

Projeto 2.04

O CMM na Indústria de Software do Brasil, China e Índia: Impactos, Perspectivas e Tendências.

*Saulo Barbará de Oliveira, D.Sc, Rogério de Aragão Bastos Valle, P.Hd
Cláudio Fernando Mahler, D.Sc,*

Objetivos e Justificativas:

Trata-se de um projeto de pesquisa acadêmica sobre a experiência de 19 empresas brasileiras, chinesas e indianas com o CMM/CMMI, cuja principal finalidade foi servir de base para a elaboração da tese de doutorado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), no período de março de 2001 a fevereiro de 2004.

Descrição dos Produtos:

Inicialmente a pesquisa realizada serviu de base para a elaboração da tese de doutorado homônima, defendida e aprovada em 17 de fevereiro de 2004, no Programa de Engenharia da Produção da UFRJ (COPPE), por Saulo Barbará, tendo como orientadores os professores Rogério Valle e Cláudio Mahler, podendo ser consultada acessando-se o seguinte endereço:

<http://www.sage.coppe.ufrj.br/teses/Saulo.pdf>.

Atualmente, os resultados desta pesquisa estão sendo usados para embasar dois artigos de natureza científico-acadêmica, e em fase final, a ser publicado em uma revista internacional classificada.

Resultados Relevantes

C1 - Aplicabilidade dos Resultados:

Primeiramente, dado ao fato do modelo estudado ser um tema novo, pouco explorado e menos ainda pesquisado, mas que vem ganhando notoriedade, muito rapidamente, como ferramenta de suporte a gestão de processos de desenvolvimento de software no mundo inteiro, principalmente nos países pesquisados, acreditamos que um estudo desta natureza sirva de contribuição no resgate da memória deste pulsante setor, a Indústria de Software dos países pesquisados, notadamente no caso brasileiro, onde a carência de literatura especializada neste é fortemente sentida. Por outro lado, o planejamento do projeto e a sua realização vem servindo de base de apoio ao desenvolvimento e consolidação da linha de pesquisas "Habilidades e Competências" em tecnologias de software, uma das mais novas do APIT

(Avaliação de Projetos Industriais e Tecnológicos), do Programa de Engenharia de Produção. Isto tem motivado todo o corpo docente e discente a pensar e agir proativamente em busca do desenvolvimento e aprimoramento das bases de apoio desta linha de pesquisa, com a publicação de livros, artigos, realização de cursos e prestação de consultoria vinculados à esta linha de pesquisa.

C2 - Características Inovadoras:

Trata-se do primeiro projeto desta linha de pesquisa desenvolvido sobre ferramentas tecnológicas de avaliação da qualidade e produtividade de software do APIT. O sucesso do projeto, brevemente descrito no item anterior, motivou o aparecimento de outros projetos semelhantes que estando atualmente em desenvolvimento, como por exemplo, Critérios para a Seleção de Sistemas EDMS.

C3 - Pedidos de patentes e/ou patentes registradas:

Posterior encaminhamento à Biblioteca Nacional para registro de propriedade intelectual.

C6 - Artigos Publicados:

Em fase final, visando à publicação em uma revista internacional classificada, conforme descrito antes, a ser enviado para a editora no próximo mês.

C7 - Recursos humanos capacitados:

O projeto serviu de suporte ao estudo do CMM/CMMI, além de outras ferramentas tecnológicas (Modelos, normas e padrões) de apoio a qualidade de desenvolvimento e manutenção de *software*, como normas ISO 9000:2000, 9126, 15540 e 15504 e do SPI (*Software Process Improvement*). Cujas principais finalidades foram poder comparar o modelo estudado com estas ferramentas.

C8 - Dissertações e/ou teses geradas:

Além da tese descrita no item B, foi desenvolvida a seguinte dissertação de mestrado: Critérios para a Seleção de Sistemas EDMS, de Roquemar Baldan.

C10 - Eventuais parcerias ou programas de transferência de tecnologia efetuados:

Está em gestação no APIT um programa voltado para a realização de um seminário anual, cuja finalidade é gerar, disseminar conhecimento e trocar experiências com a comunidade da área de TI que tenha interesse em

ferramentas tecnológicas de suporte a qualidade de software. Isto só será possível com a formação e desenvolvimento de com profissionais, empresas e outras instituições do setor de TI.

Artigo

1. Introdução

Este artigo visa apresentar alguns dos fatores relacionados à percepção humana, em nível técnico e gerencial, a respeito da experiência com o CMM (*Capability Maturity Model*) e sua versão mais nova, o CMMI, na Indústria de Software do Brasil, China e da Índia. O estudo completo durou 2 anos e 11 meses, tendo sido dedicados 18 meses de trabalho intensivo à pesquisa de campo, na qual foram pesquisadas 19 *software houses* sobre os impactos, vantagens e desvantagens, tendências e perspectivas do modelo pesquisado.

Observa-se que as empresas são geralmente levadas a buscar o CMM/CMMI, por dois motivos básicos: a) o fato de ser um dos modelos mais bem aceitos para a contratação de *software* desenvolvido sob encomenda; b) a crença de que ele representa uma boa ferramenta de gestão de processos de *software*.

Desse modo, a pesquisa foi realizada com base no pressuposto de que “**a utilização do CMM/CMMI contribui de forma significativa para a melhoria dos processos de desenvolvimento e manutenção de softwares**”. Neste sentido, procuramos pesquisar o desempenho dos principais processos de desenvolvimento e manutenção de software diretamente relacionados as seguintes áreas: ***Pessoas, Processos de Trabalho e Tecnologia***.

Os principais resultados da pesquisa são: o CMM contribui pouco nos processos organizacionais, embora esta contribuição seja maior nas empresas de menor porte; somente nas organizações de maior nível de maturidade (nível 5 do CMM) o CMM é considerado um modelo de gestão de processos; seu maior impacto está nas empresas de menor nível de maturidade; suas maiores contribuições estão nos processos de equipe e ambiente de trabalho, qualidade/produktividade e análise/modelagem de processos; os padrões internacionais, do tipo CMM e normas ISO são capazes de igualar os processos organizacionais de empresas do mundo todo.

2. O que está em jogo

Nas últimas décadas assistiu-se à introdução no mercado de numerosos métodos e modelos para guiar a Engenharia de *Software* na busca da qualidade, visando fazer com que o desenvolvimento de *software* não fosse realizado de improviso, mas com regras capazes de garantir esta qualidade,

