

Uma abordagem sistêmica do processo de produção em engenharia web, na fase de concepção

Rodrigo Franco Gonçalves^{a*}, Vagner Luiz Gava^{a,b}, André Leme Fleury^a,
Marcelo Schneck de Paula Pessôa^a, Mauro de Mesquita Spinola^a

^aUniversidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

^bInstituto de Pesquisa Tecnológicas de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

*rofranco@osite.com.br

Resumo

A produção de aplicações Web apresenta problemas de baixa qualidade nas aplicações desenvolvidas, não cumprimento de prazo e orçamento, e desenvolvimento *ad hoc*, caótico e desestruturado. Acrescente-se que diferentes disciplinas e áreas do conhecimento, com abordagens e metodologias próprias, estão envolvidas com esse tipo de produção. Uma área do conhecimento denominada Engenharia Web foi criada para enfocar estas questões; entretanto, ainda não está consolidada. O presente trabalho tem como objetivo apresentar diretrizes para a definição do processo de produção de aplicações Web, a partir de uma abordagem sistêmica, na qual as diferentes disciplinas, os papéis e as atividades são correlacionados na fase de concepção do projeto. Como método de pesquisa, são utilizados três estudos de caso e duas pesquisas-ação, nos quais diferentes situações particulares são analisadas para a formação de um modelo teórico. O trabalho identifica um espaço de projeto formado pelas dimensões *Forma, Função, Informação e Tecnologia*, relacionadas às principais disciplinas envolvidas na produção de aplicações Web: *Design, Engenharia de Software, Comunicação e Mídia*. Conclui-se que, em função do padrão de projeto utilizado, existe um enfoque mais adequado para o processo de produção, orientado por uma ou mais dimensões do espaço de projeto, que permite ao projeto evoluir mais rapidamente a um nível esperado de qualidade.

Palavras-chave

Engenharia Web. Processo. Produção. Aplicações Web. Design. Engenharia de software.

1. Introdução

O impacto gerado pela difusão da Web na sociedade contemporânea é de inegável proporção. Sistemas Web incluem um esquema de formatação de texto conhecido como *Hyper Text Markup Language* (HTML), um protocolo de comunicação conhecido como *Hyper Text Transference Protocol* (HTTP) e um esquema de identificação de recursos acessáveis através deste protocolo, conhecido como *Uniform Resource Identifier*(URI). Estes componentes utilizam-se dos navegadores (*browsers*), para exibição e captura de informações, e da Internet, para a transmissão das informações. Criada por Tim Berners-Lee em 1989 e regulamentada comercialmente em 1995, a partir do ano 2000 a Web desponta como um fenômeno de massa de proporções significativas, originando uma ciência própria, a Ciência da Web (*Web Science*) (Berners-Lee et al., 2006).

Por integrar empresas, clientes, mídias digitais e sistemas computacionais avançados em aplicativos únicos, a produção de aplicações Web (WebAp) demanda profissionais originários de áreas diversas, tais como design gráfico, ciências da computação, análise de sistemas, publicidade e comunicação, entre outras. Pesquisa recente aponta que o número de categorias profissionais atuando no desenvolvimento deste tipo de aplicação totaliza mais de 74 profissões (Associação Brasileira de Profissionais da Internet, 2007).

Consequência desta multidisciplinaridade, pesquisas sobre o desenvolvimento de aplicações Web evidenciam problemas de baixa qualidade, não cumprimento de prazos e orçamentos, desenvolvimento *ad-hoc*, caótico e desestruturado (Ginige & Murugesan, 2008). Neste sentido, os autores apontam semelhanças com os problemas que, no passado, deram origem à Engenharia

de Software (SWE). Entretanto, os autores destacam que o desenvolvimento de aplicações Web é diferente do desenvolvimento de software tradicional, enfatizando as suas características multidisciplinares e reforçando a necessidade de que os processos de desenvolvimento de sistemas Web sejam estruturados de acordo com novas abordagens, a partir de abordagens holísticas.

O presente trabalho tem como questão de pesquisa identificar a maneira mais apropriada para aplicar uma abordagem de engenharia à Web. Para isto, posiciona-se no contexto de uma das questões básicas apresentadas por Berners-Lee et al. (2006): **Como aplicar uma abordagem de engenharia à Web?** Pelo fato de este ser um problema de grande abrangência, o mesmo será limitado, de acordo com as questões apresentadas a seguir:

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

Q2 - *Como estabelecer um processo estruturado, a partir de uma abordagem holística e abarcando as diferentes disciplinas?*

Os objetivos do trabalho são:

- i. Desenvolver um método para planejamento do processo de produção de aplicações Web, na fase de concepção do projeto;
- ii. Apresentar um modelo de referência para decisão em relação à melhor abordagem técnica do processo de desenvolvimento, em função de diferentes padrões e categorias de aplicações Web.

O escopo deste trabalho é o **Projeto Web**, no qual uma equipe de desenvolvimento multidisciplinar tem a missão de desenvolver uma aplicação Web para um determinado negócio. Presume-se que exista, para o Projeto Web, uma expectativa de sucesso relacionada à qualidade do produto gerado, ao escopo definido, bem como restrições de prazo e custos. Especificamente, o foco desta pesquisa é a fase de concepção. Na visão da Engenharia de Sistemas, apresentada pela norma ISO 15288, nesta fase são definidas as necessidades das partes interessadas, os requisitos do sistema e o ciclo de vida (processo) (International Organization for Standardization, 2002). Na visão da Engenharia de Software apresentada no SWEBOK (IEEE Computer Society, 2004), encontra-se nesta fase a determinação e a negociação de requisitos, e o planejamento do processo. Assim, o escopo do trabalho fica delimitado a esta fase e é limitado, ainda, ao processo de produção e ao contexto das disciplinas envolvidas.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: a revisão bibliográfica traça um cenário do processo de

produção de aplicações Web e das diferentes concepções deste, sob a ótica de suas disciplinas constituintes, mostrada na seção 2. Na seção 3, é realizada a revisão bibliográfica dos fundamentos teóricos e princípios básicos das macrodisciplinas relacionadas à produção de aplicações Web (WebAp). A partir da revisão bibliográfica, são traçadas considerações numeradas, que servem de apoio para a definição dos elementos do modelo a ser desenvolvido na pesquisa de campo, mostradas na seção 5. A pesquisa de campo faz uso de estudos de caso e pesquisa-ação, com o propósito de construção de teoria (Voss et al., 2002; Thiollent, 1997). O modelo final, mostrado na seção 6, é gerado a partir das considerações da revisão bibliográfica e dos resultados dos estudos de campo.

São realizados três estudos de caso e duas pesquisas-ação, envolvendo a produção de aplicações Web, exceto no estudo de caso 2 (EC2). Este faz uso do princípio de isomorfismo (Bertalanffy, 1973) entre diferentes campos do conhecimento, a fim de encontrar elementos para o processo de produção de aplicações Web, considerando-se a semelhança sistêmica deste com o processo de projeto de edifícios.

Para os estudos de campo, foram escolhidas situações particulares bastante distintas, a fim de identificar variáveis e relações em comum para diferentes domínios de aplicação, evitando possíveis vieses de domínios específicos (por exemplo: somente aplicações de portais ou comércio eletrônico). Entretanto, uma vez que o modelo é gerado partindo-se de situações particulares para uma abstração geral, este é limitado pelo princípio de falseabilidade (Popper, 1975), não sendo possível a validação externa, no sentido da generalização.

2. Produção de aplicações Web

Nesta seção, são apresentados os conceitos fundamentais que compõem a revisão da literatura referente à produção de aplicações Web.

2.1. Aplicações Web

Neste trabalho, o termo *aplicação Web* (WebAp) 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. Esta é a definição mais geral encontrada e é a definição utilizada neste trabalho. Esta definição abrange os seguintes termos, também empregados na literatura: sistemas baseados em Web (*Web-based systems*), sistemas Web (*Web systems*).

2.2. Design e projeto

Neste trabalho, o termo *design* é entendido como uma disciplina, praticada por um designer, que busca conciliar os aspectos técnicos e artísticos na concepção de um produto (Brasil, 2004). O termo *projeto* (grafado com *p* minúsculo) é relacionado à atividade de projetar. Já o termo *Projeto* (grafado com *P* maiúsculo) é entendido não como a atividade de projetar, mas como uma atividade temporária para atingir um objetivo (Project Management Institute, 2004).

