece a conexão entre o projeto do produto, o planejamento da produção, os recursos produtivos e a programação das atividades produtivas. Produtos,

processos e recursos são modelados a partir de dados reais, em uma fábrica virtual. Com base nesses modelos, os processos de desenvolvimento do produto e de planejamento das atividades de produção são aprimorados até que sejam totalmente desenvolvidos, extensivamente testados e livres de erros para, então, serem utilizados na fábrica real. Em outras palavras, o CAD (*Computer Aided Design*) define *o quê* será feito, a Manufatura Digital define *como* será feito e, finalmente, para completar a cadeia, o ERP/MRP (*Enterprise Resource Planning/Material Requirement Planning*) define *quando* será feito. Um dos aspectos mais importantes da Manufatura Digital é o repositório central de dados, exclusivo para a Manufatura Digital, tal qual o existente para o PDM (*Product Data Management*) para o gerenciamento dos dados do desenvolvimento do produto. A Manufatura Digital utiliza dados da estrutura de materiais de engenharia (*Engineering Bill Of Materials – EBOM*) para criar a estrutura de materiais de produção (*Manufacturing Bill Of Materials – MBOM*) e a estrutura de processos (*Bill Of Processes – BOP*). Estas duas estruturas, mais o gerenciamento dos recursos produtivos – tais como ferramentas, máquinas, centros de trabalho, operadores humanos e robôs – geram dados agrupados em produtos, processos e recursos da planta produtiva, que são criados e mantidos no repositório central de dados.

Com base na resposta de muitas pessoas relacionadas à indústria, Dalton-Taggart (2006) define a Manufatura Digital como a habilidade de descrever digitalmente todos os aspectos do processo *Design-To-Manufacture*, utilizando-se ferramentas que incluem projeto digital, CAD, documentos *Office*, sistemas PLM, sistemas de análises, simulação, sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*) e outras.

A Manufatura Digital também é conhecida por Fábrica Digital, ou *Digital Factory*. Segundo Kuehn (2006), o conceito de Fábrica Digital possui um caráter de integração que melhora produtos e os processos de engenharia de produção. A simulação é a tecnologia chave neste conceito. Diferentes tipos de simulação, como eventos discretos ou simulação animada 3D, podem ser aplicados em modelos virtuais para várias tarefas e estágios de planejamento com o objetivo de melhorar os produtos e o planejamento dos processos em todos os níveis.

Outros autores como Teresko (2006), Siemer (2006), Kisiel (2006) e Slansky (2006) também estudam as principais características e benefícios advindos da implantação deste conceito.

De acordo com a consultoria CIMdata, em média, empresas que utilizam a Manufatura Digital reduzem o *time-to-market* em 30%, o número de modificações de projeto do produto em 65% e o tempo de planejamento de processos de manufatura em 40%. A produtividade na produção aumenta em 15% e os custos gerais de produção diminuem em 13% (TERESKO, 2006). A Manufatura Digital não é apenas uma nova tecnologia em processo de avaliação quanto aos seus possíveis resultados. Muitas empresas ao redor do mundo, líderes em seus segmentos, têm feito significantes investimentos nessa tecnologia. A CIMdata estima que em 2004, a receita com ferramentas e serviços associados à Manufatura Digital foi de aproximadamente US\$ 400 milhões. Tecnomatix Technologies Inc., Northville, Mich., (adquirida pela empresa UGS em abril de 2005) foi a maior provedora dessas soluções durante 2004, com aproximadamente US\$ 100 milhões em receita. A empresa Dassault Systemes, Woodland Hills, Calif., obteve a receita de aproximadamente US\$ 80 milhões. Ainda segundo a CIMdata, a Manufatura Digital será um dos segmentos de mais rápido crescimento no mercado de PLM e excederá o valor de receitas de US\$ 1.3 bilhões nos próximos cinco anos.

Algumas empresas que utilizam a Manufatura Digital: Boeing (EUA), Airbus (França/Alemanha), Dassault Aviation (França), Lockheed Martin (EUA), Ford (EUA), PSA

Peugeot Citroën (França), AISIN AW (Japão), OMRON (Japão), Dixi Machines (Suíça), Koito Manufacturing (Japão), Pratt & Whitney (Canadá), Sanyo Machine Works (Japão), DaimlerChrysler (Alemanha), Audi (Alemanha), EADS (Alemanha/França/Espanha).

3. Objetivos e Justificativa

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados parciais de um projeto de pesquisa que visa determinar e avaliar os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) na implantação da Manufatura Digital em uma empresa brasileira de grande porte. Mais especificamente, são apresentados o processo e os resultados da validação inicial dos FCS.

