



FUNDAMENTOS DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA NA PRODUÇÃO DE APLICAÇÕES WEB

Rodrigo Franco Gonçalves (EPUSP)

rofranco@osite.com.br

Vagner Luiz Gava (EPUSP)

vlgava@yahoo.com.br

Marcelo Schneck de Paula Pessôa (EPUSP)

mpessoa@terra.com.br

Mauro de Mesquita Spínola (EPUSP)

mauro.spinola@poli.usp.br

A produção de aplicações Web envolve aspectos que a tornam inerentemente diferente da produção de software convencional, o que torna insuficientes os processos de desenvolvimento conforme abordados pela Engenharia de Software. Para abordar estes aspectos surge uma nova área do saber, intitulada Engenharia da Web, que ainda não está consolidada. Este trabalho discute a abordagem da Engenharia da Web a partir de fundamentos de Engenharia Simultânea, relacionando o processo de desenvolvimento com as características das aplicações, com atividades multidisciplinares e com a participação dos usuários no processo. Dá-se continuidade a pesquisa anterior, baseada em estudo de caso, com uma abordagem por pesquisa-ação. Verifica-se que fundamentos de Engenharia Simultânea podem ser aplicados à produção de aplicações Web, suprimindo lacunas ainda imaturas na Engenharia da Web.

Palavras-chaves: engenharia simultânea, engenharia da web, aplicações web

Introdução

Aplicações Web estão a cada dia mais presentes e seu desenvolvimento representa uma parte significativa da produção de organizações desenvolvedoras de software, bem como de mídia em geral. De acordo com o Ministério de Ciência e Tecnologia do Governo Federal, em pesquisa realizada em âmbito nacional em 2001, foi constatado que de um total de 433 empresas desenvolvedoras de software pesquisadas, 133 (31,6%) desenvolvem páginas para a Web (MCT, 2002). A pesquisa realizada pelo *Cutter Consortium* mostra que o desenvolvimento de aplicações Web apresenta problemas de atendimento às necessidades de negócio (87%), atraso no projeto (79%), estouro no orçamento (63%) e baixa qualidade (52%) (CUTTER, 2000). Embora estes problemas sejam semelhantes aos encontrados no desenvolvimento de software convencional, as soluções não são as mesmas, tornando insuficientes os paradigmas tradicionais da Engenharia de Software e dando origem a uma nova disciplina, a Engenharia da Web (WebE – *Web Engineering*) (KAPPEL *et al.*, 2004). Contudo, a WebE ainda não é uma disciplina consolidada.

Este trabalho dá continuidade à pesquisa desenvolvida anteriormente a respeito de processo para desenvolvimento de aplicações Web (GONÇALVES *et al.*, 2005). Neste trabalho utiliza-se a abordagem por pesquisa-ação visando maior aprofundamento e validação experimental das conclusões obtidas anteriormente. A revisão bibliográfica é estendida para incorporar publicações recentes.

O trabalho contribui com a visão da Engenharia Simultânea na produção de aplicações Web e discute a abordagem dada pela WebE. Pretende-se mostrar que o projeto de aspectos do processo deve ser definido em paralelo com o projeto do produto; que a participação dos usuários no processo, desde o início, é importante para a garantia da qualidade e que os aspectos multidisciplinares do desenvolvimento devem ser considerados sistemicamente. Em suma, o objeto de estudo refere-se ao processo de desenvolvimento de aplicações Web, para o qual podem ser relacionados os problemas a seguir. Para estes são levantadas as questões de pesquisa:

- Aplicações Web possuem características específicas que tornam o seu desenvolvimento diferente do desenvolvimento de software convencional. Por este motivo, os processos da Engenharia de Software (SwE) não são satisfatórios (KAPPEL *et al.* 2004).

Q1 - *Por que os processos da SwE não são satisfatórios? Como deve ser o processo de desenvolvimento para a Web?*

- O desenvolvimento é feito de forma *ad-hoc*, não havendo um processo ou metodologia estruturados, adequados às características específicas das aplicações Web (SELMÍ *et al.*, 2005).

