



COPPE/UFRJ

**BRECHÓ-VCM: UMA ABORDAGEM BASEADA EM VALOR PARA MERCADOS
DE COMPONENTES**

Rodrigo Pereira dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientadora: Cláudia Maria Lima Werner

Rio de Janeiro

Março de 2010

BRECHÓ-VCM: UMA ABORDAGEM BASEADA EM VALOR PARA MERCADOS
DE COMPONENTES

Rodrigo Pereira dos Santos

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Examinada por:

Prof.^a Cláudia Maria Lima Werner, D.Sc.

Prof. Henrique Luiz Cukierman, D.Sc.

Prof. Glêdson Elias da Silveira, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2010

Santos, Rodrigo Pereira dos

Brechó-VCM: Uma Abordagem Baseada em Valor para Mercados de Componentes / Rodrigo Pereira dos Santos. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

XIV, 204 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Cláudia Maria Lima Werner

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2010.

Referências Bibliográficas: p. 168-184.

1. Repositórios de Componentes 2. Mercados de Componentes 3. Gerência de Reutilização 4. Engenharia de Software Baseada em Valor 5. Engenharia de Software Baseada em Componentes. I. Werner, Cláudia Maria Lima. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

*You are everything I wanted
The scars of all I'll ever know*

*If I told you you were right
Would you take my hand tonight?
If I told you the reasons why
Would you leave your life and ride?
And ride...*

*You saw all my pieces broken
This darkness that I could never show*

*If I told you you were right
Would you take my hand tonight?
If I told you the reasons why
Would you leave your life and ride?
And ride...*

Cary Brothers

Agradecimentos

A Deus e Nossa Senhora, pelas bênçãos e apoio em minha jornada.

À toda minha família, em especial à minha mãe Zilma, uma pessoa fundamental, que me ensinou como seguir e vencer. Amo muito você e serei eternamente grato por todo amor e dedicação. Ao meu pai Cláudio (*in memorian*), que mostrou sua fortaleza, sagacidade e persistência. A minha irmã Ana Luiza, companheira de todas as horas, amiga e grande presença. Aos parentes que estiveram presentes em minha trajetória, especialmente a vovó Francisca (*in memorian*) e vovó Sofia, ao tio Aroldo (*in memorian*), a tia Hélia, vó Sofia, as tias Maria do Carmo e Lenira, que me deram forças e ensinaram o significado de família, e a Mônica, Danielle, Adarilton, Marlize e Luís.

Aos meus amigos, velhos e novos, em especial: Marli, Eduardo, Marcelo, Luís, Renato, Letícia, Eduardo Rocha, Nick, Jonice, Álvaro, Wanderson, Ana Paula, Lílian, Marília, Valéria, Claudete, Liana, Michele, Sandra, Odette, Sílvia, Andréa, Aline, Simone, Lúcia, Túlio, Valdir, Antônio, Yanna, Mayanna, Juliana, Mônica, Imaculada, Alexandre, Flávio, Almir e Arthur, pelas risadas, festas e conversas descontraídas.

À minha orientadora Cláudia, importante para o meu desenvolvimento. Frente a um novo contexto, sua confiança, dedicação e apoio na minha trajetória transformaram momentos difíceis e penosos em ocasiões de ensinamento e aprendizagem contínuos.

Aos professores Henrique e Glêdson, por terem aceitado participar desta banca.

A todos os amigos e colegas dos Grupos de Experimentação e de Reutilização da COPPE/UFRJ, por todas as contribuições pessoais e profissionais, em especial Paulo, Rafael, Vitor, Wallace, Rodrigo, Jobson, Arilo, Paula, João, Ana Maria, Chessman, Marlon, Marcelo, Rafael, Huá, Anderson, Eldanae, Marco, Andréa e Wagner.

Aos professores dos Departamentos de Ciência da Computação e de Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras, que me acompanharam e incentivaram a pensar alto e a ultrapassar os limites do conhecimento, em especial Iraziet, Marluce, Heitor, André Zambalde e Antonio Maria.

Ao CNPq, à UAB e ao CEPTEL, pelo apoio financeiro.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

BRECHÓ-VCM: UMA ABORDAGEM BASEADA EM VALOR PARA MERCADOS DE COMPONENTES

Rodrigo Pereira dos Santos

Março/2010

Orientadora: Cláudia Maria Lima Werner

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

O tratamento de questões econômicas e sociais foi apontado como um dos desafios da Engenharia de Software para os próximos anos. Mais especificamente em Reutilização de Software, a Engenharia de Software Baseada em Componentes precisa ser avaliada quanto à sua real aplicabilidade e viabilidade diante dos benefícios preconizados. No entanto, isto ainda não aconteceu de maneira significativa, devido à carência de um mercado maduro e estabelecido, e um dos principais inibidores consiste na complexidade da definição de valor para componentes no contexto do software.

Nesse sentido, este trabalho de pesquisa propõe uma abordagem baseada em valor para apoiar um mercado de componentes, denominada *Brechó-VCM*, cujo objetivo é tratar questões não-técnicas em uma biblioteca de componentes, provendo um ambiente de mercado onde as redes sociotécnicas atuem como mediadoras para o seu crescimento. Para tornar isto concreto, um protótipo foi desenvolvido. Além disso, a partir da abordagem e da infra-estrutura construída, foram realizadas duas análises, uma relativa à aderência da abordagem a um processo de gerência de reutilização, e outra relacionada à avaliação de alguns de seus elementos em um estudo em campo com especialistas na área. Estas análises, bem como os seus resultados, corroboram a importância de se entender a Engenharia de Software sob um olhar sociotécnico.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

BRECHÓ-VCM: A VALUE-BASED APPROACH FOR COMPONENT MARKETS

Rodrigo Pereira dos Santos

March/2010

Advisor: Cláudia Maria Lima Werner

Department: Computer and Systems Engineering

The treatment of economic and social issues in Software Engineering was pointed out as a challenge for the next years. Specifically in Software Reuse, Component-Based Software Engineering needs to be evaluated considering its real applicability and feasibility against its promised benefits. However, this did not happen in an effective way yet, due to the lack of a mature and established market. One strong inhibitor is the complexity in defining value for components in the software context.

In this sense, this work presents a value-based approach to support a component marketplace, called *Brechó-VCM*, which aims at treating nontechnical issues in a component library, generating a marketplace where sociotechnical networks contribute to calibrate the market growth. A prototype was developed to make this approach concrete. From these resources, two analyses were accomplished, the former related to the verification of the adherence of the approach to a reuse management process, and the latter responsible for evaluating some elements in a study with experts in the field. These analyses, as well as their results, indicate the importance of looking at Software Engineering in a sociotechnical way.

Índice

Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiv
Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1 Preâmbulo	1
1.2 Motivação	3
1.3 Problema	5
1.4 Objetivo	7
1.5 Organização	8
Capítulo 2 – Repositórios e Mercados de Componentes e o Processo de Gerência de Reutilização	10
2.1 Introdução	10
2.2 Engenharia de Software Baseada em Componentes	12
2.2.1. Classificação de Componentes e Graus de Reutilização	15
2.2.2. Engenharia de Software Tradicional e ESBC	17
2.3 Repositórios de Componentes.....	18
2.3.1. Atividades Relacionadas ao Ciclo de Vida de Componentes	21
2.3.2. Soluções e Delineamentos em Repositórios de Componentes.....	23
2.4 Mercados de Componentes	25
2.4.1. Regiões e Cenários de um Mercado de Componentes.....	29
2.4.2. Características de Mercados e Modelos Maduros	33
2.4.3. Inibidores, Riscos e Problemas em Aberto para um Mercado de Componentes	36
2.5 Processo de Gerência de Reutilização	39
2.5.1. Propósito Geral do Processo GRU	40
2.5.2. Resultados Esperados com o Processo GRU	41
2.6 Considerações Finais	42
Capítulo 3 – Engenharia de Software Baseada em Valor e Ecossistemas de Software..	44

3.1	Introdução	44
3.2	Perspectiva Histórica	46
3.3	Perspectiva Inicial: Economia Aplicada à Engenharia de Software e à Reutilização.....	48
3.4	Perspectiva Presente: Valor em Engenharia de Software.....	52
3.5	Perspectiva Futura: Ecossistemas de Software	60
3.6	Considerações Finais	64
Capítulo 4 – Abordagem Brechó-VCM.....		66
4.1	Introdução	66
4.2	Estratégias-Base	68
4.2.1.	EB#1: <i>Contexto</i>	68
4.2.2.	EB#2: <i>Forma</i>	72
4.2.3.	EB#3: <i>Conteúdo</i>	74
4.3	Arquitetura Conceitual.....	76
4.4	Mecanismo de Precificação	78
4.5	Mecanismo de Marketing	83
4.6	Mecanismo de Avaliação.....	88
4.7	Mecanismo de Negociação	90
4.8	Mecanismo de Visualização.....	93
4.9	Trabalhos Relacionados.....	98
4.10	Considerações Finais	102
Capítulo 5 – Biblioteca de Componentes Web Brechó-VCM		105
5.1	Introdução	105
5.2	Biblioteca Brechó	106
5.3	Implementação da Biblioteca Brechó-VCM.....	109
5.3.1.	Mecanismo de Hierarquização de Categorias	114
5.3.2.	Um Exemplo de Utilização	117
5.4	Discussão da Aderência da Biblioteca Brechó-VCM ao Processo GRU	123
5.5	Considerações Finais	128

Capítulo 6 – Análise de Elementos para uma Abordagem Sociotécnica de Mercados de Componentes	130
6.1 Introdução	130
6.2 Um Olhar Sociotécnico sobre o Mercado de Componentes – “Desnaturalizando” o artefato através de sua história	132
6.3 Identificação de Elementos que Impactam o Crescimento e o Estabelecimento do Mercado de Componentes a partir de Características Aproximativas do Olhar Sociotécnico	138
6.4 Estudo em Campo: Um Survey Baseado na Opinião de Especialistas.....	147
6.4.1. Planejamento do Survey	149
6.4.2. Fases do Survey.....	150
6.5 Análise de Elementos para uma Abordagem Sociotécnica frente à Realidade Capturada no Estudo em Campo	153
6.6 Considerações Finais	160
Capítulo 7 – Conclusão	162
7.1 Epílogo.....	162
7.2 Contribuições	163
7.3 Limitações.....	164
7.4 Trabalhos Futuros.....	165
Referências Bibliográficas	168
Apêndice A – Documento de Planejamento do Survey.....	185
Apêndice B – Survey	188
Apêndice C – Dados Coletados pelo Survey.....	194
C.1. Elementos (e Justificativas) Expostos aos Especialistas.....	194
C.2. Elementos Adicionais, Observações ou Comentários dos Especialistas sobre a Estrutura e Organização do Mercado de Componentes.....	204

Índice de Figuras

Figura 1.1 – O mercado internacional de componentes de software 2000-2005 (SOFTEX, 2007).....	4
Figura 2.1 – Elementos do contexto de concepção e desenvolvimento de um componente (BACHMANN <i>et al.</i> , 2000).....	15
Figura 2.2 – Distribuição de componentes por grau de reutilização <i>versus</i> especificidade de aplicação (SOFTEX, 2007).....	16
Figura 2.3 – Desenvolvimento de software na ESBC (SOFTEX, 2007).....	18
Figura 2.4 – Processo de produção-gerência-consumo na ESBC (ALMEIDA <i>et al.</i> , 2007).....	20
Figura 2.5 – Regiões estratégicas da Reutilização de Software com a ESBC (RAVICHANDRAN & ROTHENBERGER, 2003).....	30
Figura 2.6 – Cenários do mercado de componentes (ULKUNIEMI & SEPPÄNEN, 2004).....	32
Figura 2.7 – Estrutura do processo GRU (WERNER & SANTOS, 2009).....	40
Figura 3.1 – Agenda de pesquisa para a área de Economia Aplicada à Engenharia de Software (BOEHM & SULLIVAN, 2000).....	49
Figura 3.2 – Cadeia de valor na indústria de software com a ESBC madura (SOFTEX, 2007).....	56
Figura 3.3 – Estrutura geral da Teoria Inicial da ESBV (BOEHM & JAIN, 2005).....	57
Figura 3.4 – <i>Framework</i> da agenda de pesquisa da ESBV (BOEHM, 2003).....	58
Figura 3.5 – Níveis de escopo dos ECOSs (BOUCHARAS <i>et al.</i> , 2009).....	63
Figura 3.6 – Perspectivas de ECOSs (JANSEN <i>et al.</i> , 2009b).....	63
Figura 3.7 – Taxonomia para ECOSs (BOSCH, 2009).....	64
Figura 4.1 – Cadeia de resultados para o mercado de componentes na abordagem <i>Brechó-VCM</i>	70
Figura 4.2 – Cadeia de valor para um mercado de componentes na abordagem <i>Brechó-</i> <i>VCM</i> (em <i>itálico</i> , são mostradas as extensões realizadas na cadeia de valor proposta por SOFTEX (2007)).....	71
Figura 4.3 – Informações desejadas por <i>SCSs diretos</i> do mercado de componentes.....	73

Figura 4.4 – Facetas de valor para componentes contempladas pela abordagem <i>Brechó-VCM</i>	73
Figura 4.5 – Arquitetura conceitual da abordagem <i>Brechó-VCM</i>	76
Figura 5.1 – Organização interna da biblioteca <i>Brechó</i> (MARINHO <i>et al.</i> , 2009c)....	107
Figura 5.2 – Diagrama de Componentes da biblioteca de componentes <i>Web Brechó-VCM</i>	110
Figura 5.3 – Diagrama de Classes conceitual da biblioteca de componentes <i>Web Brechó-VCM</i>	112
Figura 5.4 – Tela inicial da biblioteca de componentes <i>Web Brechó-VCM</i>	114
Figura 5.5 – Exemplo de Visualização Horizontal na perspectiva do gerente da biblioteca	116
Figura 5.6 – Exemplos de Visualização Horizontal na perspectiva do consumidor (a) e do gerente da biblioteca (b), e exemplo da Visualização Vertical na perspectiva do produtor (c)	116
Figura 5.7 – Atividade de precificação (parte superior): Modelos de Precificação Clássica (lado esquerdo) e de Mercado (lado direito).....	118
Figura 5.8 – Atividade de aquisição: verificando componentes similares (lado esquerdo), verificando avaliações (parte superior) e utilizando pontos virtuais (parte inferior do lado direito)	119
Figura 5.9 – Modelos da abordagem <i>Brechó-VCM</i> relacionados ao Mecanismo de Marketing (parte superior e lado esquerdo) e ao Mecanismo de Avaliação (parte inferior do lado direito)	121
Figura 5.10 – Atividades de manutenção de componentes (parte superior) e de análise de mercado (parte inferior) na biblioteca <i>Brechó-VCM</i>	123
Figura 5.11 – Procedimentos relativos à publicação de um ativo na biblioteca <i>Brechó-VCM</i>	126
Figura 6.1 – O contexto do mercado de componentes na Engenharia de Software (derivado de TEIXEIRA (2006)): (a) enquadramento mecanicista/positivista da ESBC, e seus transbordamentos sociais, econômicos, culturais e políticos, (b) enquadramento ampliado, ainda dividindo “técnicos” <i>versus</i> “não-técnicos”, e (c) enquadramento ampliado sem divisões entre “técnico” e “não-técnico.....	137
Figura 6.2 – Divisão dos participantes por região	152

Figura 6.3 – Percentual dos participantes por áreas de atuação (mais de uma podia ser selecionada)	152
Figura 6.4 – Divisão dos participantes por experiência, de acordo com o ano de início de atuação em Reutilização de Software e na ESBC.....	152
Figura 6.5 – Estágio em que se encontra o mercado de componentes internacional, de acordo com a opinião dos especialistas	159

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Termos evolidos na definição de um componente (GUERRA & COLOMBO, 2009)	14
Tabela 2.2 – Diferenças entre a Engenharia de Software tradicional e a ESBC (SOFTEX, 2007).....	17
Tabela 2.3 – Potenciais vantagens e desvantagens da utilização de componentes no desenvolvimento de software com a ESBC.....	18
Tabela 2.4 – Principais agentes (<i>stakeholders</i>) envolvidos na estrutura produtiva de um mercado de componentes na ESBC	27
Tabela 2.5 – Setores do mercado de componentes (SOFTEX, 2007)	28
Tabela 2.6 – Comparação entre as regiões estratégicas da Reutilização de Software....	31
Tabela 2.7 – Breve conceituação de mercados e modelos maduros (I).....	33
Tabela 2.8 – Breve conceituação de mercados e modelos maduros (II).....	34
Tabela 2.9 – Análise de mercados e modelos maduros	35
Tabela 2.10 – Resultados esperados com o processo GRU	42
Tabela 3.1 – Principais facetas de valor para componentes (I).....	54
Tabela 3.2 – Principais facetas de valor para componentes (II).....	55
Tabela 3.3 – Sete elementos-chave do <i>framework</i> da agenda de pesquisa da ESBV....	59
Tabela 3.4 - Tópicos de Engenharia de Software que integram a agenda de pesquisa da ESBV.....	60
Tabela 4.1 – Mapeamento entre as <i>informações extraídas</i> pelos mecanismos que compõem a abordagem <i>Brechó-VCM</i> e os <i>dados históricos</i> manipulados	94
Tabela 4.2 – Resumo dos trabalhos relacionados em relação aos requisitos da abordagem proposta	103
Tabela 5.1 – Requisitos da biblioteca de componentes <i>Web Brechó-VCM</i>	111
Tabela 6.1 – <i>Ranking</i> dos elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento de um mercado de componentes, segundo especialistas	154

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Preâmbulo

O tratamento de questões econômicas e sociais nas atividades e processos relacionados ao desenvolvimento de software foi apontado por BIFFL *et al.* (2006) como um dos desafios inerentes à evolução e à maturidade da Engenharia de Software para os próximos anos. Dada a quantidade de métodos, técnicas e ferramentas existentes, faz-se importante criar e gerenciar estratégias que realcem o valor agregado de processos e de produtos de software, e que facilitem a tomada de decisão acerca de questões relativas não somente a investimentos e custos, mas a benefícios, riscos, oportunidades de mercado, e sob um olhar sociotécnico (CUKIERMAN *et al.*, 2007). Isso reflete a necessidade referida pelo desafio supracitado: não só considerar elementos que extrapolam uma mera análise de questões técnicas da Engenharia de Software, mas também relacionar outras questões que norteiam a sua construção, a fim de entender a influência dessa combinação no cenário industrial e a sua “co-modificação” a partir da experiência social, percebida por uma aproximação concomitantemente social e técnica.

Conforme CUKIERMAN *et al.* (2007), isso representa o *olhar sociotécnico*, o qual almeja apreender a Engenharia de Software sem fragmentá-la em fatores (ou aspectos) técnicos de um lado e fatores (ou aspectos) não-técnicos de outro; sem fatorá-la em quaisquer outras dualidades (“fatores técnicos” *versus* “fatores humanos, organizacionais, éticos, políticos, sociais etc.”) que terminem por desfigurar o “pano sem costura” que imbrica, na Engenharia de Software, o técnico e o social em um mesmo e indivisível “tecido”. Infelizmente, a Engenharia de Software ainda está longe de ser entendida a partir do olhar sociotécnico como apresentado, havendo, no máximo, a percepção de que existem problemas técnicos e não-técnicos, e que ambos devem ser considerados durante o processo de desenvolvimento. Paralelamente, deve-se buscar a qualidade por meio de uma abordagem baseada em valor (BOEHM, 2006), reduzindo o grau de incerteza sobre as decisões cotidianas, que permeiam a indústria de software e que nem sempre são resolvidas de forma estruturada, considerando uma base de dados e de experiências do mercado e da organização (FERREIRA *et al.*, 2006).

BOEHM & SULLIVAN (2000) afirmam que a meta fundamental de todo bom projeto de Engenharia de Software deve ser criar o máximo de valor agregado para

qualquer investimento, programa, processo ou produto. Neste contexto, a Reutilização de Software se destaca como uma disciplina estratégica (FAVARO *et al.*, 1998), pois contribui para melhorar os índices de qualidade e de produtividade na indústria de software (BOEHM, 2006). A Reutilização de Software consiste na reutilização de produtos de software e/ou conhecimentos, criados por especialistas envolvidos no processo de desenvolvimento de software, durante a construção de novas aplicações em contextos provavelmente distintos daqueles para os quais as partes reutilizadas foram concebidas (FRAKES & KYO KANG, 2005). Dentre as abordagens para tornar a Reutilização de Software efetiva na indústria, provavelmente a mais popular é a Engenharia de Software Baseada em Componentes (ESBC) (SZYPERSKI *et al.*, 2002).

A ESBC envolve procedimentos técnicos para projetar e codificar componentes de software com o objetivo de apoiar a construção de sistemas de qualidade e com propriedades previsíveis, a partir destes componentes (BASS *et al.*, 2000). Assim, o processo de desenvolvimento na ESBC deve contemplar duas perspectivas: a construção de sistemas a partir de componentes reutilizáveis (desenvolvimento *com* reutilização) e a construção de componentes propriamente dita (desenvolvimento *para* reutilização) (MOORE & BAILIN, 1991). Um elemento importante nesse cenário é a disponibilidade de um *repositório de componentes* (SAMETINGER, 1997), que visa facilitar a reutilização de componentes ao longo do ciclo de vida do software com o intuito de atingir as metas de custo efetivo e de produtividade (LUQI & GUO, 1999). A principal motivação para a existência de repositórios é o apoio ao acesso rápido aos componentes pelas equipes de desenvolvimento e de manutenção, além de possibilitar a composição de sistemas e a rápida prototipação (MILI *et al.*, 1998).

No tocante à literatura disponível, existem diversas soluções (e.g., LUQI & GUO, 1999, BRAGA, 2000, BRERETON *et al.*, 2002, LUCRÉDIO, 2005, YANG *et al.*, 2005, ELIAS *et al.*, 2006, COLOMBO *et al.*, 2007, RESENDE *et al.*, 2007, LI *et al.*, 2008, WERNER *et al.*, 2009) que apóiam de alguma forma o processo de desenvolvimento de software na ESBC, contemplando processos, técnicas, métodos e ferramentas para ambas as perspectivas anteriormente mencionadas. Entretanto, a grande maioria dessas soluções considera cenários intra-organizacionais e não explora os problemas que transcendem a tecnicidade da Engenharia de Software tradicional, isto é, as questões econômicas e sociais apontadas como desafios para a área. Apesar disso, essas soluções constituem peças importantes para as novas pesquisas que tratam o software como uma entidade dentro de um sistema maior, cuja semântica agrega uma

rede de questões sociais, de negócio e tecnológicas em um ecossistema de software, ativo e dinâmico (MESSERSCHMITT & SZYPERSKI, 2003).

Um ecossistema de software consiste em um conjunto de atores funcionando como uma unidade que interage com um mercado distribuído entre software e serviços, juntamente com as relações entre estas entidades. Estas relações são frequentemente apoiadas por uma plataforma tecnológica ou por um mercado comum, e operam através da troca de informações, recursos e artefatos (JANSEN *et al.*, 2009b). Ecossistemas de software correspondem a um tópico de pesquisa relativamente recente, denominado *Software Ecosystems* (BOSCH, 2009, PETTERSSON, 2009).

1.2 Motivação

O desenvolvimento de software na indústria madura é baseado em reutilização e utiliza artefatos provenientes deste processo sempre que possível, contribuindo com melhorias (e.g., *time-to-market*, manutenibilidade, escalabilidade etc.) nos processos organizacionais e amadurecendo repositórios internos de componentes (OVERHAGE & THOMAS, 2004). No entanto, um pré-requisito chave para alcançar os benefícios potenciais e, conseqüentemente, alavancar a ESBC de uma maneira geral, consiste na emergência de um *mercado de componentes* global e corporativo (SZYPERSKI *et al.*, 2002). Além disso, estes mercados agregam por si só uma vantagem potencial relacionada ao uso de componentes, uma vez que eles permitem a criação de novos nichos de mercado que propiciam o surgimento de uma gama de oportunidades de negócio e de papéis diferenciados (SANTOS & WERNER, 2009). SOFTEX (2007) apresenta algumas passagens que expressam a opinião das principais consultorias internacionais sobre a evolução do comércio de componentes no mercado internacional:

“Software components are playing a major role in the e-Business platform. Worldwide revenue in this market will increase at a compound annual growth rate (CAGR) of 40%, from \$516 million in 1999 to \$2.7 billion in 2004.”

Fonte: IDC, The Software Construction Components Market, 6/2000

“By 2003, 70 percent of new applications will be deployed as a combination of pre-assembled and newly created components integrated to form complex business systems.”

Fonte: GartnerGroup, Component-Based Development: The Next Wave, 4/1999

“The PwC research uniquely quantifies the total value of the open market for software components over time. Predicted growth rates for the next eight years indicated in the research follow the Figura 1.1. The market for “off-the-shelf” software components will be worth more than \$1 billion by 2002.”

Fonte: Franchee Harmon, PricewaterhouseCoopers (PwC), 1999

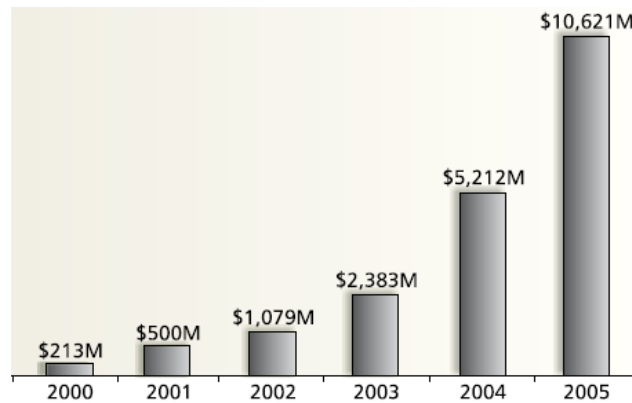


Figura 1.1 – O mercado internacional de componentes de software 2000-2005 (SOFTEX, 2007)

Apesar dessas opiniões não terem se confirmado plenamente no cenário internacional, no Brasil, a ESBC é reconhecida pelo governo como uma abordagem estratégica para a indústria de software, uma vez que almeja concretizar os ideais bem disseminados da Reutilização de Software (SOFTEX, 2007). Porém, existem incertezas significativas de que essa será a principal tecnologia na trajetória da reutilização no cenário industrial. Isso pode ser observado pelo fato de que um mercado de componentes amadurecido ainda não é uma realidade no país devido a alguns inibidores críticos, tais como a baixa disponibilidade de componentes e a imaturidade dos canais de distribuição (WERNER *et al.*, 2009). Adicionalmente, questões pessoais, gerenciais, organizacionais, culturais e de propriedade, bem como a falta de modelos de negócio e de maturidade das empresas (receosas de tornarem seus ativos públicos), correspondem a entraves comuns na realização da Reutilização de Software. Assim, torna-se fundamental aumentar a oferta de componentes de qualidade por parte da indústria, bem como despender esforços em pesquisas na academia para entender a *definição de valor* para esses artefatos, contemplando as suas mais diferentes facetas de cunho técnico, mas também de cunho não-técnico (BOEHM, 2003).

