

Recursos humanos necessários em uma estrutura fabril para o desenvolvimento de Software

José Augusto Fabri
fabri@femanet.com.br

Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Faculdade de Tecnologia de Ourinhos
Fundação Educacional do Município de Assis

André L. P. Trindade e Vera Lúcia Camargo
vlscamargo@terra.com.br
Faculdade de Tecnologia de Ourinhos

Resumo: Este trabalho apresenta uma proposta dos recursos humanos necessários para produzir software dentro de um contexto fábrica. Tal proposta é validada a partir de dois casos, empresas caracterizadas com fábrica de software, localizadas no estado de São Paulo.

Palavras chaves: Fábrica de software, Recursos humanos necessários a uma estrutura fabril, mercado brasileiro de desenvolvimento de software.

a) 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-se os vários programas de incentivo promovido pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), através da Secretaria de Política em Informática (SEPIN), onde o governo estabeleceu na Política Industrial Tecnológica que Software é um dos quatro temas prioritários (Software, Semicondutores, Indústria de Base e Fármacos). 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.

Além destes programas, o MCT e a 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 2002 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, essas empresas empregam 158.353 pessoas. Cerca de 25% das empresas possuem um programa de qualidade definido, outras 26% sentem a necessidade de estabelecer um programa de qualidade, isto comprova que o mercado brasileiro está tomando consciência da necessidade da qualidade em seus produtos (contexto software) MCT-SEPIN (2002).

Paralelamente, a tais fatos, Costa (2003) apresenta uma pesquisa envolvendo 31 empresas, as mais significativas, que atuam no mercado brasileiro utilizando o modelo de Fábrica de Software. Destas, apenas 41% aplicam um ciclo completo de desenvolvimento de software para seus produtos; 45% aplicam metodologia própria; 16% utilizam ferramentas de

controle de projetos; 14% possuem certificação CMMI¹; 13% utilizam ferramentas CASE (Engenharia de Software Apoiada por Computador) e 10% aplicam métricas de qualidade.

Com base nos números apresentados, é possível afirmar que para atingir os objetivos traçados pelo programa SOFTEX, faz-se necessário um esforço conjunto das UNIVERSIDADES, das EMPRESAS e do GOVERNO com o intuito de conscientizar o mercado sobre a existência dos modelos de qualidade e produtividade dentro da conjectura conceitual relacionada ao tema fábrica de software. Dentro desta ótica, este trabalho tem como objetivo apresentar, por meio de dois estudos de casos, quais são os recursos humanos necessários para se estabelecer uma fábrica de software.

b) Metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do trabalho

A metodologia de pesquisa utilizada neste caso está baseada na teoria de estudo de caso apresentadas por FABRI et. al. (2005) e YIN (2005). Os autores citados estabelecem que para o desenvolvimento de uma pesquisa cujo método seja alicerçado pelo estudo de caso é necessário:

- Configurar uma questão de pesquisa: A questão de pesquisa foi apresentada na introdução deste trabalho.
- Planejar o estudo de caso: Mapear se estudo será configurado por meio de um ou mais casos. O trabalho proposto irá realizar estudos de casos múltiplos, pois o mesmo não está sendo desenvolvido sob uma circunstancia exclusiva e os casos não representam um teste crucial à teoria existente.
- Definir as unidades de análises: Quais serão os casos estudados? Neste trabalho serão apresentados dois casos, empresas com atividade relacionada à fabricação de software (vide Tabela 1).

Tabela 1 – Lista de Casos Apresentados neste trabalho.

Empresa	Justificativa para escolha do caso ²	Inícios das negociações para realização da visita	Data da visita
Empresa A	CMMI – 2	Julho / 2005	Novembro / 2005
Empresa B	ISO 9001	Janeiro / 2006	Março / 2006

- 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 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 Tabela 2.

De posse do protocolo, a próxima fase a ser percorrida é a execução. Nesta fase foram executadas as entrevistas, analisados os documentos do processo, disponibilizados pelas empresas, e os relatos das informações colhidas foram descritas no formato de artigo técnico.

Por fim, 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. Salienta-se, também, que os autores deste trabalho não possuem autorização formal para divulgar o nome das empresas visitadas.