Q2 - *Como fazer um desenvolvimento estruturado?*

- A produção de aplicações Web envolve aspectos multidisciplinares, como criação de conteúdo, produção de mídias, aspectos estéticos, tecnológicos e de desenvolvimento de software. Os profissionais envolvidos possuem formações e características ecléticas, que precisam ser harmonizadas no processo, para que as atividades possam ser feitas em paralelo e sem conflitos (ISAKOWITZ *et al.*, 1995; RODRIGUEZ *et al.*, 2002; KAPPEL

et al., 2004).

Q3 - Como tornar harmônico o desenvolvimento?

Assume-se, por hipótese, que alguns fundamentos da Engenharia Simultânea podem ser utilizados em resposta às questões apresentadas.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a revisão bibliográfica aborda a produção de aplicações Web, apresenta Engenharia da Web (WebE) e aborda os fundamentos de Engenharia Simultânea. São apresentados o estudo de caso e as conclusões obtidas na pesquisa predecessora e a abordagem experimental por pesquisa-ação.

Produção de Aplicações Web

Neste artigo, o termo *aplicação Web* é utilizado para descrever sistemas em ambiente Web. Para Pressman (2006), uma aplicação Web pode ser de uma simples página a um *Web Site* completo.

Por sua vez, o termo design é entendido aqui não como o termo em inglês, cuja tradução seria *projeto* ou *desenho* (nomenclatura normalmente empregada na Engenharia de Software), mas como a atividade de projeto de um produto que busca conciliar e integrar os aspectos técnicos – tanto de produção como do produto em si – com os aspectos estéticos e sócio-culturais que o produto deve atender. Web Design é o design de páginas Web e *Web Sites*. Segundo Hauffe (1996), “o trabalho do *designer* (profissional de design) tem diversos pontos de foco: o artístico/estético, o técnico/funcional, a orientação mercadológica (*marketing*), o teórico/científico e o organizacional/administrativo”.

Os primeiros estudos enfocando a produção de aplicações Web buscaram diferenciá-la do o processo de desenvolvimento de software convencional e caracterizar atividades específicas no processo de desenvolvimento como (ISAKOWITZ *et al.*, 1995; SCHWABE *et al.*, 1999; CONALLEN, 1999; WARD & KROLL 1999; LI *et al.*, 2000; CERI *et al.*, 2000; PRESSMAN, 2006):

- Construção do diagrama de navegação e hipertexto, também chamado de mapa de navegação.
- Construção do modelo de arquitetura da informação.
- Projeto das interfaces, com layout de páginas e elementos característicos de html.

Em um contexto mais amplo, algumas propostas buscam integrar os aspectos multidisciplinares envolvidos na produção de aplicações Web. Para Rodriguez *et al.* (2002), o processo de desenvolvimento para Web pode ser decomposto em dois sub-processos: 1) o sub-processo de *autoria* (*auth*), o qual cria a estrutura de hipermídia e 2) o sub-processo de desenvolvimento de infra-estrutura (*inf*), o qual providencia a integração com base de dados, desenvolvimento em linguagem de programação, integração com outros sistemas, etc. As atividades de ambos os processos são realizadas nos fluxos de trabalho do processo de desenvolvimento de software convencional (requisitos, análise, projeto, implementação e testes). Embora os autores tenham previsto uma interface entre os sub-processos, não deixam claro isto se realiza.