Uma vez que iniciativas de sucesso de mercados de componentes podem não ser facilmente encontradas na prática (e.g., um dos maiores ambientes de mercado de componentes de software e de ferramentas de desenvolvimento é a *ComponentSource* (COMPONENTSOURCE, 2010), mas existem outros exemplos, tal como o *SoftwareStore.com* (SOFTWARESTORE, 2010)), os ambientes de mercado que evoluíram até o presente momento não foram capazes de se estabilizar economicamente e saíram de cena (HAHN & TUROWSKI, 2003). Dessa forma, percebe-se que a evolução (ou revolução) esperada com a ESBC não aconteceu (OVERHAGE & THOMAS, 2004). ERDOGMUS & VANDERGRAAF (1999) afirmam que uma razão

crucial para este problema é a falta de suporte ao armazenamento e à extração de informação de dados históricos, o que inviabiliza a definição de métricas, de modelos de estimativa e de métodos de avaliação, e, conseqüentemente, a maturidade de um mercado de componentes. Isso pode ser a *causa* (pensando no futuro deste mercado) e a *conseqüência* (pensando nas iniciativas existente) das dificuldades referentes à definição de valor para componentes (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000).

Nesse contexto, a Engenharia de Software Baseada em Valor (ESBV) pode contribuir para a organização e o estabelecimento desse mercado (BOEHM, 2003). A ESBV consiste em uma disciplina cujo interesse explícito está em enfatizar as considerações de valor na aplicação de ciência e matemática, através da qual as propriedades de sistemas computacionais se tornam úteis para as pessoas (BIFFL *et al.*, 2006). No caso da ESBC, a ESBV pode auxiliar na constituição de um mercado subjacente, avaliando a sua real importância ao considerar todas as possíveis facetas na definição de valor de um componente (i.e., *custos, lucros, benefícios, riscos, tempo, oportunidades, necessidades, flexibilidades, comportamento e requisitos*). Adicionalmente, a ESBV aponta a importância de se analisar como essas facetas se transformam e evoluem dentro de uma *cadeia de valor* (SANTOS *et al.*, 2009b), considerando as perspectivas e as percepções dos diferentes *stakeholders críticos de sucesso* (SCSs) (BIFFL *et al.*, 2006).

Diante disso, a motivação deste trabalho consiste em possibilitar a proposição e a percepção de valor para componentes enquanto ativos reutilizáveis não limitados a peças de software, utilizando a atuação de um conjunto de SCSs envolvidos em uma cadeia de valor para manter e evoluir um ambiente de mercado. O foco deste trabalho está no tratamento de questões ou aspectos não-técnicos da Engenharia de Software, muitas vezes desconsiderados se comparados a questões ou aspectos técnicos que a fundamentam. Busca-se, ainda, explorar estratégias e mecanismos derivados de outros mercados com o intuito de tratar a informação como um atributo altamente semântico do sistema como um todo (ou dos componentes), e não apenas como um atributo tecnológico de software (MESSERSCHMITT & SZYPERSKI, 2003).

1.3 Problema

Apesar do crescimento da participação no mercado de sistemas desenvolvidos à luz da ESBC de 28% para 70%, entre 1997 e 2002 (YANG *et al.*, 2005, SOFTEX,

2007), os problemas inerentes à organização e manutenção de repositórios e à geração de uma indústria e de um mercado que exponham a ESBC a todos os seus desafios continuam em aberto (SPARLING, 2000, VITHARANA, 2003, MESSERSCHMITT, 2007), o que levou à carência de estatísticas mais atualizadas e contribuiu para a descontinuidade de pesquisas relacionadas. WERNER *et al.* (2009) resumiram que os problemas mais críticos se referem a dificuldades em: (i) **padronização de componentes** (i.e., questões de interface, e canal de comunicação claro e estável entre oferta e demanda) (OVERHAGE & THOMAS, 2004, MARINHO *et al.*, 2009a); (ii) **visualização de informação** necessária para melhorar os processos de tomada de decisão (i.e., extração de informação de qualidade a partir de dados históricos, e que seja útil para os *stakeholders* envolvidos) (ERDOGMUS & VANDERGRAAF, 1999, HAHN & TUROWSKI, 2003, SANTOS & WERNER, 2008); e (iii) desenvolvimento e aplicação de **diretrizes para a realização de customizações** e o **tratamento de propriedade intelectual** (BRERETON *et al.*, 2002, WERNER *et al.*, 2009).

Conforme SZYPERSKI *et al.* (2002) discutem, uma tecnologia imperfeita com um mercado em funcionamento se construirá e se sustentará com base nas redes sociotécnicas, ao passo que uma tecnologia perfeita sem qualquer mercado subjacente desaparecerá. Apesar das numerosas pesquisas em repositórios de componentes (muitas delas não conhecidas publicamente) e mecanismos de busca e recuperação nos anos 1980 e 1990 (MILI *et al.*, 1998), para que essa indústria e seu mercado amadureçam, algumas questões merecem ser consideradas cuidadosamente: a necessidade de alavancar a oferta de componentes de boa qualidade, que sejam facilmente encontrados, compreendidos, adquiridos e reutilizados a partir de canais de distribuição na Internet, que possuam o suporte de ferramentas computacionais para explorar ações, atividades e decisões dos SCSs (BASS *et al.*, 2000); e a dificuldade de explicitar, agregar e perceber o *valor* de componentes (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000), dada a complexidade de análise das facetas de sua definição (SANTOS *et al.*, 2009a).

Ao filtrar a ampla gama de pesquisas e trabalhos desenvolvidos sobre ESBC para analisar aqueles que de alguma forma contemplam minimamente alguns problemas citados acima (i.e., no contexto dos aspectos econômicos e sociais da Engenharia de Software), observa-se que trabalhos importantes na última década tentaram investigar questões de análise de investimento e de definição de valor para componentes de maneira quantitativa (FAVARO *et al.*, 1998, ERDOGMUS & VANDERGRAAF, 1999, ABTS *et al.*, 2000, YANG *et al.*, 2005). No entanto, as pesquisas possuem foco em

decisões de nível mais alto e não exploram ambientes de mercado. Por outro lado, em termos de infra-estruturas para um ambiente de mercado, alguns trabalhos estabelecem papéis e modelos para melhorar atividades técnicas relativas a componentes (e.g., classificação, certificação, padronização, *ranking* e seleção) (e.g., (BRERETON *et al.*, 2002)), algumas, inclusive, implementando teorias econômicas de mercado (e.g., (OVERHAGE & THOMAS, 2004)). No entanto, essas infra-estruturas carecem de mecanismos para qualificar e quantificar as facetas de valor, bem como atender aos SCSs, o que não corrobora a geração de uma cadeia de valor ativa e dinâmica, em que as decisões dos SCSs refletem um ambiente de mercado. Mesmo aquelas que possuem forte apelo comercial (na forma de um *site* de compras) (e.g., COMPONENTSOURCE (2010)), não existe uma preocupação com o tratamento de dados históricos para melhorar o processo de tomada de decisão (e.g., permitir análises de mercado e manipulação de *feedback*).

1.4 Objetivo

Diante do problema apresentado na Seção 1.3, o objetivo deste trabalho é apresentar uma abordagem baseada em valor para apoiar um mercado de componentes focado no entendimento dos movimentos deste mercado, através de um canal de distribuição que contenha mecanismos financeiros e de visualização de informação extraída de dados históricos. Dessa forma, será possível perceber o valor de componentes de maneira mais precisa em um ambiente de mercado, bem como propiciar melhores processos de tomada de decisão dos SCSs.

Para atingir estes objetivos, foram detectadas algumas etapas que serviram de guia para este trabalho de pesquisa: (1) analisar repositórios e mercados de componente, bem como o processo de gerência de reutilização (desenvolvimento *com* reutilização¹) no contexto da ESBV; (2) estabelecer estratégias e mecanismos que subsidiem a definição de valor para componentes com base na estruturação de uma cadeia de valor e na organização de um canal de distribuição que gerencie dados históricos ao tratar componentes como ativos de um mercado derivado a partir de uma análise de outros mercados; (3) identificar um conjunto de SCSs envolvidos nesse mercado, bem como *elementos conceituais, atividades, perspectivas, modelos e facetas de valor* relacionados

¹ Uma vez que esta pesquisa está preocupada com o estabelecimento de uma abordagem que apóie o gerenciamento dos estágios do ciclo de vida de componentes *anterior* (necessidade) e *posterior* (disponibilidade) ao seu desenvolvimento em um mercado subjacente, o processo de desenvolvimento *para* reutilização não será contemplado no escopo deste trabalho.

a cada mecanismo; (4) desenvolver uma análise de elementos para uma abordagem sociotécnica de mercados de componentes, verificando os resultados junto a especialistas na área de Reutilização de Software; e (5) avaliar a aderência da abordagem proposta aos resultados obtidos em (4) e ao processo de gerência de reutilização estabelecido em (SOFTEX, 2009b).

A solução posposta por este trabalho inclui a extensão da biblioteca de componentes *Brechó* (WERNER *et al.*, 2007), de forma a permitir que a definição de valor para os componentes publicados seja explicitada através de suas diferentes facetas, considerando as atividades e perspectivas envolvidas na cadeia de valor. Para isso, foram implementados alguns dos mecanismos estabelecidos pela abordagem, realizando-se as devidas adaptações tecnológicas, quando necessário. Primou-se pela flexibilização da extensão implementada na biblioteca *Brechó* ao se aplicar o conceito de parametrização à configuração das características de cada um dos mecanismos.

1.5 Organização

A presente dissertação está organizada em outros seis capítulos, além deste capítulo de introdução.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre repositórios e mercados de componentes, discutindo o estado da arte da ESBC e os principais conceitos envolvidos. Apresenta-se, também, o processo de gerência de reutilização, que está diretamente relacionado à definição de componentes e à sua avaliação de qualidade.

O Capítulo 3 apresenta os conceitos relacionados à ESBV, tais como a sua teoria inicial e os seus elementos-chave. Discute-se a evolução da área de Economia Aplicada à Engenharia de Software, que remonta à década de 1980, com o intuito de entender o porquê a ESBV aparece com um foco nitidamente não-técnico. Além disso, apresenta-se a área de Ecossistemas de Software, que visa tratar o *sistema* (e não apenas o software), e como a ESBV se integra a este contexto, visando gerir sistemas de qualidade e que agreguem valor aos SCSs.

O Capítulo 4 apresenta a abordagem proposta para apoiar um mercado de componentes baseado em valor, denominada *Brechó-VCM*, que inclui três estratégias-base, uma arquitetura conceitual e um conjunto de mecanismos de mercado subjacentes. O tratamento de questões não-técnicas é explicitado através da proposição e da

percepção de valor dos SCSs diante de ações e de atividades que manipulam componentes em cada instância da cadeia de valor desenvolvida para esse mercado.

O Capítulo 5 descreve os detalhes da implementação da abordagem proposta, por meio de um protótipo acadêmico desenvolvido no contexto do Projeto Brechó (BRECHÓ, 2010). Essa implementação inclui a extensão da biblioteca *Brechó* para contemplar alguns dos mecanismos da abordagem proposta e a definição de pontos de parametrização para flexibilizar a instanciação da arquitetura conceitual da abordagem. Adicionalmente, avalia-se a aderência da infra-estrutura (e, conseqüentemente, da abordagem) a um processo de gerência de reutilização.

O Capítulo 6 realiza uma análise de elementos para uma abordagem sociotécnica de mercados de componentes, discutindo os fatores de sucesso e de fracasso da ESBC, além de verificar os resultados obtidos através de uma pesquisa de opinião com especialistas da área de Reutilização de Software. Esta análise é utilizada como insumo para a verificação da abordagem *Brechó-VCM* enquanto uma solução aderente a um processo de qualidade e adequada ao tratamento conjunto de questões econômicas, sociais e tecnológicas.

O Capítulo 7 apresenta algumas conclusões, incluindo as contribuições e as limitações deste trabalho, além das possibilidades de trabalhos futuros.

Por fim, os Apêndices A e B incluem os documentos utilizados para aplicação da pesquisa de opinião descrita no Capítulo 6, e o Apêndice C exhibe os dados obtidos.

Capítulo 2 – Repositórios e Mercados de Componentes e o Processo de Gerência de Reutilização

2.1 Introdução

O desenvolvimento de software remonta a 1948, no Reino Unido, quando a máquina experimental de pequena escala Manchester “Baby” (o primeiro computador de programa armazenado do mundo) executou as instruções do seu primeiro programa, em 21 de Junho (EZLAN *et al.*, 2002). Desde então, ocorreu um contínuo fluxo de inovações em direção às fronteiras de métodos, técnicas e ferramentas para melhorar o processo de desenvolvimento de software (BOEHM, 2006). Fluxo este, inclusive, alavancado pela chamada *crise do software* (termo cunhado no final da década de 1960), devido às frustrações e apreensões que envolviam o desenvolvimento e a manutenção de produtos de software (PRESSMAN, 2009).

Assim, partindo das *sub-rotinas* da década de 1960, passando pelos *módulos* de 1970, pelos *objetos* de 1980, e atingindo os *componentes* de 1990 e os *aspectos* dos anos 2000, a história do desenvolvimento de software, ou melhor, da Engenharia de Software, se desenrolou de forma ascendente, visando resolver a dualidade *crecente capacidade e aquecimento econômico versus crescente complexidade* (ALMEIDA *et al.*, 2007). Este cenário está diretamente relacionado ao fato de que os projetos de software vêm se tornando mais complexos e não-controláveis, além de problemas relacionados a cronograma, custos e falhas em atender às proposições de valor dos clientes (i.e., conciliação entre os requisitos especificados e aqueles do sistema).

Paralelamente, foi e é natural perceber que um produto de software não deve ser construído completamente do zero, de maneira que artefatos de software (e.g., código, desenho², documentos etc.) sejam “copiados” e adaptados para serem ajustados a novos requisitos ou contextos. Considerando a necessidade de sistematização deste processo, a academia e a indústria se inclinaram para investigar soluções que o tornassem adequado ao processo de desenvolvimento de software de qualidade, o que resultou no surgimento das primeiras idéias sobre reutilização na década de 1970 (SAMETINGER, 1997) e no estabelecimento da área de Reutilização de Software *per si*, na década de 1980

² Do inglês, *design*, cuja tradução também pode ser feita para *projeto*. No entanto, a palavra desenho foi escolhida a fim de distinguir esta etapa de desenvolvimento do projeto (*project*) como um todo.

(KRUEGER, 1992). Como um passo importante na trajetória da Reutilização de Software, surge a Engenharia de Software Baseada em Componentes (ESBC) (SAMETINGER, 1997), exatamente por vislumbrar a reutilização de componentes (ao nível de código) sem alteração de sua implementação e sem grandes custos de desenvolvimento para os integradores (i.e., “apenas” o ideal custo de montagem), inicialmente, o que relembra a trajetória do *hardware*.

No entanto, a idéia de construção de sistemas de software a partir de componentes pré-fabricados, que poderiam ser compartilhados ou comercializados em um ambiente de mercado, têm estado presente na agenda da Engenharia de Software desde o final da década de 1960 (MCILROY, 1968). Assim, uma vez que a idéia preconizada pela ESBC despertou um interesse mais difundido nas comunidades de pesquisa e desenvolvimento, saltando aos olhos da indústria, apenas na década de 1990 (GIMENES & HUZITA, 2005), algumas dúvidas emergiram diante da sua concretização. Dado que existia uma escala na produção de componentes e que os custos de produção tendem à redução, com ganhos de produtividade associados, *onde e como os componentes de software deveriam ser armazenados, disponibilizados e compartilhados-comercializados visando explorar, ao máximo, os benefícios da ESBC?*

Considerando que a ESBC é uma abordagem compositiva³ para reutilização, os componentes devem ser colecionados em repositórios, e estes podem servir como entidades tanto para um cenário intra- e/ou inter-organizacional (compartilhamento de componentes entre equipes de projeto) como para um cenário competitivo (troca e comercialização de componentes em um mercado) (SANTOS & WERNER, 2009). Entretanto, a existência de repositórios não corresponde ao único elemento crítico para o sucesso de um programa de reutilização na ESBC (GUO & LUQI, 2000). Identificar componentes reutilizáveis e suas funcionalidades é fundamental para aumentar a produtividade com a ESBC, levando em conta informações sobre um processo de gerência de reutilização de componentes como, por exemplo, a visualização de especificação, adaptação, teste e implantação (LEE *et al.*, 2003). Adicionalmente,

³ Dentre as técnicas ou abordagens utilizadas para se realizar a Reutilização de Software, distinguem-se: a *abordagem compositiva*, que apóia o desenvolvimento de sistemas de forma *bottom-up* a partir de um repositório de componentes de baixo nível disponibilizados (mecanismos de classificação e recuperação são importantes neste contexto); e a *abordagem gerativa*, que se baseia na reutilização do processo de geração mais do que na reutilização de componentes, sendo freqüentemente específica de domínio, adotando estruturas-padrão de sistemas (arquiteturas de referência e arquiteturas genéricas) e interfaces padronizadas para componentes. Uma abordagem combinada também é possível (SAMETINGER, 1997).

serviços de gerenciamento de modificação, evolução e qualidade se tornam essenciais para a base de um caso de sucesso com a ESBC (FRAKES & KYO KANG, 2005).

Dessa forma, este capítulo visa investigar três elementos importantes que se projetam a partir do tratamento da ESBC como uma abordagem para a Reutilização de Software: *repositórios, mercados e processos de gerenciamento de reutilização* de componentes. Para isto, o capítulo está organizado da seguinte forma: na Seção 2.2, são apresentadas algumas definições importantes da ESBC frente à Engenharia de Software tradicional; na Seção 2.3, são discutidos os conceitos relacionados a repositórios de componentes e, na Seção 2.4, discorre-se sobre o estado da arte de mercados de componentes; a Seção 2.5 trata o processo de gerência de reutilização, visando entender como a qualidade deve ser almejada no desenvolvimento de software com a ESBC; finalmente, a Seção 2.6 conclui o capítulo com algumas considerações finais.

2.2 Engenharia de Software Baseada em Componentes

O todo *engloba* as partes e as partes *compõem* o todo. *Compor*, do latim, **com** (“juntos”) e **ponere** (“colocar”). As partes que são utilizadas para compor são, etimologicamente, *componentes*. Por definição, todo sistema (de software) engloba um conjunto de componentes, de maneira que estes componentes resultam de uma abordagem de decomposição, uma técnica padrão para resolução de problemas (BACHMANN *et al.*, 2000). Assim, a expressão *sistema baseado em componentes* tem um significado inerente de “todo baseado em partes”. No entanto, muitas vezes, a soma das partes pode ser maior que o todo (e.g., tecnicamente, código “cola” para integração).

No contexto das pesquisas na área de Reutilização de Software (FRAKES & KYO KANG, 2005), destaca-se a expansão das práticas de desenvolvimento que privilegiam a separação de interfaces e suas respectivas implementações. Assim, métodos e técnicas baseadas em componentes têm despertado cada vez mais interesse. Dentre os fatores que estimulam o desenvolvimento de software baseado em componentes, pode-se incluir o avanço da Internet e da computação distribuída; a atualização de sistemas legados de plataforma alta (*mainframes*) para plataforma baixa usando sub-sistemas interoperáveis; e o amadurecimento de padrões de infra-estrutura para desenvolver aplicações baseadas em componentes (WERNER & BRAGA, 2000).

A motivação que alavanca o interesse na reutilização de componentes na Engenharia de Software também pode ser compreendida pela busca de benefícios

preconizados pela própria Reutilização de Software, tais como (LINDQVIST & JONSSON, 1998, SOFTEX, 2007): (i) a redução de tempo de desenvolvimento (*time-to-market*), em função da redução de complexidade e do aumento da interoperabilidade na construção de sistemas utilizando componentes; (ii) a redução de custos, pela reutilização de componentes em múltiplos sistemas; (iii) o aumento de qualidade, pela reutilização e teste dos mesmos componentes em diversos e diferentes sistemas; (iv) o aumento da manutenibilidade, pela facilidade de localização, isolamento e troca de componentes nos sistemas; (v) o aumento da produtividade dos engenheiros de software; (vi) o aumento da adaptabilidade, de tal forma que mudanças em processos de negócio e em políticas sejam mais facilmente implementadas; e (vii) o aumento da confiabilidade, como aspectos de segurança e escalabilidade, uma vez que sistemas de missão crítica precisam operar em ambientes distribuídos e, muitas vezes, expostos.

Para que estas premissas e benefícios se tornem efetivamente reais, torna-se necessário uma compreensão comum dos conceitos envolvidos na ESBC. Conforme apresentado em (SOFTEX, 2007), uma analogia que pode auxiliar a compreensão sobre componentes de software é o brinquedo Lego®. As peças do clássico brinquedo de montar podem simbolizar a idéia de componentes em um sentido mais geral. Essas peças permitem a montagem de automóveis, casas, aviões, navios, pessoas, etc., em um número infinito de possibilidades, cujos limites são dados pela *variedade de formatos*, pela *intercambialidade das peças* e pela *criatividade do “construtor”*. Dessa forma, mudando-se a posição das peças, um mesmo objeto montado a partir dessas peças pode gerar novos formatos. Algumas peças podem ser empregadas na construção de qualquer objeto. Outras têm funções muito específicas e, portanto, menor intercambialidade.

A partir da analogia exposta acima, do ponto de vista da Engenharia de Software, pode-se definir o *componente de software* como (BRAGA, 2000):

Componentes de software são *artefatos **autocontidos**, claramente **identificáveis**, que descrevem ou realizam uma **função** específica e têm **interfaces** claras, em conformidade com um dado modelo de arquitetura de software, **documentação** apropriada e um grau de **reutilização** definido.*

Para melhorar o entendimento da definição apresentada acima, alguns termos são detalhados por SAMETINGER (1997) de maneira mais aprofundada. A Tabela 2.1 descreve os termos envolvidos na definição de um componente e a Figura 2.1 ilustra os elementos referentes ao contexto de concepção e desenvolvimento de um componente. Obviamente, existem outras definições para componentes de software, as quais

representam apenas variações umas das outras, com foco em um ou outro elemento da Tabela 2.1 (e.g., SAMETINGER, 1997, BASS *et al.*, 2000, SZYPERSKI *et al.*, 2002). Frequentemente, entretanto, destaca-se o *componentware*, em que componentes estão associados a pacotes de código binário que se inter-relacionam por uma arquitetura ou modelo de componentes, sem considerar todo o seu processo de desenvolvimento (e.g., artefatos produzidos que são passíveis de reutilização). Por outro lado, os componentes de software reutilizáveis podem variar desde código binário a modelos e especificações de projeto, requisitos e casos de testes, tornando a reutilização mais efetiva. A partir desta discussão conceitual, depreende-se que o princípio que levou ao desenvolvimento de componentes foi o de aperfeiçoar a construção de novos produtos de software a partir de “partes de programas” já existentes – um processo natural de padronização, como em outras indústrias, só que em formato “intangível” aparentemente (SOFTEX, 2007).

Tabela 2.1 – Termos envolvidos na definição de um componente (GUERRA & COLOMBO, 2009)

TERMO	DEFINIÇÃO
<i>Autocontido</i>	Característica dos componentes de poderem ser reutilizáveis sem a necessidade de incluir ou depender de outros componentes. Caso haja alguma dependência, todo o conjunto deve ser abstraído como um componente reutilizável.
<i>Identificação</i>	Componentes devem ser facilmente identificados, ou seja, devem estar armazenados em um único lugar, ao invés de espalhados e misturados com outros artefatos de software ou documentação.
<i>Funcionalidade</i>	Componentes têm uma funcionalidade clara e específica que realizam e/ou descrevem. Assim, componentes podem realizar funções ou podem ser simplesmente descrições de funcionalidades (e.g., artefatos do ciclo de vida).
<i>Interface</i>	Componentes devem possuir interfaces claras, que indicam como estes podem ser reutilizados e conectados a outros componentes, devendo-se ocultar os detalhes que não são necessários para a reutilização <i>per se</i> (encapsulamento).
<i>Documentação</i>	A existência de documentação é indispensável para a reutilização. O tipo de componente e a sua complexidade indicarão a conveniência do tipo de documentação.
<i>Condição de reutilização</i>	Componentes devem ser mantidos de maneira a preservar a reutilização sistemática, e a condição de reutilização envolve informações variadas, tais como quem é o proprietário (<i>produtor</i>), quem deve ser contatado em caso de problema (<i>mantenedor</i>), qual é a situação de qualidade (<i>certificador</i>), etc.

Naturalmente, o grau de utilização de componentes para se construir um produto de software completo varia em função dos níveis de desenvolvimento requeridos para cada solução (WERNER & BRAGA, 2000). Dessa forma, pode-se sumarizar que a

atuação da ESBC no contexto da Reutilização de Software (i) envolve as práticas necessárias para o desenvolvimento baseado em componentes de forma sistemática, (ii) define diversas características fundamentais e (ii) estuda as vantagens e desvantagens da adoção de componentes (SZYPERSKI *et al.*, 2002).

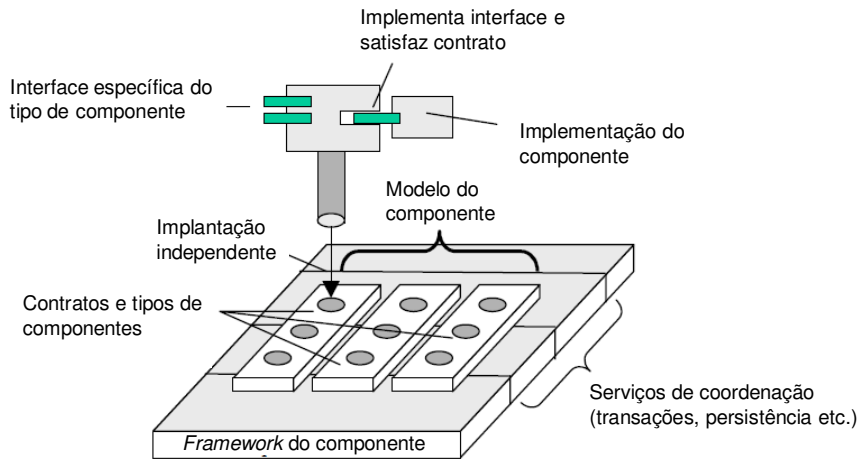


Figura 2.1 – Elementos do contexto de concepção e desenvolvimento de um componente (BACHMANN *et al.*, 2000)

2.2.1. Classificação de Componentes e Graus de Reutilização

Visando atingir uma classificação de componentes do ponto de vista de sua utilização e especificidade, pode-se distinguir três grupos (SOFTEX, 2007), conforme apresentado na Figura 2.2, dispostos em regiões de uma curva inversamente proporcional entre dois extremos, o *grau de reutilização* e o *escopo de aplicação*:

- *Componentes genéricos*: são componentes de uso comum em muitos sistemas (e.g., os componentes de interface com os usuários – GUI);
- *Componentes de serviços*: são componentes que fornecem serviços especializados, mas que não são específicos do ponto de vista de domínio de aplicação (e.g., componentes para tratamento de erros em comunicação de dados, criptografia, segurança, geração de gráficos etc.);
- *Componentes de domínio*: são componentes específicos para domínios definidos, que implementam regras de negócios (de simples a complexas) (e.g., regras do setor financeiro ou da construção civil).