2.3. Engenharia de Software

A Engenharia de Software (SwE) é definida como a aplicação de princípios de Engenharia ao desenvolvimento de software (Pressman, 2006).

De acordo com o SWEBOK, a Área de Conhecimento de Gestão da Engenharia de Software inclui a subárea *Planejamento do Projeto de Software* e esta, por sua vez, contém a prática de *Planejamento do Processo*, que envolve a seleção do modelo de ciclo de vida mais adequado e a adaptação dos processos de ciclo de vida à luz do escopo e dos requisitos particulares do Projeto em questão (IEEE Computer Society, 2004). O escopo do presente trabalho enfoca as práticas de determinação de requisitos e planejamento do processo.

De forma geral, requisitos de software são classificados como requisitos funcionais e não funcionais IEEE Computer Society, 2004; Sommerville, 2008). Segundo o SWEBOK, “os requisitos funcionais descrevem as funções que o software deve executar” (IEEE Computer Society, 2004, p. 35).

2.4. Engenharia Web

A Engenharia Web (WebE) é definida como “a aplicação de princípios científicos, de engenharia, gestão e abordagem sistemática para o desenvolvimento, a implantação e a manutenção de sistemas e aplicações Web de alta qualidade” (Ginige & Murugesan, 2001, p. 16). Segundo estes autores, ao contrário da percepção de alguns desenvolvedores e engenheiros de software, a Engenharia Web não é um clone da Engenharia de Software, embora ambas envolvam programação e desenvolvimento de software: “[...] a WebE adota e abrange muitos dos princípios da Engenharia de Software (SwE), e incorpora várias novas abordagens, metodologias, técnicas e diretrizes para alcançar os requisitos únicos dos sistemas baseados em Web” (Ginige & Murugesan, 2001, p. 16).

Ahmad et al. (2005) fazem um trabalho de revisão bibliográfica e apontam a WebE como uma

nova disciplina, “irmã” da Engenharia de Software (SwE), porém não um “clone” desta. Pressman (2000) destaca as diferenças intrínsecas entre aplicações Web e aplicações convencionais de software, além de diferenças de ordem sociotécnica, relacionadas tanto ao público-alvo como aos envolvidos na sua produção.

De forma geral, a Engenharia Web visa ao estabelecimento de uma nova disciplina que, embora usando muitos dos fundamentos da Engenharia de Software (SwE), apresenta novos paradigmas, como a multidisciplinaridade no desenvolvimento, tratada imparcialmente, e a abordagem sistêmica de aspectos estéticos, funcionais, de usabilidade e informativos (Ginige & Murugesan, 2001; Kappel et al., 2004; Deshpande, 2004).

2.5. Enfoques da produção de aplicações Web

Os estudos iniciais enfocando a produção de aplicações Web (ou hiperídia) buscaram diferenciá-la do processo de desenvolvimento de software convencional e caracterizar atividades específicas no processo de desenvolvimento, como:

- a) Construção de diagramas de navegação e hipertexto, também denominados mapas de navegação (Schwabe et al., 1999; Ceri et al., 2000; Pressman, 2006);
- b) Construção do modelo de Arquitetura da Informação (Schwabe et al., 1999; Ceri et al., 2000; Pressman, 2006);
- c) Projeto (design) das interfaces, com leiaute de páginas e elementos característicos de HTML (Schwabe et al., 1999; Ceri et al., 2000; Pressman, 2006).

Estas abordagens consideram a produção de aplicações Web pela ótica da Informática ou das Ciências da Computação. A literatura apresenta, entretanto, outras concepções da produção de WebAp a partir da ótica de Comunicação e Design, Arquitetura da Informação e Usabilidade, e da concepção puramente artística.

Na concepção de Comunicação e Design, a produção de WebAp é vista como um canal de comunicação (Donati et al., 1997), no qual o conteúdo e a forma da mensagem devem ser projetados considerando-se aspectos culturais, cognitivos, artísticos e técnicos (Faiola & Matei, 2006), além de fundamentos de Ergonomia e psicologia *Gestalt* (Todeschini, 2002).

A concepção da Arquitetura da Informação vê uma WebAp como um *espaço informacional* a ser projetado, formando uma “paisagem digital” à qual

são aplicados os conceitos de Arquitetura e Design (Rosenfeld & Morville, 2002).

Uma corrente significativa de autores discute a produção de aplicações Web sob o enfoque da Usabilidade. A Usabilidade é considerada uma subárea de aplicação da Ergonomia (Nielsen, 1993; Aragão, 2001). Usabilidade pode ser definida como a efetividade, a eficiência e a satisfação com que determinados usuários conseguem atingir objetivos específicos em circunstâncias particulares (ISO DIS 9241-11, 1994 *apud* Kulczynskij, 2002).

2.6. Padrões de projeto de aplicações Web

O conceito de padrões de projeto (*design patterns*) surgiu com o trabalho de Christopher Alexander, na área de Arquitetura e Urbanismo. Para Alexander, “cada padrão descreve um problema que ocorre repetidas vezes em nosso ambiente e depois descreve o núcleo da solução para este problema, de modo que você possa usar esta solução um milhão de vezes, sem fazê-la da mesma maneira duas vezes” (Alexander, 1979; Pressman & Lowe, 2009).

Padrões de projeto para sistemas hipermídia são apresentados por Garrido et al. (1997), que identificam três categorias de padrões: padrões de sistemas hipermídia, padrões de navegação em aplicações hipermídia e padrões de interface com o usuário. Rossi et al. (1997) detalham padrões de projeto de navegação para aplicações Web. Pressman & Lowe (2009) ampliam para cinco categorias de padrões de projeto para WebAp: de arquitetura de informação; de navegação; de interação; de apresentação, e funcionais.

Bolchini (2000) propõe alguns padrões de projeto para aplicações Web tomando como base os elementos definidos na metodologia OOHD (Schwabe et al., 1999), bem como padrões de projeto para hipermídia. A Tabela 1 mostra os padrões apresentados por Bolchini (2000).

Bolchini (2000) parte dos aspectos de projeto de hipermídia e de aplicações Web em particular, identificando quatro aspectos de projeto: projeto de navegação; projeto de informação; projeto funcional, e projeto de interface. Estes quatro aspectos de projeto estão relacionados a um *espaço de projeto* de três dimensões, características de aplicações hipermídia em geral e de WebAp, em particular: estrutura, leiaute e dinâmica. Destaca-se que os aspectos de projeto identificados correspondem ao revisto na literatura de produção de aplicações Web.

As considerações derivadas da revisão bibliográfica desta seção são resumidas na Tabela 2. Em particular, os termos *Interdisciplinaridade* e *Multidisciplinaridade* são utilizados indistintamente na literatura sobre produção de aplicações Web. Entretanto, Interdisciplinaridade refere-se à utilização de métodos, conceitos e/ou técnicas de uma disciplina por outras, enquanto Multidisciplinaridade refere-se somente a um conjunto de disciplinas presentes em um contexto, porém não inter-relacionadas (Carlos, 2007).

No contexto interdisciplinar, o espaço de projeto identificado por Bolchini (2000) pode ser relacionado, através dos artefatos produzidos e utilizados, às disciplinas Arquitetura da Informação, Design e Engenharia de Software (Figura 1).

Tabela 1. Padrões de projeto para Web e elementos relacionados no domínio de modelagem. Adaptado de Gonçalves et al. (2005).

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 subcomponentes, em um mesmo contexto semântico.	<i>Site</i> de configuração de produto (Dell computadores)
Navegação	Tour Guiado	Fluxo sequencial pré-estabelecido 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 sequencial, 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.	<i>Web Sites</i> institucionais
	Interação	Trata da interação humano-computador e ergonomia cognitiva. Foca elementos de interface e interatividade com o usuário.	<i>e-Learning</i> , Aplicações lúdicas
Funcional	Funcional – foco no usuário	Visa a comportamentos interativos e individualizados.	Interfaces de carrinho de compras, salas de bate-papo, <i>e-Learning</i> , Aplicações lúdicas
	Funcional – foco no sistema	Visa a comportamentos gerais da aplicação (efetivos para todos os usuários)	<i>e-Business</i> em geral, <i>intranets</i> corporativas, <i>Web Sites</i> de trocas e leilões

Tabela 2. Resumo das considerações finais da seção.

