

# Um Estudo Comparativo entre as Fábricas de Softwares Brasileiras e Japonesas

<sup>1,2</sup>José Augusto Fabri, <sup>2</sup>André Luiz Presende Trindade, <sup>3</sup>Marcelo S. de Paula Pessôa

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia de Ourinhos. <sup>2</sup>Centro de Pesquisas em Informática da Fundação Educacional do Município de Assis. <sup>3</sup>Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – SP –

fabri@femanet.com.br      altrindd@yahoo.com.br      mpeessoa@usp.br

**Resumo:** *A qualidade e a produtividade de uma empresa produtora de software estão alicerçadas por diversos conceitos: modelos de qualidade, processo definido e institucionalizado e reuso de componentes ou ativos de processo. No Brasil existem diversas empresas que atendem a tais conceitos e possuem uma boa carteira de clientes. Este fato, também, é perceptível no mercado externo, em nosso caso no Japão. Com base neste contexto este trabalho tem como objetivo apresentar 10 casos de sucesso, 6 fábricas brasileiras e 4 japonesas. Uma comparação do modelo processual japonês e brasileiro dá a tônica do trabalho. Proporcionar uma visão de aspectos de qualidade e produtividade no setor de software, também, se caracteriza como uma contribuição deste trabalho.*

## 1 – Introdução

Atualmente, o mercado de desenvolvimento de software brasileiro trava uma batalha constante na busca pela qualidade e produtividade. Esta informação pode ser comprovada ao analisar os vários programas de incentivo promovidos pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), através da Secretaria de Política em Informática (SEPIN), na qual o governo estabeleceu na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior que Software é um dos quatro temas prioritários (Software, Semicondutores, Bens de Capital, Fármacos e medicamentos). Entre tais programas, é possível destacar o SOFTEX (Sociedade para Promoção da Excelência do Software Brasileiro), cujos objetivos são: situar o Brasil entre os 5 (cinco) maiores produtores e exportadores de software do mundo e alcançar padrão internacional de qualidade e produtividade ([www.softex.br](http://www.softex.br)).

Além destes programas, o MCT e a SEPIN ([www.mct.gov.br/sepin](http://www.mct.gov.br/sepin)) desenvolvem, periodicamente, uma pesquisa para verificar atributos de qualidade e produtividade do mercado brasileiro de desenvolvimento de software. A última delas foi publicada em 2006 e, ao efetuar uma análise nos dados, é possível chegar às seguintes conclusões: no Brasil existem cerca de 11.000 empresas com atividades relacionadas ao desenvolvimento e comercialização de software, estas empresas empregam cerca de 160.000 pessoas (dados fornecidos pelo ministério de trabalho – [www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br)). Em torno de 25% das empresas possuem um programa de qualidade definido, outras 26% sentem a necessidade de estabelecer tal tipo de programa, isso comprova que o mercado brasileiro está tomando consciência da necessidade da qualidade em seus produtos (contexto software).

Em um âmbito continental é possível constatar que a América do Sul possui cerca de 110 empresas com certificação CMMI<sup>1</sup>. O Brasil lidera o quadro com 58 empresas (6º colocado no mundo), seguido pela Argentina com 26, Chile com 17 e Colômbia com 16 completam a lista (fonte: [www.sei.cmu.edu/appraisal-program/profile/pdf/CMMI/2007sepCMMI.pdf](http://www.sei.cmu.edu/appraisal-program/profile/pdf/CMMI/2007sepCMMI.pdf)).

Paralelamente a tais fatos, existe uma discussão nos âmbitos: empresarial e acadêmico, sobre o tema “fábrica de software”. Muitas empresas classificam o processo de desenvolvimento de software convencional como fabril; a maioria destas empresas não possui um processo que prime por produtividade e qualidade e; um processo de desenvolvimento que não atenda a estas características não pode ser considerado fabril.

Na literatura, é possível encontrar vários autores que definem o conceito de fábrica de software, neste trabalho destacamos Bemer (1969), Cusumano (1989), Basili et. al. (1992), Li et. al. (2001) e Fernstrom et. al. (1992). Baseado nas definições apresentadas pelos autores, este trabalho adota fábrica de software como uma organização estruturada, voltada para a produção do produto software, totalmente alicerçada na engenharia e com organização do trabalho, modularização de componentes e escalabilidade produtiva caracterizada. Uma fábrica deve possuir, ainda, um ambiente de gerenciamento de projetos; um processo padronizado, definido e institucionalizado; políticas que garantam a qualidade do produto; um conjunto de ferramentas utilizadas para automatizar o gerenciamento de projeto, processo e a construção do software; técnicas para medir e estimar custo, prazo e tamanho de uma equipe para um determinado projeto; ambiente de teste definido e padronizado; foco em um segmento de mercado e; política de desenvolvimento de recursos humanos (FABRI et. al. (2007)).

Analisando o contexto numérico apresentado é possível constatar um paradoxo em relação aos aspectos de qualidade e produtividade em nosso país. Mundialmente, somos o 6º. colocado em números de certificações CMMI, porém não atendemos a demanda interna no setor software (déficit na balança comercial). As empresas que deveriam liderar o mercado dentro do contexto fabril, não possuem práticas bem definidas dentro do contexto no qual se encontram.