No entanto, para intensificar as ligações entre estes três grupos de componentes e a ESBC no contexto da Reutilização de Software, esta pode ser classificada em quatro

categorias (SZYPERSKI, 2003), ressaltando que as três primeiras categorias pertencem ao escopo de atuação da Engenharia de Software tradicional:

- *Reutilização de código fonte*: trechos de código reutilizável são utilizados durante a fase de desenvolvimento de um novo produto de software (“copiados e colados”);
- *Reutilização de partes de software*: reutilização de arquitetura e de implementação de fragmentos de produtos de software em diferentes projetos. Exige um processo de desenvolvimento mais elaborado, uma vez que a reutilização ocorre durante o desenho da arquitetura do projeto e da implementação do código. Como na categoria anterior, não existe o conceito de um componente como uma parte identificável na aplicação final, não sendo substituído com facilidade;
- *Integração dinâmica de componentes de diversas fontes*: a reutilização ocorre na fase de desenvolvimento do produto de software. O sistema está desenvolvido e as novas funcionalidades são acrescentadas a partir de software do tipo *plug-in*⁴ (e.g., *plug-ins* adicionados aos *browsers* para visualizar arquivos com extensão .pdf);
- *Componentização*: esta é a categoria mais complexa. Faz parte de suas características que a atualização, a extensão do sistema e a integração possam acontecer dinamicamente, permitindo que os componentes sejam utilizados além das fronteiras das organizações. Assim sendo, esta categoria concentra as pesquisas atuais da ESBC e, também, a revolução potencial que pode ser proporcionada pela tecnologia de componentes.

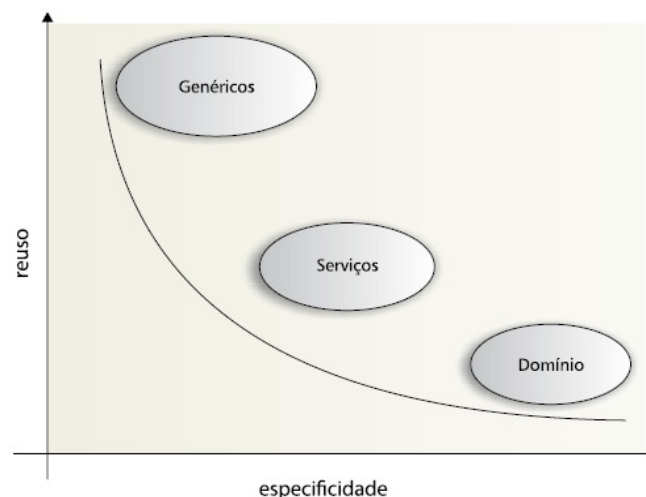


Figura 2.2 – Distribuição de componentes por grau de reutilização versus especificidade de aplicação (SOFTEX, 2007)

⁴ Componentes para a execução de uma função específica em um produto de software determinado, integrados através de uma interface publicada pelo produto de software principal. Normalmente são desenvolvidos *a posteriori* e não necessariamente pelo autor original do produto de software principal.

2.2.2. Engenharia de Software Tradicional e ESBC

De maneira simplificada, o processo tradicional de desenvolvimento de software (desde sistemas mais simples até os mais complexos) apresenta sete etapas, conforme a primeira coluna da Tabela 2.2. Neste modelo, embora a reutilização ocorra e existam procedimentos de Engenharia de Software para que ela seja maximizada, o sistema é desenvolvido praticamente do zero (PRESSMAN, 2009). Por outro lado, na ESBC, o sistema é desenvolvido por meio da integração de diversos componentes existentes, cujas etapas estão listadas na segunda coluna da Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Diferenças entre a Engenharia de Software tradicional e a ESBC (SOFTEX, 2007)

ENGENHARIA DE SOFTWARE TRADICIONAL	ENGENHARIA DE SOFTWARE BASEADA EM COMPONENTES
(a) Análise de requisitos do cliente	(a) Análise dos requisitos do cliente
(b) Especificação do sistema a ser desenvolvido	(b) Especificação do sistema a ser desenvolvido
(c) Aprovação da especificação pelo cliente	(c) Aprovação da especificação pelo cliente
(d) Desenho da arquitetura do software (artefatos do desenho podem ser reutilizados)	(d) Busca e seleção dos componentes que serão utilizados
(e) Implementação do sistema (reutilização de funções ou módulos já desenvolvidos para outros projetos)	(e) Desenvolvimento das partes que não foram atendidas por componentes já existentes
(f) Testes	(f) Integração
(g) Implantação do sistema no cliente	(g) Testes de integração
	(h) Implantação do sistema no cliente

Apesar de haver etapas comuns entre os dois modelos, a adoção da ESBC faz com que todo o sistema seja construído de maneira diferente, dado que os *stakeholders* devem ter em mente que o sistema é desenvolvido por meio da utilização de componentes. Assim, leva-se em consideração a disponibilidade de componentes, o desenvolvimento de novos componentes e a maximização do grau de reutilização destes (SOFTEX, 2007). Isso faz com que o projeto agregue uma complexidade adicional, decorrente da preocupação econômica e técnica diante do tratamento da característica de reusabilidade – o que requer a organização de um processo estruturado na ESBC, uma vez que a sua razão de existir está diretamente relacionada à possibilidade de viabilizar uma abordagem para a Reutilização de Software (CAI *et al.*, 2000).

Por fim, a Figura 2.3 ilustra, em alto nível, o processo de desenvolvimento de software na ESBC. Diante do exposto neste capítulo até o momento, torna-se viável identificar as principais vantagens e desvantagens do uso de componentes e,

conseqüentemente, da ESBC como uma abordagem para Reutilização de Software. A Tabela 2.3 exhibe uma sumarização desta identificação baseada em (ABTS *et al.*, 2000).

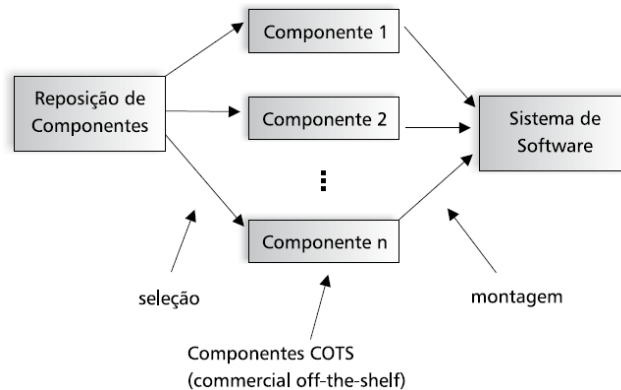


Figura 2.3 – Desenvolvimento de software na ESBC (SOFTEX, 2007)

Tabela 2.3 – Potenciais vantagens e desvantagens da utilização de componentes no desenvolvimento de software com a ESBC

POTENCIAIS VANTAGENS	POTENCIAIS DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • disponibilidade imediata • menores custos de desenvolvimento • menores custos de manutenção • previsibilidade de tarifação e desempenho • riqueza de funcionalidades • ampla utilização levando a tecnologias maduras • atualizações freqüentes antecipando necessidades • suporte dedicado pelos fornecedores • independência de <i>hardware</i> e software • acompanhamento das necessidades tecnológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • dificuldades de licenças e propriedade intelectual • tarifas de licenciamento antecipadas • tarifas de manutenção recorrentes • confiabilidade desconhecida ou inadequada • riqueza de funcionalidade pode comprometer usabilidade e desempenho • restrições de funcionalidades e eficiência • falta de controle sobre atualizações e manutenção • dependência de fornecedores • incompatibilidades e dificuldades de integração • sincronização entre múltiplos fornecedores

2.3 Repositórios de Componentes

Um programa de reutilização de sucesso na ESBC requer uma ampla variedade de componentes de alta qualidade, mecanismos de recuperação e de classificação apropriados, meios flexíveis para combinar componentes e meios para adaptar componentes a necessidades específicas (WERNER & BRAGA, 2000). Em um cenário ideal, os componentes ditos reutilizáveis são atômicos e permanecem inalterados. No entanto, este cenário freqüentemente não pode ser atingido, de forma que os componentes têm que ser modificados e ajustados a fim de alcançar as necessidades dos “reutilizadores”. Somente assim, durante a etapa de integração, os componentes serão

tratados como elementos passivos, combinados com base em princípios bem definidos e cruciais para sistemas concebidos na ESBC (GIMENES & HUZITA, 2005).

Dessa forma, para que o desenvolvimento *com* reutilização aconteça, um elemento importante é o *repositório de componentes*. De acordo com SAMETINGER (1997), um repositório de componentes é uma base preparada para armazenar e recuperar componentes. A fim de garantir uma recuperação eficiente, destaca-se a importância do armazenamento de informação adicional sobre os componentes. Isto é, a probabilidade que os engenheiros de software têm de reutilizar componentes construídos previamente (ao invés de desenvolvê-los a partir do zero) está diretamente relacionada à sua disponibilidade em um repositório, incluindo a facilidade para localizá-los e recuperá-los.

Dentre os repositórios existentes, SAMETINGER (1997) distingue três tipos:

- *Repositórios locais*: correspondem aos repositórios que armazenam componentes de propósito geral em um repositório único;
- *Repositórios específicos a um domínio*: correspondem aos repositórios que armazenam componentes específicos, com escopo bem definido, podendo prover componentes alternativos para as mesmas tarefas;
- *Repositórios de referência*: correspondem aos repositórios que auxiliam na busca por componentes em outros repositórios, funcionando como uma espécie de páginas amarelas no contexto da ESBC.

A reutilização potencial pode ser ampliada ao se prover acesso a diversos repositórios de componentes espalhados e conectados em rede. Além de acesso a um repositório central interno da organização, os engenheiros de software podem utilizar componentes provenientes de um contexto cooperativo (entre departamentos ou entre empresas) e/ou de um contexto aberto (outros repositórios disponíveis na *Web*, acessados via Internet). Para SAMETINGER (1997), naturalmente, direitos de propriedade (*copyright*) se tornam essenciais neste segundo contexto, a depender do tipo de repositório (i.e., privado, comercial, não lucrativo, governamental ou de domínio público). Adicionalmente, faz-se interessante destacar alguns fatos sobre a evolução de repositórios (BANKER *et al.*, 1993), que persistem até hoje:

- O nível de reutilização não varia diretamente com relação ao número de componentes disponíveis (i.e., o nível de reutilização não aumenta necessariamente quando o número de componentes aumenta);

- A maior parte dos componentes é reutilizada dentro do mesmo projeto;
- Os engenheiros de software tendem a reutilizar componentes de software que foram desenvolvidos por eles mesmos.

Esta realidade sugere que os mecanismos de busca providos pelos repositórios ou são inadequados ou não são complementarmente explorados. Sob um aspecto prático, conforme SEACORD (1999), repositórios tradicionais (locais e centralizados, que armazenam componentes genéricos), de larga escala, historicamente falharam, sobretudo em decorrência da sua concepção como sistemas centralizados e “inchados” (WERNER & BRAGA, 2005). Assim, torna-se mais interessante obter melhores resultados com repositórios específicos a um domínio e/ou de referência. A Internet e, especialmente, a possibilidade de interconectar repositórios heterogêneos e distribuídos contribuem para o crescimento de repositórios de referência. Em todos os casos, o método de representação utilizado na publicação de componentes é decisivo para a sua recuperação apropriada e reutilização efetiva.

Ao mesmo tempo, deve-se recordar que, na ESBC, existe um processo de produção-gerência-consumo, que inclui alguns papéis básicos (SAMETINGER, 1997, APPERLY, 2001, SZYPERSKI *et al.*, 2002): (i) **produtores**, que focam na produção e publicação de componentes (desenvolvimento *para* reutilização); (ii) **consumidores**, que focam em encontrar e utilizar componentes (desenvolvimento *com* reutilização); e (iii) **gerentes de reutilização**, que focam em organizar e gerenciar a qualidade e a disponibilidade dos componentes. A Figura 2.4 ilustra o processo que apóia as atividades desempenhadas por estes papéis na ESBC.

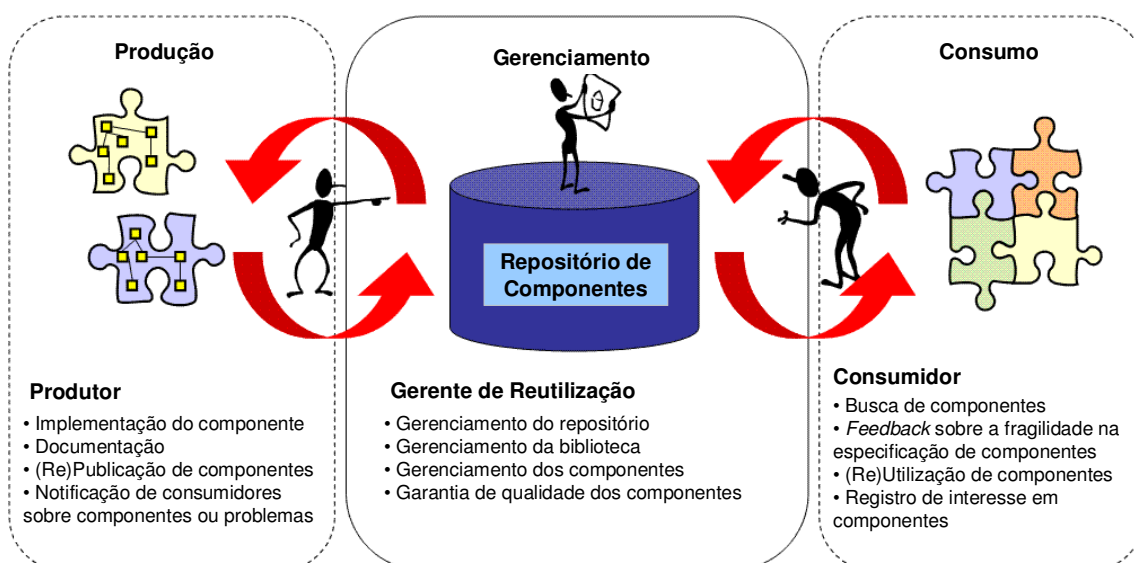


Figura 2.4 – Processo de produção-gerência-consumo na ESBC (ALMEIDA *et al.*, 2007)

Por um lado, a fim de mensurar ou qualificar o sucesso da reutilização com a ESBC, o repositório deve coletar e analisar dados referentes à avaliação contínua de procedimentos e ferramentas, auxiliando o entendimento da definição de valor para componentes. Neste caso, o repositório de referência é um elemento importante, uma vez que provê um catálogo que centraliza diferentes componentes de diversos repositórios espalhados, e possui propriedades funcionais e configuráveis para apoiar mecanismos de armazenamento, publicação, documentação, busca e recuperação. Ainda, este repositório deve considerar cenários colaborativos e competitivos (SANTOS & WERNER, 2009), incluindo a utilidade da coleção de componentes reutilizáveis, a precisão da sua classificação e a responsabilidade geral do repositório com relação a necessidades, percepções de valor e papéis dos *stakeholders*.

Conseqüentemente, um fator-chave que precisa ser contemplado por repositórios consiste na documentação do componente, calibrada pela coleta de dados durante todo o seu ciclo de vida, dado que esta é essencial para estabelecê-los e operacionalizá-los. Por outro lado, o sucesso e os benefícios preconizados pela ESBC como abordagem de reutilização estão atrelados à exploração de um mercado que a exponha a desafios como portabilidade, escalabilidade, confiabilidade e propriedade, além de facilitar o comércio de componentes entre produtores e consumidores (BRERETON *et al.*, 2002).

2.3.1. Atividades Relacionadas ao Ciclo de Vida de Componentes

Conforme WERNER & BRAGA (2005), quando se trata de um repositório de componentes, surge uma questão: como se dão a busca e a seleção desses componentes armazenados? Estas operações se relacionam diretamente com a qualidade dos mecanismos de classificação dos componentes, diversos deles explorados na literatura. Para que um mercado consumidor amadureça, criando um ambiente para explorar a ESBC em larga escala, mecanismos de localização, compreensão e aquisição de componentes a partir de repositórios se tornam fundamentais. Por outro lado, LUCRÉDIO *et al.* (2004) enfatizam que métodos, ferramentas, modelos de componentes e outras tecnologias têm pouca utilidade, caso não exista um mercado consumidor para os componentes produzidos.

LUCRÉDIO *et al.* (2004) destacam, ainda, duas categorias freqüentemente encontradas na literatura, no que diz respeito à *documentação* de componentes, distintas pela existência de um *vocabulário controlado* ou *não-controlado*. No primeiro caso,

utilizam-se termos predefinidos para descrever um componente, enquanto no segundo caso, qualquer termo pode ser utilizado abertamente. Como exemplos de estratégias de vocabulário não controlado, destacam-se as buscas por *texto livre* ou *palavras-chave*, e, como exemplos de estratégias de vocabulário controlado, a *classificação enumerada* (i.e., criação de hierarquias de termos), a *técnica de facetas* (i.e., componentes são classificados a partir de um conjunto de diferentes perspectivas, dimensões e pontos de vista formados com base em um vocabulário específico de domínio (PRIETO-DÍAZ, 1991)) ou os *pares de atributos* (BARROS, 1995).

Apesar dessas estratégias representarem aquelas mais comuns no cenário prático, nenhuma delas se mostrou a mais eficiente para a busca e seleção de componentes até o momento, fato confirmado, inclusive, por um estudo experimental no passado (POULIN, 1995). Os resultados conseguidos mostram também que a melhor estratégia estaria na combinação de todas elas, com a ressalva de que as abordagens baseadas em texto livre e na classificação enumerada se destacaram como as mais promissoras, dado que a experiência era baseada em componentes na forma de código.

Uma vez que este problema continua em aberto na ESBC, pode-se recorrer à formalização do problema de busca e recuperação de componentes, exposta por MILI *et al.* (1995), sob a perspectiva de que estes pontos sejam o mais próximo possível um do outro para que os componentes sejam recuperados corretamente: (i) *a representação do espaço do problema da forma que o engenheiro de software entenda*; e (ii) *o espaço da consulta, que consiste na representação do entendimento do engenheiro de software de maneira que possa ser compreendido pelo mecanismo de busca*. De acordo com WERNER & BRAGA (2005), a busca também deve ser a mais automatizada e transparente possível, pois a Internet permite a disponibilidade de uma grande quantidade de componentes, o que torna a atividade de busca mais complicada. Isso leva a pensar em abordagens que exploram o potencial da *Web* e a natureza distribuída dos componentes (e.g., técnicas de aprendizado, introdução de filtros, personalizações etc.) (BRAGA, 2000).

Dessa forma, a documentação de componentes focaliza, geralmente, como o componente realiza as suas funcionalidades. Os consumidores potenciais, no entanto, iniciam uma busca a partir de necessidades que dizem respeito ao *que* é desejado e não *como* é realizado. Esta diferença pode levar a resultados inadequados de busca. Além disso, considerando a existência de componentes de qualidade, a preocupação dos consumidores passa a residir na utilização destes durante o desenvolvimento de sistemas

ou de novos componentes, alvo da etapa de integração na ESBC. Neste aspecto, algumas questões relevantes devem ser tratadas pelo responsável pela integração, tais como seleção, interoperabilidade, controle de qualidade e manutenção (BRERETON & BUDGEN, 2000). Assim, o papel do chamado *integrador* (consumidor) passa a contemplar as seguintes atividades:

- A identificação de novas oportunidades de negócio;
- O gerenciamento de estilos contratuais distintos entre produtores e consumidores;
- O relacionamento com produtores (fornecedores) de confiança;
- A demonstração de novos produtos para consumidores potenciais;
- O gerenciamento de custo-benefício entre componentes conhecidos, custos de avaliação de novos componentes e as necessidades dos requisitos existentes; e
- A medição de produtividade.

Finalmente, percebe-se que as atividades de documentação, publicação, busca, recuperação, integração e manutenção de componentes são importantes para prover o sucesso de um programa de reutilização com a ESBC, considerando um cenário intra- e inter-organizacional. O suporte de ferramentas, neste caso, se torna um fator crítico para as atividades de integração e de manutenção, especialmente na busca, compreensão de componentes, avaliação de riscos e visualização dos impactos de decisões tomadas (LUQI & GUO, 1999). Isso permite capturar um indício de que a completude na definição de valor de um componente, bem como na identificação e modelagem de dados relacionados implica na melhor organização e evolução de repositórios, uma vez que relatórios podem ser obtidos ao longo do tempo, a fim de verificar se as necessidades dos papéis envolvidos na ESBC são satisfeitas. Para fins de um cenário competitivo em um mercado de componentes efetivo, o que representa uma tendência apregoada desde o início da década de 2000 por SZYPERSKI *et al.* (2002), novos mecanismos que abordam atividades que exploram o valor de componentes em repositórios devem compor a agenda de pesquisa da ESBC. Além disso, questões não-técnicas devem ser tratadas, tais como questões legais, econômicas, organizacionais e motivacionais, através da extração e visualização de informações.

2.3.2. Soluções e Delineamentos em Repositórios de Componentes

De acordo com HENNINGER (1996), repositórios devem ser projetados para atender às necessidades dinâmicas e evolutivas das organizações de desenvolvimento de

software. As abordagens atuais para repositórios de componentes focam amplamente em prover a classificação dos mesmos, o que exacerba os problemas de aquisição e de evolução ao requerer esforços custosos para análise de domínio⁵ e classificação, antes mesmo que um repositório possa ser utilizado efetivamente. Isto significa que antecipar todas as necessidades ou entender piamente o que agrega valor a um componente em um primeiro momento (sem expor o repositório à dinâmica de utilização) é complexo, custoso e, ainda, passível de frustração. O fato de que as pessoas utilizam um vocabulário diverso para descrever as suas necessidades de informação impactará certamente a recuperação do componente desejado pelo engenheiro de software.

Repositórios cuja estrutura é flexível (parametrizável) e cuja informação é explorada (manipulação de dados históricos) representam estratégias a serem aprimoradas na ESBC (SANTOS *et al.*, 2009b). Evidentemente, as tecnologias hipermídia e de padrões visuais podem contribuir para minimizar algumas barreiras psicológicas inerentes à ESBC. Por exemplo, melhorias podem ser obtidas na maneira de buscar e recuperar componentes em repositórios, bem como na motivação para ler e compreender componentes construídos por outras pessoas (WERNER *et al.*, 1997) – barreiras decorrentes da síndrome do “não inventado aqui” (SAMETINGER, 1997).

Por outro lado, a literatura apresenta diversas estratégias para o desenvolvimento de repositórios com diferentes características e perspectivas: (i) repositórios baseados em semântica, que combinam pesquisas sobre ontologias e conhecimento de domínio (MELING *et al.*, 2000, LI *et al.*, 2008); (ii) repositórios baseados em mineração e associação de perfis de componentes (HONG & KIM, 1997, LUQI & GUO, 1999); (iii) repositórios baseados em aspectos, isto é, na indexação e consulta de componentes baseados em características sistêmicas de alto nível (e.g., interface com usuário, persistência, distribuição, segurança e apoio ao trabalho cooperativo) (GRUNDY, 2000); (iv) repositórios baseados em busca sensível ao contexto (YE & FISCHER, 2001); (v) repositórios baseados em processo de ESBC e ciclo de vida de componentes (LEE *et al.*, 2003); (vi) repositórios baseados no tratamento de questões não-técnicas, tais como motivação dos *stakeholders* de equipes de projeto (POULIN, 1995); e (vii) repositórios estruturados conforme a definição de componente como ativo de domínio (HENNINGER, 1996, O'BRIEN *et al.*, 2002).

⁵ Análise de domínio é o processo de identificar e organizar o conhecimento sobre alguma classe de problemas (domínio), visando apoiar a descrição e a solução destes (PRIETO-DÍAZ & ARANGO, 1991).

A partir desse contexto, um conjunto mínimo de características que delineiam a construção e organização de repositórios pode ser apontado para sumarizar o papel destes na ESBC (MILI *et al.*, 1998, GUO & LUQI, 2000, ALMEIDA *et al.*, 2007):

- Mecanismos de busca que combinam minimamente as abordagens de texto livre, palavras-chave e técnica de facetar;
- Navegabilidade entre componentes do repositório por meio de categorias;
- Geração de relatórios (e.g., nível de colaboração entre os engenheiros de software, atividades de reutilização, categorias e componentes com maior número de acessos em processos de busca e recuperação etc.);
- Notificação de *stakeholders* (e.g., comunicação dos consumidores sobre manutenções corretivas ou evolutivas solicitadas para componentes por eles adquiridos, ofertas, notícias gerais etc.);
- Serviços de manutenção (e.g., administração do conceito de componente para o repositório, bem como atualização contínua do conjunto de categorias existentes);
- Gerenciamento de versão de componentes;
- Gerenciamento de dependências entre componentes (i.e., um componente que depende de outros para realizar a sua função e assim sucessivamente);
- Especificação da publicação de componentes (o que inclui o fornecimento de informações que compõem a documentação dos componentes);
- Serviços de *feedback* (i.e., mecanismos de avaliação de produtores e de componentes disponibilizados);
- Integração com ambientes de desenvolvimento de software, facilitando a recuperação automática de componentes a partir da própria ferramenta de trabalho (*Integrated Development Environment* ou IDE) do engenheiro de software;
- Apoio a múltiplos repositórios, de maneira que estes possam ser agregados por um repositório de referência, atingindo maior abrangência de componentes;
- Controle de acesso (e.g., atividades de publicação, aquisição, avaliação etc., tanto em um cenário colaborativo como em um cenário competitivo de mercado).

2.4 Mercados de Componentes

Ao analisar o contexto mais amplo da obtenção de um produto de software, identificam-se duas abordagens distintas que a tecnologia de componentes da ESBC almeja conciliar, combinando as vantagens de cada uma delas (SOFTEX, 2007): (i) **so**

encomenda: desenvolve-se completamente o produto de software, utilizando as ferramentas e bibliotecas oferecidas pela linguagem de programação adotada; e (ii) **pacote:** adquire-se um produto de software pronto, configurável para atender a uma parcela razoável dos requisitos do usuário final. Cada uma dessas abordagens apresenta vantagens e desvantagens visíveis. Por exemplo, um produto de software totalmente desenvolvido sob encomenda apresenta alto grau de customização, mas agrega custo e risco elevados, devido às questões de manutenibilidade e de interoperabilidade. Por outro lado, o produto de software do tipo pacote, por sua natureza parametrizável, favorece a manutenibilidade e a interoperabilidade (COPPIT & SULLIVAN, 2000), mas não representa uma vantagem competitiva para o cliente (outros clientes podem adquirir o mesmo produto ou um produto com características semelhantes) e pode não se adaptar plenamente aos processos deste.

No que diz respeito à componentização, há sinais da emergência de uma indústria de tecnologia de componentes desde 2000 (FRANKES & KYO KANG, 2005, BOEHM, 2006), o que pode ser notado por evidências e nichos bem definidos, incluindo componentes na forma de mercadoria (*commodity*), linhas de produto⁶ de componentes, infra-estruturas (*frameworks* e ferramentas), *brokers* e consultores em ESBC (BASS *et al.*, 2000). De uma maneira geral, OVERHAGE & THOMAS (2004) afirmam que os mercados podem ser caracterizados como ambientes especiais (reais ou virtuais) que concentram o comércio de bens e mercadorias para alcançar a coordenação entre oferta e demanda. Estes mercados gerenciam, por si só e por meio de interventores, as suas transações comerciais, visando atingir a circulação de bens e, assim, evitar qualquer tipo de atrito que possa interferir no processo de coordenação.

No caso de mercados de componentes, ambientes eletrônicos através da Internet representam o canal mais apropriado para comprar (adquirir) e vender (publicar) componentes por permitir acesso livre e global, promovendo a sua distribuição (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000). Além disso, esses mercados normalmente surgem a partir da interação entre organizações especializadas em desenvolver, manter e atualizar componentes, e seus clientes diretos (na maioria das vezes, engenheiros de software) (HILLEGERSBERG *et al.*, 2001). Estes clientes têm opções de adquirir componentes de diferentes fornecedores, desde que estes *stakeholders* sigam o mesmo modelo, contrato

⁶ Uma linha de produtos de software é um conjunto de sistemas que usam software intensivamente, compartilhando um conjunto de características comuns e gerenciadas, que satisfazem as necessidades de um segmento em particular de mercado ou missão, e que são desenvolvidos a partir de um conjunto comum de ativos principais e de uma forma preestabelecida (FERNANDES, 2009).

e interface de componente (SOFTEX, 2007); caso contrário, torna-se difícil realizar as tradicionais comparações que levam em conta apenas os aspectos técnicos.