definidas por meio de padrões, tais como: exatidão, correção, robustez, adaptabilidade, rentabilidade e manutenibilidade (Tekinerdogan et al, 2003, p. 4). Mas, em contraste com os tradicionais métodos e critérios de melhoria de processos como, por exemplo, o próprio CMM e o SPICE (nome popular da ISO 15504), recentemente tem-se advogado outros métodos mais ágeis, como um novo paradigma para o desenvolvimento mais rápido de *softwares* de alta volatilidade, isto é, de ciclo de vida curto. A crítica básica da comunidade de desenvolvimento de *software* aos modelos tradicionais, mas a favor de métodos mais ágeis é fundamentada, principalmente, pela grande rigidez e o alto custo para na obtenção dos fatores de qualidade para os projetos contemporâneos que têm de lidar com a mudança contínua dos requisitos. Os métodos tradicionais, neste caso, podem tornar-se um problema. Desse modo, em vez de focar nos processos, tendo em vista o paradigma do desenvolvimento mais ágil de *software* é sugerido adotar processos menos complexos, com menor rigidez. Os métodos mais ágeis não se baseiam em regras rígidas a ser aplicadas numa ordem estrita; ao invés disso, introduzem um conjunto de práticas destinadas a desenvolver *software* de uma maneira mais eficiente e eficaz (Tekinerdogan et al, 2003, pp. 4-5), com por exemplo: o CRISTAL, SCRUM, *Adaptative* e *Software Development* e o mais importante deles, conhecido como *Extreme Programming* (XP). O próprio CMM apresenta desvantagens por não abordar todos os processos e questões ligadas à qualidade do *software* e por não dar suporte a itens como engenharia concorrente, trabalho em equipe, marketing ou recursos humanos (Bamberger, 1997, p. 112). Estas e outras constatações contribuíram para que o SEI¹ desenvolvesse um modelo mais completo que é CMMI. Ao lançar esse modelo, o SEI estabeleceu como data final de suporte ao CMM o dia 31 de dezembro de 2001. Esse fato, no entanto, tem gerado controvérsias sobre o destino do CMM nas empresas usuárias, as vantagens e desvantagem da migração para o CMMI e qual o risco da não migração, sendo que alguns artigos foram e continuam sendo escritos a esse respeito (Sousa Junior, 2003; Banberger, 1997; Hefner e Tauser, 2002; Heinz, 2002; Della Volpe e Spinola, 2000). Contudo, a conclusão mais plausível sobre o assunto é que as empresas não farão a migração, do CMM para o CMMI, de forma tão rápida como se esperava. Dentre algumas das razões para isto, estão: a) a preservação dos investimentos feitos no CMM; b) a migração para o CMMI que requer tempo, esforços, recursos e bom planejamento; c) a noção que vem sendo difundida por consultores independentes do CMM, de que é melhor e mais fácil migrar para o CMMI, se a empresa já estiver operando

¹ Instituto de Engenharia de *Software*, Órgão ligado ao Departamento de Defesa dos EUA.

com o nível 2 ou 3 do CMM; d) a existências de alguns mitos e realidades envolvendo o CMMI de que ele é muito mais caro, difícil de ser entendido e que por ser um muito mais abrangente do que o CMM, perdeu a especificidade. Além disso, muitas organizações que já possuem níveis de maturidade implantados irão optar, inicialmente, por implementar as melhorias nos processos a partir desta versão, antes de migrar para o CMMI. Para as empresas que já possuem os níveis 2 e 3, o que se recomenda é a realização de um diagnóstico, confrontando com as práticas do CMMI, de modo a avaliar o esforço necessário, o custo e o impacto do projeto, de modo a se poder decidir pela viabilidade da migração. As organizações que se encontram num processo de implantação de melhorias visando à avaliação oficial para o nível 2 (a maioria dos casos), o que se recomenda é a manutenção do CMM até que as metas estratégicas definidas sejam alcançadas e o processo de melhoria já se mostra estável (Sousa Junior, 2003, p 6). Outra referência vale a pena ser citada, pois vem de Bill Curtis, um dos co-autores do CMM². Bill, que atualmente não está mais no SEI e tem sua própria empresa de consultoria, garante que o CMM não está no fim, pois o SEI continua a orientar a avaliação pelo método SCAMPI, ficando claro que o SW-CMM não está como os dias contados. O que está acabando é o CBA-IPi. Muitas organizações continuam com o SW-CMM, especialmente no mundo da TI.

3. A Indústria de Software e a Globalização nos Países Pesquisados

A globalização tem acenado com oportunidades de desenvolvimento e comercialização de *software* e serviços para os países tidos como emergentes neste setor, como é o caso dos países pesquisados, acrescentando-se a Irlanda e Israel. O setor vem crescendo muito rapidamente na produção de bens e serviços de alto valor para os clientes, devido ao fato de a maior parte da sua produção ser baseada no conhecimento, não tendo nada melhor do isto para agregar valor aos produtos e serviços. Mas a globalização do *software* fornece, ao mesmo tempo, oportunidades e desafios aos países desenvolvidos, e a competitividade já não é mais entre Norte e Sul, mas entre o mais rápido e lento (Kambhampati, 2002, pp. 23 e 24). Porém, até meados de 1970, somente os fabricantes de *hardware* serviam ao mercado global. Mas, no fim dos anos 80, a expansão internacional deste setor decolou e o *software* passou a estar mais disponível e exportado; mais sistemas especialistas e empresas de desenvolvimento de *software* se expandiram e foram, imediatamente, seguidos pelas maiores empresas de TI e venda de serviços que, por sua vez, foram substituídas pelo aparecimento do *software*

² Comunicação por e-mail, recebida em 29 de out. 2003, em resposta à solicitação do autor.

de pacote e serviços maiores e mais completos, como os fornecidos pela Microsoft e Oracle (World Bank, 2002; UNCTAD/ITE/TEB/12, 2002). O que é mais interessante observar, no entanto, é que a expansão internacional desse setor tem sido dominada pela maioria dos países industrializados, em termos de demanda e fornecimento. Por exemplo, perto de 97% da demanda global, no início de 1980, pertencia aos países membros da OCDE³, não tendo havido mudança significativa nesse comportamento nos anos seguintes. Igualmente, em 1990, as vendas americanas de *software* e serviços correlatos ainda dominavam o mercado global do setor, com 57%, num valor estimado em US\$ 110 bilhões, seguidos pelas vendas do Japão, França, Alemanha, Reino Unido e Canadá, com mais de 37% do mercado internacional (UNCTAD/ITE/TEB/12, 2002, pp. 9-10). As tabelas a seguir nos permitem avaliar a posição dos países pesquisados na economia mundial de *software*.

Tabela 1 – Alguns dos Principais Produtores Mundiais de *software*

Principais produtores de <i>software</i> do mundo em 2000 (valores em US\$ bilhões)								
	USA	Japão	Irlanda	Índia	Korea	Brasil*	China	Global
Produção	2400	572	89.0	88.5	83.2	78	71.7	5.960
Porcentagem	40.2	9.6	1.5	1.48	1.39	1.30	1.2	100

Fontes: a) Tang (2002); b) *MCT/SEPIN (2002)

Tabela 2 – A Indústria de *Software* no Brasil, China e Índia*

(US\$ bilhões)		Brasil	China	Índia
◁ ⊆ ○	Mercado doméstico (produtos e serviços)	7,2	7,0	1.8
	Produtos	3,2	3,0	nd*
	Serviços	4,0	4,0	nd
	Exportações (produtos e serviços)	0,1	0,4	4,0
	Total <i>software</i>	7,3	7,4	5,8
	Pessoas em <i>software</i>	158.353	186.000	350.000

³ Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Instituição supranacional que congrega 30 dos países mais desenvolvidos do mundo todo, com raras exceções, como o México, por exemplo. Nem um dos três países pesquisados faz parte desta organização, muitas vezes chamada de elitista, mas mundialmente conhecida pelas suas publicações e estatísticas sobre economia, educação, comércio exterior, desenvolvimento e ciências. Consulta: <http://www.oecd.org/>

Ano 2001	Empresas em <i>software</i>	10.713	10.000	2.800
	Empresas em desenvolvimento de <i>software</i>	2.398	5.700	nd
	Graduados anualmente na área de TI	23.109	50.000	73.000
	Mercado doméstico (produtos e serviços)	7,7	7,9	2,0
	Produtos	3,6	3,6	nd
	Serviços	4,1	4,3	0,4
	Exportações (produtos e serviços)	nd	nd	6,2
	Total <i>software</i>	7,7	7,9	8,2
	Salário (em US\$)**	np	4,627	3,765

np = dado não disponível.