C1	Processo para Web	Processos para Web seguem, em linhas gerais, a estrutura de processos de software.
C2	Diferença entre WebE e SwE	A WebE envolve disciplinas e atividades específicas, não presentes na SwE.
C3	Enfoque disciplinar	Diferentes concepções da produção de aplicações Web, conforme o enfoque disciplinar: Desenvolvimento de Software, Design, Comunicação e Produção de Mídia, Arquitetura da Informação, Artes, Usabilidade, etc.
C4	Espaço de projeto	Espaço de projeto formado pelos eixos Arquitetura da Informação, Design e Engenharia de Software (Figura 1).
C5	Interdisciplinaridade x multidisciplinaridade	Distinção entre interdisciplinaridade e multidisciplinaridade.

Fonte: elaborado pelos autores.

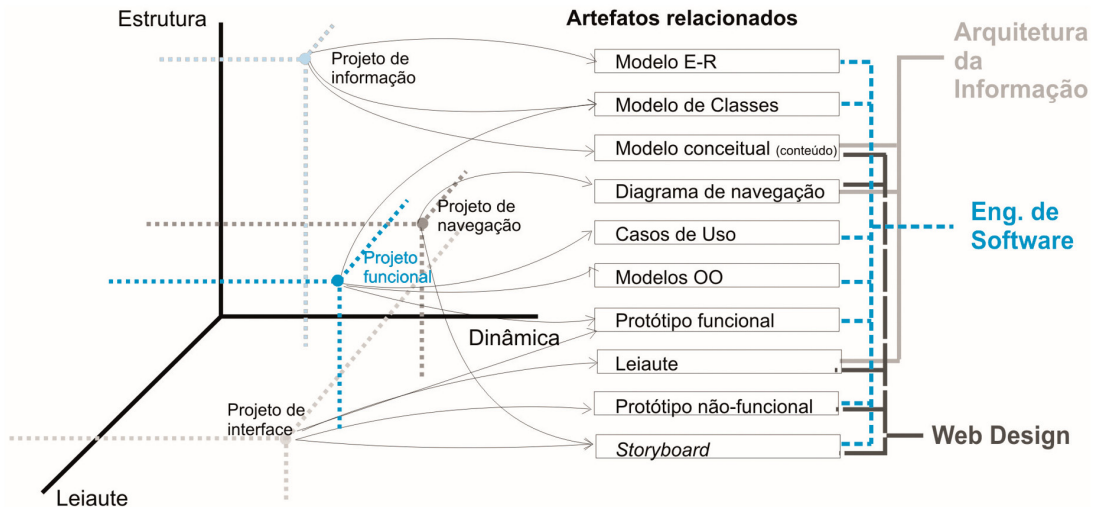


Figura 1. Relação entre as atividades de projeto, os artefatos resultantes das atividades e as principais disciplinas, partindo do espaço de projeto proposto por Bolchini (2000). Fonte: elaborado pelos autores.

3. Macrodisciplinas relacionadas

Partindo das atividades técnicas e bases de disciplinas aplicadas da produção de WebAp, chega-se às macrodisciplinas das quais estas são derivadas. Esta seção apresenta uma visão das bases conceituais das macrodisciplinas envolvidas na produção de aplicações Web.

3.1. Engenharia de sistemas

Segundo Shenhar (1994), a Engenharia de Sistemas (SysE) é um ramo da gestão de tecnologia e engenharia dedicado a controlar o Projeto de sistemas complexos feitos pelo homem. Para Shenhar (1994), o engenheiro de sistemas deve desempenhar os seguintes papéis:

- *Arquiteto de solução e chefe do projeto conceitual*: ser o líder na concepção do sistema e estabelecer o vínculo entre os requisitos do sistema e sua configuração.
- *Integrador*: ter a visão do todo e da contribuição de cada parte. Deve coordenar os esforços de cada profissional e disciplina de forma a obter o melhor resultado final.

- *Solucionador de problemas e tomador de decisão*: o processo de engenharia de sistemas envolve muitas decisões de *trade-off* e resolução de conflitos nos pontos de interface. Os conflitos são de ordem profissional e resultam dos diferentes pontos de vista, interesses e vieses dos vários participantes do Projeto.

3.2. Design

Gomes Filho (2006) apresenta as bases conceituais do *design*, identificando três aspectos básicos para os produtos industriais: o aspecto prático, o aspecto estético e o aspecto simbólico. Identifica, ainda, outras bases conceituais sobre as quais o *design* se apoia, como: Semiótica, *Gestalt* e Ergonomia.

Historicamente, o *design* envolve a questão FORMA-FUNÇÃO, que tem suas origens na filosofia grega (Cipiniuk, 2008), tendo se caracterizado no *design* a partir da Revolução Industrial.

Niemeyer (1980) discute a relação FORMA-FUNÇÃO como essência do projeto em Arquitetura, discursando em favor da liberdade criativa – formadora do aspecto artístico da arquitetura – que não pode ser alcançada

por uma abordagem puramente funcionalista. O autor não renega o funcionalismo e sim defende uma adoção equilibrada da abordagem funcional com a formal-estética.

Munari (1997) acrescenta que, na concepção de um Projeto, é feita a identificação dos aspectos e das funções. O problema é analisado nos dois componentes principais: físico e psicológico. O primeiro diz respeito à forma do objeto que deve ser projetado; requer um estudo técnico e econômico para identificar possíveis soluções, totais ou parciais, já encontradas em outros casos. O segundo diz respeito à relação entre o objeto e seu usuário.

Percebe-se, em suma, que a disciplina de *design* trata, em essência, da relação intrínseca entre forma e função durante a atividade de projeto. Esta relação aparece também no projeto em Arquitetura. Projetar, na disciplina de *design*, envolve fundamentos e bases conceituais, como ergonomia, *gestalt*, semiótica, entre outras. Percebe-se, em particular, que algumas destas bases são compartilhadas no contexto de IHC e prototipação.

3.3. Comunicação e mídia

Shannon (1948) considera a comunicação como uma função de transferência da informação, isto é, mensagem dotada de significação, ao longo do tempo e do espaço. Para ser transferida, a informação é codificada conforme as características do meio de comunicação. Contudo, Shannon declara que a discussão da semântica da informação é irrelevante do ponto de vista da engenharia.

Pignatari (1981, p. 18) acrescenta que o código é “um sistema de símbolos que, por convenção pré-estabelecida, se destina a representar e transmitir uma mensagem”. Portanto, a discussão do código, na condição de sistema de símbolos, está na área de compreensão da Semiótica.

Partindo desta visão, alguns teóricos de comunicação extrapolam as ideias de Shannon (1948), dentro do campo da subjetividade da comunicação humana em geral (Pignatari, 1981). Neste contexto, os diferentes meios de comunicação □ *medium* em latim, no singular, e *media*, no plural □ são genericamente denominados como mídia, em português (Pignatari, 1981; Coelho Neto, 1999).

Em um trabalho clássico, McLuhan (1970) defende a indistinção entre o meio e a mensagem nas mídias de massas, incluindo as mídias eletrônicas, afirmando que o “meio é a mensagem” (McLUHAN, 1970; Coelho Neto, 1999; Pignatari, 1981).

Para Coelho Neto (1999), a comunicação consiste em colocar a informação em um determinado formato,

adequando o repertório da mensagem ao repertório da audiência em questão. A partir desta visão, o autor discute a relação entre FORMA e INFORMAÇÃO, concluindo que a mensagem também está associada à FORMA (por exemplo: um quadro ou um cartaz publicitário).

Vê-se assim que a disciplina de comunicação e mídia foca a relação entre FORMA e INFORMAÇÃO nos diferentes meios de comunicação.

3.4. Outras disciplinas e contribuições adicionais

Nesta seção, são discutidas visões de disciplinas relacionadas direta ou indiretamente ao contexto do presente trabalho, bem como as contribuições teóricas adicionais que estas visões podem fornecer para o cumprimento dos objetivos propostos. São discutidas as contribuições das disciplinas Ergonomia, Engenharia Simultânea e Gestão de Projetos.