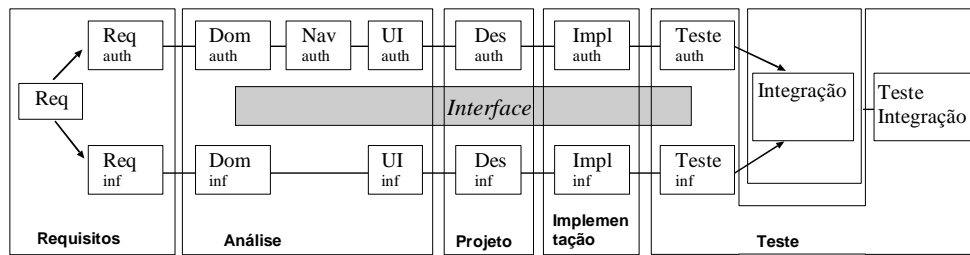


Figura 1. Processo de desenvolvimento para Web. Adaptado de Rodriguez *et al.* (2002)

O termo autoria é utilizado para referenciar o trabalho criativo de produção e organização do conteúdo estético e informativo. Segundo Pressman (2006), as aplicações Web são inerentemente guiadas por conteúdo. Os provedores de conteúdo são projetistas gráficos, redatores, produtores de mídia, entre outros.

Ward & Kroll (1999) apresentam uma proposta para o desenvolvimento de aplicações Web buscando unificar o processo criativo de design com o processo de engenharia de software proposto pelo *Rational Unified Process* (RUP). Os autores utilizam modelagem de requisitos tipicamente funcional, baseada em casos de uso, e passam para a abordagem mais focada em aspectos de autoria, com diagramas de navegação, conteúdo e *layout* de interfaces. Embora o trabalho mencione explicitamente o RUP, não estabelece nenhuma relação das atividades previstas com os fluxos de trabalho deste processo.

Engenharia da Web

De forma geral, verifica-se nos trabalhos sobre desenvolvimento de aplicações Web uma visão comprometida com os paradigmas da Engenharia de Software. A Engenharia Web visa o estabelecimento de uma nova disciplina que, apesar de fortemente baseada na SwE, apresenta novos paradigmas, como a multidisciplinaridade no desenvolvimento tratada imparcialmente e a abordagem sistêmica de aspectos estéticos, funcionais, de usabilidade e informativos (GINIGE e MURUGESAN 2001; KAPPEL 2005; DESHPANDE 2004). Embora diversos trabalhos identifiquem a necessidade de processos estruturados de desenvolvimento, ressaltando que a abordagem da SwE não é válida, em nenhum destes trabalhos é apresentada uma abordagem característica.

Padrões de aplicações Web

Bolchine (2000) propõe alguns padrões de projeto para aplicações Web tomando como base os elementos definidos na metodologia RMM (ISAKOWITZ *et al.*, 1995) entre outras. Os padrões de projeto e as dimensões enfatizadas em cada um são apresentados na Tabela 1. É importante considerar que uma aplicação Web pode enquadrar-se em mais de um padrão de projeto.

Tipo de Padrão	Padrão de Projeto	Característica	Exemplos
Estrutura	Centro de Coleção	Coleção de elementos de informação independentes.	Catálogos de produtos (Amazon, Submarino, Ponto Frio)
	Entidade Complexa	Entidades formadas por componentes e sub-componentes, em um mesmo contexto semântico	Site de configuração de produto (Dell computadores)
Navegação	Tour Guiado	Fluxo seqüencial preestabelecido de navegação. Aquisição do conteúdo por partes.	<i>e-Learning</i> , Pedido de compra (www.voegol.com.br)
	Índice de Navegação	Apresenta os elementos de conteúdo em fluxo não seqüencial, a partir de um nó central (Centro de Coleção)	Portais de conteúdo (Terra, UOL, Globo)
Interface	Layout	Foca elementos de apresentação de conteúdo e estética	Web Sites institucionais
	Interação	Trata da interação homem-máquina e ergonomia cognitiva. Foca elementos de interface e interatividade com o usuário.	<i>e-Learning</i> , Aplicações lúdicas
Funcional	Funcional – foco no usuário	Visa comportamentos interativos e individualizados	Interfaces de carrinho de compras, salas de bate-papo, <i>e-Learning</i> , Aplicações lúdicas

	Funcional – foco no sistema	Visa comportamentos gerais da aplicação (efetivos para todos os usuários)	e-Business em geral, intranets corporativas, Web Sites de trocas e leilões
--	-----------------------------	---	--

Tabela 1. Padrões de projeto para Web e dimensões enfatizadas. Adaptado de (BOLCHINE, 2000).

Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea (SimE), também chamada de Engenharia Concorrente, "é geralmente reconhecida como a prática de incorporar vários valores de ciclos-de-vida nos estágios iniciais de projeto. Estes valores incluem não apenas as funções primárias do produto, mas também a estética, manufaturabilidade, montagem, adequação ao uso e descarte" (ISHII, 1990). Segundo Hartley (1998), na SimE a qualidade se introduz no projeto desde o começo, erradicando quaisquer características que possam ser adversamente afetadas por variações na produção. Isto é feito aumentando o grau de importância dada às expectativas do cliente, criando-se equipes multidisciplinares trabalhando conjuntamente em tempo integral e registrando-se meticulosamente as mudanças no projeto (gestão de configuração).

Segundo Jo *et al.* (1993) a SimE diferencia-se da engenharia seqüencial na medida em que o projeto do produto e do processo dão-se concomitantemente. Na engenharia seqüencial (ciclo de vida seqüencial de desenvolvimento de produto) o planejamento do processo segue-se ao projeto do produto. Eventuais incompatibilidades ou inviabilidade detectada no planejamento do processo implicam no re-projeto do produto.

Smith (1997) fundamenta a SimE no desenvolvimento simultâneo do produto e de seu processo de fabricação, no uso de grupos interdepartamentais (*cross-functional*) para integração e na inclusão da voz do consumidor do processo. Neste trabalho, considera-se três fundamentos básicos da SimE:

- a) Desenvolvimento simultâneo do produto e do processo de produção;
- b) Desenvolvimento por equipes multidisciplinares;
- c) Participação dos usuários no processo.

Estudo de Caso

Na pesquisa mencionada anteriormente, o estudo de caso relatado foi realizado em um departamento responsável pelo desenvolvimento de aplicações Web em uma instituição de pesquisa em tecnologia de grande porte. As aplicações desenvolvidas neste departamento são de uso interno da instituição e visam a automação de processos internos em um ambiente Web, sobre rede corporativa privada (intranet).

Realizou-se entrevistas focando os seguintes aspectos: As características gerais das aplicações desenvolvidas; os papéis envolvidos; as atividades e a ordem na qual são feitas. Nesta pesquisa, foi tomado como base o modelo proposto por Rodriguez *et al.* (2002) (vide Figura 1) a fim de identificar e qualificar os papéis e atividades encontradas no processo de desenvolvimento.

Identificou-se a existência de três papéis no desenvolvimento: um projetista Web, um Web designer e um analista de banco de dados. Os dois últimos podem ser posicionados no contexto dos sub-processos de autoria e infra-estrutura, respectivamente. O Projetista Web é responsável pelo planejamento da aplicação como um todo e gerenciamento do trabalho da equipe. Faz a ponte entre os aspectos funcionais e estéticos e faz o planejamento da

arquitetura de informação. Responsável também pela programação das páginas dinâmicas.

O processo de desenvolvimento descrito consiste basicamente em quatro fases e é realizado por prototipagem. Conta-se com a participação intensiva dos usuários em várias fases do projeto para um refinamento sucessivo dos protótipos criados, havendo a participação de toda a equipe de desenvolvimento. O modelo de processo é mostrado na figura 2.