¹ Capability Maturity Model Integration: Modelo utilizado para verificar o nível de qualidade de um processo de uma empresa produtora de software.

² Os modelos de qualidade CMMI e ISO 9001 foram os fatores determinantes para a escolha das empresas A e B para a realização dos estudos.

Tabela 2 – Protocolo utilizado para execução do estudo de caso.

Estrutura de Protocolo (Adaptada de YIN (2005))		Protocolo Utilizado no desenvolvimento do trabalho
Uma seção introdutória, com a finalidade de apresentar os objetivos do protocolo, também foi desenvolvida. Essa seção não é apresentada nesta tabela, seu desenvolvimento foi motivado como meio de introduzir o protocolo junto a empresas.		
A	Questões e proposições do estudo de caso:	Quais os recursos humanos necessários para se estabelecer uma fábrica de software?
B	Estrutura teórica para desenvolvimento do estudo de caso.	Referencial bibliográfico sobre fábrica de software, apresentado na seção 3.
Procedimentos de coleta (a execução)		
C	C1 Locais a serem visitados	Departamento de produção das fábricas de software.
	C2 Pessoas de contato	Engenheiro de Processo ou Membros da SEPG (Grupo de Processo em Engenharia de Software), coordenadores de célula de produção e teste, desenvolvedores e testadores.
	C3 Análise de Documentos do Processo	Documentos e artefatos dos processos de produção de software foram analisados com o intuito de verificar quais eram os envolvidos com o processo que tinham preenchidos tais documentos
D	Roteiro para o desenvolvimento do estudo de caso	<p>O roteiro para o desenvolvimento do estudo de caso está dividido em 3 visões</p> <p>1 – Caracterização da empresa (visão geral):</p> <p>2 – Envolvidos com o processo de produção (atividades realizadas, documentos e ferramentas utilizadas na execução das atividades).</p> <p>3 – Envolvidos com o processo de gestão da produção (atividades realizadas, documentos e ferramentas utilizadas na execução das atividades).</p>
Análise e Validação do Estudo de Caso		
E	E1 Validade do Constructo	Análise das fontes de evidências: A 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.
	E3 Validade externa	Análise do relatório do estudo de caso: O relatório do estudo de caso foi configurado como um artigo técnico, os envolvidos nas entrevistas analisaram tais relatórios.

c) Formalização conceitual sobre fábrica de software

Na literatura, é possível encontrar vários autores que trabalham, diretamente, com o conceito de fábrica de software, dos quais destacamos as principais definições.

Segundo CUSUMANO (1989), o termo fábrica de software foi utilizado, pela primeira vez, na década de 1960, no Japão. Várias empresas associam o termo ao mero desenvolvimento de software; entretanto, empresas que não atendam características como: produção em larga escala; padronização de tarefas; padronização de controle; divisão do trabalho; mecanização e automatização, não podem ser consideradas fábricas de software. Para o autor, o desenvolvimento de uma fábrica implica nas boas práticas da engenharia de software aplicadas sistematicamente.

Já BEMER (1969) define fábrica de software como um ambiente no qual se constrói programas e se efetuam testes. Neste ambiente devem existir ferramentas para realizar as ações de construir e testar. Uma fábrica deve possuir medidas de produtividade e qualidade, os registros financeiros devem ser mantidos por custo da programação e a forma de gerenciamento deve dar subsídios à previsão e à estimativa de dados de futuros projetos.

Para BASILI *et. al.* (1992), uma organização com características de fábrica de software deve possuir uma estrutura de construção de software baseada em componentes. Os componentes utilizados podem ser desenvolvidos pela fábrica de componentes (ou unidade de produção de componentes). Através desta definição pode-se concluir que uma fábrica de componentes é a base para a implementação de uma fábrica de software.

Segundo LI *et. al.* (2001), uma fábrica de software deve possuir: um conjunto de ferramentas padronizadas para a construção do produto; bases históricas para o gerenciamento

de projetos e; principalmente, um alto grau de reuso de código no processo de produção de um determinado software.

Com base nas considerações efetuadas por CUSUMANO (1989), BEMER (1969), BASILI *et. al.* (1992), LI *et. al.* (2001) e por FERNSTROM *et. al.* (1992), FABRI *et. al.* (2004) propõe um processo fabril para o desenvolvimento de software (vide Figura 1).