Este estudo justifica-se porque a implantação da Manufatura Digital, além de demandar grandes esforços nas mudanças dos processos das empresas, envolve altos valores de investimentos. Para que os resultados esperados na implantação, relativos a custos, prazos e qualidade sejam atingidos é necessário um criterioso planejamento de implantação, que considere os riscos potenciais envolvidos.

Uma abordagem capaz de auxiliar nesta tarefa é justamente a dos Fatores Críticos de Sucesso. É comum definir-se FCS para a empresa como um todo ou para diferentes funções da empresa, como FCS de marketing, de manufatura, de projeto, dentre outros. Rockart (1979), define FCS como "o número limitado de áreas nas quais, se os resultados forem satisfatórios, garantirão o sucesso do desempenho competitivo para a organização". Os principais FCS podem ser identificados na estrutura do setor, na estratégia competitiva, na posição da indústria, na localização geográfica, nos fatores ambientais e temporais. Rockart foi pioneiro em utilizar a abordagem dos FCS em sistemas de informação gerenciais e executivos. Desde então, existe um acúmulo de experiências e de estudos sobre FCS em implantação de projetos, com destaque para: Alvarenga (2003), Carneiro (2006), Quintella, Alves e Rocha (2005), Bachala, Gurram e Tondaladinne (2006), Bresciane Filho, Caputo e Gambôa (2004), Caralli (2004), Esteves e Pastor (2000), Laurindo e Moraes (2003), Rocha (2005), Matos (2004), Stackpole (2006).

De uma forma mais geral, as contribuições da pesquisa na qual o presente artigo se insere é, primeiramente, abordar o tema da Manufatura Digital em tanto que conceito recente e ainda pouco conhecido, especialmente no Brasil; e também, a difusão do conhecimento sobre os principais aspectos relacionados a uma implantação dessa natureza poderá ser valiosa para implantações de projetos de sistemas.

4. Método

Primeiramente, buscou-se montar uma lista inicial de FCS a partir de experiências similares, disponíveis na literatura.

O método utilizado foi a pesquisa exploratória, uma vez que não existem pesquisas direcionadas especificamente à implantação de Manufatura Digital. As referências utilizadas foram:

- “Um Estudo de Caso de Gestão de Portfólio de Projetos de Tecnologia da Informação”, de Laurindo e Moraes (2003), que apresenta uma relação de fatores de risco aplicáveis à sistemas de informação. Os autores citam Keil *et al.* (1998), que ao estudarem os riscos de projetos de sistemas de informação, utilizaram a técnica DELPHI, o que levou à construção de uma lista dos fatores de risco em ordem decrescente de importância.
- “Método para Gestão de Riscos em Implementações de Sistemas ERP Baseado em Fatores Críticos de Sucesso”, de Bresciane Filho, Caputo e Gambôa (2004), que

apresenta uma relação de FCS obtida por meio da pesquisa de FCS aplicáveis à implantações de sistemas ERP.

- “Towards The Unification Of Critical Success Factors For ERP Implementation”, de Esteves e Pastor (2000), que também apresenta uma relação de FCS obtida por meio da pesquisa de FCS aplicáveis à implantações de sistemas ERP.
- “Product Lifecycle Management Challenges: From Solution Evaluation to Kickoff”, de Bachala, Gurram e Tondaladinne (2006), que apresenta as principais questões a serem cuidadas para garantir o sucesso na implantação de sistemas PLM.
- “Bringing PLM into Focus”, de Stackpole (2006), que apresenta quais lições aprendidas na implantação de sistemas ERP são aplicáveis a sistemas PLM.

O resultado final desta pesquisa foi uma relação de 28 FCS.

O segundo passo foi a análise e validação desta lista. Uma equipe formada por 21 profissionais da empresa, experientes em implantações de sistemas como ERP, CAD, CAM, CAE (*Computer Aided Engineering*) e Realidade Virtual, analisou e validou os FCS. A validação foi realizada por meio da aplicação de um questionário, no qual cada respondente definiu o nível de importância de cada um dos 28 FCS.

Os dados coletados foram tabulados e os resultados analisados, como mostrado a seguir. Finalmente, a partir daí, os FCS puderam ser hierarquizados e agrupados.

6. Resultados

Os 28 FCS obtidos na pesquisa dos trabalhos teóricos estão listados a na Tabela 1 e o resultado da validação desses FCS, feita por 21 especialistas, está representado na Figura 1. Na Figura 2 está a distribuição dos níveis de importância dos FCS e na Tabela 2 estão os FCS agrupados.