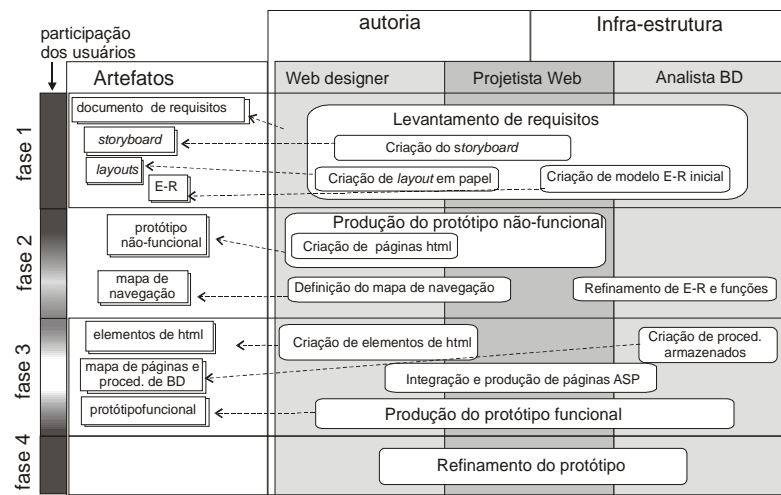


Figura 2. Processo de desenvolvimento do caso estudado, com as melhorias discutidas. A intensidade da participação do usuário é dada pelo escurecimento da faixa ao lado das fases (GONÇALVES *et al.*, 2005)

As principais conclusões deste estudo são:

- Aplicações Web são tipicamente produzidas em um ambiente de trabalho multidisciplinar.
- O trabalho de desenvolvimento de aplicações Web pode ser feito em paralelo, adotando-se um processo que separa as atividades relacionadas aos aspectos de autoria e de infra-estrutura em sub-processos paralelos.
- A colocação das atividades desempenhadas pelo projetista Web, posicionadas em ambos os sub-processos, servem para coordenar e integrar todas as atividades.
- O processo utilizado permite rápida convergência às necessidades e expectativas do usuário e agilidade no desenvolvimento. Isto é garantido através da participação intensiva dos usuários no processo e do trabalho em paralelo.

Contudo, este estudo enfocou um padrão bastante específico de aplicações Web, o padrão funcional (vide Tabela 1), e não permite que as conclusões obtidas possam ser generalizadas para outros padrões. A discussão dos resultados obtidos neste trabalho para outros padrões de aplicações Web ficou como sugestão para futuros estudos.

Abordagem Experimental: Pesquisa-Ação

O estudo experimental, realizado através da metodologia de pesquisa-ação, consiste na construção do *web site* institucional (portal) de um departamento de uma escola de engenharia, pertencente a uma universidade pública. A adoção desta metodologia é justificada pela possibilidade dos pesquisadores de aplicar as conclusões obtidas no estudo de caso para outro padrão de aplicação Web e, desta forma, interagindo com os participantes do projeto e

realizando intervenções diretas no objeto de estudo, o que caracteriza a pesquisa-ação (THIOLENT, 1997).

Foi adotado um ciclo de pesquisa-ação (COUGHLAN e COGHLAN, 2002) no qual a intervenção inicial levou em consideração que os padrões de projeto predominantes relacionado à aplicação em questão eram *Índice de Navegação* e *Interface-Layout* (vide Tabela 1). Assim, assumiu-se a ação interventiva de não usar a abordagem de levantamento de requisitos baseada em funcionalidades, conforme prega a SwE, e sim uma abordagem focada em modelagem de conteúdo e navegação. Descartou-se o uso de processo prescritivo de desenvolvimento de software, no caso o RUP, cogitado inicialmente. Através desta abordagem foi criada uma notação para facilitar a comunicação com os usuários e tornou-se constante a participação de representantes destes no processo.

A principal diferença na abordagem utilizada no desenvolvimento em relação a abordagem da SwE o desenvolvimento do processo em paralelo com o desenvolvimento do produto. Os trabalhos de desenvolvimento ocorreram em caráter tipicamente multidisciplinar, com equipe envolvendo profissionais de engenharia de software, gestão de projeto, designers, especialistas em infra-estrutura de Web (hospedagem), programadores e de comunicação e *marketing*. O trabalho foi executado em três localidades distintas. A técnica utilizada para levantamento e modelagem de conteúdo facilitou a comunicação e o entendimento comum entre os membros da equipe.