Em sua proposta os autores dividem o processo em duas unidades: de produção de software e de produção de componentes. Tais unidades são divididas em atividades estas, por sua vez, aglutinam um conjunto de tarefas. O fluxo de dados que permeia o processo de produção também pode ser verificado por meio da Figura 1.

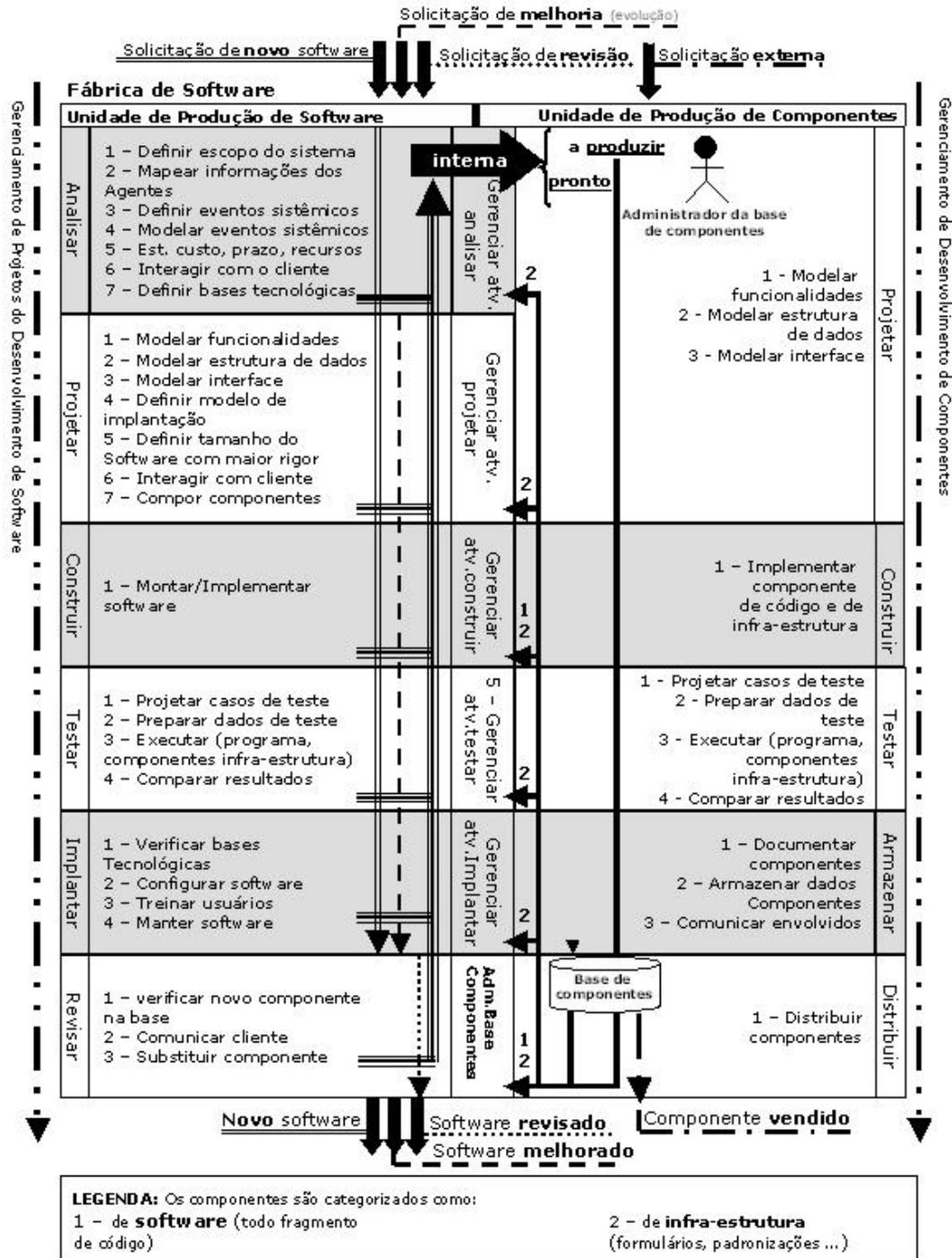


Figura 1 – Processo fabril de produção de software

d) Proposta dos recursos humanos (papéis) necessários em uma estrutura fabril

Para estabelecer os papéis ativos no processo de produção de software os autores, deste trabalho, tomaram como base o modelo “composto de categorização por níveis” delineado nos estudos realizados por TRINDADE (2006). Tal modelo divide uma organização (ou uma empresa) em duas visões: administrativa e não-administrativa.