	Fatores Críticos de Sucesso	Autores
1	Apoio e comprometimento contínuo da alta gerência.	Esteves e Pastor, 2000; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004; Stackpole, 2006.
2	Gerenciamento efetivo da mudança ao longo do projeto (Preparação das pessoas para a mudança).	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004; Stackpole, 2006.
3	Composição adequada do time do projeto.	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004; Stackpole, 2006.
4	Documentação da visão do projeto (Planejamento, escopo, objetivos, organização, papéis e responsabilidades).	Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006.
5	Bom gerenciamento do escopo do projeto (Comitê diretor para avaliar mudanças).	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
6	Abrangente reengenharia do negócio.	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006.
7	Adequado papel do líder do projeto.	Esteves e Pastor, 2000; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004; Stackpole, 2006.
8	Desenvolvimento do projeto baseado em "milestones" (Questões comerciais com parceiros atreladas ao cumprimento de etapas).	Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006.
9	Participação e comprometimento do usuário.	Esteves e Pastor, 2000; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
10	Parceiros com conhecimento e experiência.	Stackpole, 2006.
11	Tomadores de decisão capacitados e autorizados (Agilidade nas decisões).	Esteves e Pastor, 2000; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004; Stackpole, 2006.
12	Adequado programa de treinamento (Equipe projeto, equipe suporte e usuários).	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
13	Customizações mínimas.	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
14	Adequada estratégia de implementação do projeto (Entrada em operação, suporte).	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006.
15	Conhecimento do software.	Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
16	Testes de aceitação do software.	Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
17	Adequada versão do software.	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006.
18	Adequado conhecimento dos sistemas legados (Migração dos dados).	Esteves e Pastor, 2000; Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
19	Adequada configuração do software.	Esteves e Pastor, 2000.
20	Tamanho e complexidade do projeto.	Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
21	Arquitetura técnica/ performance inadequados.	Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
22	Forte comunicação interna e externa ao projeto.	Esteves e Pastor, 2000.
23	Bugs do software.	Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
24	Equipe do projeto motivada.	Esteves e Pastor, 2000; Laurindo e Moraes, 2003; Bresciani Filho, Caputo e Gambôa, 2004.
25	Consenso em buscar o resultado bom o suficiente ao invés do resultado melhor disponível (Por vezes inalcançável).	Stackpole, 2006.
26	Infra-estrutura e instalações para o projeto (Salas, computadores, redes).	Bachala, Gurrarn e Tondaladinne, 2006; Laurindo e Moraes, 2003.
27	Confiança entre parceiros do projeto.	Esteves e Pastor, 2000.
28	Utilização apropriada dos consultores (Como, quando, quantos).	Esteves e Pastor, 2000.

Tabela 1- Fatores Críticos de Sucesso e autores

Com base nos resultados do questionário sobre o nível de importância de cada FCS aplicável à implantação do projeto Manufatura Digital, concluiu-se que todos os 28 itens levantados nas referências teóricas devem ser considerados na implantação desse projeto.

A maioria absoluta dos FCS foi considerada “muito importante” ou “importante”. A questão 28 obteve a pior avaliação, com 3 níveis “pouco importante” e 1 “não importante”, que somados, correspondem a 19% do total de 21 respostas e, por isso, também foi considerada aplicável ao projeto.