A Associação Brasileira de Ergonomia (2006) caracteriza a Ergonomia em três domínios de especialização: Ergonomia Física, Cognitiva e Organizacional. No presente trabalho, a Ergonomia Física e a Cognitiva têm relevância no contexto da Usabilidade das Aplicações Web. A Ergonomia Organizacional reflete-se na otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo suas estruturas organizacionais, políticas e de processos. Inclui o estudo do trabalho em grupo e, em particular, do trabalho cooperativo.

Silvino & Abrahão (2003) derivam dos fundamentos de Ergonomia Cognitiva os fundamentos de Usabilidade para Web sites e, em particular, de navegabilidade, identificando elementos como Arquitetura de Conteúdo e Estética Funcional.

Da Ergonomia Organizacional, percebe-se a necessidade de formação de um modelo mental compartilhado por todos os projetistas para a realização do trabalho cooperativo (Norman, 2002).

Para Gava et al. (2007), a formação de um modelo mental compartilhado que envolva tanto a equipe de Projeto quanto os usuários participantes do Projeto é fundamental para a produção eficaz de sistemas de informação e, em particular, dos aspectos de usabilidade destes.

Gonçalves et al. (2008) identificam a formação do modelo mental compartilhado na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), analisando o processo de projeto de edifícios residenciais, que envolve tipicamente equipes multidisciplinares, como engenheiros de diferentes especialidades, arquitetos, paisagistas, decoradores e gerentes de Projeto.

Em um contexto mais amplo, Estorilio (2003) aborda as características do trabalho de engenheiros no desenvolvimento de produtos complexos, identificando que os métodos da engenharia tradicional não são suficientes para abordar esta questão e propõe a aplicação de métodos de Engenharia Simultânea (SimE).

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, p. 2).

Neste trabalho, consideram-se quatro fundamentos básicos da SimE (Smith, 1997; Ishii, 1990): i) desenvolvimento simultâneo do produto e do processo de produção; ii) desenvolvimento por equipes multidisciplinares; iii) inclusão da voz dos usuários (e *stakeholders*, em geral) no processo; iv) concentração do enfoque multidisciplinar na fase inicial do processo.

Da Gestão de Projetos, destaca-se, no contexto do presente trabalho, o balanceamento entre as variáveis de Projeto *qualidade, escopo, tempo e custo* (Prieto et al., 2005). Uma vez que o presente trabalho considera a existência de um Projeto Web para o qual estão pré-definidos o escopo e as restrições de prazo e custo, bem como uma expectativa de qualidade, torna-se, então, necessário definir o que se entende por *expectativa de qualidade*. Esta é entendida em termos da Adequação ao Uso (Juran & Gryna, 1991; Paladini, 1996). Considera-se que um Projeto Web evolua gradativamente em direção a um nível ideal de *adequação ao uso*.

As considerações derivadas da revisão bibliográfica realizada na seção 3 são resumidas na Tabela 3, numeradas em seqüência em relação às considerações da Tabela 2. A Figura 2 representa as macrodisciplinas relacionadas.

4. Pesquisa de campo

Nesta seção, são apresentadas as pesquisas de campo realizadas para a construção da teoria, por indução, a partir dos resultados particulares obtidos. A ordem em que as pesquisas são apresentadas não corresponde exatamente à ordem cronológica, uma vez que houve alguma sobreposição. A interpretação dos resultados das pesquisas realizadas nesta seção, juntamente com as considerações das seções anteriores, é apresentada na seção 5.

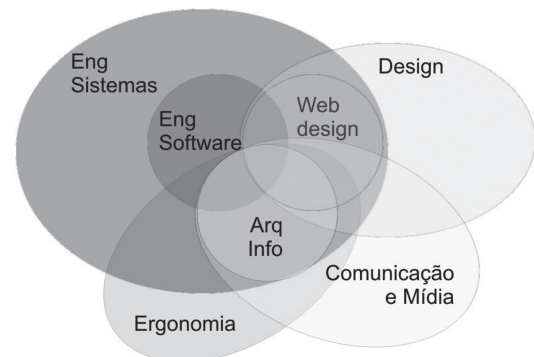


Figura 2. Quadro interdisciplinar, relacionando as disciplinas diretamente afetas à produção de aplicações Web e às macrodisciplinas discutidas nesta seção. Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 3. Resumo das considerações finais da seção, dando seqüência às da seção anterior.

#	Nome	Consideração
C6	Macrodisciplinas	Engenharia de Software, Design, Comunicação e Mídia e Ergonomia (Figura 2).
C7	Enfoque macrodisciplinar	<ul style="list-style-type: none"> Engenharia de Software → FUNÇÃO Design → FORMA e FUNÇÃO Comunicação e mídia → INFORMAÇÃO e FORMA
C8	Papéis do engenheiro de sistemas	Arquiteto de solução, chefe do projeto conceitual, integrador, solucionador de problemas, tomador de decisão.
C9	Contribuição da SimE	<ul style="list-style-type: none"> Concentração das atividades das diferentes disciplinas de projeto na fase inicial. Inclusão da visão do usuário no processo.
C10	Contribuição da Ergonomia	Representação comum a todos os projetistas dos modelos utilizados no projeto. Inclusão da visão do usuário no processo.
C11	Semelhança sistêmica Web e AEC	Semelhança sistêmica na fase de concepção do projeto: produção de WebAp e produção de edifícios.
C12	Adequação ao Uso	Adequação ao Uso é um indicador de qualidade para Projetos Web, que evoluem progressivamente neste sentido, a partir de uma demanda inicial. A adequação ao uso (qualidade) está relacionada às variáveis de Projeto escopo, prazo e custo.

4.1. Estudo de caso 1 (EC1): desenvolvimento de intranets

O estudo de caso foi realizado em um departamento responsável pelo desenvolvimento de aplicações Web em uma instituição de pesquisa em tecnologia de grande porte. As aplicações desenvolvidas nesse local visam à automação de processos internos, em ambiente Web e sobre rede corporativa privada (*intranet*). Os clientes são os responsáveis de cada departamento e os usuários são os funcionários desses departamentos.

Este estudo de caso teve como objetivo avaliar empiricamente aspectos referentes ao trabalho interdisciplinar relatados na literatura que não estão suficientemente claros. A questão norteadora fundamental para este estudo de caso é: *Como é feito o desenvolvimento interdisciplinar de uma aplicação Web?* Especificamente, são analisados os papéis e atividades desempenhados pelos profissionais no processo.

O caso foi selecionado por oferecer condições de trabalho interdisciplinar, com os perfis profissionais bem definidos e um processo estabilizado, embora

não formalizado. Também oferecia ampla liberdade de acesso aos participantes e à documentação.

Foram entrevistados coletivamente os três funcionários do departamento que trabalham diretamente no desenvolvimento das aplicações. A entrevista foi orientada visando a identificar: (i) as características gerais das aplicações desenvolvidas; (ii) os papéis envolvidos; (iii) o processo (as atividades, a ordem na qual foram feitas, como foram feitas e as ferramentas e artefatos utilizados); (iv) quais os pontos de dificuldades e o que pode melhorar em termos de processo de desenvolvimento.

Posteriormente, o texto gerado a partir da entrevista foi validado pelo responsável do departamento e algumas lacunas foram preenchidas.

Os resultados obtidos neste estudo (EC1) estão resumidos na Tabela 4. Contudo, este estudo enfocou um padrão bastante específico de aplicações Web, o padrão funcional, 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.