Na visão administrativa é possível encontrar os níveis estratégico, tático e operacional. Já na visão não administrativa é encontrado o processo de produção, que representa as operações específicas da produção de um bem ou serviço. Uma visão ilustrativa do modelo delinado por TRINDADE (2006) pode ser verificada por meio da Figura 2.

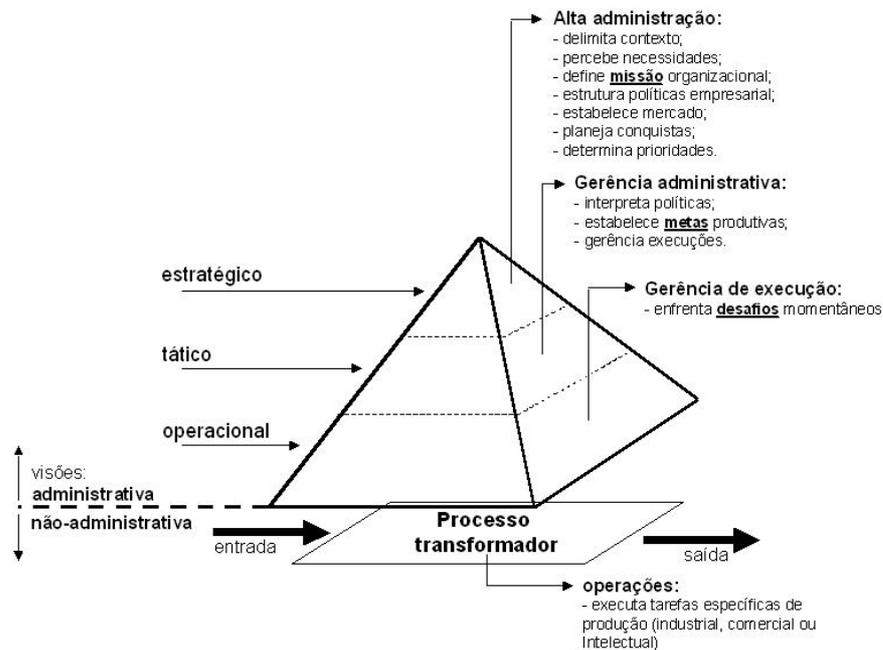


Figura 2 – A associação proposta entre as visões administrativas (organização) e não administrativa (processo).

Com base nas figuras 1 e 2, os autores deste trabalho propõem um conjunto de papéis para que uma fábrica de software possa ser estabelecida, entre estes, destacam-se:

- **Analista de Negócio** responsável pela liderança e pela coordenação da modelagem processual relacionada ao negócio, delimitando assim a organização de um problema em nível sistêmico, entende-se, neste caso, organização como empresa-cliente da fábrica de software.
- **Analista de Sistema** responsável pela liderança e pela identificação de requisitos do Sistema de Informação (SI) relativo ao problema percebido, delimitando-o e definindo suas funcionalidades, seus dados e sua interação com agentes e com o negócio.
- **Engenheiro de software** responsável pela aplicação dos conceitos relacionados à engenharia de software e ao processo de fabricação do produto software, estabelecendo seu desenvolvimento organizado, por meio da introdução e avaliação de recursos técnicos de planejamento, a validação e avaliação dos projetos e de seus ciclos de produção.
- **Engenheiro de produção** responsável pela organização do processo de manufatura e pelo controle, tanto da fabricação dos componentes, quanto da montagem do software.
- **Projetista** é responsável pela coordenação da transformação do modelo de SI em modelo de Tecnologia da Informação (TI), mais precisamente no modelo de software, assegurando que o produto responda a eventos com imediatismo, de acordo com seus

requisitos de tratamento de dados, definidos por tabelas, índices, visões, restrições e parâmetros do banco de dados.