Uma vez que a padronização das “partes” que compõem um produto final se fez trajetória natural em qualquer indústria, existiu um movimento para que a indústria de software também trilhasse por este caminho (SOFTEX 2009a). Esta trajetória consiste na busca por produtividade e racionalização dos processos, o que leva ao pensamento de que não se pode dizer que alguma “revolução” ocorreria por meio dessa tecnologia. No que diz respeito às vantagens produtivas *técnicas* e *econômicas* (e.g., custos, escala, tempo, qualidade, facilidade operacional, etc.), é de se esperar que o mercado de componentes se desenvolva de alguma forma e em algum momento, cujos principais agentes (*stakeholders*) identificados, com base na literatura, estão apresentados na Tabela 2.4 (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000, BRERETON *et al.*, 2002, YANG *et al.*, 2005, ALMEIDA *et al.*, 2007, SANTOS *et al.*, 2009b), estendido de (SOFTEX, 2007). A partir dos agentes identificados, são abertas perspectivas para a chamada *Economia de Componentes* (BASS *et al.*, 2000), conforme mostrado na Tabela 2.5.

Tabela 2.4 – Principais agentes (*stakeholders*) envolvidos na estrutura produtiva de um mercado de componentes na ESBC

STAKEHOLDER	DESCRIÇÃO
<i>Desenvolvedores de componentes de software</i>	Representam os <i>produtores</i> deste mercado, isto é, os engenheiros de software focados na criação de peças de software caracterizáveis como componentes reutilizáveis.
<i>Integradores</i>	Representam os <i>consumidores</i> deste mercado, isto é, os engenheiros de software que utilizam componentes durante o desenvolvimento de seus produtos (os componentes podem ser criados pelos próprios integradores ou adquiridos no mercado, dos <i>stakeholders</i> acima descritos).
<i>Clientes ou usuários de sistemas baseados em componentes</i>	Representam os <i>stakeholders</i> que utilizam produtos de software para realizar as suas atividades de negócio. Os interesses dos usuários de produtos de software podem influenciar diretamente esse mercado, na medida em que a flexibilidade dos sistemas permitir maior integração, estabilidade, segurança e qualidade.
<i>Intermediários (brokers)</i>	Representam os <i>stakeholders</i> ou <i>ferramentas automatizadas</i> que reúnem a oferta de componentes e apresentam-na aos potenciais clientes (neste caso, os integradores supracitados) para venda, por exemplo, por <i>e-commerce</i> .
<i>Avaliadores ou certificadores de qualidade</i>	Representam os <i>gerentes da biblioteca</i> de componentes e os <i>gerentes de negócio</i> , que atestam as funcionalidades e avaliam a qualidade de componentes de terceiros para que os clientes (integradores) tenham informações adequadas para escolha, e que mantêm uma estrutura de mercado ativa, respectivamente.
<i>Fornecedores de ferramentas de desenvolvimento</i>	Representam os <i>stakeholders</i> que apóiam a ESBC e dão suporte tecnológico a este mercado, viabilizando o desenvolvimento <i>para e com</i> reutilização (i.e., manutenção de componentes).

Tabela 2.5 – Setores do mercado de componentes (SOFTEX, 2007)

SETOR	DESCRIÇÃO
<i>Mercado de componentes individuais</i>	Setor de mercado responsável pelo desenvolvimento e comercialização de componentes individuais, por unidade, na forma de varejo (e.g., componentes de interface gráfica).
<i>Mercado de linha de produtos</i>	Setor de mercado responsável pelo desenvolvimento e comercialização de linhas de componentes na forma de varejo, as quais constituem famílias completas de componentes dedicadas a um <i>mercado vertical</i> (domínio) (e.g., setor financeiro).
<i>Mercado de infra-estrutura</i>	Setor de mercado responsável pelo desenvolvimento de um conjunto de padrões, plataformas e ferramentas de apoio a ESBC, que envolve padrões de infra-estrutura, plataformas e servidores de aplicação, e mercados de ferramentas para componentes.
<i>Mercado de integração e consultoria</i>	Setor de mercado responsável por gerir o conhecimento sobre componentes, plataformas e ferramentas disponíveis, a fim de construir sistemas de forma eficiente e rápida para seus clientes, tornando este domínio a sua vantagem competitiva (inclui também os fornecedores, que oferecem uma linha de componentes).
<i>Mercado de intermediação (brokerage)</i>	Setor de mercado responsável por oferecer um ambiente de compra e venda para componentes desenvolvidos por terceiros, criando uma marca consolidada e facilidades para busca e aquisição de componentes.
<i>Mercado de certificação</i>	Setor de mercado responsável por oferecer aos consumidores de componentes garantias de que estes atendem determinados padrões, efetivamente oferecem determinados serviços e/ou apresentam determinados atributos de qualidade.
<i>Treinamento e Capacitação</i>	Setor de mercado identificado especialmente para o cenário brasileiro (SOFTEX, 2007), responsável por viabilizar a adoção da tecnologia de componentes pelas empresas. Assim, a formação de profissionais capacitados cria oportunidades para empresas que forneçam cursos profissionalizantes na área, tanto para empresas de software quanto para pessoas físicas.

Uma vez que os agentes e os setores contribuem para que os mercados de componentes se formem, os sistemas baseados em componentes prometem outra vantagem: a multiplicação de investimento e inovação (SZYPERSKI *et al.*, 2002). Ou seja, o caso de ocorrer o intercâmbio entre estratégias tecnológicas e de mercado, em suma, contribui para auxiliar a ESBC a alcançar o seu papel esperado (SANTOS & WERNER, 2009). No entanto, a divergência conceitual relacionada à componentização, decorrente da carência de um entendimento sólido e geral sobre componentes, impede que a ESBC reúna um número significativo de adeptos quando se trata de um cenário competitivo (fora dos limites da organização). Além disso, considerando o aspecto “investimento”, economia de escala (e como lidar com problemas relativos à

característica de produto de software) e distribuição se tornam importantes fatores na criação de mercados de componentes.

De fato, os mercados obtêm sucesso onde a oferta e a demanda estão balanceadas: um novo produto pode criar um mercado se a sua “chegada” já é esperada, isto é, se sua existência gera e atende a uma demanda; caso contrário, o custo de criação de sua demanda é proibitivo (SZYPERSKI *et al.*, 2002). Por exemplo, uma nova técnica para tratamento de resíduos gerados pelas indústrias, baseada na magnetização de moléculas, que apresente desempenho menor ou igual às tradicionais técnicas baseadas em carvão ativado (filtro) não encontra espaço na indústria (i.e., demanda), embora tenha valor acadêmico, passível de patente. Apesar da discussão apresentada, várias questões ainda merecem ser discutidas (MARINHO *et al.*, 2009c, SANTOS *et al.*, 2009a, WERNER *et al.*, 2009):

- Se os consumidores não querem comprar um componente de software que eles podem fazer o *download* a partir da Internet (e.g., software livre), como o investimento na produção de componentes seria amortizado?
- Como tratar o problema de controle de qualidade e de preços de componentes (equilíbrio de mercado), além da questão de marcas, se este controle é clássico na maioria dos mercados de *commodities* bem estabelecidos?
- Como uma infra-estrutura que apóia os mercados de componentes deveria garantir que toda utilização de componentes é rastreada e cobrada?
- Como estimular aspectos de *marketing* e de recomendação, considerando questões de privacidade e de propriedade?
- Como resolver o problema de padronização para componentes, bem como integrar um mercado de componentes global com base na emergência das proposições de valor provenientes de pequenos e médios nichos de mercados, abertos e existentes?

Essas e outras questões serão abordadas ao longo desta dissertação.

2.4.1. Regiões e Cenários de um Mercado de Componentes

Diante do exposto acima, apesar do potencial da ESBC para apoiar a Economia Aplicada à Engenharia de Software (BOEHM & SULLIVAN, 2000), alguns autores apontam diferentes perspectivas que mostram que este potencial está longe de ser atingido plenamente. Por um lado, segundo RAVICHANDRAN & ROTHENBERGER (2003), a reutilização de componentes pode ser enquadrada em três **regiões** (Figura 2.5),

de acordo com os custos de *aquisição* e de *personalização* (customização): (i) *reutilização caixa-preta com componentes internos*; (ii) *reutilização caixa-branca com componentes internos*; e (iii) *reutilização caixa-preta em mercados de componentes*. Na *reutilização caixa-branca*, os componentes desenvolvidos e disponíveis em um repositório interno são utilizados e modificados para a construção de um novo produto. Na *reutilização caixa-preta*, a modificação do componente não é possível, havendo apenas uma configuração de parâmetros, de forma que os componentes caixa-preta possam estar disponíveis internamente ou ser adquiridos em mercados de componentes.

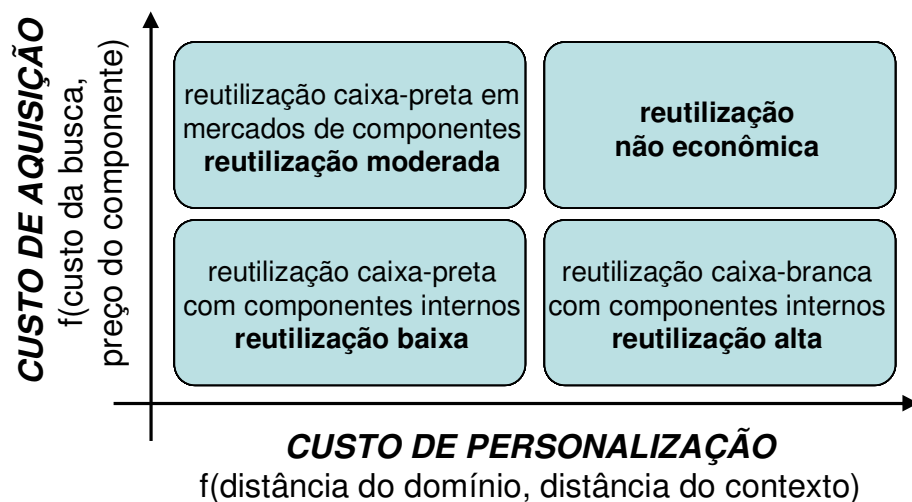


Figura 2.5 – Regiões estratégicas da Reutilização de Software com a ESBC (RAVICHANDRAN & ROTHENBERGER, 2003)

A partir destas regiões estratégicas, alguns fatores de comparação são apontados na Tabela 2.6. Apesar da taxa de reutilização com componentes caixa-branca ser mais representativa, os componentes caixa-preta são os que têm se destacado como os mais promissores para a adoção da Reutilização de Software com a ESBC na indústria, provavelmente pelo fato do componente deste tipo poder representar um pacote de valor agregado bem-delimitado pela separação de papéis nos processos de desenvolvimento *para e com* reutilização (WERNER & BRAGA, 2005).

Atualmente, as regiões estratégicas de reutilização (i) e (ii) têm acontecido, uma vez que a ESBC é tratada como um fator de sucesso, internamente às organizações (SOFTEX, 2009). OVUM (2010) estimou o tamanho dos mercados de componentes em US\$ 64 bilhões em 2002. Considerando que o Brasil possuía, na mesma época, um mercado de software que movimentava US\$ 1,81 bilhão para produto (e US\$ 6,64 bilhões para serviços), o porte da estimativa acima mencionada seria significativamente considerável para um mercado internacional como um segmento específico deste

mercado (i.e., ESBC). De fato, a realidade atual está longe disso, impactando diretamente a região estratégica de reutilização (iii), devido à existência de disfunções sistemáticas subjacentes (OVERHAGE & THOMAS, 2004) e de alguns inibidores (HAHN & TUROWSKI, 2003), como discutido na Seção 1.3.

Tabela 2.6 – Comparação entre as regiões estratégicas da Reutilização de Software

REUTILIZAÇÃO CAIXA-BRANCA
<ul style="list-style-type: none"> (a) Reutilização local e restrita a grupos internos (b) Alta taxa de reutilização, via modificação dos componentes para atender novos requisitos (c) Alta flexibilidade de utilização via modificações (d) Qualidade conhecida e gerenciada com maior flexibilidade (e) Custo de desenvolvimento reduzido (f) Custo de busca reduzido (g) Custo de modificação elevado (h) Reutilização efetiva após um grande povoamento do repositório (i) Crescimento exponencial do repositório, forte controle de versão e mudanças
REUTILIZAÇÃO CAIXA-PRETA (componentes internos)
<ul style="list-style-type: none"> (a) Reutilização local, mas não restrita a grupos internos (b) Baixa taxa de reutilização, dificuldade de compatibilidade entre requisitos e componentes (c) Flexibilidade limitada de uso (via interfaces parametrizáveis) (d) Qualidade conhecida e gerenciada com flexibilidade (e) Custo de desenvolvimento elevado (necessidade de parametrização) (f) Custo de busca reduzido (g) Custo de modificação reduzido (h) Reutilização efetiva após um grande povoamento do repositório (i) Alta reutilização demandada para recuperação de investimento (j) Crescimento linear do repositório (controle de versões mais fraco)
REUTILIZAÇÃO CAIXA-PRETA (mercado de componentes)
<ul style="list-style-type: none"> (a) Componentes comercializados em mercados ou comprados de produtores (fornecedores) (b) Taxa de reutilização moderada, demanda encontrar componente que atenda aos requisitos (c) Flexibilidade de uso limitada (via interfaces parametrizáveis) (d) Qualidade desconhecida (com riscos de má qualidade) (e) Custo de desenvolvimento elevado (necessidade de parametrização) (f) Custo de busca elevado (g) Custo de modificação reduzido (h) Investimento de povoamento de repositório desnecessário (i) Repositório “desnecessário” (responsabilidade do mercado em catalogar e se manter)

Por outro lado, as regiões estratégicas de reutilização podem ser utilizadas para discutir o crescimento de um mercado de componentes em termos de quatro **cenários** (Figura 2.6), frutos da combinação entre as dimensões *oferta* e *demanda*, e *homogeneidade* e *heterogeneidade*, considerando a divisão entre componentes empacotados e serviços relacionados (ULKUNIEMI & SEPPÄNEN, 2004):

- (a) *oferta e demanda variam*: a ausência de padrões tende a gerar nichos de mercado entre produtores e consumidores (os chamados “projetos cooperativos”);
- (b) *oferta e demanda são estáveis*: “mercados ideais”, baseados em padrões adotados por produtores (i.e., desenvolvedores de componentes) e consumidores (i.e., desenvolvedores de sistemas baseados em componentes);
- (c) *oferta é estável e demanda varia*: a padronização permite o gerenciamento de uma “oferta competitiva”, porém os consumidores podem ter dificuldades em utilizar componentes, por não seguirem padrões na construção de sistemas;
- (d) *oferta varia e demanda é estável*: a ausência de padrões na produção de componentes prejudica as decisões dos consumidores (“competição horizontal”).

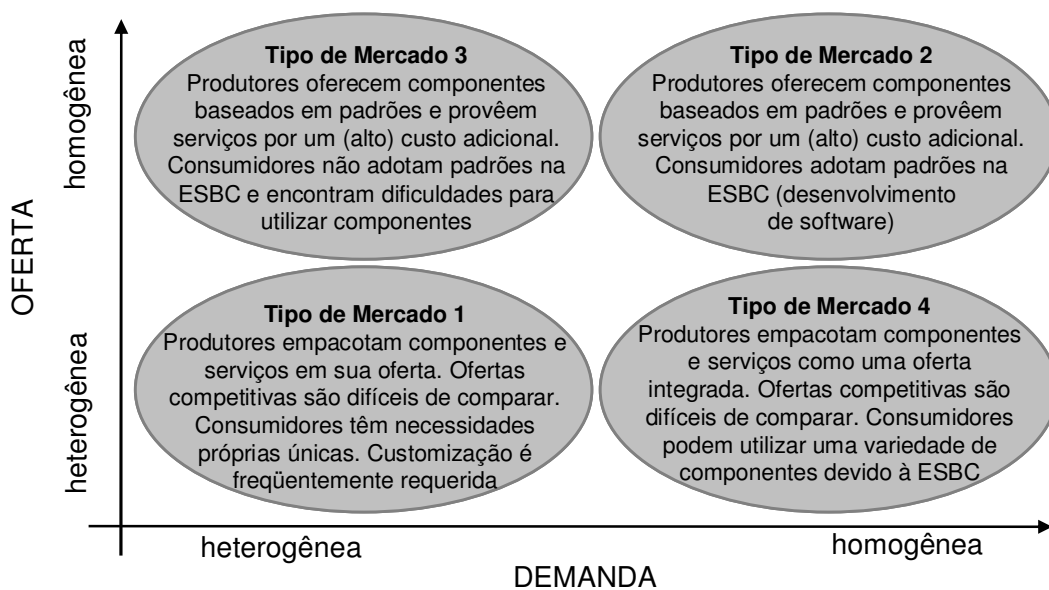


Figura 2.6 – Cenários do mercado de componentes (ULKUNIEMI & SEPPÄNEN, 2004)

De maneira prática, uma *demanda homogênea* consiste em consumidores que adotam normas e padrões industriais, ao passo que uma *demanda heterogênea* corresponde àqueles consumidores que apresentam necessidades diversificadas e específicas, não atendidas pelos componentes disponíveis no mercado. Uma *oferta homogênea* é ilustrada por produtores que disponibilizam produtos com base em normas e padrões industriais para interfaces e, às vezes, funcionalidades, enquanto uma *oferta heterogênea* varia de forma ampla, ou seja, os produtores oferecem diferentes tipos de componentes e serviços com estratégias variadas de precificação, provendo soluções de acordo com as necessidades específicas dos clientes.

Os mercados de componentes atuais estão distantes do *tipo de mercado 2* (oferta e demanda homogêneas), apresentando características dos outros cenários e carecendo

de esforços para mudar essa realidade. Diante de tudo o que foi discutido, a pesquisa referente a esta dissertação acredita que um dos maiores inibidores para um mercado de componentes efetivo é *definir e avaliar o valor de componentes*, cuidando da manutenção de *informações* que auxiliem os *stakeholders* construírem este mercado, conforme identificado previamente por BRERETON *et al.* (2002), OVERHAGE & THOMAS (2004), ULKUNIEMI & SEPPÄNEN (2004), YANG *et al.* (2005), SOFTEX (2007) e SANTOS *et al.* (2009b), e diagnosticado como primeiro desafio em um *survey* realizado com especialistas da academia e da indústria (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000). Com base nisso, explorar novas estratégias que identifiquem dados históricos úteis e formas de manuseá-los, com o intuito de extrair informação e mostrá-la de acordo com o perfil ou ação de determinado *stakeholder*, torna-se um caminho interessante sobre o qual esta pesquisa se propõe a investigar.

2.4.2. Características de Mercados e Modelos Maduros

Com o objetivo de extrair um conjunto de características importantes que viabilizem uma reflexão sobre o caso do mercado de componentes, o que corresponde a uma das estratégias da abordagem proposta por esta dissertação (Seção 4.2.3), faz-se necessário uma compreensão de mercados maduros e de outros modelos de negócio, focando no entendimento de ativos de outros contextos. A Tabela 2.7 e a Tabela 2.8 descrevem sucintamente alguns mercados analisados através de seu princípio de funcionamento, incluindo seus órgãos regulatórios, seus atores e como o valor dos seus ativos é determinado (PIVOTTO *et al.*, 2008).

Tabela 2.7 – Breve conceituação de mercados e modelos maduros (I)

MERCADO	DESCRIÇÃO
<i>Mercado de Capitais</i>	É constituído por bolsas de valores, sociedades corretoras e outras instituições financeiras autorizadas (BOVESPA, 2008). A Comissão de Valores Mobiliários (CVM) é a instituição responsável por regular e normalizar as suas funções. Na bolsa de valores, os principais ativos correspondem às ações (menor fração do capital social de uma empresa) e às debêntures (títulos de dívida de médio e longo prazo emitidos no mercado para captação rápida de recursos). As ações são emitidas por uma companhia para captar recursos e são negociadas diariamente na bolsa, de acordo com a oferta e a procura. A determinação do preço inicial de uma ação é feita por meio da avaliação patrimonial da empresa realizada por especialistas no mercado. Após o lançamento na bolsa, o preço das ações é determinado pelo mercado e influenciado por diversas variáveis (e.g., dados indicativos da empresa, oferta de ações, fusões etc.), o que faz desse mercado um ambiente muito especulativo e de grande oscilação (BOVESPA, 2008).

Tabela 2.8 – Breve conceituação de mercados e modelos maduros (II)

MERCADO	DESCRIÇÃO
<p><i>Bolsa de Mercadorias e Futuros (BM&F)</i></p>	<p>Consiste na principal bolsa de negociação de mercadorias do Brasil, regulada pela CVM, cuja principal função é o registro, a compensação e a liquidação de derivativos (MENDES, 2003), um nome genérico dado a contratos estabelecidos entre duas partes com liquidação futura, cujo preço depende ou é “derivado” do preço de outras mercadorias (FAVARO, 1996a). Os principais derivativos negociados na BM&F são o mercado futuro (i.e., estabelecimento de um contrato padronizado em que as partes compradora e vendedora se comprometem a comprar ou a vender determinada quantidade e qualidade de uma determinada <i>commodity</i> – mercadoria – em uma determinada data futura) e as opções (i.e., estabelecimento de direitos e obrigações sobre determinados títulos, com prazos e condições pré-estabelecidos). Uma extensão do conceito das opções financeiras pertence a um campo de pesquisa denominado opções reais (COPELAND & ANTIKAROV, 2001).</p>
<p><i>Mercado de Carbono</i></p>	<p>Desenvolveu-se a partir do tratado de redução de emissão de gases causadores do efeito estufa (AMBIENTE BRASIL, 2010). Neste mercado, os ativos são os créditos de carbono, isto é, certificados gerados dos projetos que são aprovados como redutores ou absorventes de emissões de gases do efeito estufa (certificados que autorizam o direito de poluir) (CARBONO BRASIL, 2010), cuja comercialização pode ocorrer para o cumprimento de metas de redução de emissão de carbono ou com o objetivo de investimento (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2009). A empresa e/ou país que não cumpre as metas de redução progressiva, estabelecidas por lei, tem que comprar certificados das empresas e/ou países mais bem sucedidos, visando cumprir as metas instituídas pelo Protocolo de Kyoto (WIKIPEDIA, 2010).</p>
<p><i>Redes Peer-to-Peer (P2P) (BitTorrent)</i></p>	<p>Correspondem a redes onde os participantes trocam arquivos, enviando (<i>seeders</i>) e recebendo dados (<i>leechers</i>), e um de seus vários protocolos é o <i>BitTorrent</i> (POUWELSE <i>et al.</i>, 2005), criado para distribuir grandes quantidades de dados sem que o distribuidor original arque sempre com custos de <i>hardware</i>, hospedagem e banda. Quando os dados são distribuídos, cada recipiente (ponto) fornece parte dos dados a novos participantes na rede. O usuário busca, na <i>Web</i>, o arquivo <i>torrent</i> de interesse e o executa em um cliente, que se conecta aos <i>trackers</i> (coordenadores da comunicação), dos quais recebe uma lista de <i>seeders</i> que estão transferindo as partes dos arquivos. Políticas de preferência para envio de dados podem ser feitas ao nível de cliente ou de <i>tracker</i> (e.g., os clientes podem enviar dados aos participantes que mais lhe enviaram dados e <i>trackers</i> podem controlar o envio de dados na rede).</p>
<p><i>Sites de Leilão Eletrônico (MercadoLivre)</i></p>	<p>Conhecidos como <i>e-commerce</i> (AOYAMA & YAMASHITA, 1998), permitem a realização de negociações entre participantes (vendedores e consumidores), que recebem pontos de reputação (positivos, negativos ou neutros). Um <i>site</i> oferece a infra-estrutura para que os vendedores disponibilizem seus produtos, requerendo um percentual do valor, caso a venda se concretize. Para evitar negociações externas, selos especiais de reputação são oferecidos aos grandes negociadores (vendedores). Além disso, há negociações convencionais, de preço fixo: o consumidor realiza a compra, efetua o pagamento e, após a confirmação, o vendedor despacha o produto. Os consumidores têm ainda a opção de um método seguro, o <i>MercadoPago</i> (MERCADOLIVRE, 2010b), no qual o pagamento é efetuado diretamente ao <i>site</i>, que retém a quantia e a libera ao vendedor, após a chegada do produto às mãos do consumidor.</p>

A partir dessa sumarização, algumas características foram identificadas e delineadas a fim de realizar uma análise comparativa, mostrada na Tabela 2.9:

- *Valor esgotável*: possibilidade de um ativo perder o seu valor por algum motivo. Por exemplo, no mercado de opções, a opção não tem mais nenhum valor após o vencimento do seu prazo de execução;
- *Produção de ativos esgotável*: capacidade de um ativo ser produzido infinitamente. Por exemplo, no caso do software, a sua replicação é não-esgotável (basta copiar os arquivos para um CD e vender o produto, processo este realizado infinitas vezes);
- *Troca de ativos*: propriedade que indica se, em um mercado (ou modelo), existe a troca de ativos entre os agentes de uma negociação. Por exemplo, na Rede P2P sob o protocolo *BitTorrent*, os agentes trocam arquivos entre si;
- *Pontos virtuais*: propriedade que indica se o mercado (ou modelo) possui troca de pontos virtuais ao invés de moeda corrente;
- *Existe uma entidade central?*: questionamento referente à existência de uma entidade centralizadora (ou de referência) para os negócios do mercado;
- *Esta entidade é remunerada?*: caso a resposta do questionamento anterior seja afirmativa, deve-se entender se esta entidade retém benefício financeiro do mercado;
- *Razão negócios por item*: razão que indica se o mercado (ou modelo) possui uma quantidade de negócios por item/ativo alta ou baixa;
- *Volume financeiro por item/dia*: razão que indica se o mercado (ou modelo) possui um alto volume de capital sendo trocado entre os agentes por item/ativo por dia;
- *Reputação dos stakeholders*: indica se o mercado (ou modelo) possui um sistema de reputação para qualificar seus agentes.

Tabela 2.9 – Análise de mercados e modelos maduros

MERCADO	Bolsa de Valores	Opções e Futuros	Mercado de Carbono	Redes BitTorrent	Mercado Livre
Valor esgotável	NÃO	SIM	NÃO	---	NÃO
Produção de ativos esgotável	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
Troca de ativos	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Pontos virtuais	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Existe uma entidade central?	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Esta entidade é remunerada?	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
Razão Negócios por item	ALTA	ALTA	ALTA	BAIXA	BAIXA
Volume financeiro por item/dia	ALTO	ALTO	ALTO	---	BAIXO
Reputação dos stakeholders	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM

No contexto deste trabalho de pesquisa, as características delineadas, bem como as comparações entre os mercados e modelos maduros realizadas, favoreceram o

desenvolvimento de uma análise do caso dos ativos de um mercado de componentes. Isso representa uma das estratégias-base da abordagem proposta, apresentada e discutida na Seção 4.2.3.