No segundo ciclo de pesquisa-ação, foram implementadas funcionalidades para o gerenciamento colaborativo de conteúdo dinâmico, assim, a aplicação passou a incorporar também aspectos de padrões de projeto *Funcional - Foco no usuário* e *Funcional - Foco no sistema*. Neste segundo ciclo, o desenvolvimento passou a ser feito em um único local, com equipe reduzida e formada por programadores e engenheiros de software. Adotou-se um processo de desenvolvimento típico da SwE.

Discussão Final

Aplicações Web podem ser dos mais variados tipos, com características particulares essencialmente diferentes de outras aplicações Web, conforme o padrão de projeto relacionado. Conforme os resultados observados neste trabalho, nem sempre é possível a utilização de modelos prescritivos de processo de desenvolvimento, uma vez que as características ressaltadas em certo processo podem não ser necessárias na aplicação a ser desenvolvida.

No processo devem ser consideradas as características multidisciplinares da equipe de desenvolvimento. As notações e modelos criados durante o desenvolvimento devem ser adequados para a compreensão de todos os envolvidos na atividade de trabalho e a integração das atividades de trabalho dos diferentes profissionais deve ser realizada por uma pessoa da equipe. O processo deve, também, assegurar a participação do usuário.

Tendo em vista estes aspectos e respeitando as limitações deste estudo, pode-se, portanto, concluir que o processo deve ser ajustado ou definido simultaneamente ao desenvolvimento do produto.

Este trabalho mostra que fundamentos de Engenharia Simultânea podem contribuir para a produção de aplicações Web, particularmente no aspecto de desenvolvimento multidisciplinar, participação dos usuários no processo e definição deste simultaneamente

com o desenvolvimento da aplicação.

A Engenharia da Web caminha em direção a uma especialização maior em relação à Engenharia de Software. Embora busque relacionar sistemicamente os aspectos discutidos neste trabalho, pouco acrescenta em relação ao processo de desenvolvimento destas aplicações. Assim, um questionamento final é levantado: Até que ponto é necessário que uma nova área do saber, caminhando em direção a uma especialização cada vez maior seja desenvolvida? Até que ponto áreas do saber já existentes, embora relacionadas a contextos diferentes, podem ser aproveitadas para preencher as lacunas que levaram a necessidade da maior especialização?

Os estudos apresentados neste trabalho enfocam casos de produção de aplicações Web, bastante específicos e, portanto, de difícil generalização. Dada esta limitação e outras de natureza metodológica, não é possível generalizar as conclusões a respeito da utilização de fundamentos de Engenharia Simultânea na produção de aplicações Web. Entretanto, é possível concluir que estes fundamentos podem contribuir para a produção de aplicações Web, sem que haja a necessidade de fundamentos de uma área do saber mais específica. Assim, pode-se ter desenvolvimento harmônico, estruturado e não *ad-hoc*, bem como integração entre os aspectos multidisciplinares.

Um aspecto observado no decorrer deste estudo mas fora do escopo de investigação é a possível limitação da Engenharia de Software em relação à produção de sistemas nos quais estão envolvidos aspectos multidisciplinares. Na investigação deste aspecto, estudos análogos a este podem ser conduzidos em relação a outros padrões de aplicações Web ou mesmo a diferentes sistemas, como aplicações multimídia, jogos, entre outros, nas quais existam aspectos como desenvolvimento multidisciplinar e enfoque na interatividade com o usuário.

Agredcimentos

Os autores agradecem a FAPESP pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências

BOLCHINI, D. *Web Design Patterns: improving quality and performance in Web Application design*. Universit della Svizzera Italiana - USI, Communication Sciences – Thesis. Lugano, 2000.

CERI, S.; FRATERNALI, P. & BONGIO, A. *Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing Web sites*. Computer Networks, 33(1-6): 137-157, 2000.

CONALLEN, J. *Modeling Web Application Architectures with UML*, *Communications of ACM*, vol. 42, no. 10, October 1999.(1999a).