Enfim, para atingir os objetivos traçados pelo programa SOFTEX é necessário um esforço em conjunto do:

- Governo - melhorando o sistema tributário, incentivando a exportação de produtos relacionados a TI, massificando o acesso ao ensino relacionado à engenharia de software.
- Empresas: conscientizando sobre a necessidade de certificação em modelos de processos, como o CMMI ou MPS-BR.
- Universidades: dando ênfase em aspectos da qualidade e produtividade nas disciplinas do núcleo de engenharia de software, despertando, assim, o caráter empreendedorista nos alunos. Temas como: produtividade, qualidade do processo e do produto software (FÁBRICA DE SOFTWARE), devem ser abordados, fortemente, nos bancos escolares.

O contexto apresentado motivou o desenvolvimento deste trabalho, cujos objetivos são: 1) Apresentar como está estruturado o processo de produção de software de 6 fábricas brasileiras, todas elas com certificações CMMI. 2) Detalhar o processo de produção de 4 fábricas japonesas, as

---

<sup>1</sup> Neste trabalho o termo certificação CMMI deve ser entendido como um parecer da maturidade de uma organização produtora de software no momento da avaliação (espécie de fotografia da maturidade).

primeiras a implementarem tal conceito dentro da ótica mundial. 3) apresentar um estudo comparativo entre as fábricas.

Para atingir os objetivos propostos, este trabalho está estruturado da seguinte forma: A seção 2 abordará o método de pesquisa utilizado no desenvolvimento do trabalho (em nosso caso foi utilizado o método de pesquisa estudo caso). A seção 3 apresentará a pesquisa de campo efetuada, nela são encontradas informações estruturais sobre o processo de produção das fábricas brasileiras e estrangeiras. A análise comparativa entre as fábricas e as conclusões inferidas com este trabalho serão apresentadas na seção 4.

## 2 – Método de Pesquisa utilizado no Desenvolvimento do Trabalho

O método de pesquisa utilizado no desenvolvimento deste trabalho é caracterizado como estudo de casos múltiplos (YIN (2005)). A justificativa para a escolha deste método está baseada nas seguintes premissas:

1. Objetivo do trabalho é verificar **como** está estruturado o processo das fábricas brasileiras e japonesas sob a luz da produção de software.
2. Segundo YIN (2005), o método estudo de caso é aderente as pesquisas cujo objetivo é relatar **como** estão estruturados os ambientes econômicos, sociais, de ensino e produção.

Definido o método de pesquisa faz-se necessário, neste momento, planejar o desenvolvimento, a execução mesmo. YIN (2005) define que no planejamento do estudo de caso, é necessário percorrer as seguintes etapas:

- Etapa 1: A pesquisa de campo irá envolver um ou mais casos? O trabalho proposto irá realizar estudos de casos múltiplos, pois o mesmo não está sendo desenvolvido sob uma circunstância exclusiva e os casos não representam um teste crucial à teoria existente.

Casos Desenvolvidos em Campo						Casos de Literatura (clássicos)	
Empresas Brasileiras <sup>2</sup>	Justificativa para escolha do caso <sup>3</sup>	Início das Negociações	Data de visita as empresas	Entrevistados	Tempo utilizado nas entrevistas	Empresa	Referencial bibliográfico.
<u>EMPRESA A</u>	CMMI – 3 <sup>4</sup>	Abril/2005	Agosto/2005	DFS. SQA. E. LE. CCT.	20 horas	Hitachi (JP)	CUSUMANO (1991)
<u>EMPRESA B</u>	CMMI – 3	Maior/2005	Setembro/2005	SQA.	6 horas	Toshiba (JP)	
<u>EMPRESA C</u>	CMMI – 2	Julho/2005	Novembro/2005	SQA.	7 horas	NEC (JP)	
<u>EMPRESA D</u>	CMMI – 5	Novembro/2005	Janeiro/2006	SQA.	5 horas	Fujitsu (JP)	
<u>EMPRESA E</u>	ISO 9001	Janeiro/2006	Fevereiro/2006	DFS. SQA.	8 horas		
<u>EMPRESA F</u>	CMMI – 2	Fevereiro/2006	Março/2006	SQA.	6 horas		

Quadro 1 - Lista de casos apresentados neste trabalho. JP – Japão. A coluna início das negociações indica o primeiro contato estabelecido com as empresas para a realização das visitas. LEGENDA: DFS – Diretor da Fábrica de software. E – Equalizador. LE – Líder de Equipe. CCT – Coordenador da Célula de Testes. SQA – Software Quality Assurance.

- Etapa 2: Definir as unidades de análises: Quantos e quais serão os casos estudados? Neste trabalho serão apresentados dez casos, empresas com atividade relacionada à fabricação de

<sup>2</sup> O autor deste trabalho não possui uma autorização formal para divulgar o nome das empresas que participaram da pesquisa.

<sup>3</sup> O critério para escolha está relacionado com a condição da organização possuir um sistema da qualidade definido.

<sup>4</sup> Em agosto de 2005, época em que o estudo de caso foi desenvolvido, a EMPRESA A possuía certificação CMMI nível 2.

software. O Quadro 1<sup>5</sup> apresenta a relação dos casos. YIN (2005) afirma que a quantidade de casos apresentada neste trabalho está dentro dos padrões aceitáveis.

- Etapa 3: Estruturar o protocolo para realização do estudo de caso: O protocolo tem como objetivo auxiliar o pesquisador na coleta dos dados. YIN (2005) salienta que o protocolo é uma ferramenta essencial para aumentar a confiabilidade do estudo de caso e destina-se a orientar o pesquisador na condução ou execução da pesquisa de campo. O protocolo para o desenvolvimento do estudo de caso utilizado neste trabalho é apresentado na Figura 1. A parte esquerda da figura apresenta os pontos direcionadores, para o desenvolvimento do protocolo, propostos por YIN (2005). Já a parte direita, apresenta o protocolo desenvolvido e aplicado nas empresas.