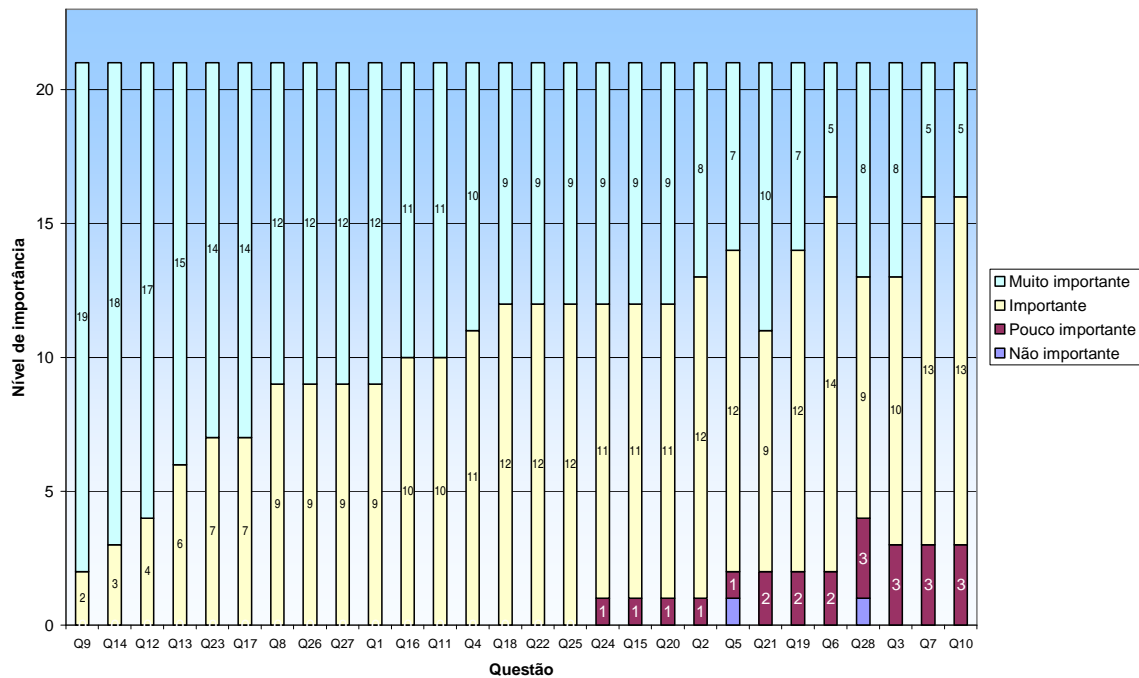


Figura 1- Questões x nível de importância

O resultado de 28 FCS aplicáveis à implantação do projeto Manufatura Digital representa uma quantidade de FCS superior às consideradas isoladamente pelos autores citados, em seus trabalhos sobre o assunto. Pela análise da natureza desses FCS foi possível agrupá-los em 10 grupos, conforme a Tabela 2. Tal agrupamento pode sofrer mudanças nos passos subsequentes ao planejamento de implantação do projeto, quando será determinada a utilização efetiva dos FCS.



Figura 2- Distribuição das respostas

Fatores Críticos de Sucesso	
1	Apoio e comprometimento contínuo da alta gerência.
2	Gerenciamento efetivo da mudança ao longo do projeto (Preparação das pessoas para a mudança).
12	Adequado programa de treinamento (Equipe projeto, equipe suporte e usuários).
22	Forte comunicação interna e externa ao projeto.
6	Abrangente reengenharia do negócio.
13	Customizações mínimas.
20	Tamanho e complexidade do projeto.
7	Adequado papel do líder do projeto.
3	Composição adequada do time do projeto.
4	Documentação da visão do projeto (Planejamento, escopo, objetivos, organização, papéis e responsabilidades).
5	Bom gerenciamento do escopo do projeto (Comitê diretor para avaliar mudanças).
8	Desenvolvimento do projeto baseado em "milestones" (Questões comerciais com parceiros atreladas ao cumprimento de etapas).
11	Tomadores de decisão capacitados e autorizados (Agilidade nas decisões).
24	Equipe do projeto motivada.
26	Infra-estrutura e instalações para o projeto (Salas, computadores, redes).
15	Conhecimento do software.
18	Adequado conhecimento dos sistemas legados (Migração dos dados).
9	Participação e comprometimento do usuário.
10	Parceiros com conhecimento e experiência.
14	Adequada estratégia de implementação do projeto (Entrada em operação, suporte).
17	Adequada versão do software.
19	Adequada configuração do software.
21	Arquitetura técnica/ performance inadequados.
28	Utilização apropriada dos consultores (Como, quando, quantos).
16	Testes de aceitação do software.
23	Bugs do software.
25	Consenso em buscar o resultado bom o suficiente ao invés do resultado melhor disponível (Por vezes inalcançável).
27	Confiança entre parceiros do projeto.

Tabela 2- FCS agrupados

7. Considerações finais

A validação dos FCS foi importante porque não existe referencial sobre o tema, específico para a implantação de Manufatura Digital

Os próximos passos serão a incorporação desses FCS às fases de implantação do projeto e a elaboração de um plano de ação e de monitoramento referente a cada FCS. Para isso, serão envolvidos, além dos profissionais da empresa participantes do projeto, consultores e profissionais de outras empresas que já possuam o conceito de Manufatura Digital implantado. Nessa etapa pretende-se utilizar a ferramenta Delphi e ferramentas de apoio à tomada de decisão.

Pretende-se, ainda, utilizando-se um ciclo PDCA, implantar e monitorar as ações definidas no plano de ação, como forma de assegurar o bom andamento da implantação do projeto e também como forma de identificar e corrigir eventuais fraquezas do método utilizado.