2.4.3. Inibidores, Riscos e Problemas em Aberto para um Mercado de Componentes

Paralelamente ao exposto na Seção 2.4.1, na tentativa de compreender o cenário atual, a partir de dados de literatura, de previsões, de pesquisas de mercado e de entrevistas, BASS *et al.* (2000) e HANN & TUROWSKI (2003) sintetizam alguns dos principais inibidores para o amadurecimento do mercado de componentes:

- Fragilidade de disponibilidade de componentes;
- Imaturidade dos canais de distribuição;
- Fragilidade de normas e de padrões estáveis para a tecnologia de componentes;
- Fragilidade de certificação de componentes; e
- Fragilidade de métodos de engenharia (i.e., para a efetiva ESBC) para produzir, de forma consistente, sistemas com qualidade a partir de componentes.

Ainda, a robustez (i.e., resistência a falhas) foi considerada uma questão fundamental, seguida por manutenibilidade, desempenho, segurança e consistência transacional. Adicionalmente, há dificuldades para encontrar produtores e consumidores de componentes (em escala) e para encontrar (ou operacionalizar) modelos de comercialização mais adequados do que a venda de licença, além dos modelos de negócio disponíveis serem muito sofisticados (e.g., certificação (ÁLVARO *et al.*, 2005)) para um mercado ainda incipiente (SOFTEX, 2007). A longo prazo, o mercado de componentes estará baseado em ganhos crescentes de escala (possível lógica da *comoditização*, que leva à redução de custo e preço em mercados competitivos). Isso conduz a duas trajetórias possíveis e, em princípio, não excludentes (SOFTEX, 2007):

- *Produção oligopolizada, global e coordenada*, resultado da busca por produtividade e de ganhos de escala (assumindo que a padronização dos componentes será crescente e haverá queda de preços nos primórdios deste modelo de negócios);
- *Produção atomizada, global e não coordenada*, resultado da ação de engenheiros de software individuais, empresas de pequeno e médio porte ou de comunidades de prática que colocam os componentes em repositórios públicos ou privados.

Ambas as trajetórias são possíveis e se desenvolvem atualmente. No entanto, como o foco está nas etapas de construção do produto software e das soluções, parece mais razoável supor que a segunda trajetória será predominante, como já o é (SOFTEX, 2007). Teoricamente, a produção de componentes se torna mais vantajosa se realizada de forma pré-competitiva, e não como um modelo de negócios *per se* (o que faz sentido para componentes genéricos, pelo fato do consumidor do componente querer tê-lo disponível em quantidade, preço e qualidade para, então, poder desenvolver as soluções). A alternativa para pequenas e médias empresas permanecerem neste mercado consiste na agregação de valor ao conferir especificidade e internalizar regras de negócio aos componentes que garantam minimamente vantagens competitivas e que estreitem as relações produtor-consumidor (*nicho de mercado*), o que ignora a *comoditização*. Por fim, deve-se avaliar se a ESBC pode não ser a mais adequada, num dado momento, para todos os domínios de aplicação (e.g., em domínios imaturos ou instáveis, pode não haver componentes para atender os setores relacionados, em quantidade adequada para a reutilização, o que limita a tecnologia de componentes aos componentes mais genéricos).

Diante dos inibidores e dos riscos discutidos, alguns problemas corroboram para atrofiar o desenvolvimento de um mercado de componentes de sucesso (BRERETON, 1999, SZYPERSKI, 2003). Mais detalhes podem ser obtidos em (SOFTEX, 2007):

- Formato da descrição de componentes;
- Viabilização e disponibilização de componentes confiáveis;
- Seleção de componentes e gerência de requisitos em sistemas baseados na ESBC;
- Previsibilidade da composição;
- Certificação de componentes;
- Estimativas (métricas e modelos de custo e esforço, e.g., ABTS *et al.* (2000));
- Manutenção e responsabilidade por falhas (parte *versus* todo);
- Políticas de atualizações (i.e., como gerir versões de um componente);
- Riscos de mudança (i.e., substituição de componentes);
- Modelos de negócio (e.g., valor fixo, limitação de uso, cobrança por utilização etc.);
- Suporte a longo prazo (e.g., como tratar a obsolescência tecnológica do software);
- Padrões dominantes (analogamente ao que a UML representa para o desenho);
- Suporte de ferramentas (e.g., de seleção, de avaliação, de testes etc.);
- Propriedade intelectual (i.e., registro, patente, software livre e de código aberto).

Além da demanda por padronização tecnológica, para diminuir incompatibilidades entre normas, interfaces, plataformas, arquiteturas e modelos de componentes, também se torna necessário analisar as demandas de negócio, ou seja, como os processos de desenvolvimento de software podem englobar, de forma eficiente, a Reutilização de Software com a ESBC. Não obstante os vários benefícios preconizados por um mercado ao redor da ESBC (especialmente em termos de esforço e custo), diversas questões influenciam a sua concretização, inibindo o crescimento e o amadurecimento de um mercado de componentes comerciais. Os custos de manutenção, em particular, não devem ser desprezados, assim como as etapas e atividades diferenciadas no processo de desenvolvimento com a ESBC, o que inclui tanto a seleção e a integração de componentes como o estabelecimento do acordo com os produtores (cujos elementos são igualmente importantes e controversos).

Dessa forma, conforme MESSERSCHMITT (2007), a componentização requer nitidamente uma mudança cultural na forma de se projetar soluções de sistemas na indústria de software, cuja responsabilidade está, em parte, na forma em que princípios de engenharia são tratados e assimilados durante a formação dos recursos humanos da área de Engenharia de Software. Além disso, os métodos, técnicas e ferramentas que apóiam a construção de sistemas grandes e complexos a partir de componentes têm que levar em conta a realidade da indústria, em termos de competitividade, cooperação e dinâmica das forças de mercado.

Por fim, diante de todos os inibidores, riscos e problemas discutidos, pode-se concluir que, por mais imperfeito que seja, um mercado que congrega atrativos técnicos e econômicos, incluindo uma demanda natural existente, tende a se desenvolver. Mas um ponto importante para que um mercado se estruture está no entendimento de como definir o *valor* de seu ativo subjacente, o qual transcende a compreender aspectos técnicos e quantitativos. Este ponto, inclusive, foi identificado como o maior entrave a um mercado de componentes no início dos anos 2000 (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000). Conseqüentemente, dado que todo mercado precisa analisar dados históricos para entender o seu funcionamento e evolução através da visualização de informação previamente extraída e estatisticamente manipulada, os pesquisadores envolvidos no projeto desta dissertação acreditam que a combinação do tratamento de questões técnicas e não-técnicas na ESBC pode contribuir para avaliar a efetividade (ou não) deste mercado potencial. Assim, a partir do entendimento de como o valor circula em um ambiente de mercado de componentes e do real *start up* deste mercado competitivo

e global, poder-se-á confirmar quais são os verdadeiros problemas e tratá-los de forma sistêmica por meio de uma visão holística (e.g., por mais que padronização e certificação sejam barreiras, padrões e métodos apenas serão estabelecidos quando um mercado global estiver ativo).

2.5 Processo de Gerência de Reutilização

Em se tratando de mercado, a garantia da qualidade dos ativos envolvidos é fundamental para o sucesso. No caso de componentes, os repositórios representam as entidades que gerenciam e mantêm os ativos (componentes) do mercado subjacente e, como não poderia deixar de ser diferente, foram e devem ser alvo de pesquisas e soluções no que tange à incorporação e ao provimento de produtos e serviços de qualidade. A partir desta premissa, modelos de qualidade foram estendidos, visando atender a capacidade e a maturidade de processo na área de Reutilização de Software, em um cenário intra- e inter-organizacional, tal como o Modelo de Referência MR-MPS do Modelo MPS (Melhoria do Processo do Software) (SOFTEX, 2009c). Este modelo está em desenvolvimento desde 2003 e possui como foco principal as micro, pequenas e médias empresas, estabelecendo sete níveis de maturidade (de *G* a *A*) que correspondem a patamares de evolução de processos, o que caracteriza estágios de melhoria da implementação de processos na organização. Estes níveis são caracterizados por um conjunto de processos que possuem um propósito geral e resultados a serem alcançados.

No caso da Reutilização de Software, o desenvolvimento *com* e *para* reutilização são contemplados por dois processos específicos, o processo *Gerência de Reutilização* (GRU), do nível *E*, e o processo *Desenvolvimento para Reutilização* (DRU), do nível *C*, respectivamente. Mais especificamente no contexto da pesquisa relativa a esta dissertação, que abrange o escopo dos problemas referentes ao estabelecimento de um mercado de componentes (Seção 2.4), o processo GRU pode contribuir no sentido de tratar estes problemas ao nível de processo e, conseqüentemente, de questões não-técnicas que permeiam a entidade que apóia este mercado, ou seja, um repositório de referência. Por exemplo, para a publicação de um componente, procedimentos podem ser definidos (e seguidos), como análises de relatórios de testes, adequação a padrões pré-definidos, avaliações de consumidores e coleta de métricas de desempenho (caso o componente possua versões anteriores) etc. (COLOMBO *et al.*, 2007). Por essas razões, as próximas seções apresentam o propósito

do processo GRU e os resultados esperados com a sua implantação (Figura 2.7), com o intuito de viabilizar a análise da adequação da abordagem proposta ao GRU (Seção 5.4).

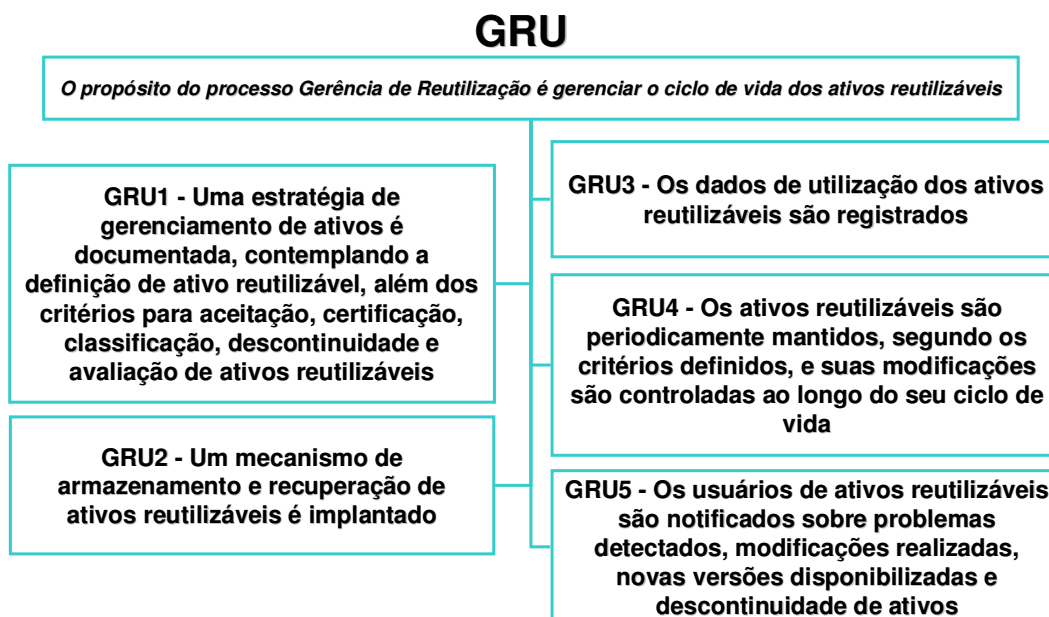


Figura 2.7 – Estrutura do processo GRU (WERNER & SANTOS, 2009)

2.5.1. Propósito Geral do Processo GRU

O propósito do processo GRU é gerenciar o ciclo de vida dos ativos reutilizáveis (SOFTEX, 2009b). Nesse sentido, o GRU tem por objetivo definir procedimentos tanto administrativos quanto técnicos para a utilização de ativos reutilizáveis em uma organização, estabelecendo e controlando uma biblioteca para o armazenamento, recuperação e divulgação destes ativos (IEEE, 2004). Entende-se como ativo reutilizável qualquer artefato ou elemento relacionado ao ciclo de vida de um software que foi projetado para utilização em diferentes contextos e que esteja preparado, isto é, empacotado de maneira própria a ser reutilizado pelos processos da organização. Dessa forma, o GRU consiste em um instrumento a ser aplicado neste contexto, promovendo os mecanismos para estabelecimento e manutenção de uma infra-estrutura que torne viável a reutilização de ativos em uma organização (ISO/IEC, 2006).

A gerência de reutilização tem início quando a organização define que tipo de ativos será reutilizado, além de atribuir papéis aos recursos disponíveis e realizar o planejamento do processo (SOFTEX, 2009b). Nesse momento, define-se a que critérios os ativos reutilizáveis serão submetidos para que possam ser utilizados durante a

execução do processo. Estabelece-se uma *biblioteca de ativos reutilizáveis*⁷ a fim de catalogar os ativos, proporcionando meios para que estes sejam identificados e recuperados. Também é realizado um planejamento quanto à manutenção dessa biblioteca, definindo procedimentos para que os critérios estabelecidos possam ser reaplicados, visando manter a biblioteca coerente com o propósito do GRU. Os papéis básicos envolvidos nesse processo são o *produtor*, o *consumidor* e o *gerente de ativos reutilizáveis* – entende-se como a *gerência da biblioteca de ativos reutilizáveis* a supervisão de todos os passos de utilização da biblioteca, bem como o cadastro e controle do armazenamento dos ativos reutilizáveis. No entanto, o GRU não tem como propósito definir o momento e a forma que os ativos reutilizáveis serão utilizados.

No que tange a ESBC, SOFTEX (2009b) destrincha mais o conceito de ativo reutilizável, mostrando que este não pode ser categorizado em um único nível de abstração, podendo consistir desde um plano de projeto até um elemento de infraestrutura, resguardando que esses elementos sejam encapsulados e que permitam a sua utilização em contextos diferentes da sua criação. Na ESBC, um componente é o tipo de ativo reutilizável com mais apelo para uso em diversos contextos. Partindo de uma definição focada em código (SZYPERSKI *et al.*, 2002) e ampliando-a para contemplar elementos de análise e projeto (SAMETINGER, 1997), pode-se definir componente como o *encapsulamento de um conceito* (e.g., a descrição de um processo de software, um conhecimento sobre um domínio específico etc.). Este fato permite ampliar toda a fundamentação teórica de componentes para qualquer tipo de ativo reutilizável. Adicionalmente, algumas características relacionadas à qualidade desses componentes devem ser destacadas: (i) verificação da adequação do novo componente ao conceito de ativo, estabelecido pelo processo, para a biblioteca; (ii) especificação de condições para certificação de ativos; e (iii) disponibilização de avaliações de ativos visando *feedback*.

2.5.2. Resultados Esperados com o Processo GRU

A partir da definição do propósito do processo GRU, SOFTEX (2009b) estabelece um conjunto de resultados esperados (Figura 2.7) com a sua implantação na

⁷ O Modelo MPS, no que se refere ao GRU, utiliza o termo *biblioteca* no sentido do termo *repositório* discutido na Seção 2.3 (i.e., base para catalogação e disponibilização de ativos reutilizáveis ora desenvolvidos), e utiliza o termo *repositório* para se referir a repositórios de gerência de configuração. Estes repositórios visam gerenciar a evolução dos ativos em desenvolvimento na organização, registrando desde a solicitação de uma modificação em um ativo até o armazenamento da versão que reflete essa modificação. No escopo desta dissertação, utiliza-se o termo *biblioteca* para se referir a um repositório de referência (Seção 4.2.1) e ignora-se o conceito relacionado a repositório de gerência de configuração.

organização, conforme descrito na Tabela 2.10. É interessante notar que, uma vez que este processo esteja implantado em repositórios organizacionais, um repositório de referência pode catalogar os ativos de um mercado de componentes nas mesmas condições, o que incorre em qualidade e, conseqüentemente, confiabilidade, segurança, participação e estabelecimento das estruturas desse mercado.

Tabela 2.10 – Resultados esperados com o processo GRU

RESULTADO	DESCRIÇÃO
<i>GRU1</i>	A organização necessita delimitar o escopo de utilização dos ativos reutilizáveis, isto é, definir que ativos serão passíveis de reutilização e os pontos nas atividades dos processos em que se dará essa reutilização. Essa escolha caracteriza como o repositório se organizará, favorecendo os procedimentos de busca e seleção, definindo a arquitetura da biblioteca, além de toda infra-estrutura para sua utilização. Um conjunto de critérios é estabelecido para qualificar um ativo reutilizável desde a possibilidade deste fazer parte da biblioteca até o momento em que este não se faz mais necessário. Periodicamente, os critérios são revistos, observando as próprias necessidades da execução do processo GRU.
<i>GRU2</i>	Um mecanismo de armazenamento e recuperação de ativos reutilizáveis é definido, levando em consideração as suas informações de documentação, compatível com as necessidades da organização em catalogá-los e recuperá-los. É interessante permitir que os engenheiros de software externem a necessidade de catalogação de certos tipos de ativos. Uma vez definido esse mecanismo, este é implantado e disponibilizado para os engenheiros de software da organização através da biblioteca.
<i>GRU3</i>	A informação de que consumidor utiliza determinada versão de um ativo reutilizável é registrada, para estabelecer o elo produtor-consumidor. Isso é importante para notificações acerca do ativo, além de tornar possível a observação da sua utilização, isto é, informações que caracterizem tendência ou comportamento, podendo auxiliar o gerente de ativos reutilizáveis na realização das atividades de manutenção da biblioteca (e.g., descontinuar ativos), notificando o produtor e os consumidores.
<i>GRU4</i>	Os ativos reutilizáveis estão sob o processo gerência de configuração e de garantia de qualidade, o que favorece a sua manutenção e a garantia da aderência aos padrões estabelecidos para os critérios definidos.
<i>GRU5</i>	Os dados de utilização de ativos reutilizáveis são aproveitados pelo gerente de ativos reutilizáveis para notificar os consumidores sobre alterações que ocorreram nos ativos reutilizados. Quando as novas versões de ativos reutilizáveis se tornam disponíveis na biblioteca, os seus consumidores são notificados: se a versão for oriunda de uma evolução do ativo ou de uma correção, a substituição pode ou não ser opcional, respectivamente.

2.6 Considerações Finais

Neste capítulo, foram apresentados os conceitos relevantes para este trabalho de pesquisa, relacionados à ESBC. Nesse sentido, delineou-se o conceito de componentes, definindo as suas características, a sua classificação e a contextualização da ESBC na

Reutilização de Software e na Engenharia de Software de uma maneira geral. Partindo deste ponto, realizou-se uma revisão da literatura acerca de repositórios e mercados de componentes, revisão esta que norteou o desenvolvimento desta pesquisa e que embasou a construção da abordagem proposta no Capítulo 4.

Este capítulo visou, ainda, explorar o contexto do conceito de componentes na Engenharia de Software, tentando explorar as questões ou aspectos (técnicos e não-técnicos) que permeiam a Reutilização de Software e a ESBC, mais especificamente com relação à organização de um mercado subjacente. Além disso, a discussão sobre outros mercados e modelos maduros permite que a abordagem proposta nesta dissertação faça analogias para apoiar um mercado de componentes. Neste caso, ao se tratar da qualidade do ambiente em que este mercado se estrutura (i.e., os repositórios), o próprio conceito do ativo (componentes) é ampliado, a fim de tratá-lo como o encapsulamento de um conceito.

Assim, mesmo diante de tantos inibidores, riscos e problemas, uma vez que o mercado competitivo e global comece a acontecer, a manutenção de dados históricos e a extração de informação permitirão que cada um dos obstáculos apontados seja considerado com base em evidências. Por fim, as redes sociotécnicas conduzirão ao cenário em que o mercado por si só seja construído, estabelecido e evoluído como um “tecido” único, no qual tecnologias e organizações corroboram mutuamente para que padrões, certificações, ferramentas e processos (se realmente forem estes os alvos apontados como problemas da ESBC) reflitam as proposições de valor envolvidas neste mercado. Nesse sentido, no próximo capítulo, são apresentados os conceitos da ESBV e como este campo da Engenharia de Software pode contribuir para a definição de valor em um mercado de componentes que, em suma, representa um ecossistema de software.

Capítulo 3 – Engenharia de Software Baseada em Valor e Ecossistemas de Software

3.1 Introdução

Ao considerar a maneira como a tecnologia da informação (TI) afeta os negócios, VENKATRAMAN (1994) afirma que a TI não é somente um recurso útil como a eletricidade ou o telefone, mas uma fonte fundamental de transformação da organização e da sociedade. BOEHM (2006) corrobora esta afirmativa ao apontar que a meta da Engenharia de Software é criar artefatos como produtos, serviços e processos que agregam valor à sociedade. Ou seja, a indústria de software existe porque produz valor, de maneira que a expectativa deste valor deve ser levada em consideração em todos os aspectos desses artefatos (BOEHM & SULLIVAN, 2000). Os *stakeholders* que contribuem para a criação desses artefatos se esforçam em suas decisões e ações para maximizar uma noção simples ou complexa de valor, seja consciente ou inconscientemente, seja com relação a metas compartilhadas ou para satisfazer objetivos individuais. No entanto, quando as considerações de valor permanecem implícitas, o efeito global pode ser muito negativo (BIFFL *et al.*, 2006), incluindo conflitos entre as proposições dos *stakeholders*. Conseqüentemente, se as diferentes perspectivas de valor não são explicadas e reconciliadas, todos os *stakeholders* saem perdendo no final.

Nesse sentido, a Engenharia de Software Baseada em Valor (ESBV) explora essas considerações de valor como pano de fundo com o intuito de que as decisões na Engenharia de Software, em todos os níveis, possam ser otimizadas, atingindo ou reconciliando os objetivos implícitos dos *stakeholders* envolvidos (BIFFL *et al.*, 2006). Este conjunto de *stakeholders* inclui desde profissionais de *marketing* e analistas de negócio a desenvolvedores, arquitetos de software e especialistas em qualidade, e ainda especialistas em processo e medição, gerentes de projeto e executivos. Assim, na ESBV, as decisões não são realizadas sob uma perspectiva neutra de valor por nenhum dos *stakeholders*. Ou seja, motivados por metas individuais ou coletivas, estes *stakeholders* esperam gerar e perceber algum benefício tangível ou intangível, econômico ou social, monetário ou utilitário, ou ainda estético ou ético, o que conduz a um cenário onde o tratamento do valor transcende apenas a considerações técnicas,

sendo altamente passível de problematização (i.e., alvo de análises mais detalhadas e locais, não limitadas a simplificações e universalismos) (CUKIERMAN *et al.*, 2007).

Mais especificamente no escopo deste trabalho de pesquisa, a Reutilização de Software se apresenta como disciplina estratégica ao se considerar aspectos da ESBV, uma vez que é norteada por questões relacionadas a artefatos, procedimentos, técnicas e produtos, mas também questões legais, pessoais, econômicas, organizacionais e de medição (SAMETINGER, 1997), que interferem diretamente na percepção de valor. Abordagens de reutilização como a ESBC (Seção 2.2) têm entre seus objetivos a diminuição do tempo e do custo de desenvolvimento de software e o aumento da qualidade do produto. Além disso, a ESBC se baseia no fato de que diferentes sistemas no contexto de uma organização, ou em escopos mais abrangentes, podem compartilhar conhecimentos e artefatos na sua construção, e um processo bem planejado de captura, disseminação e reutilização destes pode gerar economias significativas no desenvolvimento de um produto de software, impactando diretamente o processo de Engenharia de Software (e a atuação dos *stakeholders*).

Diante disso, quando se parte para um cenário de mercado que expõe a ESBC ao desafio de tratar considerações de valor que contemplem problemas técnicos e não-técnicos de forma natural e indivisível, produtos, serviços e *stakeholders* interagem e, independente de quão perfeito seja o contexto, o mercado se estrutura e evolui *per se*, por representar um ecossistema de software (JANSEN *et al.*, 2009b). Partindo deste ponto, este capítulo tem por objetivo apresentar a teoria inicial e os elementos-chave da ESBV, incluindo a sua origem na área de Economia Aplicada à Engenharia de Software e uma tendência futura, os Ecossistemas de Software, cujo foco está em gerir sistemas de qualidade e que agreguem valor aos *stakeholders*. O capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 0 apresenta uma perspectiva histórica sobre o tratamento das questões econômicas e de valor em Engenharia de Software e a Seção 3.3 discute uma perspectiva inicial, a área de Economia Aplicada à Engenharia de Software e à Reutilização; na Seção 3.4, discorre-se sobre a ESBV enquanto uma perspectiva atual da Engenharia de Software e, na Seção 3.5, apresenta-se a área de Ecossistemas de Software, uma perspectiva futura para o tratamento de questões não-técnicas e de valor; por fim, a Seção 3.6 encerra o capítulo com algumas considerações finais.

3.2 Perspectiva Histórica

Os primeiros passos referentes ao tratamento das considerações de valor (além de simples modelos de custo) no contexto da Engenharia de Software aconteceram a partir de 1980, quando B. Boehm (BOEHM, 1981) começou a explorar formas de melhorar o projeto e a engenharia do software, realçando o raciocínio econômico sobre produtos, processos, programas, e portfólios e questões políticas (do nível organizacional ao nacional e internacional), o que resultou no surgimento da área de pesquisa de Economia Aplicada à Engenharia de Software (*Software Economics*) (BOEHM & SULLIVAN, 2000). A ênfase reside nos princípios de engenharia e nos *stakeholders*, vislumbrando questões relativas tanto a custos quanto a benefícios, riscos e oportunidades. Além disso, essa área visa melhorar o valor criado por investimentos em software, de forma a aumentar a ligação entre objetivos econômicos, limitações e condições de mercado, e aspectos técnicos de software, ampliando a criação de valor em todos os níveis. Mais tarde, B. Boehm focou a sua pesquisa nas relações entre valor e processo de software, o que originou o modelo espiral de desenvolvimento de software ao integrar a gerência de riscos como um componente de processo (BOEHM, 1986).

Apesar de representar o embrião da concepção do valor na Engenharia de Software, o movimento em direção a um gerenciamento baseado em valor ainda era incipiente, mesmo despertando a atenção de pesquisadores, o que, inclusive, inspirou um ensaio publicado na *IEEE Software*, intitulado “*When the Pursuit of Quality Destroys Value*” (FAVARO, 1996b). Este ensaio instiga a visão excessivamente focada em qualidade no desenvolvimento de software em detrimento dos objetivos do negócio e do valor agregado, de modo que a qualidade não deveria ser a única peça-chave de um projeto ou empreendimento de software. Dois anos depois, FAVARO *et al.* (1998) utilizam o adjetivo “baseado em valor” no contexto de desenvolvimento de software ao se referirem à economia da reutilização.

Partindo dessa realidade, alguns eventos acadêmicos foram organizados com o intuito de prover discussão e amadurecimento a essa área de pesquisa de uma maneira geral. Em 1999, foi realizado o primeiro *Workshop on Economics-Driven Software Engineering Research* (EDSER) no contexto da *International Conference on Software Engineering* (ICSE), com o objetivo de iniciar um fórum anual para compartilhamento de experiências e promover questões relacionadas ao tratamento de valor em Engenharia de Software, agregando a comunidade de pesquisa envolvida.