Tabela 4. Resumo dos resultados das pesquisas de campo

EC1.1	O processo depende das características (enfoque) do projeto, como funcional, visual, etc.
EC1.2	O desenvolvimento das WebAp ocorre em regime tipicamente interdisciplinar, envolvendo atividades e competências genéricas tanto em domínio criativo-artístico como em domínio técnico.
EC1.3	Papel integrador/coordenador permite o desenvolvimento em paralelo sobre diferentes disciplinas de projeto.
PA1.1	Necessidade de considerar a tecnologia de construção no início do projeto.
PA1.2	Segmentação do escopo em função do padrão de projeto predominante.
PA1.3	Definição do enfoque do processo de acordo com o padrão de projeto predominante. No caso, enfoque na arquitetura da informação.
PA1.4	Os padrões predominantes não são excludentes e os processos relacionados devem ocorrer em paralelo. No caso, enfoque também na interface.
PA1.5	Definição do enfoque do processo de acordo com o padrão de projeto predominante. No caso, enfoque no padrão funcional e Centro de Coleção.
PA2.1	Interdependência dos aspectos técnicos e gerenciais para a definição do processo.
PA2.2	Adequação da abordagem dada nas fases 2 e 3 da PA1. Necessidade de incorporar a visão funcional no processo, na forma de casos de uso. O processo para Web deve incorporar intrinsecamente a atividade de Web design.
EC2.1	Na equipe, alguns profissionais formam melhor visão sistêmica do projeto do que outros.
EC2.2	Pode ser transportada uma visão análoga de sistemas principais e um "espaço de projeto abstrato".
EC2.3	Identificação de sistemas principais em um nível abstrato, aos quais se relacionam as macrodisciplinas.
EC2.4	É necessária uma forma de integração entre as disciplinas.
EC2.5	Um profissional assume o papel de Integrador. Não é possível pré-estabelecer qual a disciplina do desenvolvimento Web.
EC2.6	O aspecto Tecnologia deve ser abordado na fase de concepção.
EC3.1	Divergência em relação à adequação ao uso conforme percebida pelos usuários e pela equipe de desenvolvimento.
EC3.2	A evolução da adequação ao uso auferida ao produto no decorrer do projeto parte de uma demanda inicial e progride assintoticamente a um nível ideal, considerando que fique mantido o escopo do projeto.
EC3.3	os usuários têm um entendimento pelo menos tácito do conceito de adequação ao uso e consideram esta como um critério fundamental de qualidade. Percebem também a distinção na adequação ao uso sobre a estrutura da informação, as funcionalidades e a forma (estética) da aplicação.
EC3.4	Considerando uma mesma abordagem de projeto e escopo, o Projeto evolui assintoticamente a um nível ideal de adequação ao uso percebida pelos usuários.

Fonte: elaborado pelos autores.

4.2. Pesquisa-ação 1 (PA1): construção de portal

O Projeto Web em questão, realizado através da metodologia de pesquisa-ação, consiste na construção do website institucional (portal) de um departamento de uma escola de engenharia, pertencente a uma universidade pública. A adoção desta metodologia é justificada pela possibilidade de os pesquisadores aplicarem as conclusões obtidas no estudo de caso para outro padrão de aplicação Web e, desta forma, interagir com os participantes do projeto e realizar intervenções diretas no objeto de estudo, o que caracteriza a pesquisa-ação (Thiollent, 1997).

Foi adotado um ciclo de pesquisa-ação no qual a intervenção inicial levou em consideração que os padrões de projeto predominantes relacionados à aplicação em questão eram Índice de Navegação e Interface-Layout. 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 à abordagem da SwE foi 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 infraestrutura de Web (hospedagem), programadores e de comunicação e marketing.

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.

Os resultados obtidos nesta pesquisa-ação (PA1) estão resumidos na Tabela 4.

4.3. Pesquisa-ação 2 (PA2): desenvolvimento de sistema cooperativo

A pesquisa-ação ocorreu durante a construção de um sistema de informação em ambiente Web para suporte ao trabalho cooperativo de projeto de

edifícios, em condição de engenharia simultânea. O projeto era de responsabilidade de uma empresa privada de arquitetura, porém com financiamento público para fins de inovação tecnológica. A pessoa responsável pela empresa assumiu tanto o papel de cliente como de coordenador geral do projeto. Por se tratar de verba pública, projeto era crítico em relação aos aspectos de prazo, orçamento e de cotação e contratação de serviços de terceiros. O pesquisador foi responsável pelas atividades técnicas, relacionadas à engenharia de software e de Web, além da análise de processos de negócio e da gestão do processo de desenvolvimento.

Esta pesquisa-ação foi planejada e escolhida pela possibilidade de aplicar empiricamente elementos do presente estudo, tratados nas seções 3 e 4, bem como resultados empíricos já obtidos no EC1 e na PA1.

Os resultados obtidos nesta pesquisa-ação (PA2) estão resumidos na Tabela 4.

4.4. Estudo de caso 2 (EC2): projeto de edifícios

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de projetos para AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), cuja especialidade é a realização de projeto detalhado de produção usando CAD 3D. O estudo ocorreu durante a realização de um projeto de inovação tecnológica, aqui denominado PIT, voltado para a implementação de fundamentos de engenharia simultânea no projeto de produção de edifícios. O objetivo do projeto de inovação tecnológica era a realização de atividades simultâneas de projeto, envolvendo diferentes disciplinas e participantes, em ambiente distribuído, com o suporte de um sistema de informação.

O estudo de caso teve como objetivo analisar como é realizado o projeto de edifícios, considerando-se o caráter interdisciplinar envolvido. Especificamente, pretendeu-se analisar o trabalho cooperativo de projeto e as necessidades informacionais e de organização do trabalho para o estabelecimento de um ambiente de projeto simultâneo.

Para os fins de pesquisa do presente trabalho, adotou-se como proposição preliminar haver uma similaridade sistêmica entre o processo de projeto de edifícios e o processo de projeto de aplicações Web. Esta proposição inicial é apoiada na literatura revisada, conforme segue:

- De forma geral, a arquitetura da informação, uma das abordagens para o desenvolvimento de aplicações Web, não deixa de ser uma visão de projeto do “espaço informacional”, tal como a arquitetura em relação ao espaço físico.

- Existe uma similitude entre o enfoque da disciplina de *design* e da arquitetura, relacionada à questão FORMA-FUNÇÃO.
- O projeto em AEC é intrinsecamente interdisciplinar, relacionando disciplinas de cunho mais técnico, como engenharia de estrutura e fundação, com disciplinas de cunho mais artístico, como paisagismo e decoração. Evidencia uma analogia entre as disciplinas de projeto de aplicações Web.

O método de estudo de caso foi adotado visando ao entendimento em profundidade da questão *como é feito o projeto de edifícios em condições de projeto simultâneo*. Visa à identificação das principais variáveis e relações existentes para, primeiro, avaliar a proposição inicial e, segundo, se validada, realizar o transporte de modelo, por isomorfismo, para o desenvolvimento do modelo de processo de produção de aplicações Web.

Os resultados obtidos neste estudo (EC2) estão resumidos na Tabela 4.

4.5. Estudo de caso 3 (EC3): adequação ao uso

O estudo de caso teve como objetivo avaliar em maior profundidade os conceitos discutidos na seção 3, referentes a gestão de Projetos e qualidade em Projetos, juntamente com os aspectos ergonômicos do trabalho cooperativo e multidisciplinar.

Especificamente, este estudo teve os seguintes objetivos:

- 1) Avaliar o conceito de Adequação ao Uso como indicador de qualidade para Projetos Web, conforme enunciado na consideração C12 da seção 4.
- 2) Avaliar a participação efetiva dos usuários no processo de produção de aplicações Web e sua contribuição para a *adequação ao uso*.
- 3) Avaliar a interdependência entre as variáveis de Projeto *escopo, custo e prazo* em relação à variável *qualidade*, entendida como *adequação ao uso*
- 4) Avaliar a percepção por parte de usuários e desenvolvedores dos conceitos *forma, função e informação*, conforme enunciado na consideração C7 da seção 4.

Cronologicamente, a realização deste estudo de caso deu-se concomitantemente com a realização da avaliação do modelo, havendo, portanto, alguma influência do modelo criado, de forma que, metodologicamente, este estudo não pode ser classificado estritamente como de “construção de teoria”, cumprindo também a função de “validação de hipótese”.

O estudo foi planejado de forma a traçar um contraponto entre a percepção dos usuários em relação à adequação ao uso de uma aplicação Web e a percepção que os desenvolvedores têm da adequação ao uso auferida por eles próprios ao Projeto. Buscou-se também traçar um contraponto entre a participação dos usuários no processo de desenvolvimento conforme o relato da equipe de desenvolvimento e o relato dos próprios usuários. Todos os usuários entrevistados foram tratados como usuários-chave no processo de desenvolvimento, tendo participado deste. De forma indireta, procurou-se avaliar o entendimento subjetivo dos elementos *Forma, Função e Informação* segundo a percepção de usuários e desenvolvedores durante o Projeto.