Fontes: * SOFTEX (2002, p. 23); ** Bajpai e Shastri (1998, p. 33)

4. A Indústria Brasileira de *Software* (IBS)

A oportunidade de desenvolvimento de *software* para suprir as necessidades internas e galgar o mercado externo tem sido, nos últimos dois anos, motivo de reportagens freqüentes em jornais e revistas, *sites* e portais da Internet dos três países pesquisados. Os temas abordados variam, mas nota-se uma constância em torno da necessidade de qualificação e expansão da indústria de *software*, tanto das fábricas como do pessoal, visando, principalmente à exportação. Têm-se discutido, por exemplo, desde a adoção de normas técnicas, metodologias e modelos de qualidade de *software*, como as ISOs e o CMM, até a necessidade de investimentos mais significativos, passando, inclusive pela formação acadêmica dos profissionais do setor. É freqüente, por exemplo, a publicação de dados e informações que comparam a competitividade dos países pesquisados, como o número de profissionais de Informática, de Ciência da Computação e de Engenharia de *Software*, bem como de mestres e doutores formados anualmente. Neste sentido, embora as políticas de apoio e fomento dos três países tenham as suas características e particularidades, as medidas adotadas, em geral, visam aumentar as exportações de serviço e *software*. Quanto aos periódicos internacionais, nas buscas feitas pela Internet, a Índia aparece, entre os três pesquisados, com um número maior de artigos e *papers* publicados sobre a indústria de *software*, qualidade de *software*, exportação de *software*, CMM e ISO. A extensão da pesquisa envolvendo estes assuntos diretamente relacionados ao Brasil e à China mostra a raridade de artigos e *papers* publicados nesses periódicos. Porém, como no caso da Índia, em *sites* e portais governamentais e de organismos de apoio e fomento ao *software* desse país o tema é mais extensivo e freqüente. No caso brasileiro, destaca-se a recente publicação de

um documento sobre o assunto, com o nome “A indústria de *Software* no Brasil: fortalecendo a economia do conhecimento”, resultado de um projeto de intercâmbio científico entre o MIT (Massachusetts Information Technology) e a SOFTEX⁴. O estudo é baseado em coleta de dados secundários e entrevistas com 57 empresas líderes em vários segmentos da indústria nacional (uma amostra de 21,4% de comercialização total nacional de *software*, em 2001). A pesquisa descreve algumas das características que demonstram que a IBS se destaca como o maior mercado da região, com vendas anuais estimadas em US\$ 7.7 bilhões (SOFTEX, 2002, p. 13), embora no início dos anos 90, esta produção já estivesse na ordem de US\$ 7 bilhões (Correa 1996, p. 175). O estudo da SOFTEX alerta para o fato de que, embora a IBS venha alcançando um bom desempenho nos últimos anos, enfrenta, em contrapartida, uma série de problemas típicos de crescimento de uma indústria nova, destacando: a fragmentação e ausência de produção em escala nas empresas líderes; uma crescente competição internacional, exemplificada por importações no período de 2000-2001 da ordem de US\$ 1 bilhão/ano (cerca de 12% do mercado doméstico); o desafio maior de adquirir competitividade internacional em um mercado promissor e em forte expansão, atualmente dominado por um grupo restrito de países também emergentes nesse setor, como a Índia, Israel e Irlanda; o aumento da concorrência internacional, com a entrada de novos competidores no mercado global, como a China, Filipinas, Argentina e México. Contudo, a pesquisa destaca como pontos fortes do país, o tamanho e a sofisticação do mercado brasileiro e a criatividade e competência dos profissionais da IBS. Porém, para apoiar esta indústria na sua busca pela competitividade, além da SOFTEX, o Brasil conta com outras instituições e programas de fomento ao setor como, por exemplo, a Secretaria de Política Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia (SEPIN), o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade em *software* (um sub-comitê do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQP, criado em 1993 (PBQP, 2002, p. 11). Há também outros programas e iniciativas, dos quais um tem relação direta com o presente estudo, que é o “Projeto rumo ao CMM”, de responsabilidade do núcleo regional da SOFTEX do Sul⁵. Este projeto visa promover a capacitação de empresas desenvolvedoras de *software* na implementação de sistemas de garantia da qualidade de seus processos,

⁴ Sociedade para Promoção de Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX). Entidade privada, sem fins lucrativos, que desenvolve ações de empreendedorismo, capacitação, financiamento e mercado para promover a competitividade da indústria brasileira de software. Consulta: <http://www.softex.br/>

⁵ Consulta: http://www.softsul-softex.org.br/projeto_cmm.html/.

sendo a sua principal finalidade, prestar consultoria e treinamento de pessoal na utilização do CMM.

Em relação ao CMM o Brasil tem 23 empresas usuárias do modelo (dados levantados na pesquisa, até novembro de 2003). Destas, apenas três estão no terceiro nível de maturidade, enquanto que a maioria delas (20) está no nível 2.

O futuro da indústria brasileira de TI “não está na comoditização da produção de hardware, pois o México está mais bem posicionado do que o Brasil para desenvolver uma indústria de exportação em larga escala (...) a real vantagem comparativa do Brasil está no desenho e engenharia intensiva de aplicações, em vez da manufatura de per si.” (Tigre e Botelho, 2001, pp. 100-101).

5) O Setor de *Software* da Índia

A Índia é o mais bem sucedido exportador de *software* entre os países em desenvolvimento, tendo alcançado considerável capacidade tecnológica em áreas de alta tecnologia, como no campo da energia nuclear. O país conta com uma base científica e com profissionais bem treinados em ciência e engenharia (Correa, 1995). Apesar disso, os salários são baixos, não apenas para a força de trabalho braçal, mas também para engenheiros e cientistas, que são abundantes (Dossani e Kenney, 2002, p. 238). Isso se reflete positivamente em seu setor de exportação de *softwares* e serviços, cujas vendas, calculadas em US\$ 128 milhões em 1990-91, passaram para US\$ 8.3 bilhões em 2001 (Patibandla e Petersen, 2002, p. 1577). A Índia exporta *software* e serviços para mais de 102 países ao redor do mundo e uma em cada quatro gigantes globais terceirizam serviços de *software* com a Índia. A tabela a seguir mostra as vendas da Índia em vários períodos.

Tabela 3 - Vendas internas e externas na indústria de TI indiana (1994-1999)

Descrição	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	1998-99	1999-2000
			<i>Software</i>			
Domésticos	350	490	670	950	1,250	1,700
Exportações	485	734	1,083	1,750	2,650	4,000
Total	835	1,224	1,753	2,700	3,900	5,700
			<i>Hardware</i>			
Domésticos	590	1,037	1,050	1,205	1,026	1,450
Exportações	177	35	286	201	4	86
Total	767	1,072	1,336	1,406	1,030	1,536
			<i>Periféricos</i>			
Domésticos	148	196	181	229	329	435
Exportações	6	6	14	19	18	27
Total	154	202	195	248	347	462
			<i>Outros</i>			

Treinamento	107	145	183	263	302	400
Manutenção	142	172	182	221	236	263
Redes e outros	36	710	156	193	237	310
Total Geral	2,041	2,886	3,805	5,031	6,052	8,671

Fonte: (Nasscom, 2001).