O EDSEER *Workshop* foi realizado até 2006, em sua oitava edição. Em 2007, no contexto da ICSE, foi realizado o primeiro *Workshop on the Economics of Software and Computation*, visando ampliar a discussão para contemplar aspectos econômicos de sistemas (e não apenas do software), bem como processos de tomada de decisão em diferentes perspectivas (indivíduo, organização e governo), teorias, métodos e ferramentas para apoiar esses aspectos. Desde 2008, não houve mais um evento geral sobre a Economia Aplicada à Engenharia de Software, exceto alguns eventos mais específicos na área de Reutilização de Software, como o *International Workshop on Measurement and Economics of Software Product Lines* (MEPSUL) no contexto da *International Software Product Line Conference* (SPLC), cuja terceira edição aconteceu em 2009, e o *First International Workshop on Software Ecosystems* (IWSECO) no contexto da *International Conference on Software Reuse* (ICSR) 2009. Por fim, novos eventos se destacam em 2010, como *Second Workshop on Software Ecosystems*, *First International Conference on Software Business*, *ACM International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems* (MEDES) (no qual o 2nd IWSECO será realizado) e a quarta edição da *IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies* (IEEE-DEST).

Em paralelo, o escopo da pesquisa em ESBV expandiu para incluir questões de valor além daquelas econômicas e monetárias e, como exemplo, pode-se destacar o modelo *WinWin* para negociação de requisitos (BOEHM *et al.*, 1998), introduzido por B. Boehm e outros pesquisadores, em meados da década de 1990. Este modelo enfatiza a perspectiva *multi-stakeholder* ao incorporar uma abordagem para reconciliar as proposições de valor distintas dos *stakeholders* do projeto ao modelo espiral de desenvolvimento de software.

Ao final da década de 1990, o advento da Engenharia de Software Experimental, as abordagens de gerenciamento baseado em valor e os processos de tomada de decisão baseados em evidência, juntamente com as discussões acerca de estratégias de conciliação entre metodologias de desenvolvimento ágil de sistemas e os métodos dirigidos a risco (SANTOS, 2008b, SANTOS JR & SANTOS, 2009), contribuíram para ampliar ainda mais a abrangência da pesquisa em ESBV. Isso se deve ao fato de que estas questões lidam diretamente com a forma dos *stakeholders* atuarem nas organizações e nas equipes de desenvolvimento, o que interfere nos resultados obtidos em projetos de sistemas (BOEHM, 2006).

3.3 Perspectiva Inicial: Economia Aplicada à Engenharia de Software e à Reutilização

Paralelamente a evolução científica, os avanços exponenciais na variedade e na quantidade de dispositivos tecnológicos e de sistemas produzidos na década de 1990 organizavam um cenário com alto potencial para a criação de valor: um elemento importante para guiar a “informatização da informação” em todos os grandes sistemas sociais, de negócios e militares (BOEHM & SULLIVAN, 2000). Em conformidade com este fato, a construção e a utilização de produtos de software permanecem entre as questões mais complexas e problemáticas do desenvolvimento da tecnologia moderna, cujo principal sintoma se relaciona ao crescente índice de falha de grandes projetos, programas e negócios (BOEHM, 2006). É neste momento, então, que o valor agregado passa a ser analisado como um conjunto de dimensões que expõem empreendimentos de software⁸ a riscos imprevisíveis com uma taxa inaceitável (ITABORAHY, 2007).

Mesmo os projetos cancelados consomem recursos até que sejam enquadrados em tal categoria. Além disso, outros problemas devem ser considerados, tais como: (i) atrasos no *time-to-market*; (ii) redução de qualidade de produtos de software; e (iii) perda de oportunidades. BOEHM & SULLIVAN (2000) justificam estes problemas pelas carências da habilidade de gerenciar efetivamente as características de risco em sistemas de software, decorrentes do processo de tomada de decisão sob incerteza, durante o desenvolvimento. Ou seja, conhecimento incompleto e mercado competitivo se transformam em desafios que demandam estratégias inteligentes para um melhor investimento de recursos em busca da geração de valor. Assim, a Economia Aplicada à Engenharia de Software tem a contribuir com um legado de pesquisa e desenvolvimento que remonta à década de 1960, com foco exatamente na interseção entre a economia aplicada à informação e a engenharia e projeto de software (BOEHM, 1981).

Essa realidade, somada à ocorrência das duas primeiras edições do *EDSER Workshop*, propiciaram o delineamento de uma agenda de pesquisa para a área de Economia Aplicada à Engenharia de Software (Figura 3.1), através da identificação de uma rede de resultados intermediários a serem alcançados, incluindo as suas dependências e os caminhos de *feedback* pelos quais modelos e métodos de análise e de

⁸ No contexto desta dissertação, um empreendimento de software se refere a um artefato relacionado a software, considerando a sua concepção, o seu desenvolvimento e a sua manutenção e evolução, seja este artefato um componente, um projeto, um produto, um processo, a organização como um todo ou até mesmo um mercado estabelecido.

avaliação econômica poderão ser melhorados (BOEHM & SULLIVAN, 2000). A parte inferior à esquerda do diagrama apresentado na Figura 3.1 se refere à captura de *interesses táticos*, tais como melhorias na estimativa de custos para projetos de software, ao passo que a parte superior trata da captura de *interesses estratégicos*, tais como raciocínio sobre opções reais (HULL, 2008) e sinergias entre elementos de projeto e de programa em grandes portfólios – a abordagem proposta por este trabalho de pesquisa se concentra em desenvolver uma infra-estrutura para apoiar os pontos destacados em itálico (e cinza) na Figura 3.1. Além disso, três atividades fundamentais extraídas desta agenda consistem em: (i) modelar valor: *custos e benefícios*; (ii) rastrear e gerenciar o valor; e (iii) projetar sistemas para agregar valor durante o ciclo de vida.

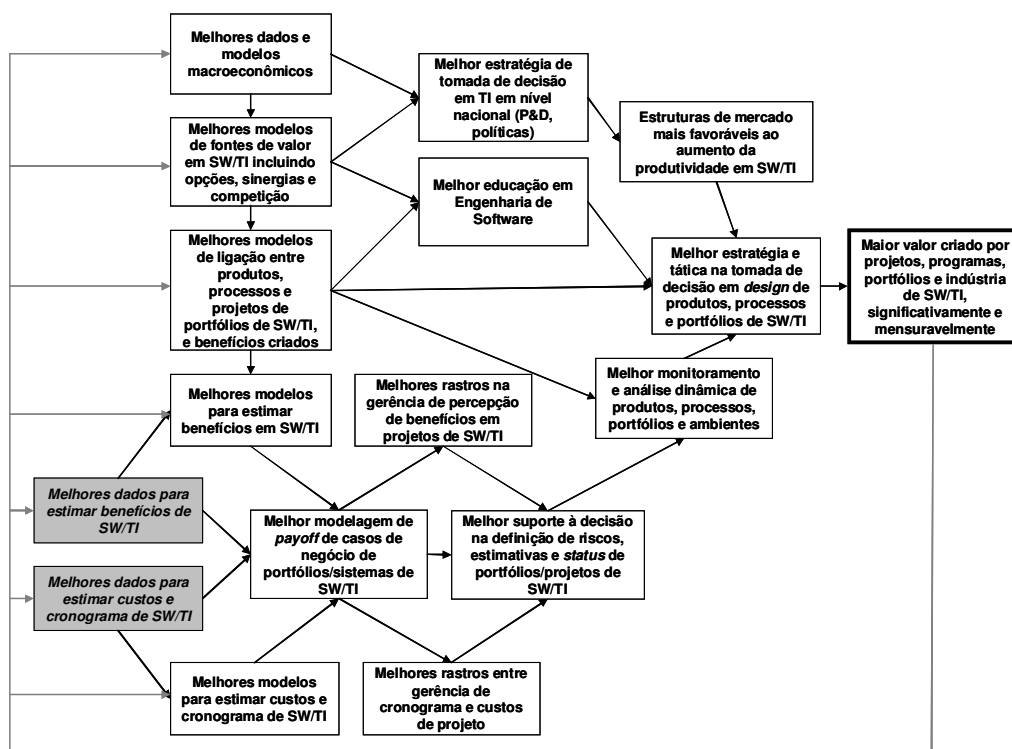


Figura 3.1 – Agenda de pesquisa para a área de Economia Aplicada à Engenharia de Software (BOEHM & SULLIVAN, 2000)

Como desafios de pesquisa, deve-se ter em mente que essa área se refere a problemas importantes que englobam questões científicas e tecnológicas (e não apenas econômicas), e a significância prática dos avanços (ou das falhas em alcançá-los) é alta. Portanto, é necessário aprender *como* pensar e gerenciar o desenvolvimento de software como uma atividade de investimento e de mercado, cuja meta é maximizar o valor agregado, considerando os recursos envolvidos; e pode ser interessante entender o conhecimento existente de outras áreas para o contexto do desenvolvimento de software, sem descuidar das particularidades deste artefato. Ainda, para apoiar a geração

de resultados, novos modelos e métodos de análise associados são importantes, além de ferramentas e ambientes que os tornem úteis para os engenheiros de software na prática; no entanto, devem ser frutos de análises estatísticas de dados históricos, e não concebidos de forma *ad hoc* ou pouco sistemática. Finalmente, entender como integrar tais avanços aos processos de desenvolvimento na indústria e gerir *feedback* se tornam essenciais para perceber e concretizar os benefícios preconizados. Deve-se pensar em uma disciplina de Economia da Engenharia de Software para os cursos acadêmicos que têm foco em Engenharia de Software, visando auxiliar os futuros profissionais a adquirirem um *background* mínimo de Economia e Finanças (SHAW *et al.*, 2003).

Mais especificamente no caso de programas de reutilização, custos, benefícios, riscos e oportunidades representam fatores impactantes no processo de tomada de decisão de mercado e na avaliação de investimentos no cenário industrial, pois interferem na definição de valor de um componente ou serviço. Visando entender como funciona a máquina financeira em ambientes que utilizam a ESBC, FERREIRA *et al.* (2006) propuseram um modelo de análise de investimentos em reutilização que permite observar o efeito de um investimento no valor da carteira de componentes de uma organização e observaram, após ilustrarem algumas decisões desta carteira, que o processo e o tipo da utilização dos componentes provavelmente implicarão em variabilidades no modelo de valor. Por exemplo, os componentes COTS (*Commercial Off-The-Self*) são comprados prontos (e não desenvolvidos pela organização), apresentando custos e riscos diferentes dos componentes desenvolvidos internamente.

O crescimento dos sistemas de software e o fato de que a reutilização de artefatos por meio da ESBC no mercado se torna possível quando o projeto arquitetural está incorporado e orienta o processo de desenvolvimento, uma definição de valor para componentes envolve uma reflexão sobre questões como (FERREIRA *et al.*, 2006):

- Antever atributos de qualidade que o sistema suporta e administrar o cronograma financeiro e de execução de projetos, investigando como a arquitetura de software pode reduzir custos de manutenção e amortizar custos de desenvolvimento;
- Analisar os custos de oportunidade e a opção de se investir em novos projetos quando parte deles já está realizada, a fim de melhorar o processo de tomada de decisão quando investimentos com mais de dois períodos (anos) são considerados;
- Tratar o abandono de projetos como uma opção de agregar artefatos ora produzidos (baseados em reutilização), permitindo que estes se somem aos ativos da organização (sem descartá-los por completo).

No entanto, os processos de reutilização requeridos podem implicar em altos custos de implantação e de manutenção, e isso interfere na definição de valor (FERREIRA *et al.*, 2006). Entre esses custos, pode-se citar a criação de repositórios de componentes, o levantamento das características de um domínio de aplicação, e a manutenção e o gerenciamento de equipes especializadas no desenvolvimento de componentes (WILES, 1999). A própria utilização de componentes possui um custo que pode superar o custo do desenvolvimento tradicional, caso o processo de apoio à reutilização não seja bem planejado, ou seja, dependendo dos custos de busca, compreensão, adaptação e integração do componente, o custo associado à sua utilização pode ser proibitivo. Isso também pode ocorrer com as linhas de produto, cujos custos de configuração, evolução e manutenção de suas arquiteturas e componentes devem ser considerados (BÖCKLE *et al.*, 2004). No entanto, esse cenário deve ser evidenciado por meio de estudos de caso que considerem diferentes contextos e perspectivas.

Além disso, não se pode esquecer que a reutilização exige investimentos não apenas no desenvolvimento de componentes, *frameworks* ou linhas de produto, mas também em processos, ferramentas e treinamento, e a disponibilidade de recursos é limitada. Por isso, o processo de decisão sobre *quanto, como e em que* investir se torna fundamental para o sucesso do programa de reutilização, e o amadurecimento de mercados que estressem o arsenal conceitual e tecnológico da ESBC, visando extrair os benefícios prometidos, contribui diretamente para esse processo (SOFTEX, 2007).

Por outro lado, decisões sobre que componentes devem ser desenvolvidos e quais devem ser utilizados em um produto específico podem não ser fáceis em um ambiente competitivo de mercado, sobretudo sem dados históricos que permitam minimizar a incerteza do cenário (POULIN *et al.*, 1993). A reutilização pode ocorrer em diversos níveis e de diferentes maneiras, ou seja, é possível reutilizar especificações de requisitos a códigos, e utilizar desde simples índices de componentes, com suas descrições e interfaces, a ferramentas sofisticadas de gestão do conhecimento. Por isso, diversas opções são colocadas à disposição de uma organização, e cabe à mesma decidir aquela que seja mais adequada ao seu negócio e aos objetivos estratégicos, incluindo não só a análise de custos e riscos associados ao projeto, mas de seus benefícios e oportunidades subjacentes (BOEHM & SULLIVAN, 2000).

Entretanto, pensar em custos, riscos, benefícios e oportunidades impacta em pensar no desenvolvimento de software como uma forma de investimento que pode trazer mudanças significativas na maneira como as decisões são tomadas em uma

organização. Qualquer investimento deve ter como principal objetivo a geração de riquezas. A riqueza, neste caso, não é necessariamente medida apenas pelo ganho de capital obtido com um investimento, mas deve incluir tudo aquilo que a organização considera gerar valor agregado. Neste contexto, os métodos de análise de investimentos propostos pela área de Economia e Finanças possuem o objetivo de quantificar a riqueza gerada pelos investimentos realizados em um projeto, de maneira que se possam avaliar as decisões a serem tomadas e comparar diferentes projetos entre si (FAVARO, 1996). Entretanto, o amadurecimento desses métodos está intrinsecamente relacionado à disponibilidade de dados históricos e requer a existência de mercados “vivos”, sobretudo ao se considerar as peculiaridades dos componentes enquanto ativos.

Por fim, FAVARO *et al.* (1998) afirmam que os benefícios econômicos da Reutilização de Software podem ser divididos em duas grandes categorias que influem diretamente na definição de valor no contexto da ESBC e da sua constituição de mercado: (i) *benefícios operacionais*, como a melhoria de qualidade, o aumento da produtividade e a redução dos custos de manutenção; e (ii) *benefícios estratégicos*, como a oportunidade de entrar em novos mercados ou a flexibilidade de responder a forças competitivas e transformar condições de mercado. Assim, a definição de valor da ESBC exposta a um mercado global deve se basear em critérios objetivos, mensuráveis e que explicitamente levam em consideração os objetivos e valores da organização, mas também deve cuidar de questões não-técnicas e não quantificáveis que interferem nesta definição. Deve-se considerar ainda fatores como resultado a longo prazo (o que aumenta o grau de incerteza), investimento inicial e, como consequência, novos fatores de risco. Mais especificamente, o amadurecimento do conceito de valor em mercados de componentes depende de uma análise de questões acerca dos requisitos, estimativas, manutenção, certificação e propriedade de artefatos de sistemas.

3.4 Perspectiva Presente: Valor em Engenharia de Software

Conforme BOEHM & SULLIVAN (2000), a Engenharia de Software tradicional normalmente é neutra com relação ao valor, isto é, não leva em consideração este conceito em suas decisões, focando nos aspectos técnicos do projeto. A responsabilidade do engenheiro de software frequentemente se limita a transformar requisitos de sistema em código passível de verificação e teste (BIFFL *et al.*, 2006), ignorando se o projeto está ou não gerando valor para a equipe, para a organização e

para a sociedade de uma maneira geral. Nesse sentido, a disciplina da ESBV aparece com o objetivo de integrar considerações de valor aos princípios e práticas existentes e emergentes da Engenharia de Software tradicional, e desenvolver um *framework* global no qual essas considerações se reforcem mutuamente (BOEHM, 2003). Atualmente, a maior parte dos interesses expressos pela Engenharia de Software foca em carências de sua ciência subjacente, o que torna ainda mais difícil para uma abordagem neutra de valor fornecer uma direção para a transformação de sistemas em artefatos úteis para os *stakeholders* (considerando diferentes perspectivas), uma vez que isto envolve lidar com suas diferentes proposições de valor⁹ (BIFFL *et al.*, 2006).

Está claro que a dinâmica dos requisitos de sistemas é incompatível com antigas práticas de processo, tais como modelos cascata (seqüenciais e dirigidos a requisitos), com cálculos de programação formal e com modelos de maturidade de processo que enfatizam a “repetibilidade”, o que acabou por induzir a necessidade de modelos mais adaptativos e dirigidos a riscos (BOEHM, 2006, SANTOS, 2008a, SANTOS, 2008b, SANTOS JR & SANTOS, 2009). Neste ponto, a ESBV contempla o fato de que a idéia de “valor” fornece um ponto de partida para se referir ao desafio da Engenharia de Software de tratar questões não-técnicas (e.g., econômicas e sociais), a fim de atingir processos de engenharia de sistemas. O ponto-chave consiste em entender o sentido de valor agregado a qualquer artefato que esteja sendo gerado ou utilizado ao longo do processo desenvolvimento de software e de seus mercados subjacentes. Pelo exposto, percebe-se que o conceito de valor no contexto da ESBV não se limita a termos estritamente econômicos ou monetários, podendo ser definido, para o escopo deste trabalho de pesquisa, como (SANTOS & WERNER, 2009):

*Valor é um conjunto de **facet**as quantificáveis e qualificáveis que se transformam e se transferem através das proposições e das percepções dos diferentes **stakeholders críticos de sucesso** (SCSs) envolvidos em uma **cadeia de valor**, e se aplica aos benefícios que um empreendimento ou decisão deve produzir, à sua percepção relativa para um indivíduo ou grupo e à sua utilidade ou importância.*

Para compreender esta definição, algumas expressões foram destacadas:

⁹ Os termos *proposição de valor*, *função de utilidade* e *condição de sucesso* representam basicamente sinônimos. O termo *condição de sucesso* é mais utilizado no contexto de negociação entre os *stakeholders* com o intuito de satisfazer acordos ganha-ganha (i.e., todos os *stakeholders* obtêm um certo grau de sucesso no empreendimento ou decisão), mutuamente e minimamente. O termo *função de utilidade*, por sua vez, é mais utilizado para tentar caracterizar a natureza da função relacionada ao grau de preferência de um *stakeholder* por resultados alternativos (frequentemente multidimensionais) frente à sua proposição. Por fim, o termo *proposição de valor* é mais utilizado como uma expressão genérica que combina as definições dos outros dois termos (BIFFL *et al.*, 2006).

- *Facetas de valor*: são atributos que caracterizam as diferentes dimensões que compõem a definição de valor para um determinado artefato. A Tabela 3.1 e a Tabela 3.2 apresentam as principais facetas de valor identificadas para o escopo deste trabalho de pesquisa, no que se refere ao mercado de componentes com a ESBC (BIFFL *et al.*, 2006, FERREIRA *et al.*, 2006, SANTOS & WERNER, 2009);

Tabela 3.1 – Principais facetas de valor para componentes (I)

FACETA	DESCRIÇÃO
<i>Custos</i>	Faceta de valor relacionada a tudo que pode reduzir o valor mensurável do empreendimento, incluindo não só custos operacionais de desenvolvimento e manutenção (e.g., pagamento de pessoal, aquisição de licenças, custos de infraestrutura, aquisição de material de consumo e depreciação dos bens), mas também os fatores que diminuem o seu valor (e.g., efeito da entrada de produtos concorrentes no mercado ou provisões necessárias para o caso de inadimplência dos clientes).
<i>Lucros</i>	Faceta de valor relacionada a tudo o que pode ser obtido quantitativamente além do percentual das receitas que compensam os custos envolvidos no empreendimento. Representa também o retorno positivo ou benefício conquistado por um investimento financeiro e/ou através de outra faceta de valor. Um componente que está sendo muito adquirido, por exemplo, gera lucros financeiros e contribui para que o seu produtor agregue valor na forma de um benefício intangível (criando um <i>status</i> para a sua “marca”).
<i>Benefícios</i>	Faceta de valor relacionada não só com a entrada de capital resultante da comercialização de artefatos referentes ao empreendimento, mas também com a economia de custos obtida pela melhoria dos processos subjacentes e com o aumento do valor do produto (e.g., diferença entre o custo de implementação de uma funcionalidade de um sistema com e sem componentes, maior rapidez no desenvolvimento de produtos obtida pela utilização de linhas de produto, e aumento do valor de mercado de um componente devido à incorporação de novas funcionalidades).
<i>Riscos</i>	Faceta de valor que representa as incertezas que podem influenciar o valor do empreendimento. Praticamente todos os custos e benefícios associados estão ligados a fatores de risco e, por isso, não é possível quantificar com precisão todos os custos e benefícios. Assim, a avaliação deve ser feita com base em estimativas com maior ou menor grau de incerteza, dependendo dos fatores de risco que influenciam cada custo ou benefício (e.g., aceitação do mercado em relação a um componente e surgimento de novas tecnologias que podem tornar um componente obsoleto ou proporcionar novas oportunidades à organização).
<i>Tempo</i>	Faceta de valor intimamente ligada ao risco, dado que quanto mais distante no tempo está um evento, menos precisas são as estimativas dos custos e benefícios associados (e.g., se dois projetos possuem custos e benefícios de valores iguais, mas um deles trará resultados positivos mais rapidamente, este provavelmente terá um maior valor agregado, já que o resultado positivo deve ter sido estimado com maior precisão). Analogamente, a possibilidade de postergar custos fixos também traz valor a um empreendimento. Por exemplo, o emprego de abordagens de reutilização como a ESBC e a Engenharia de Domínio beneficia o projeto de um componente uma vez que, ao reduzir o tempo de desenvolvimento, essas abordagens permitem a entrada mais rápida do componente no mercado e o adiamento da decisão de se executar o projeto até que as condições para a sua realização estejam mais bem definidas.

Tabela 3.2 – Principais facetas de valor para componentes (II)

FACETA	DESCRIÇÃO
<i>Oportunidades</i>	Faceta de valor externa ao empreendimento, podendo levá-lo a aumentar a satisfação dos SCSs, as vendas e os lucros. Representa uma condição ou situação favorável para esse empreendimento, na forma de um conjunto positivo de circunstâncias e de eventos relativos a um risco que pode ter impacto positivo ou gerar uma possibilidade de mudanças positivas. Como exemplo, pode-se citar o caso de um componente que quase não é adquirido e que poderia ser disponibilizado sem custos para o consumidor, exceto por uma licença associada. Assim, dependendo da utilização, pode-se gerar receitas por demandas de customização, o que abre uma oportunidade de serviços relacionados ao componente em si.
<i>Necessidades</i>	Faceta de valor que simboliza o sentimento ou o desejo de um SCS para obter um artefato relativo ao empreendimento que não possui ou não consegue encontrar. Pode ser uma exigência individual ou coletiva, potencial (i.e., pode ser gerada por uma exposição do artefato) ou real (i.e., inerentemente demandada por um ou mais SCSs), e deve ser satisfeita, minimamente, de alguma forma. Por exemplo, um engenheiro de software que busca por um componente, mas não o encontra, deve ser capaz de expressar a sua necessidade; por outro lado, componentes mais vendidos e mais bem avaliados podem ser expostos em um local especial para que possam despertar demandas na forma de necessidade potencial.
<i>Flexibilidades</i>	Faceta de valor que deve ser levada em consideração ao se quantificar o valor, uma vez que empreendimentos mais flexíveis possibilitam a adaptação às condições externas, de modo a evitar perdas e aproveitar oportunidades. Além disso, no contexto na Reutilização, a ESBC e as linhas de produto favorecem a flexibilidade dos projetos (e.g, opção de abandonar o projeto de sistema: o abandono de um projeto sem a previsão de reutilização normalmente significa a perda de todos os artefatos que foram desenvolvidos; porém, quando os artefatos são produzidos com a reutilização em vista, eles podem se somar aos ativos de software da organização, para serem utilizados em outros projetos).
<i>Comportamento</i>	Faceta de valor que se refere às ações e reações específicas através das quais os artefatos de um empreendimento interagem entre si e com o ambiente à sua volta, em um sistema dinâmico baseado em realimentação e nas atividades dos SCSs. Um exemplo corresponde ao caso em que um componente seja classificado em grupos com outros componentes, devido à semântica de sua descrição ou à ação de seu produtor de identificar componentes que sejam similares, e que isso possa interferir em outras facetas de valor, como explicitar ou criar demandas (facetas <i>necessidades</i> e <i>oportunidades</i> , respectivamente).
<i>Requisitos</i>	Faceta de valor que trata da definição documentada de uma propriedade (característica) ou funções necessárias (desejadas) que um artefato particular de um empreendimento deve atender. Esta faceta é utilizada como informação fundamental, para a fase de projeto de um produto ou serviço, a ser considerada no desenvolvimento do projeto em questão. Por exemplo, a partir da necessidade de se adquirir um componente, o mecanismo de busca pode fornecer certos filtros centrados em características tecnológicas dos componentes recuperados; além disso, caso o componente possua funções a mais ou a menos do que aquelas desejadas pelo consumidor, pode-se explorar a faceta de valor <i>flexibilidades</i> para adaptar o componente a um caso específico, caso esta faceta tenha sido agregada na prévia concepção do componente.

- *Cadeia de Valor*: consiste em uma estrutura de circulação de valor (e de suas facetas) que integra os *stakeholders* a ações, atividades, papéis e decisões no que tange o empreendimento em questão, seja um componente, um projeto, um produto, um processo, a organização ou o mercado. A Figura 3.2 mostra a cadeia de valor proposta em (SOFTEX, 2007) para a indústria de software com a ESBC madura;

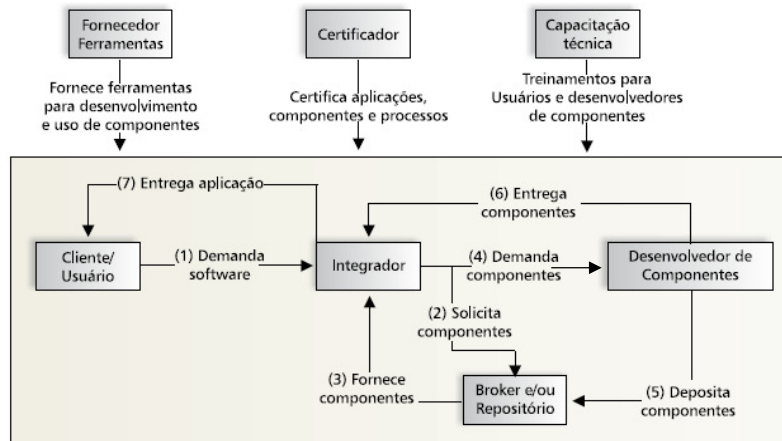


Figura 3.2 – Cadeia de valor na indústria de software com a ESBC madura (SOFTEX, 2007)

- *Stakeholders Críticos de Sucesso (SCSs)*: correspondem aos agentes que interagem entre si e interferem direta e indiretamente na cadeia de valor do empreendimento em questão através de suas mais variadas proposições de valor (BIFFL *et al.*, 2006). Além disso, uma vez que cada SCS pode ter diferentes percepções de valor, o conjunto dos SCSs deve ser alvo de procedimentos de elicitação e (re)conciliação das proposições de valor, visando manter o equilíbrio da cadeia. Os SCSs podem incluir classes de agentes além de usuários, clientes e desenvolvedores, tais como mantenedores, administradores, engenheiros de teste, profissionais de *marketing* etc.