<b>Introdução ao Protocolo: Seção que tem como objetivo apresentar os o protocolo junto às empresas.</b>	
<b>QUESTÃO DE PESQUISA</b>	Como está estruturado o processo das fábricas brasileiras e japonesas sob a luz da produção de software?
<b>ESTRUTURA TEÓRICA PARA O DESENV. DO ESTUDO DE CASO</b>	Referencial bibliográfico sobre fábrica de software apresentado neste trabalho.
a) LOCAIS A SEREM VISITADOS b) PESSOA DE CONTATO c) DOCUMENTOS ANALISADOS	a) produção das fábricas de software b) Vide Quadro 1 c) processo de produção de software
<b>ROTEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO</b>	1 - Caracterização da empresa (descrição geral da empresa pesquisada) 2 - Visão sob a ótica dos insumos: Define o processo de produção da fábrica como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fábrica de código (pratica somente as atividades de codificação e teste).</li> <li>• Fábrica de projetos Físicos (pratica as atividades de projeto de software, codificação, teste e entrega do produto).</li> <li>• Fábrica de projetos ampliadas (pratica as atividades de análise de sistema a implantação do produto, o que inclui o treinamento).</li> </ul> 3 - Visão das atividades do processo de produção (atividades, modelo de processo, características (exemplo processo ágeis)); 4 - Visão das atividades relacionadas a gestão operacional no contexto fabril para software (gestão de projetos e gestão da qualidade). 5 – Ferramentas, componentes e armazenamento de dados. 6 – Produtos gerados (orientação a domínio - desenvolve produtos para um único segmento de mercado; orientação a produto – desenvolve somente um produto; orientação a tecnologia – desenvolve produtos utilizando somente uma tecnologia). 7 - Forma de criação e organização do processo.
<b>ANÁLISE E VALIDAÇÃO DO ESTUDO DE CASO</b>	As evidências foram coletadas nas entrevistas e na análise dos documentos do processo. Tais evidências foram comparadas e se inconsistências fossem encontradas, elas eram esclarecidas junto a um terceiro entrevistado.  Os entrevistados validaram os relatórios dos estudos, logo após a sua concepção. Os relatórios dos estudos foram configurados como artigos técnicos, os envolvidos nas entrevistas participaram da co-autoria dos artigos.  Os artigos técnicos foram submetidos a conferências e congressos da área, alguns foram aceitos como é caso de FABRI et. al. (2007, 2007a, 2007), e publicados.

Figura 1 – Protocolo para desenvolvimento do estudo de caso.

<sup>5</sup> Ao analisar a última coluna do Quadro 1 é possível perceber que as informações sobre as fábricas japonesas foram retiradas do trabalho de CUSUMANO (1991). Tais empresas foram as primeiras a implementarem um processo de produção com característica fabris. Este fato justifica o adjetivo clássico para denominar tais casos. O referencial bibliográfico apresentado por CUSUMANO (1991), também, será utilizado para a realização de uma comparação “atemporal” entre fábricas brasileiras e japonesas.

Ao analisar o protocolo para o desenvolvimento do estudo de caso é possível perceber que o roteiro para o seu desenvolvimento é dividido em 7 visões. A concepção destas visões levou em conta dois fatores:

1 – O referencial bibliográfico sobre engenharia de software, processo de software e fábrica de software propostos por BECKER et. al. (1997); FABRI et. al.(2007); FERNANDES E TEIXEIRA (2004); FRANCH e RIBÓ (2002); LI et. al (2001); PRESSMAN (2002); e SOMMERVILLE (2003).

2 – O modelo de categorização por níveis de uma organização: Nele é perceptível a presença da visão administrativa (divididas em níveis: estratégico, tático e operacional) e da não administrativa (responsável pelo processo de produção de bens ou serviços de uma empresa). Uma relação entre o modelo e as visões mapeadas no protocolo pode ser verificada na Figura 2.

De posse do protocolo, realizou-se execução do estudo. Nesta fase foram executadas as entrevistas, analisados os documentos do processo, disponibilizados pelas empresas, e os relatos das informações colhidas foram descritos no formato de um relatório e de artigos técnicos (FABRI et. al. (2007, 2007a e 2007b).

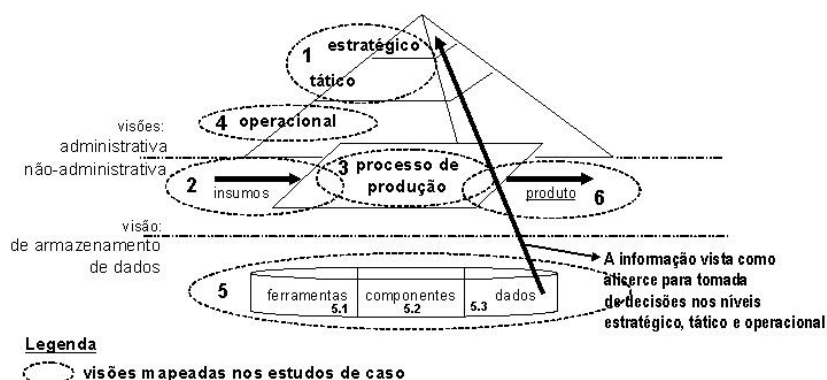


Figura 2 – Relação do modelo de categorização por níveis e as visões contempladas no protocolo (vide Figura 1).

Cabe ressaltar que todas as entrevistas foram gravadas em fitas K7. Já a reprodução dos documentos relacionados ao processo de produção de software não foi autorizada por parte das empresas.