COUGHLAN, P. E COUGHLAN, D. *Action research for operational management*. *International Journal of Operation & Production Management*. v.22, .2, p. 220-240, 2002.

CUTTER CONSORTIUM. *Poor Project Management Number-one Problem of Outsourced Eprojects*, Cutter Research Briefs, November, 2000. Disponível em <<http://www.cutter.com/research/2000/crb001107.html>>. Acessado em 17/04/2006.

DESHPANDE, Y. *Web Engineering Curriculum: A case study of an evolving framework*. 4th International Conference on Web Engineering - ICWE 2004, pp. 526-530, 2004.

GINIGE, A. & MURUGESAN, S. *Web Engineering: An introduction*. IEEE Multimedia, v. 8, pp. 14-18, Jan.-March 2001

GONÇALVES, R. F.; GAVA, V. L.; PESSÔA, M. S. P. & SPINOLA, M. M. *Uma proposta de processo de*

produção de aplicações Web. Revista Produção, v. 15, n. 3 Set./Dez. 2005

HARTLEY, J. R. *Engenharia Simultânea*. Ed. Bookman, Porto Alegre: 1998

HAUFFE, T. *Design: An illustrated historical overview*. Barron's. 1996.

ISAKOWITZ, T.; STOHR E. & BALASUBRAMANIAN P. *RMM: A Methodology for Structured Hypermedia Design*, *Communications of ACM*, vol. 38, no. 8, August 1995.

ISHII, K. *The Role of Computers in Simultaneous Engineering*. *ASME Computers in Engineering* 1990, July, 1990. Boston, MA.

JO, H. H.; PARSAEI, H. R. & SULLIVAN, W. G. *Principles of concurrent engineering*. In **PARSAEI, H. R.; & SULLIVAN, W. G.** *Concurrent Engineering: contemporary issues and modern design tools*. London: Chapman & Hall, 1993.

KAPPEL, G.; MICHLMAYR, E.; PRÖLL, B.; REICH, S. & RETSCHITZEGGER, W. *Web Engineering – Old wine in new bottles?. 4th International Conference on Web Engineering - ICWE 2004*, pp. 6-12, 2004.

LI, J.; CHENG, J. & CHENG, P. *Modeling Web Application Architecture with UML*. *Proc. of the 36th Int. Conference on Technology of Object-Oriented Languages and Systems*. IEEE Computer Society, 2000.

MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia. *Qualidade e Produtividade no Setor de Software*. 2002. Disponível em <www.mct.gov.br/temas/info/dsi/software/menu_qualidade.htm>. Acessado em 10/04/2004.

RODRIGUEZ, D.; HARRISON, R. & SATPATHY, M. *A Generic Model and Tool Support for Assessing and Improving Web Processes". Proceedings of the Eighth IEEE Symposium on Software Metrics*. IEEE, 2002.

PAULA FILHO, W. P. *Engenharia de Software*. Ed. LTC, 2003.

PRESSMAN, R. *Engenharia de Software*, McGraw Hill, 6a ed., 2006.

SELMI, S. S.; KRAIEM, N. & GHEZALA, H. B. *Toward a Comprehension View of Web Engineering*. 5th International Conference on Web Engineering - ICWE 2005, pp. 19-25, 2005.

SCHWABE, D.; PONTES, R. & MOURA, I. *OOHDM-Web: An Environment for Implementation of Hypermedia Applications in the WWW*, *ACM SigWEB Newsletter*, Vol. 8, #2, June 1999.

SMITH, R. P. *The Historical Roots of Concurrent Engineering Fundamentals*. *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 44, no 1, February 1997.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo:Cortez, 1997.

WARD, S. & KROLL, P. *Building Web Solutions with the Rational Unified Process: Unifying the creative design process and the software engineering process*. *Context Integration Inc and Rational Software*. 1999. Disponível em <www.rational.com/media/whitepapers/76.pdf>. Acessado em 06/10/2003.