A fim de entender as relações entre a Engenharia de Software tradicional e baseada em valor, BOEHM & JAIN (2007) desenvolveram a Teoria Inicial da ESBV (Figura 3.3). Essa teoria combina teoria de Ciência da Computação, aspectos gerenciais de Engenharia de Software e valores econômicos, culturais e pessoais para desenvolver e evoluir, com sucesso, sistemas intensivos de software. Existe uma “máquina” central, a *Teoria W Ganha-Ganha dos SCSs*, que foca em questões como “quais valores são importantes?” e “como o sucesso é assegurado?” para um dado empreendimento. Neste caso, o *modelo ganha-ganha* visa mapear, para cada decisão ou solução proposta, os SCSs ditos “ganhadores” e “perdedores”, com a meta de maximizar o atendimento mínimo às proposições de valor de todos os SCSs, de modo que todos saiam ganhando no final. As quatro teorias adicionais são:

- *Teoria da Utilidade* (“quão importante são os valores?”), cujo objetivo é entender como os SCSs querem vencer, considerando um *ranking* de suas necessidades;
- *Teoria da Decisão* (“como os valores dos *stakeholders* determinam as decisões?”), cujo objetivo é primar pela negociação baseada em planos ganha-ganha dos SCSs rumo ao equilíbrio da percepção de valor;
- *Teoria da Dependência* (“como as dependências afetam a percepção de valor?”), cujo objetivo é identificar todos os SCSs por meio de *cadeias de resultado* (i.e., a partir de uma *suposição*, uma *iniciativa* visa a uma *contribuição* que conduz a um *resultado*, sobretudo no caso de mercados) (BOEHM & HUANG, 2003);
- *Teoria do Controle* (“como adaptar para mudar e controlar a percepção de valor?”), cujo objetivo é controlar o progresso do empreendimento rumo à percepção ganha-ganha dos SCSs.

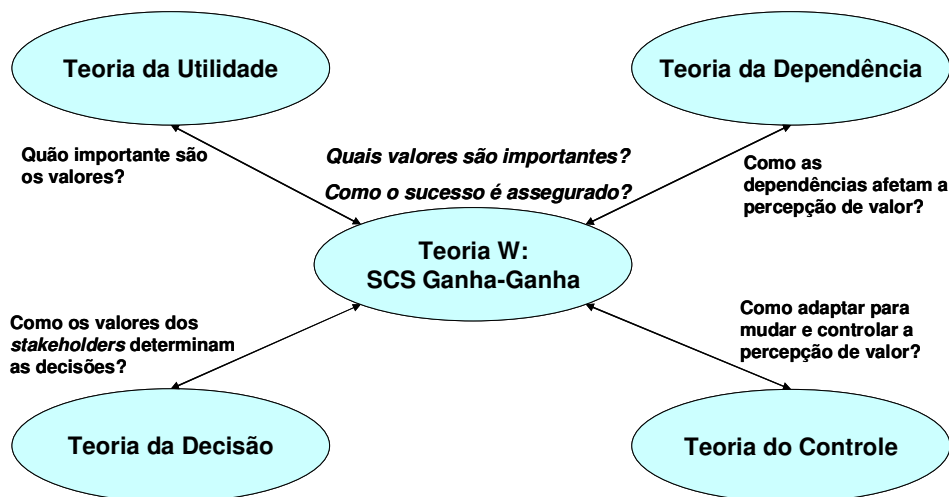


Figura 3.3 – Estrutura geral da Teoria Inicial da ESBV (BOEHM & JAIN, 2005)

Adicionalmente, BOEHM (2003) propõe uma agenda formal de pesquisa para a ESBV, inicialmente preocupada com questões de mais alto nível, tais como determinar quais partes de um projeto (dinâmicas e de baixo risco) são melhor tratadas por métodos ágeis (“mais leves”) e quais as partes mais estabilizadas e de risco mais alto são melhor tratada por métodos dirigidos a planos. Essa questão possui importância significativa, pois o sistema se torna um produto mais crítico e mais complexo ao estar inserido em um mercado (e.g., sistemas ubíquos com a ESBC), sobretudo diante do fato de que as organizações vislumbram otimizar continuamente seu *time-to-market* (BOEHM, 2006). A agenda de pesquisa da ESBV consiste em um *framework* que agrega sete elementos-chave (conforme mostrado graficamente pela Figura 3.4) que representam os seus “pilares”, discutidos na Tabela 3.3.

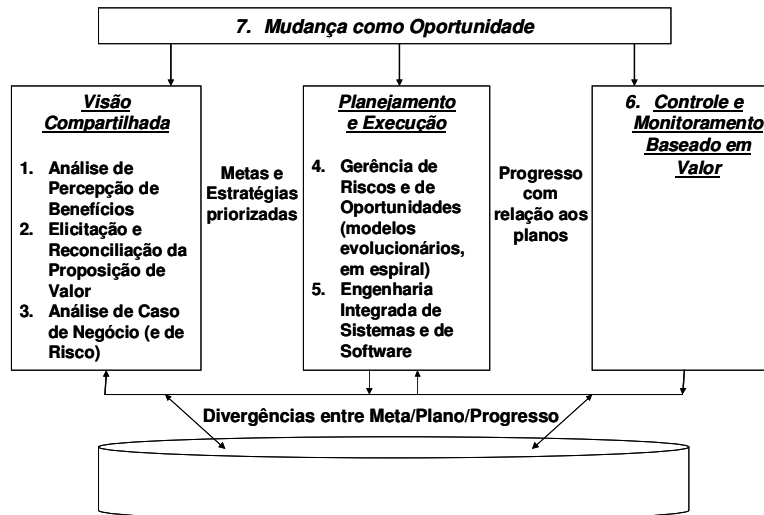


Figura 3.4 – Framework da agenda de pesquisa da ESBV (BOEHM, 2003)

Considerando a pesquisa desenvolvida na ESBV, certo progresso tem sido alcançado na integração de perspectivas baseadas em valor à Engenharia de Software, o que inclui abordagens como projeto participativo, engenharia de usuário, estimativas de custo, Economia Aplicada à Engenharia de Software (Seção 3.3), análise de investimentos em software e ética (FILGUEIRAS & SILVA, 2008). Apesar disso, segundo BOEHM (2003), essas abordagens têm sido tratadas como extensões isoladas de uma *baseline* de princípios e práticas da Engenharia de Software tradicional, e não tomadas em conjunto, vislumbrando as características da indústria. Assim, BOEHM & HUANG (2003) apontam os diversos tópicos que se integram à agenda de pesquisa da ESBV, sumarizados na Tabela 3.4. Princípios e práticas relativos a tópicos emergentes como sistemas baseados em COTS, desenvolvimento rápido de aplicações, métodos ágeis, sistemas de alta dependabilidade, sistemas de sistemas e ética também devem ser contemplados nessa agenda (BIFFL *et al.*, 2006).

Por fim, além da teoria inicial, dos elementos-chave e dos tópicos que compõem a agenda de pesquisa da ESBV, não se pode perder de vista que, para entender as ligações entre o valor enquanto um “tecido” único de diferentes fatores e aspectos, e a integração das proposições de valor dos SCSs, deve-se reunir o conhecimento acadêmico e industrial em uma base de experiências. Essa base consiste em uma peça fundamental para a manutenção de modelos e de ferramentas que apóiem a ESBV, favorecendo a incorporação de ciência à Engenharia de Software por meio da pesquisa apoiada por experimentação. Isso interfere diretamente na qualidade de sistemas, possibilitando às organizações estruturarem a sua atuação no mercado ao considerarem as suas particularidades e possíveis melhorias e otimizações advindas de um processo

de realimentação baseada em evidência (dados reais). Para isso, os estudos experimentais na ESBV estão sendo alvos de pesquisas (BIFFL & WINKLER, 2007).

Tabela 3.3 – Sete elementos-chave do *framework* da agenda de pesquisa da ESBV

ELEMENTO	DESCRIÇÃO
<i>Análise de Percepção de Benefícios</i>	Consiste em determinar e coordenar outras iniciativas além do desenvolvimento de sistemas de software, necessárias para que o empreendimento e os SCSs percebam o potencial de seus benefícios, por meio da definição de cadeias de resultados para processos e decisões.
<i>Elicitação e Reconciliação da Proposição de Valor</i>	Visa capturar as proposições de valor dos SCSs durante o processo de desenvolvimento de artefatos do empreendimento, de forma expressiva e compatível, a fim de facilitar a sua convergência para um conjunto de objetivos relativos à iniciativa de cada <i>stakeholder</i> e a um programa global de iniciativas. É responsável também por identificar e tratar (reconciliar) conflitos para garantir o sucesso do projeto subjacente, utilizando gerência de expectativas, visualização, técnicas de análise de <i>trade-off</i> (na ESBV, consiste em identificar “o que” e “quando” uma proposição de valor é necessária, bem como em que níveis de precisão, correitude e completeza ela deve ser atendida), priorização e <i>groupware</i> .
<i>Análise de Caso de Negócio</i>	De maneira simples, envolve determinar custos, benefícios e retorno de investimento (<i>Return On Investment</i> ou ROI) ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Conceitos como fluxos de caixa descontados e valor presente líquido correspondem a ferramentas utilizadas (HULL, 2008).
<i>Gerência de Risco e de Oportunidade</i>	Envolve todo o ciclo de vida de um empreendimento, visando manter o conhecimento acerca das oportunidades disponíveis e dos riscos inerentes a cada uma delas. A análise de risco introduz o fator “pessoas” à tomada de decisão sobre aspectos econômicos. Pessoas diferentes podem possuir mais (ou menos) aversão ao risco, tomando decisões distintas em situações similares, particularmente quando se vêem frente a uma mistura incerta de resultados positivos e negativos. Assim, deve-se tratar e manter continuamente as funções de utilidade dos SCSs.
<i>Engenharia Integrada de Sistemas e de Software</i>	Baseia-se no fato de que a Engenharia de Software tradicional, na qual engenheiros de sistema determinam os requisitos do software e repassam para os engenheiros de software desenvolvê-los, se torna arriscada no cenário da indústria atual. Ou seja, integrar engenheiros de sistema e de software durante o processo de engenharia de produtos e de serviços – i.e., engenharia de requisitos (sobretudo em sistemas sujeitos a ambientes ubíquos), arquitetura, planos relativos ao ciclo de vida e trechos importantes de código fonte – é necessário para compor o cenário moderno do desenvolvimento de sistemas.
<i>Controle e Monitoramento Baseado em Valor</i>	Almeja controlar e monitorar o empreendimento a fim de obter informações sobre desempenho e estimativas de custo e cronograma, e melhorar a eficiência e a eficácia do projeto subjacente. Uma das técnicas mais utilizadas para implementar este conceito é o gerenciamento de valor agregado (BOEHM & HUANG, 2003), além da criação e povoamento de uma base de experiência focada em dados históricos e em formas de extrair informação.
<i>Mudança como Oportunidade</i>	Consiste em considerar a mudança em um empreendimento não como um defeito da engenharia <i>per se</i> , mas como uma oportunidade de competir e vencer no mercado. Tradicionalmente, a aversão à mudança está presente na cultura organizacional (via SCSs) e se mostra como uma ameaça à qualidade. Entretanto, diante de um cenário de mercado, a habilidade de se adaptar a mudanças agrega valor de negócio aos seus artefatos.

Tabela 3.4 - Tópicos de Engenharia de Software que integram a agenda de pesquisa da ESBV

TÓPICO	DESCRIÇÃO
<i>Engenharia de Requisitos</i>	Desenvolver princípios e práticas para identificar os SCSs no processo de desenvolvimento de software, elicitar suas proposições de valor com relação ao produto e reconciliá-las em um conjunto mutuamente satisfatório de objetivos do projeto do sistema.
<i>Arquitetura</i>	Reconciliar objetivos do projeto com soluções arquiteturais tangíveis.
<i>Projeto e Desenvolvimento</i>	Desenvolver técnicas que assegurem que projeto e desenvolvimento herdem objetivos e considerações de valor do sistema como um todo.
<i>Verificação e Validação</i>	Assegurar que uma solução de software satisfaça os seus objetivos no que tange a geração de valor e organizar as tarefas de verificação e validação para operarem como uma atividade de investimento.
<i>Planejamento e Controle</i>	Estender técnicas de planejamento e controle de produto, cronograma e custos para incluírem também o valor a ser entregue aos SCSs por meio do produto, do processo e do projeto do sistema.
<i>Gerência de Risco</i>	Desenvolver princípios e práticas para identificar, analisar, priorizar e mitigar riscos no contexto da ESBV.
<i>Gerência de Qualidade</i>	Priorizar fatores de qualidade desejáveis com relação às proposições de valor dos SCSs.
<i>Gerência de Pessoal</i>	Coordenar o gerenciamento das expectativas e da construção de grupos, gerenciar a incorporação (ao projeto) de todas as proposições de valor dos SCSs (capturadas durante o ciclo de vida) e integrar considerações éticas à prática cotidiana de projeto de sistemas.
<i>Princípios e Práticas</i>	Incluir o estudo de sistemas baseados em COTS, desenvolvimento de aplicações rápidas, métodos ágeis, sistemas de alta dependabilidade, sistemas de sistemas e ética.

Com base no exposto, percebe-se que ESBV é uma área recente na Engenharia de Software com escopo amplo, cujas atividades e pesquisas ainda se concentram em decisões de nível mais alto, ou seja, programa, processo e portfólios, focando em uma amostra seleta de SCSs envolvidos (e.g., gerentes). Atualmente, criar uma ligação entre decisões de nível mais alto e aquelas cotidianas da Engenharia de Software, inserindo considerações de valor e identificando todos os SCSs nos tópicos de pesquisas apresentados por BOEHM & HUANG (2003), não é uma tarefa trivial. Por isso, é importante usar a teoria inicial e elementos-chave da ESBV para explorar estratégias que possam explorar esses tópicos na prática. Nesta linha, este trabalho de pesquisa busca estabelecer algumas ligações, considerando os engenheiros de software atuando no dia a dia em um empreendimento de diferentes níveis: um mercado de componentes.

3.5 Perspectiva Futura: Ecossistemas de Software

Em uma década em que esforços são despendidos em direção ao entendimento do valor na Engenharia de Software, a também presente e real interferência de questões ou aspectos não-técnicos como um fator-chave para o sucesso de projetos, processos e

produtos de software abre novas perspectivas para a visão do software como um dos diversos elementos de um sistema (CUKIERMAN *et al.*, 2007, FRANÇA & SILVA, 2009, JANSEN *et al.*, 2009b, MEIRA & SILVA, 2009, SILVA & CÉSAR, 2009). Neste contexto, SCSs tais como fornecedores de software não trabalham mais como “unidades independentes” que podem entregar produtos bem delimitados, mas tornam-se dependentes de outros fornecedores, devido a infra-estruturas de software e a componentes vitais (e.g., sistemas operacionais, bibliotecas, repositórios de componentes e plataformas). Pela constante evolução tecnológica, esses fornecedores recorrem à cooperação virtual com produtores (desenvolvedores) e integradores (consumidores) de artefatos (e.g., componentes) a fim de construir alianças que estabelecem redes de influência e interoperabilidade (JANSEN *et al.*, 2009a). Estas redes são denominadas Ecosistemas de Software ou ECOS (do inglês, *Software Ecosystems* ou SECO) e consistem em um conceito que tem se tornado importante para explicar a existência (surgimento e/ou desaparecimento) de fornecedores de software.

A noção de ecossistemas tem origem na Ecologia, e foi estendida, ao longo do tempo, para contemplar ecossistemas humanos: *comerciais* e *sociais* (BOSCH, 2009). Um *ecossistema humano* consiste em um conjunto de atores e suas conexões e atividades, bem como as transações entre estas conexões, levando em conta fatores físicos e não-físicos. No tocante a um *ecossistema comercial*, os atores correspondem a negócios, produtores e consumidores, os fatores são os bens e serviços, e as transações incluem transações financeiras, além de compartilhamento de informação e de conhecimento, investigações e contatos pré e pós-vendas. Por sua vez, um *ecossistema social* reúne os usuários e suas conexões, e as trocas de diversos tipos de informação (e.g., conhecimento, soluções, idéias, referências, *feedback* etc.).

A partir dessas definições, BOSCH (2009) define um ECOS como *um conjunto de soluções de software que habilitam, apóiam e automatizam as atividades e transações realizadas por atores em um ecossistema social ou de negócios, e por organizações que provêem estas soluções*. Ou seja, um ECOS é um ecossistema (especialmente um ecossistema comercial) cujos bens e serviços compreendem as soluções e os serviços de software que habilitam, dão suporte ou automatizam atividades e transações. Dessa forma, os ECOSs introduzem muitos tópicos de pesquisa nos níveis técnico e econômico uma vez que, ao deixar um mercado tradicionalmente fechado, os fornecedores de software enfrentam o desafio de tornarem abertas as interfaces de seus produtos, as suas bases de conhecimento e, em alguns casos, até

mesmo o seu produto de software. Isso se deve ao fato de que o software deixa de ser um produto meramente “código” e passa a ser tratado com um sistema, que compõe um ecossistema. Por exemplo, um *cliente* pode contratar *desenvolvedores externos* (terceiros) para realizar customizações em um sistema adquirido de um *fornecedor* que, por sua vez, pode tê-lo desenvolvido com base em componentes adquiridos de *produtores* e/ou construídos por *consumidores* (integradores) de componentes.

Adicionalmente, os modelos de ECOS podem possuir três níveis de escopo que consideram as suas diferentes entidades e perspectivas, conforme apresentado na Figura 3.5 (JANSEN *et al.*, 2009a):

- *Nível do escopo do fornecedor de software (software vendor level)*: os objetos de estudo correspondem aos *atores* e aos seus relacionamentos, considerando uma *perspectiva centrada na organização* (Figura 3.5.a). Os fornecedores estabelecem os efeitos do ECOS sobre os seus portfólios de produtos e serviços, e sobre o gerenciamento de conhecimento e dos relacionamentos. Como exemplos, (i) diretrizes devem ser desenvolvidas para considerar decisões sobre “fazer ou comprar” (reutilizar), (ii) os fornecedores devem decidir como explorar ao máximo (com cautela) o portfólio completo de produtos e serviços, e (iii) os fornecedores devem determinar como utilizar o conhecimento do ECOS internamente;
- *Nível do escopo da rede de produção de software (software supply network level ou SSN)*: os objetos de estudo representam as redes que integram um ECOS, incluindo os diferentes relacionamentos entre elas, considerando uma *perspectiva interna do ECOS* (Figura 3.5.b). Os fornecedores determinam as estratégias para lidar com seus produtores e consumidores de componentes, e com seus clientes (usuários finais). Por exemplo, um fornecedor pode (i) organizar reuniões periódicas com desenvolvedores de *plug-ins* (produtores) para seus produtos, (ii) desenvolver portais para relacionamento com intermediários (revendedores) e clientes etc.;
- *Nível do escopo do ECOS (software ecosystem level)*: os objetos de estudo são os ECOSs *per si*, bem como as relações entre eles, considerando uma *perspectiva externa do ECOS* (Figura 3.5.c). Escolhas estratégicas devem ser definidas com relação à maneira de um fornecedor se comportar em um ECOS para maximizar o valor agregado a produtos e serviços. Por exemplo, um ator pode ser um *orquestrador*, que tem controle sobre o ECOS e que desenvolve estratégias para mantê-lo ativo e baseado em valor para as organizações envolvidas.

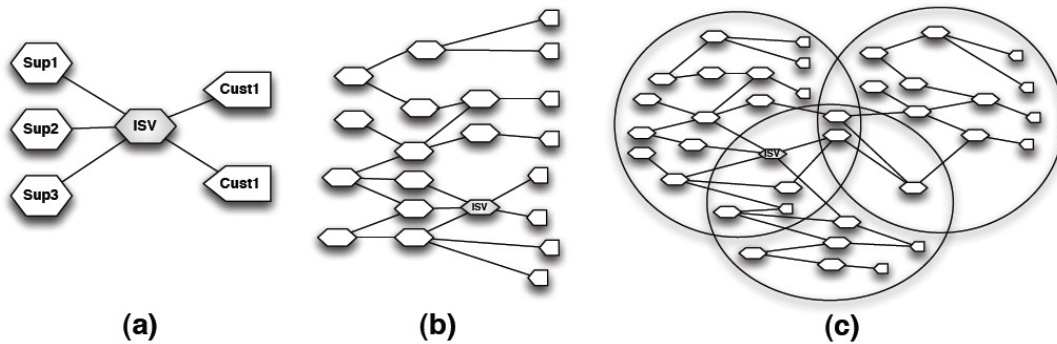


Figura 3.5 – Níveis de escopo dos ECOSs (BOUCHARAS *et al.*, 2009)¹⁰

Para ilustrar as perspectivas do ECOS, JANSEN *et al.* (2009b) discutem um exemplo (Figura 3.6). A organização fornecedora de software (*ISV*) é provida com componentes de um fornecedor cujo desenvolvimento é baseado em código aberto (*Outsourcer*) e de um outro fornecedor qualquer. A partir destes insumos, a organização entrega um produto (*P.I*) e um serviço (*S.I*) para os seus clientes (*Customers*). Normalmente, existe uma competição de mercado, que ocorre por meio da participação de outras organizações que entregam produtos e serviços para outros clientes, e que são providas por outros fornecedores. Dessa forma, (i) o *nível do fornecedor de software* envolve todos os produtos e serviços relacionados à organização fornecedora, bem como ela mesma, (ii) o *nível da rede de produção de software* considera todos os clientes e produtores/consumidores que têm contato direto com o fornecedor, e (iii) o *nível do ECOS* reúne todas as organizações de software relacionadas.

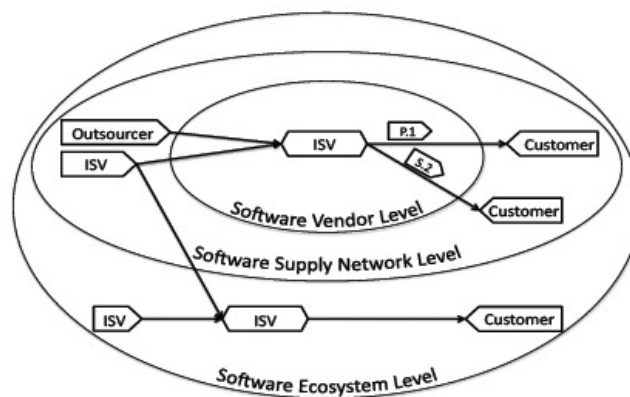


Figura 3.6 – Perspectivas de ECOSs (JANSEN *et al.*, 2009b)

¹⁰ Nesta figura, foi utilizada uma notação de modelagem desenvolvida por BOUCHARAS *et al.* (2009) para formalizar uma abordagem de configuração padrão para redes de produção de software e de produtos relacionados. *Sup1*, *Sup2* e *Sup3* representam um conjunto de *intermediários*, i.e., um tipo de ator em um ECOS que engloba revendedores, distribuidores etc. que, neste caso, interagem com outro *intermediário*, o *ISV* (*independent solution providers* ou fornecedores de solução independente), que atende aos *clientes* (atores que adquirem ou fazem uso de um *produto de interesse*, direta ou indiretamente, como usuários finais) *Cust1* e *Cust2*. Um produto de interesse ou *product of interest* (PoI) consiste em uma solução ou serviço de software na forma de um sistema principal que agrega valor ao modelo de negócio do *cliente*.

Por fim, diante das características apresentadas, desafios e fatores de sucesso foram apontados por BOSCH (2009) e JANSEN *et al.* (2009b), como: (i) caracterizar e modelar ECOSs, considerando diferentes perspectivas (e.g., no Brasil, a organização e evolução destes ecossistemas podem depender diretamente da atuação do estado, ou seja, de questões políticas); (ii) estabelecer os relacionamentos entre as redes de produção de software; (iii) gerenciar a qualidade em ECOSs; (iv) planejar portfólios e linhas de produtos em ECOSs; (v) prover métodos, técnicas e ferramentas para desenvolver arquiteturas de sistemas que atendam à extensibilidade, à portabilidade e à variabilidade; e (vi) tratar implicações gerais em Engenharia de Software, incluindo mecanismos de comunicação, agilidade na concepção e desenvolvimento de soluções e composição de produtos e serviços. Para isso, BOSCH (2009) desenvolve uma taxonomia que considera múltiplas vertentes através da divisão de um ECOS em duas dimensões (Figura 3.7). A primeira dimensão representa o nível de abstração em que o ECOS existe e se divide em três níveis: *operating system*, *application* e *end-user programming*. A segunda dimensão analisa a evolução da indústria de software (e da Computação) em termos de plataformas de computação dominantes: *desktop*, *web* e *mobile*. No decorrer deste trabalho de pesquisa, alguns dos conceitos relacionadas a ECOS são resgatados, visando delinear a abordagem proposta por esta dissertação.

end-user programming	MS Excel, Mathematica, VHDL	Yahoo! Pipes, Microsoft PopFly, Google's mashup editor	<i>none so far</i>
application	MS Office	SalesForce, eBay, Amazon, Ning	<i>none so far</i>
operating system	MS Windows, Linux, Apple OS X	Google AppEngine, Yahoo developer, Coghead, Bungee Labs	Nokia S60, Palm, Android, iPhone
category platform	desktop	web	mobile

Figura 3.7 – Taxonomia para ECOSs (BOSCH, 2009)

3.6 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentada uma evolução histórica da Engenharia de Software tradicional, focada em questões técnicas, para a ESBV, que busca explorar o valor na indústria de software em suas diferentes perspectivas ao tratar também

questões não-técnicas como fatores econômicos e sociais, incluindo uma visão geral destes aspectos na Reutilização de Software. Assim, delineou-se o conceito de valor, que será utilizado por este trabalho de pesquisa no contexto da ESBC, e definiu-se um conjunto de termos importantes como facetas de valor, cadeia de valor e SCSs. Além disso, realizou-se uma discussão sobre a teoria inicial e sobre os elementos-chave da ESBV, o que viabilizou a exposição da agenda de pesquisa desta área, proposta por BOEHM (2003). Por fim, as novas perspectivas para a indústria de software baseada em valor foram apontadas a partir da visão de que o software é apenas um elemento de um sistema maior que, por sua vez, pertence a um ecossistema de software.

Diante da cronologia apresentada, ao se traçar um paralelo com a ESBC, percebe-se que os seus problemas (i.e., inibidores e riscos) discutidos no Capítulo 2 são reforçados pelos desafios apontados para a ESBV e para os ECOSs, uma vez que, diferentemente de outras engenharias, a Engenharia de Software apresenta um forte viés dos recursos humanos envolvidos durante a execução de seus processos e projetos. Isso demanda um olhar que analise e que transcenda a uma perspectiva única da estrutura “exata” e tradicional da concepção e da construção de sistemas (CUKIERMAN *et al.*, 2007). Torna-se importante, assim, a discussão dessa linha de pensamento durante a formação dos futuros profissionais para a Engenharia de Software (SHAW *et al.*, 2003).