Por fim, a validação das informações mapeadas no caso foi efetuada através do desenvolvimento e submissão de artigos técnicos a congressos da área conforme espelhado na Figura 1.

### 3 – O Processo de Produção das Fábricas: Brasileiras e Japonesas

Nesta seção será apresentado o processo de produção de software de 6 fábricas brasileiras e 4 fábricas japonesas. A composição estrutural utilizada para o desenvolvimento de tal apresentação seguirá o roteiro para o desenvolvimento do estudo de caso apresentado na Figura 1.

#### 3.1 – Caracterização das Empresas

A EMPRESA A foi fundada em 1995 e, atualmente, possui 1200 colaboradores. Seu principal objetivo é prover soluções de TI para o mercado brasileiro. A empresa em questão atua, diretamente, nas áreas de consultoria de TI e desenvolvimento de software.

Fundada em 1970, a EMPRESA B desenvolve soluções de TI para o mercado nacional e internacional<sup>6</sup>. Seu foco de atuação está alicerçado em sustentação e integração de sistemas, transferência e recepção de tecnologia: *help desk* e produção de software. Atualmente, a empresa conta com 4000 colaboradores atuando no Brasil. Salienta-se que uma pequena parte destes colaboradores atua no mercado de TI norte-americano.

Já a EMPRESA C foi criada em 1989 e seu principal foco é prover soluções de TI para o mercado brasileiro. Para isto conta com 8000 colaboradores espalhados por vários estados. Suas soluções mercadológicas prevêem consultoria na área de engenharia de processos, desenvolvimento de software, manutenção de sistemas e gestão de ambiente e infra-estrutura.

A EMPRESA D foi criada em 1964 e é caracterizada como uma multinacional estrangeira. No Brasil ela possui sede no Rio de Janeiro (unidade visitada), São Paulo, Araraquara e Florianópolis. O principal objetivo de tal empresa é prover soluções de TI para o mercado internacional. Atuando nas áreas de consultoria de negócios, provimento de infra-estrutura para telecomunicações, desenvolvimento de software e gerenciamento de processos que não sejam o *core business* de seus clientes. Em âmbito mundial a empresa conta com 120.000 colaboradores (2.000 trabalhando, ativamente, no mercado brasileiro). Destes, cerca de 33.000 exercem o cargo de engenheiro de software e a sua carteira de clientes chega a 35.000 clientes.

A EMPRESA E foi fundada em 1990 e atua em um âmbito regionalizado, atendendo, principalmente, os estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Focada no desenvolvimento de soluções de TI que envolvam a utilização de sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), a empresa conta, atualmente, com cerca de 40 colaboradores.

Já EMPRESA F foi fundada em 1996 e provê soluções de TI nas áreas de comunicações de dados, desenvolvimento de softwares para internet e consultoria em processos de negócios. Salienta-se que cerca de 600 colaboradores atuam, diretamente, nas áreas destacadas neste parágrafo.

A Hitachi iniciou suas atividades em 1908 e se instalou como fábrica de software em 1969. Alguns fatores motivaram tal instalação, entre eles destaca-se a escassez de mão de obra qualificada, naquela época. Em 1987, a empresa iniciou sua produção de sistemas de informação automatizados, pois até então a empresa produzia apenas ferramenta e aplicativos que eram hospedados em seus equipamentos, focando os seguintes segmentos de mercado: indústria; recursos humanos; contabilidade; e hospitais. Atualmente, a empresa desenvolve produtos que vão desde semicondutores, baterias, micro e mini-computadores a vários softwares nos mais variados domínios do conhecimento.

Fundada em 1939, a Toshiba se caracteriza, atualmente, como uma das maiores produtoras de equipamentos eletrônicos do mundo. Em relação à sua produção de software, é importante destacar a fundação de sua fábrica ocorrida no início da década de 1970. Nesta época, a empresa contava com 11.000 funcionários, na qual 1000 destes se caracterizavam como engenheiros. Com a fundação da fábrica, a Toshiba passou a entregar, na década de 1980, cerca de 50% de código reutilizável em seus produtos.

A NEC iniciou suas atividades no setor de tecnologia em 1899 e na década de 1970 se caracterizou como fábrica de software. Em 1980, a empresa possuía um corpo de profissionais que

---

<sup>6</sup> A EMPRESA B pode ser encarada como uma multinacional brasileira.

chegava a 18.000 colaboradores. Atualmente, a NEC possui uma ampla carteira de produtos e soluções focadas em consultoria de negócios, dentro desta ótica é possível destacar os setores de comunicação de dados e voz, mobilidade, multimídia, computação de alto desempenho, computação baseada em servidor e segurança. Na área de sistema de informação automatizado a empresa provê soluções para os domínios relacionados à educação, finanças (bancos), hotelaria e saúde.

A Fujitsu fundou sua fábrica de software em 1979 e em 1988 possuía 58.000 colaboradores, trabalhando em todas as partes do mundo. Até 1988, a empresa produzia software em vários domínios do conhecimento, destaque para o setor bancário, financeiro e hospitalar. Atualmente, as aplicações para o gerenciamento de redes e banco de dados; o pacote integrado para a produção de software; ERP; CRM e comércio eletrônico caracterizam a carteira de produto de tal empresa.

Apresentada a caracterização das empresas, a próxima seção irá prover informações sobre a composição estrutural do processo de produção das empresas.