A Índia ostenta o crescimento da sua indústria interna de *software* que começou nos anos 80 e se tornou visível no cenário mundial em meados de 90. Experimentando rápido crescimento, algumas empresas de *software* indianas tiveram significativo sucesso, contribuindo para que fossem listadas na NASDAQ⁶. Adicionalmente a este cenário, um número expressivo de engenheiros indianos que havia migrado para os Estados Unidos voltou para o país, sendo que muitos destes tornaram-se empreendedores bem-sucedidos ao criar suas próprias empresas de alta tecnologia, transformarem-se em multimilionários ou bilionários, enquanto outros tornaram-se capitalistas de risco, passando a fomentar o desenvolvimento do setor naquele país (Dossani e Keney, 2002). Contudo, Banerjee (2001, p. 3) vê o setor indiano de *software* do seguinte modo: “as firmas indianas de *software*, diferentes das empresas de outros setores operam em mercado global, o mercado interno de *software* e serviços é pequeno e uma significativa porção do consumo doméstico de *software* é suprida pelas importações, enquanto que a exportação de produtos de *software* e serviços constitui o suporte principal do negócio”.

6. O Caso da China

A China é mais conhecida pela sua indústria de equipamentos e componentes eletrônicos (*hardware*) do que pela sua indústria de *software* e serviços. O país, até 1978, era uma sociedade socialista sujeita ao planejamento e controle estatal semelhante ao estilo da economia soviética. (Gao, 2003, pp. 3-4). A reforma econômica iniciada em dezembro de 1978, batizada pelo governo chinês de “política de porta aberta” (Yang, 2003, p. 137), somada a outra reforma mais profunda, nos anos 90, permitiram sua abertura para o mercado externo, fazendo do país uma economia voltada para o comércio exterior (Gibb e Li, 2003, p. 318). Desde então, o verdadeiro fenômeno de crescimento da economia chinesa e que ganhou pulso no período de 1980-1990, ultrapassando o desempenho dos chamados “Tigres Asiáticos”, tem recebido considerável atenção do mercado externo. No período de 1980-95, o PIB chinês cresceu 10% ao ano e em meados de 1990, a China ocupava a sétima posição na economia mundial, em termos de dólares, e no final dos

⁶ Bolsa de Valores de Nova York que comercializa ações de empresas de alta tecnologia.

anos 90 ela ainda continuou a ser uma das dez maiores no mercado global. Além disso, a China vem fomentando seu setor de TI, especialmente no que se refere ao desenvolvimento de *software* e serviços, para ganhar competitividade, principalmente no mercado externo, que perde, para países como Israel, cujas exportações de TI foram de US\$ 79 bilhões, Coréia do Sul (US\$ 15 bilhões), Cingapura (US\$ 6,7 bilhões) e inclusive para a Irlanda (US\$ 5 bilhões), enquanto que suas exportações nesse período (1997) ficaram em US\$ 3,4 bilhões (Bajpai e Shatri, 1998, p. 33). Entretanto, em comparação com a Índia, o setor de TI chinês exportou, nesse período, US\$ 3,4 bilhões, quase o dobro da Índia que foi de US\$ 1,8 bilhão. Quanto à produção chinesa de *software* veja tabela a seguir.

Tabela 4 - Produção de Software na China

Produção de Software em 2001	uir
Produtos	3,6
Serviços	4,3
Exportações *	0,34
Total	8,24

Fontes: a) SOFTEX (2002, p. 17); b) * Bajpai e Shartri (1998, p.33) - Dados de 1997.

7. Materiais e Método de Pesquisa

7.1. Caracterização do Estudo e da Pesquisa de Campo

7.1.1 Delineamento da Pesquisa

Considerando a natureza do problema estudado deu-se preferência ao uso das duas estratégias mais comumente recomendadas para esse tipo de pesquisa, que são o *Levantamento de Dados* e o *Estudo de Casos Múltiplos*, de acordo com o que sugerem Yin (2001, pp. 24-37; Gil, 1994, pp. 76-90; McCutcheon e Meredith, 1993).

7.1.2. Sujeitos, Amostra e Instrumento

A pesquisa teve como sujeitos *profissionais de nível técnico e gerencial* de empresas de *software* e serviços no Brasil, Índia e China. Ao todo, foram pesquisadas 10 empresas brasileiras, 6 indianas e 3 chinesas. Dentre estas, 9 são micro ou pequenas empresas (até 99 funcionários), 7 são de médio porte (de 100 a 499 funcionários) e 3 são de grande porte (acima de 500 funcionários)⁷. As unidades pesquisadas se dedicam a uma ou mais das

⁷ Deve-se observar que, para efeito de classificação do porte da empresa, considerou-se somente a quantidade de funcionários que trabalha diretamente com os processos de desenvolvimento de software.

seguintes atividades: a) Desenvolve *software* para uso próprio; b) Desenvolve *software*-pacote para comercialização (*package software*); c) Desenvolve *software* sob encomenda para terceiros (*custom software*); d) Desenvolve *software* embarcado (*embedded/boundled*); e) Desenvolve *software* para Internet (*Internet enable software*); f) Distribui ou editora *software* de terceiros.

Para a coleta dos dados recorreu-se ao uso de questionários, tendo sido elaboradas duas versões, uma em Português (aplicada no Brasil) e outra em inglês (aplicada nos outros dois países pesquisados).

7.1.3. Procedimentos

7.1.3.1. Contatos com as empresas

Inicialmente, para se chegar às empresas usuárias do CMM, vários expedientes foram usados, como contatos pessoais, rede de relacionamento, Internet, jornais, etc. A seguir, foi enviada carta-convite às empresas que demonstraram interesse em participar do projeto de pesquisa. A etapa seguinte consistiu no envio de cópia do questionário por *e-mail* para as empresas, com instruções de preenchimento e solicitação de retorno, também por *e-mail*, para o autor da pesquisa.

7.2. Metodologia

7.2.1. Tratamento Estatístico dos Dados e Elaboração do Relatório

O tratamento estatístico, a análise de dados e a apuração dos resultados basearam-se no trabalho de Suhr (entre 1999 e 2002). Para tal, os dados coletados, foram submetidos aos seguintes processamentos:

7.2.1.1. Análise Multivariada dos Dados

Visando a identificação de dependência entre as variáveis do estudo e a estratificação dos dados em país de origem, nível de maturidade organizacional e tamanho da empresa pesquisada.

7.2.1.2. Análise de Confiabilidade, feita usando-se pela seguinte fórmula:

$$a = \frac{(n)(SD_i^2 - \sum SD_i^2)}{(n-1)SD_i^2}$$

onde:

a é a confiabilidade estimada;

n é o número de questões do questionário;

SD_i é o desvio padrão dos escores do questionário;

SD_i é o desvio padrão dos escores dos informantes em um item.

A primeira parte do questionário visava caracterizar a empresa pesquisada e seu ambiente de trabalho. A segunda parte foi dividida em três diferentes conjuntos de perguntas: a) **processos de gestão de pessoas**; b) **processos (organizacionais) de gestão de trabalho**; c) **processos de gestão de tecnologia**. Para cada subconjunto foi calculada a confiabilidade, cujos resultados obtidos são apresentados a seguir.

Tabela 5 - Indicador de Confiabilidade

Processos de Gestão Pesquisados	ALPHA
Pessoas	0,739
Trabalho	0,878
Tecnologia	0,856

Deve-se observar que qualquer confiabilidade (alpha) superior a 60% é considerada satisfatória em instrumentos destinados a este tipo de pesquisa. A partir desses resultados, optou-se pela utilização de análise fatorial, no intuito de identificar fatores subjacentes que explicassem as respostas (escores) dadas pelos indivíduos.

7.2.1.3. Análise Fatorial

Visando descrever, do melhor modo possível, o relacionamento entre várias variáveis, de forma condensada e com perda mínima de informação. O modelo de análise fatorial reduz o conjunto de variáveis originais a um novo conjunto de quantidades não observáveis, conhecidos como *fatores*. A análise desses novos fatores determina as relações contidas no conjunto de dados.