- Codificador é responsável pelo desenvolvimento e pelos testes de componentes e software.
- Grupo de garantia da qualidade: é um papel que tem a responsabilidade de verificar a conformidade das atividades e produtos de software de todos os projetos, de acordo com os procedimentos definidos na Fábrica de Software.
- Negociador é responsável pelo contato direto com os clientes da fábrica de software, na negociação e na entrega do produto.
- Administrador da base de componentes é responsável por administrar os componentes armazenados na base.
- Executivo de negócios responsável pela visão estratégica da organização. Denota-se que tal executivo possui as atribuições relacionadas a definições participativas relacionadas a: recursos humanos, contábeis e financeiros e; abordagens comerciais e mercadológicas, necessários à definição e contextualização do negócio.
- Executivo de informação responsável pela visão do negócio relativo ao contexto sistêmico e de TI, tanto para projetar soluções para clientes quanto para estabelecer soluções internas de estruturação da informação e uso de aplicativos dentro da fábrica.
- Diretor administrativo responsabiliza-se pela definição e distribuição de recursos necessários aos projetos e pelas definições de prioridades. Determina os indicadores de desempenho relacionados à mensuração da eficiência nos ambientes relacionado à produtividade.
- Gerente de Operações é responsável por toda parte operacional do processo, controlando a execução e gerenciando o desenvolvimento do software como um todo. Há diversos sub-papéis derivados da tal tipo de profissional em uma fábrica de software (em outros de tipos de empresas, não seriam estes): gerente de sistema computacional; gerente de configuração; gerente de mundaças; gerente de processos; gerente de teste e gerente de implantação.

De posse dos papéis, apresentados nesta seção, os autores deste trabalho desenvolveram dois estudos de casos, para verificar a aderência dos mesmos em empresas que atuam sob a atividade de fábrica de software.

e) Estudos de casos e análise comparativa da proposta

Estruturalmente, esta seção segue os roteiro para execução do estudo de caso, apresentado na tabela 2.

e.1) – Resultados do estudo de caso realizado na EMPRESA A

A EMPRESA A atua na área Tecnologia da Informação (TI), desde 1989, e possui uma ampla carteira de produtos e serviços. Atualmente, a empresa se destaca na prestação de serviços e desenvolvimento de produtos nas seguintes áreas:

- Engenharia de processos: Atividade que foca a modelagem do negócio em um nível empresarial, objetivando a otimização de três elementos: pessoas, tecnologia e informação e,
- Desenvolvimento de software: Atividade que foca a automatização de sistemas de informação para as empresas nos mais variados domínios do conhecimento.

Em relação aos recursos humanos utilizados, tanto na visão administrativa quanto na não-administrativa, a empresa em questão estabelece os seguintes papéis:

- Analista de Sistemas (AS): Responsável por colher os requisitos, desenvolver a modelagem de negócio e o projeto de software. O analista deve ter amplos conhecimentos sobre as técnicas de levantamento de requisitos, modelagem de negócio utilizando os paradigmas existentes (atualmente, se fala em orientação a processos e orientação a objetos). Na fábrica de software em questão o analista de sistemas, juntamente com o gerente, exerce também o papel de negociador (vide seção d).
- Desenvolvedor (D): é um papel operacional e direcionado para o domínio de técnicas de programação e ferramentas de desenvolvimento, com a responsabilidade de implementar e testar as unidades de software que forem especificadas para produção. Relação direta com a descrição do codificador descrita na seção d.
- Diretoria Executiva (DE): Responsabiliza-se pela definição distribuição de recursos aos projetos que estão sob a responsabilidade da fábrica. Fomenta a visão estratégica da fábrica e é responsável pela estruturação do conjunto de ferramentas que provêm dados para que decisões estratégicas sejam tomadas. Esta diretoria aglutina os papéis relacionados ao executivo de negócio, executivo da informação e diretor administrativo apresentada na seção d.
- Gerente de Produção (GP) – é um papel gerencial dentro da empresa, com a responsabilidade de gerenciar toda a produção da fábrica de código e de teste, acompanhar a execução de todos os projetos em andamento, de forma que cada software esteja de acordo com a especificação, advinda da atividade de projeto de software. Aspectos relacionados à qualidade do produto, prazos e orçamento são controlados por tal gerente. Pode-se estabelecer um comparativo deste papel com proposta do gerente de operações.
- Líder de Equipe (LE) – é um papel operacional dentro da equipe, com a responsabilidade de assessorar a coordenação de produção em atividades de acompanhamento de projetos e orientação técnica da equipe de produção, no caso em questão. O líder de equipe deve ter sob a sua responsabilidade as atribuições do engenheiro de produção. Deve possuir conhecimentos relacionados a engenharia de software.
- Grupo de Processo e Engenharia de Software (SEPG) - é um grupo formado por gerentes de produção, líderes de equipe e pelo SQA, que tem, como objetivo, definir acompanhar e avaliar o processo de software. Este papel tem relação direta com grupo de garantia da qualidade apresentado na seção d. Deve possuir conhecimentos relacionados a engenharia de software.
- Garantia da qualidade de Software (Software Quality Assurance - SQA) – é um papel que tem a responsabilidade de verificar a conformidade das atividades e produtos de software de todos os projetos, de acordo com os procedimentos definidos na Fábrica de Software.
- Técnico em Configuração (TC) – é um papel operacional que demanda conhecimentos dos princípios da gerência de configuração. É responsável pela criação, configuração e manutenção das estruturas de dados do projeto e do processo de produção. As alterações de estrutura de objetos na base e carga de dados para testes também fazem parte de seu escopo de atuação. Deve possuir conhecimentos relacionados a engenharia de software. Na proposta efetuada pelos autores deste trabalho, a designação de gerente de configuração, imersa dentro da responsabilidade de gerente de operações, pode se relacionada com o item em questão.
- Testador (T) – é um papel operacional que demanda conhecimentos nos princípios básicos de testes (caixa preta, caixa branca e teste de *stress*). Responsável pela criação dos casos de testes, organização dos dados que serão utilizados na bancada de teste. Deve possuir conhecimentos relacionados a engenharia de software.

Uma relação dos atores que compõem a EMPRESA A com o modelo “composto de categorização por níveis”, apresentado por TRINDADE (2006), pode ser verificado na Figura 3.

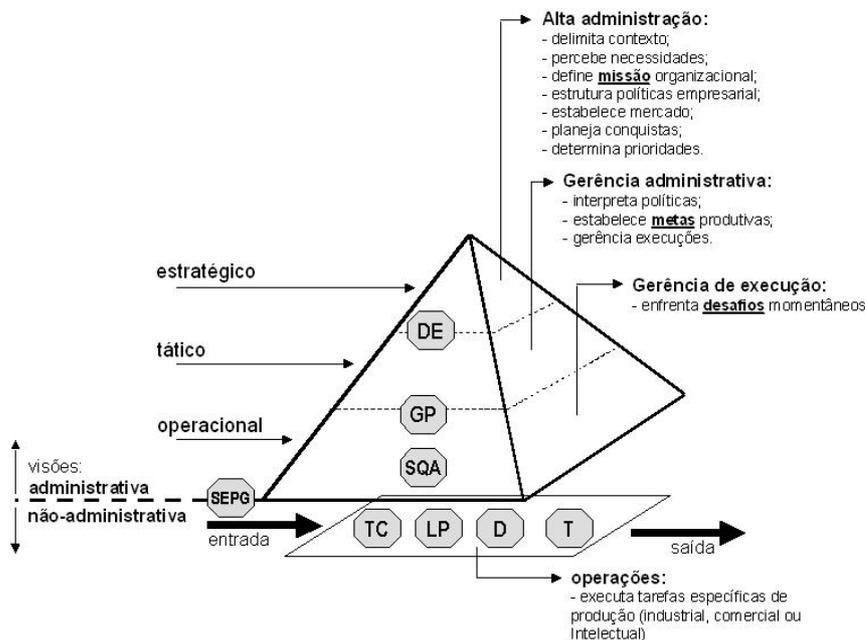


Figura 3 – Distribuição dos envolvidos com o processo de produção da EMPRESA B no modelo de categorização por níveis. SEPG aglutina atores das duas visões.

e.2) – Resultados do estudo de caso realizado na EMPRESA B

A EMPRESA B foi fundada em 1990 e sua missão está centrada no provimento de soluções, inovadoras e criativas, integrando pessoas e Tecnologia Informação (TI).