### 3.2 – Os Insumos do Processo

A caracterização dos insumos do processo de produção define o foco de atuação de uma fábrica de software. Ao se constituir como uma fábrica de código a “porta de entrada” do processo recebe as especificações do projeto de software fatiadas em ordens de serviços. Quando uma fábrica de software se define como fábrica de projetos físicos, ela desenvolve o projeto de software, a codificação e os testes do produto, neste caso a especificação do modelo de negócio (o contexto sistêmico que irá absorver o software) se caracteriza como insumo do processo. Por fim, ao se constituir fábrica de projetos ampliada à fábrica de software é responsável por todas as atividades do ciclo de vida do software, inclusive a modelagem de negócio<sup>7</sup>.

Para facilitar a visualização e possibilitar uma leitura dinâmica desta seção, os autores optaram por estruturar uma relação matricial entre as empresas, caracterizada como fábricas. As informações relativas aos insumos do processo de produção preenchem as células da matriz.

Empresas	Insumos		
	Levantamento de requisitos	Especificação do modelo de negócio	Projeto de software fatiado em ordens de serviços
EMPRESA A	Fábrica projetos ampliada		
EMPRESA B	Fábrica projetos ampliada		
EMPRESA C	Fábrica projetos ampliada		
EMPRESA D		Fábrica de projetos	
EMPRESA E	Fábrica projetos ampliada		
EMPRESA F	Fábrica projetos ampliada		
Hitachi	Fábrica projetos ampliada		
Toshiba	Fábrica projetos ampliada		
NEC		Fábrica de projetos	
Fujitsu	Fábrica projetos ampliada		

Tabela 1 – Relação Matricial entre as empresas que compõem o estudo de caso e os insumos do processo

### 3.3 – As Atividades do Processo

Seguindo a determinação estabelecida no protocolo para desenvolvimento de estudo de caso (Figura 1) esta seção tem como objetivo apresentar quais são as atividades do processo de produção de software das empresas; como estas atividades se relacionam de uma forma dinâmica, fato este que

<sup>7</sup> A caracterização de uma fábrica de software, apresentada neste parágrafo, foi retirada dos relatos de FERNANDES e TEIXEIRA (2004)

constitui o modelo de processo<sup>8</sup> e; por fim, se o processo de produção das empresas pesquisadas possuem características ágeis. Uma estrutural matricial, também, será utilizada na descrição desta seção.

Ao analisar a Tabela 2 é possível perceber que todas as empresas brasileiras possuem em seu processo a atividade de equalização. A equalização tem como objetivo verificar as especificações do projeto de software quanto à “completude”, “corretude” e consistência em relação ao modelo de negócio e requisitos do cliente. Assegurar o entendimento das ordens de serviços geradas pela atividade de projeto de software, para que as mesmas possam ser colocadas em linha de produção (atingindo a atividade de projeto de software), mitigar os riscos de parada na produção e quebra de produtividade, também constituem os objetivos desta atividade.

### **3.4 – A Gestão de Projetos e Gestão da Qualidade**

Em relação à gestão de projetos, na pesquisa campo realizada foi constatado que todas as fábricas, brasileiras e estrangeiras, realizam as atividades de planejamento, execução (percorrendo o processo em si) e controle.

Na atividade de planejamento as unidades de produção responsável pela fabricação do código, recebem o projeto de software fatiado em ordens de serviços<sup>9</sup> (OS) e, verificam a complexidades destas utilizando a métrica de pontos por função (exclui-se ai a EMPRESA E que consulta a sua base histórica de projeto, e de posse de uma ordem de serviço semelhante, estima o tempo de produção).

De posse da medida em pontos por função as fábricas podem estabelecer o esforço necessário para o desenvolvimento das ordens de serviços. Salienta-se que questões relacionadas à configuração do ambiente (softwares e equipamentos necessários para o desenvolvimento do projeto) e riscos, são mapeadas na atividade de planejamento do projeto.

A atividade de controle é realizada por meio das informações geradas com a execução do processo. Tempo que o projeto permaneceu em cada atividade, média de produtividade dos envolvidos com o projeto, o número de erros de cada ordem de serviço caracterizam algumas das medidas utilizadas na atividade em questão. As medidas citadas neste parágrafo são capturadas pela máquina de processo<sup>10</sup>.

É importante salientar que as empresas japonesas possuem um conjunto de métricas de produtividade bem acurado, fato este verificado ao analisar os números obtidos pela Hitachi e Toshiba. A primeira utiliza como uma das métricas, o número de programas desenvolvidos para um determinado módulo, e o número de módulos desenvolvidos para um determinado projeto. A Tabela 3 provê uma noção de alguns números obtidos com o controle de projeto praticado pela empresa. Já a segunda utiliza como métrica o total de linhas de código entregues em um determinado período e o percentual de reuso do software praticado. A Tabela 4 apresenta tais métricas agrupadas por ano.

---

<sup>8</sup> Exemplos de modelo de processo: Cascata, Espiral, Incremental, Evolucionário e Orientada a Reuso.

<sup>9</sup> Uma ordem de serviço pode ser caracterizada como um conjunto de funcionalidades, pertinentes ao projeto de software, que deve ser codificada e testada.

<sup>10</sup> A máquina de processo, pode ser classificada como um software com o objetivo de auxiliar na comunicação e coordenação das atividades realizadas pelos envolvidos no processo. Um dos objetivos da máquina de processo é controlar a produção dos artefatos, classificados como componente de código ou componente de infra-estrutura (ambos classificados como ativos de processo).