Para tal, foram selecionados dois casos já explorados anteriormente pelo autor, aqui chamados de Caso A e Caso B, relacionados, respectivamente, ao EC1 e PA1 apresentados nesta seção. A seleção destes casos para estudo deu-se pelos seguintes motivos:

- 1) Os resultados obtidos em termos de processo de produção já eram conhecidos;
- 2) Os resultados obtidos em termos da qualidade percebida pelos usuários, ou seja, adequação ao uso, não eram conhecidos;
- 3) A participação efetiva dos usuários no processo de produção era conhecida apenas pela ótica da equipe de desenvolvimento.
- 4) Em ambos os casos, era possível o acesso à documentação gerencial de Projeto bem como realizar entrevistas em separado com usuários e desenvolvedores.
- 5) Os casos eram semelhantes, em termos de tamanho, complexidade, pessoas envolvidas e nível de experiência dos participantes entrevistados.

Estas razões permitem que um contraponto seja estabelecido e que os resultados efetivos obtidos em EC1 e PA1 em termos de adequação ao uso possam ser avaliados. Em ambos os casos, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, tendo por base um questionário pré-estabelecido, bem como análise documental.

Os resultados obtidos neste estudo (EC3) estão resumidos na Tabela 4.

5. Modelo

O modelo é construído tendo como base os seguintes fundamentos:

- Inclusão do enfoque das diferentes disciplinas de projeto na fase de concepção, conforme apontam a C7 “Enfoque Disciplinar” e C9 “Contribuição da Engenharia Simultânea”.

- Necessidade de um papel coordenador e integrador das atividades de projeto, conforme apontam C8 “Papel do Engenheiro de Sistemas” e os resultados de EC1 e EC2.
- Sequenciamento das atividades de projeto de forma a gerar artefatos que garantam a representação comum a todos os projetistas dos elementos do projeto, conforme apontam C10 “Contribuição da Ergonomia” e os resultados de EC1 e EC2.

O modelo é desenvolvido pela síntese dos aspectos disciplinares pertinentes à produção de WebAp, a fim de caracterizar o contexto interdisciplinar do desenvolvimento.

Primeiramente, busca-se uma representação do “espaço de projeto”, semelhante à apresentada na consideração C4 “Espaço de projeto”, considerando, porém, um maior nível de abstração em relação aos aspectos fundamentais das macrodisciplinas (C6 “Macrodisciplinas”). Estabelece-se, assim, a similaridade sistêmica em relação ao resultado do EC2, que identifica “sistemas principais em um nível abstrato, aos quais se relacionam as macrodisciplinas”.

Desta forma, obtém-se o “espaço de projeto” para aplicações Web, apresentado na Figura 3, relacionando as macrodisciplinas a partir de suas dimensões comuns, conforme C7 “Enfoque das Disciplinas”:

- Enfoque das disciplinas:
- Engenharia de Software → Função
- Design → Forma
- Design → Forma e Função
- *Design* → Forma e Função

- Comunicação e mídia → Informação e Forma

O posicionamento de uma atividade de projeto nos eixos indica a relevância da dimensão associada ao eixo para esta atividade. Por exemplo: a dimensão **Forma** é altamente relevante para a realização de um leiaute de interface gráfica, o que posicionaria esta atividade de projeto no extremo do eixo **Forma**, com pequeno índice nas demais dimensões. Destaca-se que e os quadrantes formados não devem ser tomados em sentido estrito ou exclusivo, havendo uma “permeabilidade” em maior ou menor grau entre eles.

Em particular, a disciplina de Arquitetura da Informação trata, a princípio, do projeto da estrutura e da organização da informação; porém, trata também de alguns aspectos funcionais, relacionados a navegação e busca, pois estas pressupõem interação.

Utilizando-se os resultados das pesquisas de campo, é possível relacionar o enfoque principal da abordagem utilizada no processo, na fase de concepção, com os padrões de projeto predominantes, conforme a classificação de Bolchini (2000), juntamente com a dimensão do espaço de projeto relacionada: **Forma**, **Função** e/ou **Informação**. Estabelece-se uma notação para representar o enfoque adotado, conforme mostra a Tabela 5.

A partir deste modelo de “espaço de projeto” e dos aspectos enfatizados na Tabela 5, pode-se representar o projeto de uma aplicação Web genérica (P_{web}) como um vetor neste espaço, tendo maior ou menor intensidade de participação em cada uma de suas componentes de projeto, de acordo com os

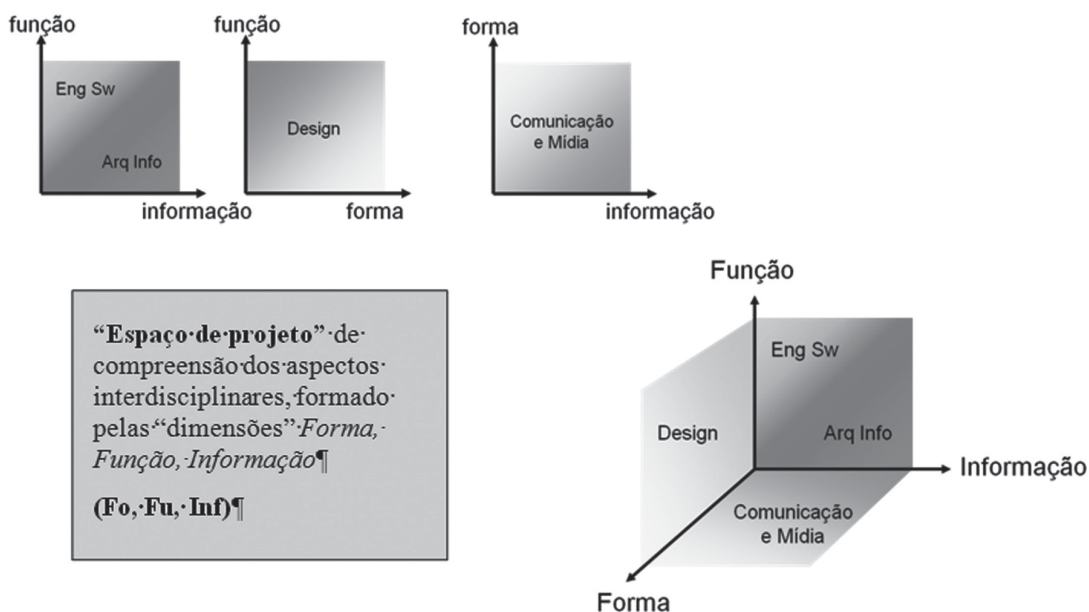


Figura 3. Espaço de projeto das aplicações Web. Fonte: elaborado pelos autores.

padrões de projeto predominantes. Assim, um Projeto Web pode ser representado como um espaço vetorial nas dimensões Forma, Função e Informação:

$$P_{web} = (Fo, Fu, Inf) \quad (1)$$

Entretanto, um resultado da PA1 evidencia a importância de se considerar, ainda na fase de concepção, a solução tecnológica pretendida, o que inclui os elementos do ambiente de software, hardware e rede, como servidores, navegadores, bancos de dados, plataforma (*framework*), linguagens de programação e recursos de mídia interativa. Tal necessidade é também identificada em um dos resultados obtidos no EC2, segundo o qual “O aspecto Tecnologia deve ser abordado na fase de concepção”. Assim, inclui-se

no modelo uma dimensão referente à tecnologia, designada por T:

$$P_{web} = (Fo, Fu, Inf, T) \quad (2)$$

Evidentemente, um Projeto Web apresenta também um aspecto temporal, que representa sua evolução ao longo do tempo, conforme identificado em C12, “Adequação ao Uso”. Assim, verifica-se que as atividades de projeto sobre cada uma das dimensões são funções temporais.

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6. A Figura 4 representa o desenvolvimento temporal de um Projeto Web.

Tabela 5. Enfoque adotado na fase de concepção das pesquisas de campo em relação às dimensões do espaço de projeto enfatizadas.