7.2.1.3. Análise Fatorial das Variáveis

A análise fatorial das 25 variáveis identificou sete autovalores maiores que 1, os quais representam pouco menos de 70% da variabilidade total observada no conjunto de dados. Destes sete fatores, seis foram selecionados para este artigo, descritos a seguir.

7.2.1.4. Descrição dos Fatores

- a) Fator 1 - Qualidade e Produtividade (Questões 2.2.1 a 2.2.6): autovalor: 6,50; 2); porcentagem: 26%;
- b) Fator 2 – Metodologia (Questões 3.1.1 a 3.1.5): autovalor: 3,55; porcentagem: 14%;

- c) Fator 3 – Gestão Organizacional - Planejamento, organização, execução e controle - (Questões 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 e 1.1.5): autovalor: 2,14; porcentagem: 8,5%;
- d) Fator 4 – Ambiente de Trabalho e Equipe (Questões 2.1.1 a 2.1.4): autovalor: 1,48; porcentagem: 5,9%;
- e) Fator 5 – Análise e Modelagem de Processo (Questões 3.2.1 a 3.2.3): autovalor: 1,33; porcentagem: 5,3%;
- f) Fator 6 – Treinamento e Formação Profissional (Questões 1.1.6 e 1.1.7): autovalor: 1,27; porcentagem: 5,1%.

Tais fatores, representando as variáveis de pesquisas, estão diretamente relacionados com os tipos de processos estudados, que são: a) **processos de gestão de pessoas** (fatores 4 e 6); b) **processos de gestão de trabalho** (fatores 1, 3 e 5); c) **processos de gestão de tecnologia** (fator 2).

8. Análise e Interpretação dos Resultados

8.1. Questões sobre o impacto do modelo de acordo nos países pesquisados

A análise e interpretação dos resultados serão feitas usando a tabela a seguir, gerada com base no processamento estatístico dos dados.

Tabela 6 – Fatores relacionados ao impacto do CMM nos países pesquisados

O impacto do modelo nos países pesquisados		<i>Brasil</i>		<i>China</i>		<i>Índia</i>	
		<i>Score</i>	<i>Rank</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>	<i>Score</i>	<i>Rank</i>
Fator 1	Classificação	0,01	2	0,35	1	-0,16	3
	Análise e Interpretação	Melhora pouco		Melhora muito		Melhora muito pouco	
Fator 2	Classificação	0,00	2	-0,41	3	0,16	1
	Análise e Interpretação	Concorda parcialmente		Discorda bastante		Concorda parcialmente	
Fator 3	Classificação	0,26	1	0,09	2	-0,49	3
	Análise e Interpretação	Contribui medianamente		Contribui pouco		Não contribui	
Fator 4	Classificação	0,00	2	0,45	1	-0,02	3
	Análise e Interpretação	Pouca melhoria		Boa contribuição para melhoria		Pouca melhoria	
Fator 5	Classificação	-0,00	2	-0,67	3	0,30	1
	Análise e Interpretação	Concorda parcialmente		Discorda totalmente		Concorda	
Fator 6	Classificação	0,03	1	-0,10	3	-0,02	2
	Análise e Interpretação	Contribui pouco		Contribui pouco		Contribui pouco	

8.1.1. Fator 1

Em que medida o CMM contribui para melhorar a qualidade e produtividade dos processos de software?

Com base no resultado, pôde-se fazer a seguinte interpretação: nas empresas pesquisadas há percepção de que o CMM tenha contribuído, de algum modo, na melhoria da qualidade e produtividade (Q&P) dos processos de trabalho. Dessa forma, seria lógico concluir que brasileiros e indianos percebem de modo semelhante o impacto do CMM, entendendo haver alguma contribuição do modelo na melhoria da Q&P, enquanto que para os chineses o impacto e a melhoria são mais significativos.

8.1.2. Fator 2

O CMM pode ser considerado uma excelente ferramenta de gestão dos processos de tecnologia?

Há uma percepção segura de que o CMM tenha contribuído na gestão de processos de tecnologia. Conclui-se, no entanto, que os brasileiros e indianos pensam de forma semelhante, tal como na questão anterior, entendendo que o CMM pode, de certo modo, ser visto como modelo ou ferramenta de gestão tecnológica, enquanto os chineses discordam dessa visão.

8.1.3. Fator 3

Em que medida o CMM contribui para a gestão dos processos organizacionais?

Baseando-se na análise dos resultados, pode-se perceber que no Brasil essa questão é vista de maneira ligeiramente mais otimista do que nos outros países pesquisados, entendendo-se haver uma contribuição mediana do CMM na gestão de processos organizacionais. Na China acredita-se haver pouca contribuição, enquanto na Índia acredita-se não haver contribuição. Isso indica que brasileiros e chineses pensam de forma parecida, entendendo que o CMM pode, de certo modo, ser visto como modelo ou ferramenta de gestão dos processos organizacionais, enquanto que os indianos discordam desta visão.

8.1.4. Fator 4

Em que medida o CMM contribui para melhorar a qualidade do ambiente organizacional e das equipes de trabalho?

Pela apuração, nota-se que o Brasil e a Índia acreditam que o CMM contribui pouco na melhoria da qualidade do ambiente e das equipes de trabalho. Porém, a China é otimista ao assinalar que o CMM presta boa contribuição nessa questão. Há uma razoável percepção de que o CMM contribui para melhorar a qualidade do ambiente e equipes de trabalho. Pode-se, então chegar à seguinte conclusão: brasileiros e indianos acreditam que o CMM pode, de certa maneira, contribuir para melhorar a qualidade do ambiente e das equipes de trabalho, enquanto que os chineses são mais otimistas, ao considerar ter havido uma melhoria significativa nesse aspecto.

8.1.5. Fator 5

O CMM pode ser considerado uma excelente ferramenta de modelagem de processos?

Nas empresas pesquisadas dos três países não há uma percepção segura de que o CMM seja excelente ferramenta de modelagem dos processos. A pesquisa nos levar a concluir haver indícios de que o CMM possa ser

considerado como ferramenta de modelagem de processos, mas apenas no Brasil e na Índia, pois na China não há concordância a este respeito.

8.1.6. Fator 6

Em que medida o CMM contribui para motivar a busca pelo treinamento e desenvolvimento das pessoas?

Baseando-se nos resultados, percebe-se haver concordância entre os indivíduos dos três países pesquisados de que o CMM contribui pouco na motivação da busca de treinamento ou desenvolvimento profissional. Há, no entanto indícios de alguma contribuição do CMM nos processos de treinamento e desenvolvimento de pessoal de forma semelhante nos três países pesquisados.

8.2. Questões sobre o impacto do modelo, de acordo com os Níveis de Maturidade organizacional

A análise e interpretação dos resultados serão feitas usando a tabela a seguir, gerada com base no processamento estatístico dos dados.