Empresas	Tópicos da teoria de processo de software		
	Modelo de processo	Atividades	Características (tendendo ao Unified Process ou ao eXtreme Program)
<b>EMPRESA A</b>	Incremental	Levantamentos de requisitos, modelagem de negócio, projeto de software, equalização, codificação, teste e entrega.	Não utiliza práticas advindas da família de processo ágeis.
<b>EMPRESA B</b>	Incremental	Modelagem de negócio, projeto de software, equalização, codificação, teste, manutenção corretiva e melhoria	Não utiliza práticas advindas da família de processo ágeis.
<b>EMPRESA C</b>	Incremental	Levantamento de requisitos, modelagem de negócio, projeto de software, equalização, codificação e teste.	Não utiliza práticas advindas da família de processo ágeis.
<b>EMPRESA D</b>	Incremental	Levantamento de requisitos, projeto de software, equalização, codificação e teste	Não utiliza práticas advindas da família de processo ágeis.
<b>EMPRESA E</b>	Incremental	Coleta dos requisitos, modelagem de negócio, projeto de software, equalização, produção de código, teste, implantação e revisão.	Utiliza algumas práticas advindas da família de processo ágeis.
<b>EMPRESA F</b>	Misto entre evolucionário, focado na técnica de prototipação e incremental	Levantamento de requisitos, análise de sistemas, projeto de software, equalização, codificação, teste, entrega e manutenção.	Não utiliza práticas advindas da família de processo ágeis.
<b>Hitachi</b>	Não explicitado no referencial bibliográfico.	Modelagem de negócio, projeto de software, codificação, teste e entrega.	Não explicitado no referencial bibliográfico.
<b>Toshiba</b>	Não explicitado no referencial bibliográfico.	Levantamento de requisitos, modelagem de negócio, projeto de software, codificação, teste, instalação e manutenção.	Não explicitado no referencial bibliográfico.
<b>NEC</b>	Não explicitado no referencial bibliográfico.	Projeto de software, implementação, teste unitário, teste de integração e inspeção.	Não explicitado no referencial bibliográfico.
<b>Fujitsu</b>	Não explicitado no referencial bibliográfico.	Análise de sistemas; projeto físico do software; projeto modular; programação; testes: modular, de integração de sistema, operacional e de aceitação; entrega e; manutenção.	Não explicitado no referencial bibliográfico.

Tabela 2 – Modelo, atividades e características do processo de produção das empresas caracterizadas como fábrica de software.

Ano	% Projetos Atrasados*	Ano	% Projetos Atrasados*	Ano	% Projetos Atrasados*	Ano	% Projetos Atrasados*
1970	72,4	1974	6,9	1978	9,8	1982	12,9
1971	56,6	1975	9,8	1979	7,4	1983	18,8
1972	36,3	1976	16,8	1980	10,7	1984	16,3
1973	13,0	1977	16,1	1981	14,0	1985	18,0

Tabela 3 - Projetos de software atrasados. \*Baseado no cronograma original. (Extraída de CUSUMANO (1991) página 187)

Ano	Total de LCEA entregue (pessoa / mês)	Crescimento do Índice de produtividade (%)*	Variação do índice de produtividade (%)**	% de reuso***	Novo código (LCEA)****	Defeitos por 100 LCEA	Número de funcionários
Dados antes da criação da fábrica de software							
1972	1230						
1973	1390	13	+13				
1974	1370	11	-2				
1975	1210	-2	-12				
1976	1390	13	+15				
Dados depois da criação da fábrica de software							
1977	Dado não disponível						
1978	1684	37				7-20	1200
1979	1988	62	+18	13	1730		1500
1980	2072	68	+4	16	1740		1700
1981	2443	99	+18	29	1735		2050
1982	2595	110	+6	26	1920		2100
1983	2763	125	+7	41	1630		2150
1984	2931	138	+6	45	1612		2250
1985	3130	154	+7	48	1612	0,2-0,05	2300

Tabela 4 - Produtividade da Fábrica de Software da Toshiba (Retirada de Cusumano (1991) página 240). \*Crescimento do índice de produtividade em relação a 1972. \*\*Cálculo da variação efetuada sobre o ano anterior. \*\*\*Reuso: Entrega de software com até 20% de modificação. \*\*\*\* Cálculo obtido através de  $LCEA * [(100 - \%reuso)/100]$ .

Por fim, em todas as empresas pesquisadas, a gestão da qualidade é realizada sobre duas vertentes: do produto e do processo. Na primeira, informações relativas aos números de erros encontrados por produto (no caso softwares) implantados são utilizadas como medida da qualidade. A segunda utiliza o número de “desvios no processo de produção<sup>11</sup>” como métrica da qualidade do processo.

### 3.5 – Ferramentas, Produtos Gerados e Forma de Criação do Processo.

Esta seção apresenta 3 itens do roteiro para desenvolvimento do estudo de caso apresentado na Figura 1: Ferramentas e a forma de armazenamento de dados; os produtos gerados pelo processo de produção de software; e a forma de criação do processo fabril praticada pelas empresas.

É importante ressaltar que a forma de apresentação dos itens será configurada a partir de uma relação matricial, sendo assim, as considerações efetuadas na seção 3.2, também, são válidas para esta seção. De posse desta informação, é válido afirmar que a Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam os itens citados no parágrafo anterior.

Apresentada a composição estrutural das fábricas brasileiras e japonesas, a próxima seção será destinada a uma comparação entre ambas as estruturas.