Pesquisa	Padrões de projeto predominantes	Enfoque adotado na fase de concepção	Notação	Resultado
EC1	<i>Funcional – foco no usuário</i>	Prototipagem ⇒ Forma e Função	(Fo, Fu)	Abordagem adequada
PA1 ciclo 2	Índice de Navegação <i>Interface – Leiaute</i>	Modelagem da informação ⇒ Informação	(Inf)	Abordagem adequada
PA1 ciclo 3	<i>Funcional – Foco no Usuário</i> <i>Centro de Coleção</i>	Modelagem de classes ⇒ Informação, Função	(Fu, Inf)	Abordagem parcialmente adequada
PA2 ciclo 1	<i>Funcional – Foco no Usuário</i>	Prototipagem ⇒ Forma e Função	(Fo, Fu)	(não houve resultado, pois não foi realizado)
PA2 ciclo 2	<i>Funcional – foco no usuário</i> <i>Entidade Complexa</i>	Casos de Uso ⇒ Função Modelagem de classes ⇒ Informação, Função Prototipagem ⇒ Forma e Função	(Fo, Fu, Inf)	Abordagem parcialmente adequada ¹

¹Considera-se a abordagem parcialmente adequada uma vez que não houve integração entre as atividades que resultaram no modelo de classes e no protótipo não funcional. Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 6. Estrutura argumentativa utilizada nos resultados e conclusões.

id	Resultado/Conclusão	Argumento
R1	Inclusão do enfoque das diferentes disciplinas de projeto na fase de concepção	C7 ∧ C9
R2	Necessidade de um papel coordenador e integrador das atividades de projeto	C8 ∧ EC1.3 ∧ EC2.4 ∧ EC2.5
R3	Sequenciamento das atividades de projeto de forma a gerar artefatos que garantam a representação comum a todos os projetistas dos elementos do projeto, conforme apontam C10 “Contribuição da Ergonomia” e os resultados do EC1 e EC2	C10 ∧ EC1.3 ∧ EC2.4
R4	Representação do espaço de projeto, com as dimensões Forma, Função e Informação associadas às Macrodisciplinas de projeto	(C4 ∧ C6 ∧ EC2.2) ∧ C7
R5	Relação do enfoque principal da abordagem utilizada no processo, na fase de concepção, com os padrões de projeto predominantes	EC1.1 ∧ PA1.3 ∧ PA1.4 ∧ PA1.5 ∧ PA2.2
R6	Considerar na fase de concepção a solução tecnológica pretendida	PA1.1 ∧ EC2.6
R7	Um Projeto Web apresenta também um aspecto temporal, que representa sua evolução ao longo do tempo, em direção à maior adequação ao uso. Assim, verifica-se que as atividades de projeto sobre cada uma das dimensões são funções temporais	C12 ∧ EC3.2
R8	Predição 1: identificação do enfoque principal para estruturação do processo	PA1.2 ∧ PA1.3 ∧ PA1.4 ∧ PA1.5 ∧ PA2.2
R9	Predição 2: definição do papel centralizador, ou Integrador	R8 ∧ C7 ∧ C8 ∧ EC2.1 ∧ EC2.5
R10	Predição 3: planejamento das atividades de projeto	R3 ∧ R8 ∧ C1 ∧ EC1.3
R11	Predição 4: o nível ideal de adequação U_i ao uso é atingível assintoticamente e que os Projetos partem de uma demanda inicial, que corresponde a um nível zero (inicial) do Projeto P_o . Um Projeto Web abordado de acordo com o modelo apresentado converge para um determinado nível de qualidade, representada através da adequação ao uso do produto resultante, em menor prazo (Figura 4)	C12 ∧ EC3.2 ∧ EC3.4

Fonte: elaborado pelos autores.

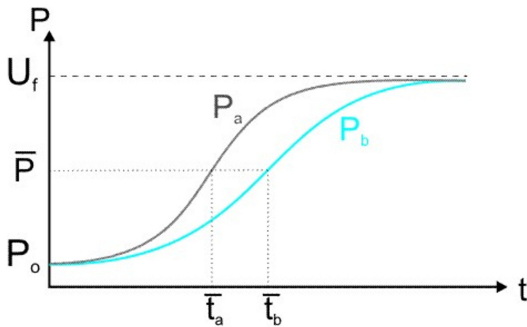


Figura 4. Evolução temporal de dois Projetos Web em direção ao nível ideal de adequação ao uso U_f . Fonte: elaborado pelos autores.

6. Conclusão

Em relação aos objetivos iniciais pretendidos, a saber: i) Desenvolver um método para planejamento do processo de produção de aplicações Web, na fase de concepção do projeto; ii) apresentar um modelo de referência para decisão em relação à melhor abordagem técnica do processo de desenvolvimento, em função de diferentes padrões e categorias de aplicações Web, verifica-se que tanto o método como o modelo de referência foram caracterizados e apresentados na seção 6.

Em relação às questões de pesquisa, a resposta à Q1 pode ser derivada da revisão bibliográfica, mais especificamente das considerações C2 e C3, as quais dizem, respectivamente, que *a WebE envolve disciplinas e atividades específicas, não presentes na SwE* e que existem *diferentes concepções da produção de aplicações Web, conforme o enfoque disciplinar: desenvolvimento de software, design, comunicação e produção de mídia, arquitetura da informação, artes, usabilidade, etc.* Acrescenta-se que os resultados das pesquisas de campo corroboram esta resposta.

Ainda em relação à Q1, conclui-se que os processos da SwE enfocam, predominantemente, a dimensão funcional, embora possam ter componentes nas outras dimensões. Projetos Web, por outro lado, podem ser um Projeto de software como também um Projeto de mídia e comunicação. Assim, o processo para Web deve permitir diferentes enfoques, acomodando em um mesmo contexto as diferentes disciplinas de projeto, como Engenharia de Software, Design, Comunicação e Mídia.

A resposta à Q2 deriva do modelo proposto. Verifica-se que o processo deve ser estruturado alinhando-se o enfoque principal do projeto, identificado a partir do(s) padrão(ões) de projeto predominante(s), com o eixo condutor do processo, correspondente a uma disciplina de projeto.

A principal contribuição deste trabalho é a identificação do espaço de projeto, representado nas dimensões Forma, Função, Informação e Tecnologia, dentro do qual podem ser representados os fundamentos teórico-conceituais e técnicos das disciplinas de projeto.

Neste contexto, concluiu-se que a cada Projeto Web estão associados padrões de projeto predominantes. Em função destes, é dada a melhor abordagem para o processo, ou seja, em qual(is) dimensão(ões) (Fo, Fu, Inf, T) deve ser dado enfoque no processo. Considera-se como melhor abordagem aquela que tende mais rapidamente a um nível esperado de qualidade, representado em termos da adequação ao uso.

Destaca-se, ainda, a semelhança sistêmica identificada entre a produção de WebAp e o Projeto em AEC, nos quais diferentes disciplinas são correlacionadas no trabalho cooperativo, envolvendo aspectos estéticos, técnicos, ergonômicos, etc.

Como conclusão adicional derivada da revisão bibliográfica e dos resultados particulares das pesquisas de campo, verifica-se que o papel centralizador (Integrador) em um dado Projeto Web é mais bem desempenhado pelo profissional cujo perfil está alinhado à(s) disciplina(s) relacionada(s) à(s) dimensão(ões) (Fo, Fu, Inf, T) enfatizada(s) dentro do espaço de projeto.

Ressalta-se que todas as conclusões fundamentadas nas pesquisas de campo foram obtidas a partir de situações particulares; portanto, devem ser salvaguardadas as limitações de ordem epistemológica em relação à generalização.

Como continuidade para o presente estudo, pode ser feito o desdobramento do processo para as fases seguintes à concepção. Outra possibilidade diz respeito à extensão do modelo para projetos de interfaces tecnológicas em geral, como celulares, jogos eletrônicos, máquinas de autoatendimento. Ou seja, Projetos que necessitam um contexto interdisciplinar de desenvolvimento, no qual pode ser possível a identificação das dimensões (Fo, Fu, Inf, T).