Tabela 7 – Fatores relacionados ao impacto do CMM conforme o nível de maturidade

O impacto do modelo de acordo com os Níveis de Maturidade organizacional		Níveis de Maturidade (ML)							
		2		3		4		5	
		Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
Fator 1	Classificação	0,01	1	-0,02	3	-0,02	4	0,00	2
	Análise e Interpretação	Melhora Pouco		Melhora Pouco		Melhora Pouco		Melhora Pouco	
Fator 2	Classificação	-0,11	3	0,10	2	-0,13	4	0,16	1
	Análise e Interpretação	Concorda parcialmente		Concorda parcialmente		Concorda parcialmente		Concorda parcialmente	
Fator 3	Classificação	0,20	2	0,39	1	-0,21	3	-0,48	4
	Análise e Interpretação	Contribui medianamente		Contribui medianamente		Contribui muito pouco ou quase nada		Contribui muito pouco ou quase nada	
Fator 4	Classificação	0,14	1	-0,16	4	-0,12	3	-0,00	2
	Análise e Interpretação	Melhora Pouco		Melhora Pouco		Melhora Pouco		Melhora Pouco	
Fator 5	Classificação	-0,15	2	-0,20	3	-0,33	4	0,39	1

Fator 6	Análise e Interpretação	Concorda parcialmente		Concorda parcialmente		Discorda		Concorda	
	Classificação	0,07	2	-0,06	3	-0,25	4	0,10	1
	Análise e Interpretação	Contribui pouco		Contribui pouco		Contribui muito pouco ou quase nada		Contribui pouco	

8.2.1. Fator 1

Em que medida o CMM contribui para melhorar qualidade e produtividade dos processos de software?

Com base nos resultados pode-se fazer a seguinte interpretação: nas empresas pesquisadas, há unanimidade em torno da percepção de que o CMM tenha contribuído um pouco para melhorar a qualidade e produtividade (Q&P) dos processos de trabalho, independentemente do nível de maturidade (ML) da organização. Assim, pode-se concluir que a pesquisa indica ter havido alguma melhoria na gestão da Q&P dos processos de trabalho, nos quatro ML do CMM igualmente.

8.2.2. Fator 2

O CMM pode ser considerado uma excelente ferramenta de gestão dos processos tecnológica?

Não há dúvida de que nas empresas pesquisadas o CMM pode, ligeiramente, ser considerado uma excelente ferramenta de gestão dos processos tecnológicos, independentemente do ML da organização.

8.2.3. Fator 3

Em que medida o CMM contribui para a gestão dos processos organizacionais?

O CMM pode contribuir de medianamente a quase nada na gestão dos processos organizacionais, com pequena variação no grau de contribuição, dependendo do ML da organização. Isto significa que a pesquisa indica ter havido uma pequena contribuição do CMM na gestão dos processos organizacionais, que varia de acordo como maturidade organizacional.

8.2.4. Fator 4

Em que medida o CMM contribui para melhorar qualidade do ambiente organizacional e das equipes de trabalho?

O CMM contribui para a melhoria do ambiente e equipes de trabalho, embora seja pouca esta contribuição, mas de modo semelhante nos quatro níveis de maturidade organizacional. A conclusão é de que o CMM pode, de certa maneira, contribuir na gestão de pessoas, apresentando também alguma melhoria na qualidade do ambiente e equipes de trabalho, de modo igual, independentemente do ML da organização.

8.2.5. Fator 5

O CMM pode ser considerado uma excelente ferramenta de modelagem de processos?

As empresas pesquisadas de ML 2 e 3 concordam, em parte, que CMM seja considerado uma excelente ferramenta de modelagem de processos, enquanto que nas empresas de nível 5 esta concordância é maior. Porém, as de nível 4, não há tal concordância. Desse modo, a pesquisa indica que o CMM pode, de certa maneira, ser visto como excelente ferramenta de gestão de processo, exceto nas organizações com ML 4.

8.2.6. Fator 6

Em que medida o CMM contribui para motivar a busca pelo treinamento e desenvolvimento das pessoas?

O CMM contribuiu, mas pouco ou quase nada, para motivar o treinamento e desenvolvimento de pessoas nas organizações de qualquer ML. Assim, a pesquisa indica ter havido alguma contribuição do CMM em relação à motivação para treinamento e desenvolvimento profissional, de forma semelhante nos três níveis de organizacional. Porém, nas organizações de ML 4, esta contribuição foi menor.

8.3. Questões sobre o impacto do modelo de acordo com o porte das empresas pesquisadas

A análise e interpretação dos resultados serão feitas usando a tabela a seguir, gerada com base no processamento estatístico dos dados.

Tabela 8 – Fatores relacionados ao impacto do CMM conforme o porte das empresas

O impacto do modelo de acordo com o porte das empresas pesquisadas		Tamanho da Empresa					
		Pequena (P)		Média (M)		Grande (G)	
		Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank
Fator 1	Classificação	0,05	1	-0,12	3	0,04	2
	Análise e Interpretação	Melhora pouco		Melhora quase nada		Melhora pouco	
Fator 2	Classificação	0,05	1	-0,12	3	0,04	2
	Análise e Interpretação	Concorda parcialmente		Concorda parcialmente		Concorda parcialmente	
Fator 3	Classificação	0,02	2	0,09	1	-0,18	3
	Análise e Interpretação	Contribui pouco		Contribui pouco		Contribui muito pouco ou quase nada	
Fator 4	Classificação	0,15	1	0,04	2	-0,18	3
	Análise e Interpretação	Melhora pouco		Melhora pouco		Melhora pouco	
Fator 5	Classificação	-0,05	2	-0,16	3	0,14	1
	Análise e Interpretação	Concorda parcialmente		Concorda parcialmente		Concorda parcialmente	
Fator 6	Classificação	0,23	1	-0,28	3	0,04	2
	Análise e Interpretação	Contribui Medianamente		Contribui muito pouco ou quase nada		Contribui pouco	

8.3.1. Fator 1

Em que medida o CMM contribui para melhorar qualidade e produtividade dos processos de software?

O CMM contribuiu, de alguma forma, nos processos de trabalho nas organizações, independente do porte da empresa, mas com variação. A pesquisa indica ter havido alguma melhoria na gestão dos processos de trabalho, de modo igual, nas organizações de pequeno (P) e grande (G) porte, uma boa melhoria nas microempresas e quase nada nas médias empresas.

8.3.2. Fator 2

O CMM pode ser considerado uma excelente ferramenta de gestão dos processos de tecnológica?

O CMM pode, de certa forma, ser considerado ferramenta de gestão dos processos de tecnologia de forma semelhante em todas as empresas pesquisadas. A pesquisa indica também haver certa tendência de se considerar o CMM ferramenta de modelagem de processos de tecnologia, de modo parecido nas empresas de pequeno (P), médio (M) e porte (G).

8.3.3. Fator 3

Em que medida o CMM contribui para a gestão dos processos organizacionais?

Os resultados obtidos permitem fazer a seguinte interpretação: o CMM contribui de certa forma, na gestão dos processos organizacionais, independentemente do porte da empresa pesquisada. A conclusão é de que há indícios nas empresas pesquisadas de que o CMM contribuiu na gestão dos processos organizacionais, embora tenha havido variação de grau de contribuição relativamente aos seus portes.

8.3.4. Fator 4

Em que medida o CMM contribui para melhorar qualidade do ambiente organizacional e das equipes de trabalho?

O CMM pode contribuir na melhoria da qualidade do ambiente e gestão de pessoas, embora pouco, mas de modo semelhante, independentemente do porte da empresa. Conclui-se que há indícios de que, nas empresas pesquisadas, o uso do CMM contribuiu na gestão de pessoas, apresentando alguma melhoria na qualidade do ambiente e das equipes de trabalho.

8.3.5. Fator 5

O CMM pode ser considerado uma excelente ferramenta de modelagem de processos?

As pesquisas indicam que o CMM pode, de certa forma, ser visto como ferramenta de modelagem de processos, independentemente do porte da empresa. Portanto, há indícios de que, nas empresas pesquisadas, o CMM seja considerado como ferramenta de modelagem de processo.