Empresas	Visões					
	Gerencial			Processual		
	Projeto	Configuração	Qualidade	Equalização	Codificação	Teste
EMPRESA A	1, 6	1, 2	1	1, 3, 6	1, 2, 4	1, 2, 4, 5
EMPRESA B				1, 3		1, 2, 4, 5
EMPRESA C				1		1, 2, 4, 5
EMPRESA D				1, 2, 3, 7		1, 2, 4, 5
EMPRESA E				Não pratica		1, 2, 4, 8
EMPRESA F				1, 2, 3, 6		1, 2, 4
Hitachi	1, 3		1		1, 3, 4, 9	
Toshiba	1		1		4	
NEC	1	2	1		3, 4, 9	5
Fujitsu	1		1		4, 9	5

Legenda: [1] - Máquina de processo [2] - Controle de versões [3] - Ferramenta para visualização dos artefatos advindos da atividade de projeto de software [4] - Ambiente de desenvolvimento de software (linguagens e IDEs) [5] - Geradores de casos de testes [6] - Gestão de projetos [7] - Ferramenta para *Call Conference* [8] - Editor de texto [9] - Gerador de código

Tabela 5 – As ferramentas utilizadas pelas fábricas brasileiras e japonesas (visão estratificada para a fábrica de código)

Empresas	Produtos gerados	Forma de organização do processo
EMPRESA A	Orientada a tecnologia	Experiência dos profissionais e CMMI como guia de melhoria de processo.
EMPRESA B	Não possuem qualquer tipo de orientação.	
EMPRESA C	Orientada a tecnologia	
EMPRESA D	Orientada a domínio	
EMPRESA E	Orientada a tecnologia, Orientada a domínio, Orientada a produto.	
EMPRESA F	Não possuem qualquer tipo de orientação.	

Tabela 6 – Produtos gerados e a forma de organização do processo das empresas. Não foram detectados os produtos gerados e a forma de organização do processo no referencial bibliográfico que prevê informações sobre as empresas nipônicas.

<sup>11</sup> O não preenchimento de algum artefato, caracterizado como obrigatório no processo, pode ser exemplificado como desvio.

#### 4 – Comparações entre as Fábricas e as Conclusões Inferidas com o Desenvolvimento deste Trabalho

Para o desenvolvimento da análise comparativa entre as fábricas, os autores deste trabalho, baseados no referencial bibliográfico apresentado, estabeleceram os seguintes critérios: 1) As empresas caracterizadas como fábrica de software possuem um processo estruturado? 2) As ferramentas que automatizam a execução do processo são uma constante nas empresas pesquisadas? 3) A gestão e controle do processo geram métricas relacionadas a controle e produtividade? 4) As empresas participantes da pesquisa praticam o reuso? 5) Questões de qualidade do produto e do processo é uma preocupação constante entre as fábricas?

Para redação das comparações os autores deste trabalho utilizaram a mesma técnica matricial apresentada nas tabelas anteriores e justificada na seção 3.2.

Ao analisar as comparações apresentadas na Tabela 7 e as informações apresentadas neste trabalho, era de se esperar que os processos das empresas brasileiras fossem concebidos a partir das experiências anteriores, cujos resultados já haviam sido publicados na época de sua criação, em nosso caso as empresas japonesas. No entanto, em todas as empresas visitadas não foi encontrado nada semelhante ao controle de produtividade estabelecido pela Toshiba. Tal empresa mapeava, em 1978, o total de linhas de código em *Assembly* entregue por pessoa por mês. Em 1985, dez anos antes do estabelecimento das fábricas brasileiras, o percentual de reuso da Toshiba culminou em 48%. Já, 4 das 6 empresas visitadas não praticam, formalmente, a idéia de reuso de componentes (vide Tabela 7). Em relação à qualidade do produto, a NEC e Fujitsu, possuem medidas acuradas, e não encontradas nos casos brasileiros (lembrando que as empresas brasileiras são norteadas pelo modelo CMMI). A NEC mapeava, na década de 1980, a quantidade de defeitos nas linhas de código de seus produtos (este dado pode ser encontrado nos relatos de CUSUMANO (1991)). A Hitachi desenvolveu uma máquina de processo que funcionava de forma integrada a sua ferramenta de produtividade (ou IDE) com isto, dados como custo do projeto, tempo de trabalho despendido para execução de uma tarefa e o progresso dos envolvidos com o projeto eram capturados, automaticamente, possibilitando assim um ganho de produtividade. Uma ferramenta semelhante, foi verificada somente na EMPRESA D (CMMI-5).

Fábricas	Critérios					
	1 – processo estruturado	2 – Ferramentas	3 – Gestão e métricas	4 – Reuso	5 - Qualidade	
<u>EMPRESA A</u>	Todas as empresas pesquisadas possuem o processo estruturado. Nas brasileiras a comprovação é feita com certificação CMMI. Nas japonesas, os dados gerados na Tabela 3 e na Tabela 4 comprovam tal fato.  Destaque para as empresas brasileiras que possuem a atividade de equalização.	Todas as empresas possuem no mínimo a máquina processo, ferramenta esta utilizada para a gestão e controle do processo de produção das fábricas.	As fábricas brasileiras também possuem um controle rigoroso em relação à produtividade. Porém nenhuma delas controla a produtividade, segundo a prática de reuso, conforme a desenvolvida pela Toshiba.	Prática formalmente	Qualidade do processo, com base no modelo CMMI	
<u>EMPRESA B</u>				Prática informalmente		
<u>EMPRESA C</u>				Prática formalmente		
<u>EMPRESA D</u>				Prática informalmente		
<u>EMPRESA E</u>			Destaque para as empresas brasileiras que possuem a atividade de equalização.	As métricas em relação a reuso, projeto atrasados, números defeitos encontrados em produto entregues são constantes nas fábricas japonesas.	Prática formalmente (destaque para Toshiba)	Qualidade do processo com base na norma ISO 9001
<u>EMPRESA F</u>						Qualidade do processo, com base no modelo CMMI
Hitachi						Não utilizavam qualquer tipo de norma no passado, porém as métricas sobre a qualidade do processo e do produto são verificadas em todas as fábricas nipônicas (vide CUSUMANO (1991))
Toshiba						
NEC						
Fujitsu						

Tabela 7 – Comparação entre as fábricas japonesas e brasileiras

Finalizando a análise comparativa pode-se afirmar que todas as empresas brasileiras possuem unidades organizacionais independentes classificadas como fábrica de código. Este fato pode ser comprovado ao verificar a pertinência da atividade de equalização no processo de produção de software e na forma como estas empresas gerenciam seus projetos.