Atualmente, dentro do contexto industrial, a empresa em questão oferece soluções para mais variadas áreas do conhecimento. Entre tais soluções, destacam-se: os sistemas de finanças, de logística, de recursos humanos, de gestão de relacionamento com clientes e de gerenciamento da cadeia fornecimento. Todos estes sistemas trabalham de forma integrada sob a ótica conceitual de um ERP (sistema de gestão integrado). O ERP desenvolvido pela EMPRESA B possui um núcleo, compartilhado por todos seus clientes e customizações, são desenvolvidas, com o objetivo de atender algum requisito específico.

Em relação aos recursos humanos utilizados, tanto na visão administrativa quanto na não-administrativa, a empresa em questão estabelece os seguintes papéis:

- Analista de Sistemas (AS): Descrição idêntica à apresentada na seção que relata o caso da EMPRESAS A.
- Diretor Geral (DG): Responsável pelo funcionamento da fábrica de acordo com a estrutura global desenvolvida. Prospecta e potencializa possíveis clientes. Direciona questões relacionadas à migração tecnológica dentro do ambiente de produção. Define as políticas estratégicas da organização. Responsável pelo alinhamento estratégico da fábrica perante o mercado. Engloba os papéis relacionados ao executivo de negócios, de informações e diretor administrativo.
- Equipe de Suporte (ES): Responsável por sanar as possíveis dúvidas sobre a utilização do produto e colher sugestões do cliente.
- Grupo de Garantia da Qualidade (GGQ ou SEPG): Descrição idêntica à apresentada na seção que relata o caso da EMPRESAS A.
- Programador (P): Responsável pela codificação das customizações funcionais mapeadas na atividade de projeto de software. Relação direta com o papel de codificador apresentado na seção d.

como base a produção de software, para superar o desafio relacionada problemática da produção do software, apresentada na introdução deste trabalho.

g) Referências

BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; CANTONE, G.; **A Reference Architecture for the Component Factory**; In: ACM Transaction on Software Engineering and Methodology. vol 1. n° 1. pp 53-80. January 1992.

BEMER, R. W.; **The Economics of Program Production**; In: Information Processing - vol.II, n° 68; Amsterdam: North-Holland Publ.Co, 1969.

COSTA, Ivanir. **Contribuição para o Aumento da Qualidade e Produtividade de uma Fábrica de Software através da Padronização do Processo de Recebimento de Serviços de Construção de Softwares** - 174 pag.; Tese (Doutorado) Apresentada ao Departamento de Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo; São Paulo. 2003.

CUSUMANO, Michael A.; **Software Factory: A Historical Interpretation**; In: IEEE Software - vol. 6, N° 2, pp. 23-30. March/April 1989.

FABRI, J. A.; TRINDADE, A. L. P.; BEGOSSO, L. R.; L'ERÁRIO, A.; SILVEIRA, F. L. F.; PESSÔA, M. S. de P.; **Techniques for the Development of a Software Factory: Case CEPEIN-FEMA**; In: Annals of 17th International Conference Software & Systems Engineering and their Applications; Paris: CNAM, December 3, 2004.

FABRI, J. A.; TRINDADE A. L. P.; OLIVEIRA. A. C. M. T. G.; PESSOA, M. S. de P.; OLIVEIRA J. C. G. **A Importância dos Conceito de Metodologia de Pesquisa para os Cursos de Ciência da Computação**. In: XIII Congreso Iberoamericano de Educación Superior em Computación. XXXI. Santiago de Cali Colômbia. 10 a 14 de outubro de 2005.

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

MCT-SEPIN- Secretária de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia ; **Relatório de Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro N4** - ISSN 1518-112X; Brasília: MCT, 2002.

TRINDADE, A. L. P. **Uma Contribuição para o Entendimento dos Papéis do Conhecimento e da Ensino em um Ambiente de Fábrica de Software**. Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2006.

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

h) Contato

José Augusto Fabri – Professor Associado da Faculdade de Tecnologia de Ourinhos e da Fundação Educacional do Município de Assis. Doutorando pelo Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Telefone: 18 3321-2687. E-mail: fabri@femanet.com.br.