Referências

- Ahmad, R., Li, Z., & Azam, F. (2005). Web engineering: a new emerging discipline. In *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Emerging Technologies, Islamabad, Paquistão*.
- Alexander, C. (1979). *The timeless way of building*. New York: Oxford University Press.
- Aragão, C. R. V. (2001). *A percepção do usuário sobre o fator usabilidade das páginas da web voltadas para o comércio eletrônico* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Associação Brasileira de Ergonomia. (2006). *O que é ergonomia*. Rio de Janeiro: ABERGO. Recuperado em 18 de Setembro

- de 2008, de http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia
- Associação Brasileira de Profissionais da Internet – ABRAWEB. (2007). *1º Censo Oficial de Profissionais de Internet*. Recuperado em 10 de Fevereiro de 2009, de <http://www.abraweb.com.br/>
- Berners-Lee, T., Hall, W., Hendler, J. A., Shadbolt, N., & Weitzner, D. J. (2006). Creating a science of the Web. *Science*, 313(5788), 269-271. PMID:16902115.
- Bertalanffy, L. (1973). *Teoria geral de sistemas*. Petrópolis: Vozes.
- Bolchini, D. (2000). *Web design patterns: improving quality and performance in Web Application design* (Dissertação de mestrado). Universit della Svizzera Italiana, Lugano.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação (2004, Março15). *Resolução CNE/CES 5 (2004). Aprova as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Design e dá outras providências*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Carlos, J. G. (2007). *Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades* (Dissertação de mestrado). Universidade de Brasília, Brasília.
- Ceri, S., Fraternali, P., & Bongio, A. (2000). Web Modeling Language (WebML): a modeling language for designing Web sites. *Computer Networks*, 33(1), 137-157.
- Cipiniuk, A. (2008). Forma. In L. A. L. Coelho, *Conceitos-chave em Design*. Rio de Janeiro: Novas Ideias.
- Coelho Neto, J. T. (1999). *Semiótica informação e comunicação*. São Paulo: Perspectiva.
- Deshpande, Y. (2004). Web engineering curriculum: a case study of an evolving framework. In *Proceedings of the 4th International Conference on Web Engineering – ICWE*, Munich, Germany.
- Donati, L. P., Carvalho, H., & Prado, G. (1997). Sites na Web: considerações sobre o Design Gráfico e a estrutura de navegação. *Revista da Pós-Graduação, Instituto de Artes. UNICAMP, Campinas*, 1(1), 27-39.
- Estorilio, C. C. A. (2003). *O trabalho dos engenheiros em situações de projeto de produto: uma análise de processo baseada na ergonomia* (Tese de doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Faiola, A., & Matei, S. A. (2006). Cultural cognitive style and Web design: beyond a behavioral inquiry into computer-mediated communication. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 11(1), 375-394. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1083-6101.2006.tb00318.x>.
- Garrido, A., Rossi, G., & Schwabe, D. (1997). Pattern systems for hypermedia. In *Proceedings of the 4th Pattern Languages of Programming Conference*. Seattle, USA.
- Gava, V. L., Gonçalves, R. F., & Spinola, M. M. (2007). O Uso de técnicas de ergonomia e JAD para a definição do trabalho coletivo em sistema de informação In *Anais do 4º CONTECSI – International Conference on Information Systems and Technology Management*. São Paulo, Brasil.
- Ginige, A., & Murugesan, S. (2001). Web Engineering: an introduction. *IEEE MultiMedia*, 8(1), 14-18. <http://dx.doi.org/10.1109/93.923949>.
- Ginige, A., & Murugesan, S. (2008). Web engineering: introduction and perspective. In D. M. Bandom, *Software engineering for modern web applications* (pp. 01-30). Hershey: IGI Global.
- Gomes Filho, J. (2006). *Design do objeto: bases conceituais*. São Paulo: Escrituras.
- Gonçalves, R. F., Gava, V. L., Pessôa, M. S. P., & Spinola, M. M. (2005). Uma proposta de processo de produção de aplicações Web. *Revista Produção*, 15(3), 376-389.
- Gonçalves, R. F., Gava, V. L., Ferreira, R. C., & Pessôa, M. S. P. (2008). Ergonomic challenges in system information implantation for building design support: a Brazilian experience. In *Human Factors in Organizational Design and Management – IX* (Vol. 1., pp. 353-359). Santa Monica: IEA Press.
- IEEE Computer Society. (2004). *Guide to the software engineering body of knowledge*. Los Alamitos: SWEBOOK.
- International Organization for Standardization – ISO. (2002). *FDIS 15288: information technology - life cycle management: system life cycle processes*. Geneva: ISO.
- Ishii, K. (1990). The role of computers in simultaneous engineering. In *Proceedings of the 1990 ASME International Computers in Engineering Conference*, Boston, USA.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1991). *Controle da Qualidade: conceitos, políticas e filosofia da qualidade*. São Paulo: Makron, McGraw-Hill.
- Kappel, G., Michlmayr, E., Pröll, B., Reich, S., & Retschitzegger, W. (2004). Web Engineering: old wine in new bottles? *4th International Conference on Web Engineering – ICWE* (pp. 6-12), Munich, German.
- Kulczynskij, M. (2002). *Usabilidade de interfaces em websites envolvendo animações, propagandas e formas de auxílio* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- McLuhan, M. (1970). *Os Meios de Comunicação como Extensões do Homem*. São Paulo: Cultrix.
- Munari, B. (1997). *Design e Comunicação Visual*. São Paulo: Martins Fontes.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. New York: Academic Press.
- Niemeyer, O. (1980). Forma e função na arquitetura. *Arte em Revista*, 2(4), 57-60.
- Norman, D. A. O. (2002). *Design do dia-a-dia*. Rio de Janeiro: Editora Rocco.
- Paladini, E. P. (1996). *Gestão da Qualidade: a nova dimensão da gerência da produção* (Tese de Livre-docência). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Pignatari, D. (1981). *Informação Linguagem Comunicação*. São Paulo: Cultrix.
- Popper, K. (1975). *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Cultrix, Edusp.
- Pressman, R. S. (2000). What a tangled Web We Weave. *IEEE Software*, 17(1), 18-21.
- Pressman, R. S. (2006). *Engenharia de Software* (6. ed). São Paulo: McGraw Hill.
- Pressman, R. S., & Lowe, D. (2009). *Engenharia Web*. Rio de Janeiro: LTC.
- Prieto, V. C., Prieto, E., & Carvalho, M. M. (2005). Implementação de sistemas da qualidade: uma visão por projetos. In *Anais da XII SIMPEP*. Bauru, Brasil.
- Project Management Institute – PMI. (2004). *A Guide to project management body of knowledge*. Pennsylvania: PMI.
- Rosenfeld, L., & Morville, P. (2002). *Information Architecture for the World Wide Web*. Sebastopol: O'Reilly.

- Rossi, G., Schwabe, D., & Garrido, A. (1997). Design reuse in hypermedia applications development. *Proceedings of the eighth ACM conference on hypertext, hypertext design* (pp. 57-66), Southampton, U.K.
- Schwabe, D., Pontes, R., & Moura, I. (1999). OOHDM-Web: an environment for implementation of hypermedia applications in the WWW. *ACM SigWEB Newsletter*, 8(2), 18-34.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Shenhar, A. (1994). System engineering management: a framework for development of a multidisciplinary discipline. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 24(2), 327-332.
- Silvino, A. M. D., & Abrahão, J. I. (2003). Navegabilidade e inclusão digital. *RAE. Revista de Administração de Empresas*, 2(2), 00-17.
- Smith, R. P. (1997). The historical roots of concurrent engineering fundamentals. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 44(1), 67-78.
- Sommerville, I. (2008). *Engenharia de Software*. São Paulo: Pearson Addison-Wesley.
- Thiollent, M. (1997). *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez.
- Todeschini, R. T. (2002). *Um modelo para o desenvolvimento de ferramentas que disponibilizam informação ao planejamento e produção de sites com ênfase na percepção visual* (Tese de doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Voss, C., Tsiriktsis, N., & Frohlich, M. (2002). Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 195-219. <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210414329>.

A systemic approach of the web engineering production process, in the conception phase

Abstract

Web applications production presents problems like: low quality; non-compliance with deadline and budget, ad-hoc, chaotic and unstructured process. Moreover, different disciplines and knowledge areas, with particular approaches and methodologies, contribute with this type of production. A particular knowledge area named Web Engineering was developed to focus on these questions; however, it is not consolidated yet. This work aims to present guidelines to the definition of the Web applications production process, from a systemic approach, where the different disciplines, roles and activities are correlated, in the conception phase. The research method utilizes tree cases studies and two action-researches to create a theoretical model through analysis of particular situations. The work identifies a design space formed by the dimensions *Form, Function, Information and Technology*, related to the main disciplines involved in Web applications production: Design, Software Engineering and Communication & Media. According to the design standard used, it is concluded that there is a best fit for the production process, oriented by one or more dimensions of the design space, allowing a quick evolution of the project to the expected quality level.

Keywords

Web engineering. Process. Production. Web applications. Design. Software engineering.