Concluindo, é possível verificar que este trabalho apresentou uma análise comparativa de caráter atemporal, isto é, foi efetuada a comparação de processos fabris de software em épocas diferentes. Com isto foi possível verificar que o processo fabril das empresas brasileiras pesquisadas não sofreu grandes mudanças quando comparados aos processos japoneses da década de 1970 e 1980, principalmente, sob a luz do controle de produção. Este fato mostra que a teoria processual para software com características fabris vem sendo aplicada, sistematicamente, a cerca de 40 anos. Os modelos de qualidade de software e de gerenciamento de projetos contribuíram para a disseminação de alguns aspectos de qualidade (nas empresas brasileiras), já praticados pelas empresas japonesas, citadas neste trabalho. Podemos dizer que houve, sim, uma modernização das ferramentas de gestão, promovendo uma maior integração de dados de controle de produção, da forma de programar (com a institucionalização de teoria da orientação a objetos – teoria esta criada na década de 70), com o advento das IDEs e com a forma da distribuição das informações. Porém, a essência dos aspectos de controle de produção, e de gestão de projetos (dentro de um contexto nacional) continua teorizando as bases conceituais definidas pelos japoneses – fato este que não era esperado quando o trabalho foi idealizado.

Enfim, como trabalho futuro, os autores deste trabalho sugerem que seja feito um estudo atual nas empresas japonesas pesquisadas, com o objetivo de verificar se houve ou não uma evolução em seu processo de produção de software.

### Referências Bibliográficas

- BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; CANTOE, G.; A Reference Architecture for the Component Factory. **ACM Transaction on Software Engineering and Methodology**. v. 1. n. 1. p. 53-80. January 1992.
- BECKER, U.; HAMANN, D.; VERLAGE, M. Descriptive Modeling of Software Processes, **IESIReport No. 045.97/E**, Version 1, Fraunhofer IESI, Dec. 31, 1997. Disponível para acesso em [http://www.iese.fraunhofer.de/pdf\\_files/iese-045\\_97.pdf](http://www.iese.fraunhofer.de/pdf_files/iese-045_97.pdf). Acessando em junho de 2006.
- BEMER, R. W.; The Economics of Program Production; In: Information Processing - vol.II, no 68; Amsterdam: North-Holland Publ.Co, 1969.
- CUSUMANO, M A. Software Factory: A Historical Interpretation. **IEEE Software**, v. 6. n. 2. p. 23-30. 1989.
- CUSUMANO. M. A. **Japan's Softwares Factories**. New York: Oxford University Press. 1991.
- FABRI, J. A.; TRINDADE, A. L. P.; L'ERÁRIO, A.; PESSOA, M. S. A. A Organização da uma Máquina de Processo e a Melhoria do Processo de Produção de Software em um Ambiente de Fábrica. In: **Anais da 6ª Jornada Ibero-Americana de Engenharia de Software e Engenharia de Conhecimento**. Lima, Peru. 2007.
- FABRI, J. A.; TRINDADE, A. L. P.; L'ERÁRIO, A.; SILVEIRA, M.; PESSOA, M. S. de P. O Papel do CMMI na Configuração de um Meta-Processo de Produção de Software com

Características Fabris: Um Estudo de Caso. In: **Anais da 6ª Jornada Ibero-Americana de Engenharia de Software e Engenharia de Conhecimento**. Lima, Peru. 2007a.

FABRI, J. A.; SCHEIBLE, A. C. F.; MOREIRA, P. M. L., TRINDADE, A. L. P.; BEGOSSO, L. R.; BRAUN A. P.; PESSÔA, M S. de P. Meta-Process used for Production Process Modeling of a Software Factory: the Unitech Case. In: **Managing Worldwide Operations and Communications with Information Technology - IRMA 2007 Proceedings**. Vancouver, Canadá. 2007b.

FERNANDES, A. A. TEIXEIRA, D. de S. **Fábrica de Software: Implementação e Gestão de Operações**. Editora Atlas. 2004.

FERNSTROM, C. NARFELT K. H. OHLSSON L. Software Factory Principles, Architecture and Experiments. **IEEE Software**. v. 9. n 2. p. 36-44. March and April 1992.

FRANCH, X.; RIBÓ, J. **Supporting Process Reuse in PROMENADE**. Departament de Llenguages i Sistemes Informàtics, Universitat Politècnica de Catalunya – Barcelona 2002. (Research Report, No. LSI-02-14-R). Disponível em: [http://www.lsi.upc.edu/dept/techreps/llistat\\_detallat.php?id=571](http://www.lsi.upc.edu/dept/techreps/llistat_detallat.php?id=571). Acesso em maio. 2004.

LI, C.; LI, H.; LI, M. A Software Factory Model Based on ISO 9000 e CMM for Chinese Small Organization. In: **Asia-Pacific Conference on Quality Software (APAQS'01) Proceeding**. Hong Kong. December, 2001.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2002.

SOMMERVILLE I. **Engenharia de Software**. 6ª Edição. Addison Wesley, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Método**. 3 ed. traduzida. Bookman. Porto Alegre. 2005.