Referências

ALVARENGA, M. L. F. *Metodologia para verificação do sucesso na implantação de erp (enterprise resources planning) baseada nos fatores críticos de sucesso - aplicação na indústria mineira.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CARALLI, R. *The Critical Success Factor Method: Establishing a Foundation for Enterprise Security*

Management. CMU/SEI-2004-TR-010. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, jul. 2004.

CARNEIRO, O. A. C. *Fatores Críticos de Sucesso no lançamento (start-up) de pneus remoldados de automóveis, caminhonetas e seus rebocados leves certificados pelos organismos acreditados pelo INMETRO.* Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

DALTON-TAGGART, R. *The move to digital manufacturing: most companies do it without all the fanfare. (software solutions).* Tooling & Production, apr. 2005.

GAMBÔA, F. A. R.; CAPUTO, M. S.; BRESCIANI FILHO, E., *Método para gestão de riscos em implementações de sistemas ERP baseado em fatores críticos de sucesso.* Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação, vol.01, no.01, p.44-61. ISSN 1807-1775, set. 2004.

KISIEL, Ralph. *Software that designs digital assembly lines gains ground. (technology application).* Automotive News, aug. 2006.

KUEHN, W. *Digital Factory- Integration of Simulation Enhancing the Product and Production Process Towards Operative Control and Optimisation.* I.J. of Simulation, vol. 7, n. 7, oct. 2006.

MATOS, M. M. *Metodologia de análise de impactos após a implementação de sistemas de gestão empresarial.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MILLER, E. *Marrying product and process design: digital manufacturing, a critical element of PLM, ensures that shops stay competitive and profitable. (software systems).* American Machinist, oct. 2005.

MORAES, R. O; LAURINDO, F. J. B. *Um estudo de caso de gestão de portfolio de projetos de tecnologia da informação.* Gestão e Produção, v. 10, n. 3, p. 311-328, 2003.

PASTOR, J.; ESTEVES, J. *Towards the unification of critical success factors for ERP implementations.* In: Annual Bit Conference, 10., 2000, Manchester. Anais... Manchester: [s.n.], 2000.

PORTER, M. *What is Strategy.* Harvard Business Review, vol 57, nov/ dec, 1976.

QUINTELLA, H. L. M. M.; ROCHA, H. M.; ALVES, M., F. *Projetos de veículos automotores: fatores críticos de sucesso no lançamento.* Revista Produção, v. 15, n. 3, p. 334- 346, set./ mar. 2005.

ROCHA, H. *Fatores Críticos de Sucesso de Start-up de Veículos e a Qualidade (CMMI) no Desenvolvimento de Produtos no Sul Fluminense. 2005, 353 f.* Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.

ROCKART, J. *Chief Executives Define Their Own Data Needs.* Harvard Business Review, vol 57, mar/ apr, pp 81-83, 1979.

ROWE, J. *Digital Factory Within Reach: Modular options mean even SMBs can take advantage of production and manufacturing visualization tools.* MCAD Tech News #179, jun 2006.

SIEMER, M. *Thought to part: Rapid Manufacturing: An example where rapid product development and direct digital manufacturing can work. (additive fabrication).* MoldMaking Technology, oct. 2006.

SLANSKY, D. *Gaining Competitive Advantage through Digital Manufacturing.* Arc Insights, mar. 2006.

STACKPOLE, B. *Bringing PLM into Focus.* Managing Automation Magazine, apr. 2006.

SWINK, M. *Building Collaborative Innovation Capability.* Research Technology Management, mar./ apr. 2006.

TERESKO, J. *Building PLM's potential: UGS strengthens a new release of its PLM platform with digital manufacturing prowess (Emerging Technologies) (product lifecycle management).* Industry Week, aug. 2005.

TERESKO, J. *Not only safety...(product lifecycle management digital manufacturing strategy).* Industry Week, nov. 2006.

TONDALADINNE, S. S.; GURRAM S.; BACHALA, S. *An Overview of Product Lifecycle Management Implementation Challenges.* Technology Evaluation Centers, jul. 2006.

TONDALADINNE, S. S.; GURRAM S.; BACHALA, S. *Product Lifecycle Management Challenges: From Solution Evaluation to Kickoff.* Technology Evaluation Centers, jul. 2006.

TORQUATO, P. R. G.; SILVA, G. P. *Tecnologia e estratégia: uma abordagem analítica e prática.* Revista de



Administração, São Paulo, v. 35, p. 72-85, jan./mar. 2000.