8.3.6. Fator 6

Em que medida o CMM contribui para motivar a busca pelo treinamento e desenvolvimento das pessoas?

O CMM contribuiu, de alguma forma, na motivação da busca pelo treinamento e desenvolvimento das pessoas em organizações de qualquer porte. Isto

significa ter havido alguma contribuição do CMM nos processos de treinamento e desenvolvimento profissional, porém de forma diferente, de acordo com o tamanho da organização pesquisada. A maior contribuição ocorreu primeiramente nas empresas de menor porte, seguida pelas de grande porte, e por último, nas médias empresas.

8. Conclusão

Possivelmente, o resultado mais surpreendente da presente pesquisa seja o fato de dar sustentação a uma das concepções bastante aceita universalmente de que o emprego de padrões e normas internacionais oferece facilidades e recursos capazes de igualar, num mesmo patamar, os processos de gestão de empresas do mundo inteiro. Essa capacidade de universalização dos processos parece ser ainda maior ao usar o CMM, conforme se pôde observar pelos resultados da pesquisa. As constatações decorrem do fato de não ter havido, de modo geral, diferenças significativas entre as respostas dadas às questões formuladas, em todas as características de interesse pesquisadas. Essa pequena variação das respostas, independentemente do país de origem, do nível de maturidade do CMM e do tamanho da empresa pesquisada, não se alterou de forma significativa, ao se analisar os resultados obtidos nos três países pesquisados, mesmo com o uso de uma técnica de estatística mais sofisticada.

A padronização, que é um dos efeitos da globalização, torna possível produzir qualquer bem ou serviço em qualquer parte do mundo, dentro dos mesmos padrões de desempenho, *design*, conforto, durabilidade e demais dimensões de qualidade e produtividade. Além disso, nos sistemas altamente padronizados, mesmo havendo variações em algumas das entradas ou das condições iniciais de processamento, o sistema é capaz de manter as mesmas saídas. A esse princípio, Bertalanffy (1968, 64 e 65) atribuiu o nome de "Equifinalidade". Em linhas gerais, as constatações dessa pesquisa insistem em corroborar esse princípio da Teoria Geral dos Sistemas.

Por outro lado, a utilização da análise fatorial permitiu observar a variação das respostas dos indivíduos quanto ao nível do CMM e tamanho da empresa, dando base de fundamentação necessária para avaliação da hipótese da pesquisa. Nesse sentido, seria correto afirmar, com certa margem de segurança, que o CMM não contribui, de forma significativa, para a melhoria dos processos de *software* e tão pouco dos demais processos de gestão pesquisados.

No entanto, a pesquisa permite observar que o CMM contribui nos diferentes processos (pessoas, tecnologia e processos de trabalho), dependendo da variável e da característica observadas. Por exemplo, na característica “tamanho da empresa”, de forma geral, esta contribuição é duvidosa nas organizações de maior porte, enquanto que nas pequenas empresas ela aparece como significativa em cinco das seis variáveis estudadas (qualidade e produtividade, gestão tecnológica, ambiente de trabalho e equipe, treinamento e desenvolvimento profissional e o CMM como modelo de gestão completo e integrado). Entretanto, uma dúvida permeia esta conclusão: a contribuição do CMM é maior nas empresas de menor porte pelo fato destas empresas serem mais carentes e mais dependentes de padrões organizacionais? Se a resposta for afirmativa, seria lógico questionar tal magnitude de contribuição, simplesmente pelo fato de que, não tendo mesmo padrão algum em uso, quaisquer modelos ou normas adotados poderiam produzir resultado semelhante ao do CMM.

Outro resultado que pode surpreender, ao compara os dados dos países pesquisados, é o fato de a China ter demonstrado maior otimismo com o CMM do que a Índia (país acentuadamente à frente, em número de empresas usuárias do modelo). Tal otimismo pode ser observado ao analisar os dados das variáveis qualidade e produtividade, ambiente e equipe de trabalho. Na tentativa de explicar esse fato, pode-se argumentar que, na Índia, o momento de euforia com o modelo já tenha passado; que no Brasil esse momento ainda não chegou, dado ao fato de o modelo encontrar-se nos seus primeiros anos de vida e ser ainda muito pouco conhecido, e que na China, ele já começa a contagiar seus praticantes. Além disso, ao se comparar todos os seis fatores da pesquisa entre os três países, os resultados da análise nos levam a concluir que a China continua a ser o país mais otimista em relação a contribuição do CMM, seguida pela Índia e, por último, pelo Brasil. Esse resultado parece confirmar nossa suspeita de que cada país esteja vivenciando estágios diferentes na prática do CMM.

Outro destaque da pesquisa merece atenção ao se comparar o nível de maturidade organizacional (ML) no que diz respeito à análise e modelagem de processo. Somente as organizações com ML 5 concordam que o CMM sirva de ferramenta de modelagem, enquanto que o maior impacto esperado deveria estar na gestão de processos das empresas de menor ML, uma vez que é nestas organizações que se encontra o maior nível de desordem e assim o CMM poderia ter uma grande contribuição. Mas visto de outro ângulo, possivelmente apenas as organizações mais maduras são as que conseguem tirar maior proveito do modelo.

No que se refere ao impacto do CMM na gestão dos processos de tecnologia, percebe-se claramente que o modelo contribui pouco. O pior é que isso não representa um resultado isolado, pois no que diz respeito aos processos de trabalho (ambiente e equipe), processos organizacionais (planejamento, organização, execução e controle de tarefas), análise e modelagem de processos e gestão de pessoas (treinamento e desenvolvimento), o resultado da pesquisa é muito semelhante, levando à conclusão de que o CMM contribui pouco na melhoria desses fatores.

Por outro lado, na tentativa de estabelecer uma escala de comparação sobre a contribuição do modelo estudado nos diferentes fatores, com base nos resultados da pesquisa, seria lógico se propor a seguinte classificação: as maiores contribuições seriam, por ordem de grandeza ou impacto, dos fatores 2, 4, 5 e 6 (metodologia, ambiente de trabalho, análise e modelagem e treinamento de desenvolvimento); em segundo lugar, viria o fator 1 (qualidade e produtividade)

A conclusão final, acerca dos resultados da pesquisa, é a de que uma intervenção programada, do tipo “implementação de uma nova tecnologia ou de um novo modelo de gestão de processos”, influencia ou impacta a gestão organizacional, em menor ou maior grau, dependendo das variáveis envolvidas no ambiente ou cultura organizacionais. Porém, no caso específico do CMM, os resultados da pesquisa nos levam a acreditar que o impacto não é significativo. Há, contudo, a esperança de que o CMMI, modelo mais abrangente e, de fato, mais integrado do que o CMM, possa resolver algumas das limitações do modelo em questão, permitindo que seu uso se dissemine por outros tipos de organização, não ficando restrito às empresas de *software*. Porém, há o risco de que o CMMI continue a ser pouco usado nas organizações do mundo inteiro, pelo fato da nova ISO (15288) e de outros modelos mais ágeis representarem forte e real ameaça ao modelo em questão.

9. Perspectivas e Tendências

Por outro lado, tudo parece indicar que o CMM terá ainda vida longa. As razões para se pensar assim se fundamentam no fato de que o SEI não descontinuou o modelo CMM, propriamente dito, como acreditam muitos profissionais de TI, mas apenas um dos seus componentes (o método CBA IPI, de avaliação do nível de maturidade organizacional). Como bem diz Bill

Curtis⁸ no *e-mail* enviado ao autor e citado anteriormente, está claro que o CMM vai continuar, do mesmo modo como pensa Sousa Junior (2003).

Outras razões para se pensar assim, apóiam-se nos fatos descritos na literatura referenciada, como, por exemplo: as empresas querem tirar o maior proveito possível do investimento no CMM; outras continuarão a usar o modelo para elevar o nível de maturidade até chegarem a um estágio de evolução que lhes permitam migrar para o CMMI, com menos riscos. Por outro lado, seria também lógico considerar que o próprio CMMI esteja correndo risco por alguns motivos, como discutido antes. O principal deles é a concorrência com outros modelos de gestão de processos, como as ISO 9000 e a ISO/IEC 15504, mais fáceis de implementação, de menor custo e por serem normas internacionais de maior alcance, aceitação e uso do que o CMMI, o qual, na tentativa de integrar outros modelos de maturidade, acabou ficando parecido com os sistemas ERPs: complexos, grandes e genéricos demais para serem usados pela maioria das organizações.

Outra observação importante se baseia no aparecimento recente dos chamados “modelos ágeis”, que parecem estar muito mais próximos da realidade das pequenas e médias empresas de *softwares* (sua grande maioria) do que os modelos maiores e mais sofisticados, como o CMMI, por exemplo. Todavia, mesmo com seus prós e contras, não seria fora de propósito acreditar que o CMM e o CMMI continuarão em cena por muito tempo, pois o Departamento de Defesa Americano, principal usuário e patrocinador desses produtos, além de ser o maior comprador de *software* do mundo, continuará a exigir que seus fornecedores demonstrem ter a qualidade necessária e o uso de tais modelos, por esses fornecedores, seria um forte recurso na estratégia de negócios com o DoD.

Referências Bibliográficas

BAJPAI, Nirupan; SHASTRI, Vanita. **Software Industry in India: a case study.** Development discussion paper, n. 667, dez. 1998, Harvard Institute for International development.

BAMBERGER, Judy. **Essence of the Capability Maturity Model.** Software Realities. ST Labs Inc. USA: James Bach Ed., 1997, pp.112-114.

⁸ Usando as próprias palavras de Bill: “Since the SEI is piloting the use of the SCAMPI appraisal method with SW-CMM, it is clear that SW-CM v1.1 will not be sunset.. The only thing going away is the CBA IPI assessment method. Many organizations are staying with SW-CMM, especially in the IT word... The IT word has a much different profile of work”.

BANERJEE, P. **Some Indicators of Dynamic Technological Competencies:** understanding of indian software managers. Technovation, Pergamon, 2001, artigo no prelo. Disponível em:

<<http://www.elsevier.com/locate/technovation/>>. Acesso em: 14 nov. 2003.

BERTALANFFY, Ludvig Von. **Teoria Geral dos Sistemas:** a ciência que está revolucionando a administração e o planejamento na área do governo, dos negócios, na indústria e na solução dos problemas humanos. Trad: Francisco M. Guimarães. 3. ed. Rio de Janeiro, Petrópolis; Vozes, 1977, 349 p.

CORREA, Carlos M. **Strategies for Software Exports from Developing Countries.** Word development, v.24, n.1, pp.171-182, 1995.

DELLA VOLPE, Renato L.; SPINOLA, Mauro. **The Hole of Software Process Improvement into Total Quality Management:** an industrial experience. IEEE 2000. Disponível em: <<http://www.ieee.org>>. Acesso em: 18 out. 2003.

DOSSANI, Rafiq; KENNEY, Martin. **Creating on Environment for Venture Capital in India.** Gret Britain, v.30, n.2, pp. 227-253, 2002.

GAO, Ting. **Regional Industrial Growth:** evidence from chinese industries. Regional Science & Urban Economics 1, 2003 (artigo no prelo). Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 11 nov. 2003.

GIBB, Allan; LI, Jun. **Organizing for Enterprise in China:** what can we learn from the chinese micro, small, and medium enterprise development experience. Futures, 35, 2003, pp. 403-421.

GIL, Antonio Carlos. **Método e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 1994, 207 p.

HEFNER, Rich; TAUSER Janice. **Things They Never Taught You in CMM School.** IEEE 2002. Disponível em: <<http://www.ieee.org>>. Acesso em: 18 out. 2003.

HEINZ, Lauren. **CMMI Myths and Realities.** CMU/SEI, 4Q02, 2002. Disponível em: <<http://www.interactive.sei.cmu.edu>>. Acesso em: 15 jun. 2003.

KAMBHAMPATI, Uma S. **The Software Industry and Development:** the case of India. Progress in Development Studies 2, 1 (2002), pp. 23-45.

McCUTCHEON, David M.; MEREDITH, Jack R. **Conducting Case Study Research in Operations Management.** Journal of Operations Management, 11 (1993), pp. 239-256.

- MCT/SEPIN (2002). **Brasilian IT Market: 1991–2001**. International Conference on software engineering – ICSE, 2002, Industry Papers and Presentations, Orlando, Florida: may, 25, 2002 – 5.11:4: Technology Trends.
- NASSCON (2001). Disponível em: <<http://www.nasscon.com.in>>. Acesso em: 18 jan. 2004.
- PATIBANDLA, Murali; PETERSEN, Bent. **Role of Transnational Corporations in the Evolution of High-tech Industry**: the case of India software industry. *Word Development*, Great Britain, v.30, n.9, pp.1561-1577, 2002.
- PBQP (2002). **Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro**. Brasília: MCT/SEPIN, 2002.
- SOFTEX (2002). **A Indústria de Software no Brasil – 2002**: fortalecendo a economia do conhecimento / do Massachusetts Institute of Technology – MIT; Brasil Coordenação Geral Sociedade SOFTEX. – Campinas: SOFTEX, 2002. 80 p.
- SOUSA JUNIOR, Edelvício Amor de. **CMM x CMMI: Evolução ou Descontinuidade?** TWA Consulting. Jan. 2003. Disponível em: <<http://www.twa.consulting.com.br>>. Acesso em: 20 ago. 2003.
- SUHR, Diana. **Reliability, Exploratory & Confirmatory Factor Analysis for the Scale of Athletic Priorities**. *Statistic and Data Analysis (SUGI 28)*, paper 274-28, entre 1999 a 2002. University of Northern Colorado, USA. Disponível em:
<<http://www2.sas.com/proceedings/sugi28/274-28.pdf>>. Acessado em: 16 jan. 2004.
- TANG, Longji. **CMM and China's Software Industry Maturity**. Fedex Dallas Tech Center. Palestra, 2002. Disponível em: <<http://www.fedex.com>>. Acesso em: 10 out. 2003.
- TEKINERDOGAN, Bedir, et al. **Impact of Software Process on Quality**. Workshop report. Ankara. 2003. Disponível em: <<http://www.cs.bilkent.edu.tr/improq03/improq03proceedingpdc>>. Acesso em: 1 jan. 2004.
- TIGRE, Paulo Bastos; BOTELHO, Antonio José Junqueira. **Brasil Meets the Global Challenge**: it policy in port liberalization environment. *The Information Society*, n. 17, pp. 91-103, 2001.

WORD BANK. **Globalization, Growth, and Poverty**: building on inclusive word economy. Oxford university press-word bank. New York, 2002.

UNCTAD/ITE/TEB/12 (2002). **Changing Dynamics of Global Computer Software and Services**: implications for developing countries. United Nations, NY, Genebra, 2003. Disponível em: <http://www.unctad.org/en/docs/psiteebd12_en.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2004.

YANG, Deli. **The Development of Intellectual Property in China**. Word Patent Information, 23, 2003, pp. 131-142.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. Tradução de Daniel. 2a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001, 205 p.