Adicionalmente, mapeamentos entre habilidades e comportamentos de recursos humanos, e atividades técnicas devem representar, por exemplo, estratégias para maximizar a percepção de valor e alinhá-la à sua proposição internalizada pelos SCSs (SILVA & CÉSAR, 2009). Isso impacta a motivação e, conseqüentemente, a produtividade e o *time-to-market*, dentre outros benefícios preconizados pela Reutilização de Software, além de interferir diretamente na modelagem, estrutura e funcionamento de suas abordagens (como a ESBC) e de ECOS subjacentes que podem vir a se desenvolver (como o mercado). Assim, a partir da fundamentação teórica discutida nos Capítulos 2 e 3, o próximo capítulo apresenta a abordagem de pesquisa proposta, que visa apoiar um mercado de componentes baseado em valor.

Capítulo 4 – Abordagem Brechó-VCM

4.1 Introdução

Conforme a discussão realizada no Capítulo 2, a ESBC consiste em uma das abordagens mais conhecidas para a Reutilização de Software e apresenta um sucesso significativo em cenários intra-organizacionais como, por exemplo, quando aplicada em linhas de produto de software (BOSCH, 2009). Entretanto, um desafio inerente à origem desta abordagem se refere à sua exposição a um mercado de componentes de software, analogamente ao que aconteceu com componentes de *hardware* (MESSERSCHMITT, 2007). Infelizmente, diversos entraves impediram, ao longo do tempo, o estabelecimento de iniciativas que estruturassem mercados de componentes de software, e o mais significativo está relacionado à definição de valor para estes ativos (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000), considerando a sua proposição e percepção pelos SCSs, paralelamente às ações e às atividades que permeiam a oferta e a demanda desses ativos.

Apesar de representar *a priori* apenas um fator, a definição de valor para componentes, como para ativos de outros mercados, necessita de organização e manutenção de dados históricos que permitam entender o desenvolvimento do seu mercado por meio da visualização de informações que aprimorem os processos de tomada de decisão (SANTOS & WERNER, 2008). Adicionalmente, esse conteúdo deve ser acessível a partir de uma entidade que integre e realmente este mercado, extraindo e explicitando informações de diferentes maneiras, considerando o tipo de *stakeholder* em questão e um propósito definido por este. Nesse sentido, a análise das iniciativas apontadas na Seção 1.3 motivou a identificação dos principais requisitos para a abordagem proposta nesta dissertação (SANTOS *et al.*, 2010):

- (1) Identificação de estratégias que subsidiem a definição de valor para componentes, contemplando suas diferentes facetas, quantificáveis ou não, e analisando características de ativos de outros mercados e modelos maduros;
- (2) Identificação dos SCSs envolvidos no mercado de componentes, bem como elementos conceituais, atividades, perspectivas e modelos relacionados;
- (3) Identificação de mecanismos que tratem questões ou aspectos de um mercado de componentes que transcendem ao puro lado técnico;

- (4) Identificação de dados históricos relevantes para este mercado, relacionados a cada um dos mecanismos identificados em (3), incluindo a sua manutenção e exploração por meio de técnicas de visualização;
- (5) Extensão de uma cadeia de valor existente para agregar os elementos identificados através de (1), (2), (3) e (4);
- (6) Definição de uma arquitetura conceitual que apóie o mercado de componentes com base na cadeia de valor estabelecida em (5).

A fim de atender aos requisitos listados, este trabalho de pesquisa propõe a abordagem *Brechó-VCM* (SANTOS *et al.*, 2009b, SANTOS & WERNER, 2009), um acrônimo de *Value-based Component Market in Brechó*, cujo objetivo é apoiar um mercado de componentes baseado em valor. A abordagem *Brechó-VCM* foca em primar pela proposição e pela percepção de valor dos SCSs e pela manutenção de uma cadeia de valor, ao explorar características de um canal de distribuição *on-line*, que possam organizar e movimentar as diferentes facetas de valor dos componentes a partir das decisões (em ações e em atividades) dos SCSs desse mercado. Dessa forma, ao tratar diferentes perspectivas na abordagem, almeja-se prover um ambiente de mercado onde as redes sociotécnicas atuem como mediadoras para o seu estabelecimento (ou reavaliação). Com relação aos ativos desse mercado, a abordagem *Brechó-VCM* considera um *conceito flexível de componente*, que consiste no conjunto de todos os possíveis artefatos reutilizáveis produzidos durante o desenvolvimento (e.g., processo, modelo, documentação, código fonte, binário etc.) (WERNER *et al.*, 2009).

Para apresentar a abordagem *Brechó-VCM*, este capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 4.2 discute as três estratégias-base que contemplam o *contexto* (i.e., cadeia de valor), a *forma* (i.e., organização e evolução *bottom-up*) e o *conteúdo* (i.e., o caso de componentes como ativos) do mercado de componentes organizado pela abordagem proposta, bem como o conjunto dos SCSs envolvidos; a Seção 4.3 define a arquitetura conceitual responsável por integrar os objetos que compõem a abordagem *Brechó-VCM*; as Seções 4.4 a 4.8 descrevem os mecanismos utilizados para concretizar a arquitetura conceitual da abordagem proposta, os quais (semi-) automatizam um dos perfis de SCSs (i.e., gerentes de negócio): o *Mecanismo de Precificação*, o *Mecanismo de Marketing*, o *Mecanismo de Avaliação*, o *Mecanismo de Negociação* e o *Mecanismo de Visualização*; a Seção 4.9 faz uma análise dos trabalhos relacionados à abordagem proposta; e a Seção 4.10 conclui o capítulo com algumas considerações finais.

4.2 Estratégias-Base

A abordagem *Brechó-VCM* explora três estratégias-base (EBs) em sua concepção e desenvolvimento, que são explicadas nas próximas subseções:

EB#1: Motivar os principais agentes envolvidos (SCSs) em um mercado de componentes para a criação de uma *cadeia de valor*, mais especificamente utilizando um *canal de distribuição* via Internet (SANTOS *et al.*, 2009b);

EB#2: Organizar uma perspectiva *bottom-up* de criação de mercado baseada na visualização de informação (SANTOS & WERNER, 2008);

EB#3: Entender movimentos e transações de mercado (e.g., publicação, aquisição, avaliação e sugestões, negociação, análise de mercado etc.) considerando *o caso de componentes* (SANTOS & WERNER, 2009).

4.2.1. EB#1: Contexto

A abordagem *Brechó-VCM* se baseia na existência de um *canal de distribuição*. Este canal é definido como uma entidade integradora *on-line* que possui um repositório de referência, denominado *biblioteca de componentes Web*, com mecanismos de documentação, armazenamento, publicação, busca e recuperação de ativos reutilizáveis, focados em um mercado de componentes e na exploração e manutenção de dados históricos relacionados. Por sua vez, esta biblioteca cataloga componentes oriundos de repositórios de diferentes organizações e localizações, podendo ser locais, específicos a um domínio e/ou outros repositórios de referência, e também pode funcionar como um repositório para manter os componentes das organizações que solicitarem. Além desta biblioteca funcionando como catálogo automatizado, o canal de distribuição apresenta um conjunto de *stakeholders* que atuam como *brokers* nas transações comerciais (*intermediários*), podendo ser profissionais da área e/ou máquinas virtuais (catálogos automatizados) (SANTOS & WERNER, 2009).

A fim de manter a qualidade do mercado através de seus instrumentos (i.e., biblioteca e intermediários), o canal de distribuição deve estar submetido a um *Processo de Gerência de Reutilização* (SOFTEX, 2009b), conforme discutido na Seção 2.5. Este processo, ao estar atrelado ao contexto da abordagem *Brechó-VCM*, contempla os SCSs identificados (BOEHM & HUANG, 2003) com o objetivo de criar uma *cadeia de valor* (SOFTEX, 2007). A cadeia de valor visa manter uma estrutura de circulação do valor em um ambiente de mercado, incluindo o mapeamento de decisões (ações), atividades,

papéis e ativos reutilizáveis em torno da observação das proposições e das percepções de valor dos SCSs. Por sua vez, para a abordagem proposta, os SCSs representam um conjunto de agentes de mercado bem caracterizado e dinamicamente composto (i.e., ajustado de acordo com um cenário no tempo e no espaço) que interagem para especificar uma configuração de mercado que reflita as suas proposições de valor.

Partindo de uma análise dos *stakeholders* envolvidos em um mercado de componentes, previamente reconhecidos na literatura (Seção 2.4), e integrando as regiões estratégicas da Reutilização de Software aos cenários de um mercado na ESBC (Seção 2.4.1), foi modelada a cadeia de resultados para o mercado de componentes com a abordagem *Brechó-VCM*, com base na Teoria da Dependência da ESBV (Seção 3.4), conforme mostra a Figura 4.1. Esta cadeia de resultados, por sua vez, permitiu a identificação de dez SCSs que devem colaborar no canal de distribuição para manter a cadeia de valor do mercado de componentes ativa. Os SCSs foram classificados em dois grupos: *diretos* e *indiretos*. Os cinco SCSs *diretos* correspondem aos agentes que lidam diretamente com os ativos reutilizáveis e com a estrutura do mercado de componentes:

- *Produtores* (desenvolvedores): SCSs responsáveis por desenvolver ativos reutilizáveis e publicá-los no canal de distribuição (biblioteca e/ou intermediários);
- *Consumidores* (integradores): SCSs responsáveis por adquirir ativos reutilizáveis a partir do canal de distribuição e contribuir com o seu *feedback*;
- *Gerentes de negócio*: SCSs responsáveis por analisar o mercado e manter o canal de distribuição ao longo do tempo. Podem ser agentes passíveis de automatização;
- *Gerentes da biblioteca*: SCSs responsáveis por manter a qualidade da biblioteca e a organização dos ativos reutilizáveis;
- *Biblioteca e/ou intermediários* (canal de distribuição): SCSs responsáveis por apoiar e manter a cadeia de valor do mercado de componentes ativa.

Os outros cinco SCSs denominados *indiretos* (*clientes e/ou usuários, fornecedores, desenvolvedores de ferramentas, certificadores e profissionais de capacitação técnica*) representam os agentes que atuam na indústria de software e que são afetados pela ESBC exposta a um mercado de componentes através dos SCSs *diretos*. Suas responsabilidades são apresentadas a seguir, por meio do fluxo de interação comum para o desenvolvimento de sistemas na ESBC gerado pela cadeia de valor deste mercado, proposta pela abordagem *Brechó-VCM*. Esta cadeia de valor foi desenvolvida com base na cadeia de resultados mostrada (Figura 4.1) e na cadeia de

valor proposta por SOFTEX (2007) (Figura 3.2), podendo ser visualizada na Figura 4.2. Evidentemente, esta cadeia de valor é uma estrutura passível de problematização, devendo refletir o contexto dos nichos de mercado existentes rumo a um mercado competitivo que integre os SCSs e que permita a sua calibragem em um cenário real.

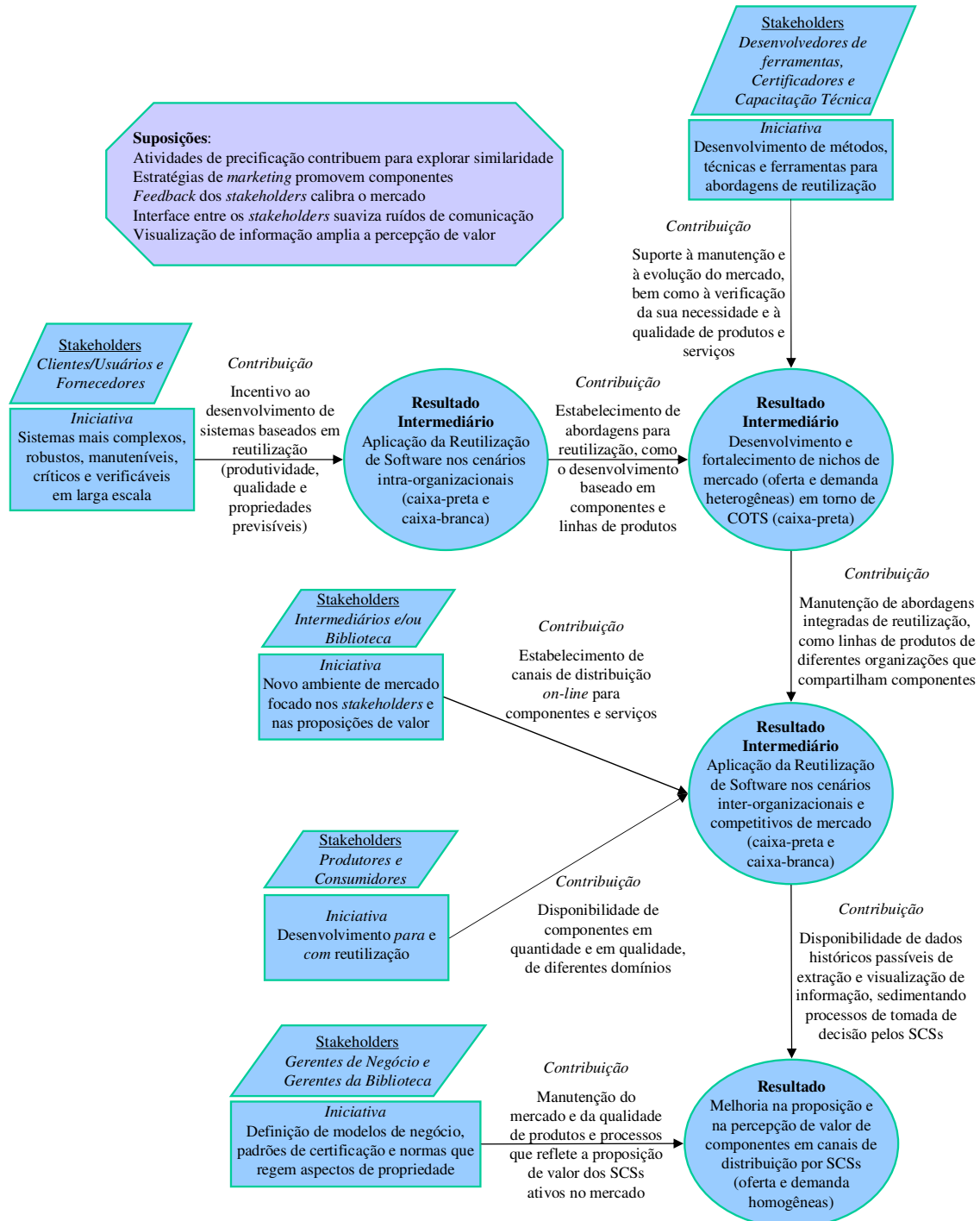


Figura 4.1 – Cadeia de resultados para o mercado de componentes na abordagem Brechó-VCM

De acordo com a cadeia de valor da Figura 4.2, o *cliente* (e o conjunto de *usuários*) possui uma demanda por soluções e busca no mercado um *fornecedor* que

possa lhe atender (1). Este fornecedor corresponde a uma organização que entrega sistemas (de diferentes níveis e escalas) e serviços bem delimitados para o cliente, podendo depender de outros fornecedores, devido a infra-estruturas de software e de componentes (e.g., sistemas operacionais, bibliotecas, repositórios de componentes e plataformas). Nesse sentido, fornecedores recorrem à cooperação virtual com desenvolvedores (*produtores*) e integradores (*consumidores*) de componentes, visando construir alianças que estabeleçam redes de influência e de interoperabilidade para solicitar produtos (e.g., artefatos de sistemas) e/ou serviços (e.g., customizações de subsistemas) (2). O integrador, por sua vez, é uma organização que desenvolve produtos de software e interage com o fornecedor para saber qual é a sua necessidade. O integrador gera uma especificação com os requisitos do produto, pensando na disponibilidade de componentes. Assim, este integrador, no papel de consumidor, busca os componentes para o sistema a ser desenvolvido em um canal de distribuição (*biblioteca e/ou intermediários*) (3) e recupera aqueles componentes de interesse (4).

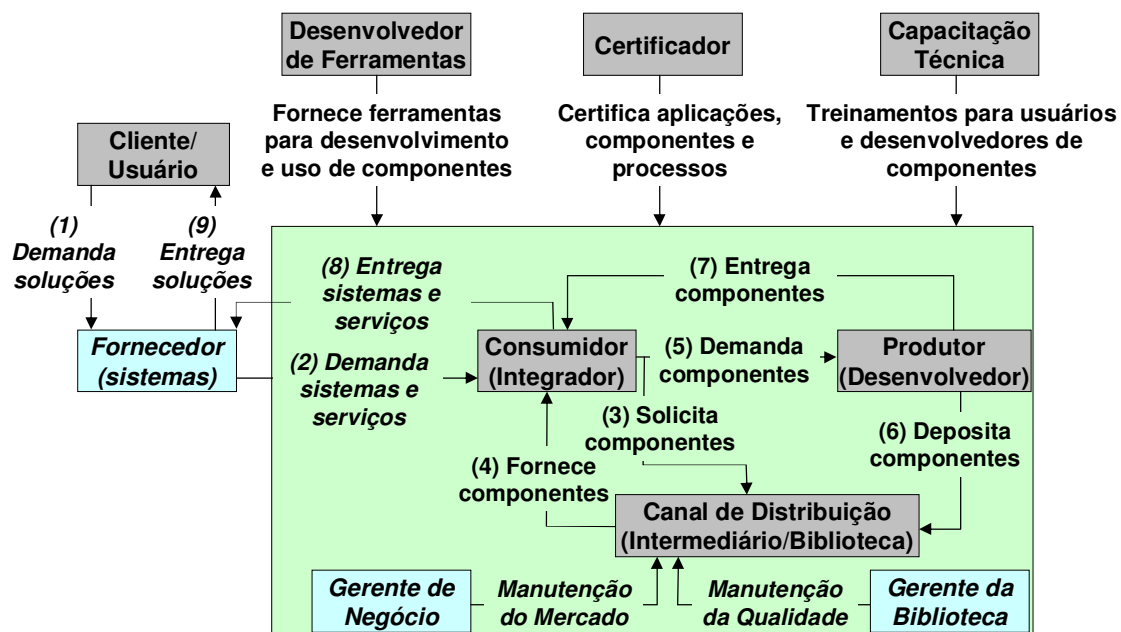


Figura 4.2 – Cadeia de valor para um mercado de componentes na abordagem *Brechó-VCM* (em *itálico*, são mostradas as extensões realizadas na cadeia de valor proposta por SOFTEX (2007))

Caso não encontre os componentes de que necessita, o consumidor demanda o seu desenvolvimento a organizações que atuam como desenvolvedoras de componentes (produtores) (5) e que entregam os componentes ao consumidor (7), atividades estas realizadas por meio do canal de distribuição. Estes dois agentes principais (canal de distribuição e produtores) são os responsáveis por suprir a demanda do consumidor por componentes. Os componentes desenvolvidos pelos produtores alimentam o canal de

distribuição (6) para que estejam disponíveis para um próximo projeto e possam ser efetivamente reutilizados. Com base nos componentes adquiridos, o consumidor pode modelar, desenvolver e entregar sistemas e serviços baseados na ESBC ao fornecedor que os tenha solicitado (8), de maneira que este possa, então, entregar soluções ao cliente (9). Os outros SCSs dessa cadeia (*gerente de negócio e gerente da biblioteca*) primam pelas questões econômicas (equilíbrio e manutenção da cadeia de valor) e técnicas (garantia de qualidade e manutenção do processo de gerência de reutilização).

Adicionalmente, agregam-se outros agentes subjacentes: *certificadores, profissionais de capacitação técnica e desenvolvedores de ferramentas*, que dão suporte para os agentes que participam da cadeia. Os primeiros podem certificar componentes elaborados pelos produtores, bem como aqueles disponibilizados pelo canal de distribuição, ou podem certificar os sistemas desenvolvidos e os serviços oferecidos pelos consumidores e as soluções construídas pelos fornecedores. A utilização da tecnologia de componentes exige profissionais qualificados, tanto nos consumidores como nos produtores, e a capacitação técnica destes SCSs pode criar um importante modelo de negócio. Por fim, o desenvolvedor de ferramentas provê tecnologias para o aumento da produtividade das atividades de Engenharia de Software na ESBC.

4.2.2. EB#2: Forma

Diante da EB#1, entende-se que a cadeia de valor é um instrumento fundamental para iniciar (construir) e manter uma base de dados históricos de uma organização e do mercado como um todo, e *vice-versa*. A partir destes dados, informações importantes podem ser extraídas e utilizadas pelos SCSs para melhorar os processos de tomada de decisão ao longo do tempo (e.g., “como precificar artefatos de um componente?”, “como conhecer promoções e sugestões de compras?”, “como avaliar produtores e consumidores?”, “como negociar bons preços?”, “como fazer a melhor compra?”, “como expressar necessidades?” etc.). Algumas informações desejadas por SCSs *diretos* do mercado de componentes são exemplificadas na Figura 4.3. Nesse sentido, a abordagem *Brechó-VCM* considera um conjunto de facetas na definição de valor de um componente, ou seja, busca explorar não apenas *custos e lucros* desejados, mas *necessidades, requisitos, comportamento, riscos, oportunidades, benefícios, tempo e flexibilidades*, definidas na Seção 3.4 e ilustradas pela Figura 4.4.

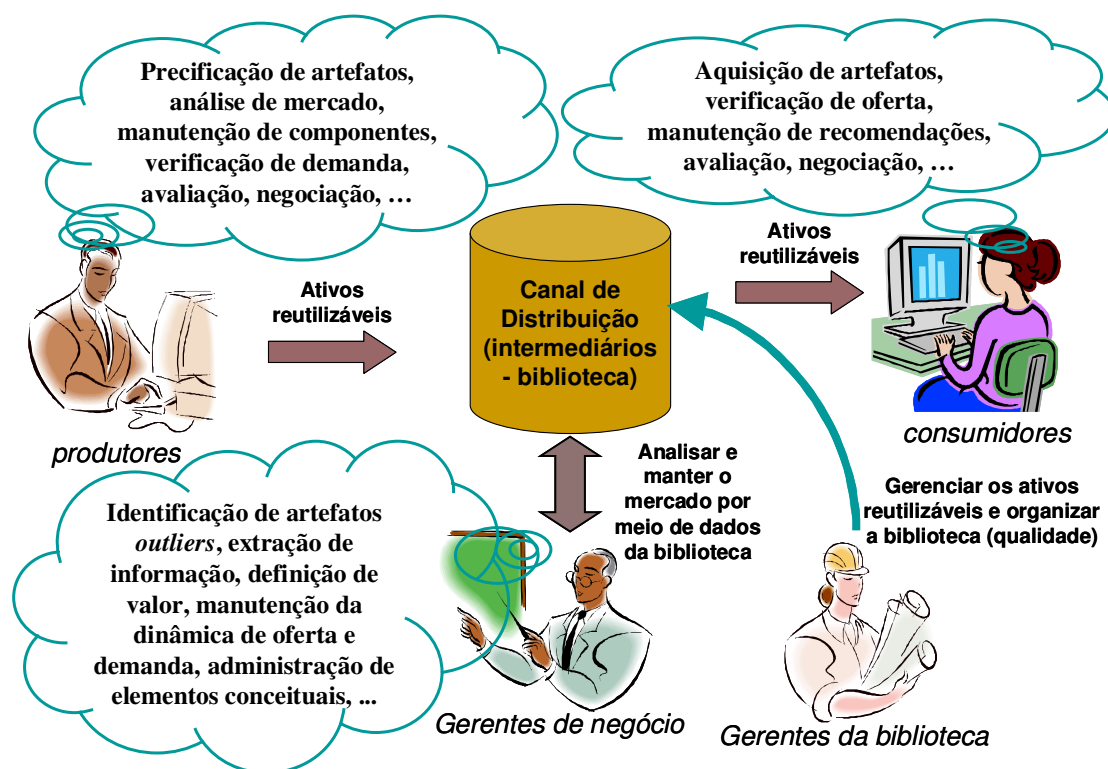


Figura 4.3 – Informações desejadas por SCSs diretos do mercado de componentes

Além disso, a abordagem *Brechó-VCM* contempla dois contextos distintos para a existência de um canal de distribuição: *comercial* (cenário competitivo, para mercados globais) e/ou *cooperativo* (cenário colaborativo, inter ou intra-organizacional). Isso se torna possível devido à utilização do conceito de *crédito*, um elemento que pode ser convertido (dinheiro) ou não (virtual) para uma moeda corrente. A pesquisa referente à construção de modelos para esta conversão foge do escopo desta dissertação por causa da carência de dados para a definição de valor para componentes (FERREIRA *et al.*, 2006), de maneira que a organização de estratégias que explorem diferentes formas para esta definição (e uma organização de dados históricos que a mantenham) seja um pré-requisito importante, alvo este almejado pela abordagem *Brechó-VCM*.



Figura 4.4 – Facetas de valor para componentes contempladas pela abordagem *Brechó-VCM*

Com base nessa premissa, a abordagem proposta utiliza uma metodologia para definição de valor para componentes diferente daquelas tradicionalmente estudadas na ESBC, que tentam entender o mercado de componentes sob uma perspectiva *top-down*, isto é, desenvolver métricas e modelos de forma menos sistemática (motivo: carência de dados históricos) e sem considerar os formalismos da área de Economia e Finanças (HULL, 2008). Estes formalismos se valem de análises experimentais e estatísticas de dados reais, além de provas de validade, para atestar e definir modelos econômicos que descrevem o comportamento das entidades relacionadas. Dessa forma, os riscos inerentes à perspectiva *top-down* dificultam a transferência de tecnologia e a verificação de teorias e de ferramentas, devido às incertezas dos modelos genéricos existentes.

A abordagem *Brechó-VCM* explora formas de geração de uma base de dados históricos para motivar os SCSs a atuarem em um mercado de componentes visando o seu estabelecimento e evolução sensíveis às proposições de valor destes SCSs. Assim, métricas, modelos e métodos (e.g., métodos de análise de investimento em Reutilização de Software (FAVARO *et al.*, 1998)) mais confiáveis podem ser desenvolvidos *a posteriori*, com base em dados reais primeiramente organizados e passíveis de extração e visualização de informação, analogamente ao que ocorre em outros mercados. Isso representa a perspectiva *bottom-up* explorada pela abordagem *Brechó-VCM*.

4.2.3. EB#3: Conteúdo

Por fim, torna-se estratégico observar outros mercados e modelos maduros com o intuito de entender o caso do mercado de componentes, bem como o comportamento dos ativos desses mercados frente às peculiaridades dos componentes. A partir das características identificadas na Seção 2.4.2 e do estado da arte da ESBC apresentado no Capítulo 2, algumas reflexões preliminares de como seria tratado o componente como um ativo de mercado permitem verificar alguns aspectos (SANTOS *et al.*, 2009b):

- O valor de um componente pode ser limitado devido à possibilidade de sofrer redução ou perda, ao longo do tempo (e.g., obsolescência tecnológica);
- Componentes são ativos que podem ser replicados infinitamente e facilmente, sem custos de produção e sem sofrer com a especulação e oscilação da bolsa de valores;
- SCSs podem ser os mesmos *stakeholders* com diferentes papéis em atividades distintas (e.g., atividade de compra e de venda), tornando-se interessante permitir a troca de componentes entre produtores e consumidores;

- Um ramo do mercado de componentes pode gerar um contexto cooperativo em cenários inter ou intra-organizacionais, contemplando um processo de gerência de reutilização entre equipes com a utilização de créditos virtuais ao invés de dinheiro;
- Um canal de distribuição pode ser útil para integrar operações e organizar dados, uma vez que contribui para o desenvolvimento de uma base de experiência, e pode agregar diferentes repositórios, instanciando a biblioteca de componentes *Web*;
- Ao embasar o mercado de componentes e sua respectiva cadeia de valor sujeita a importantes agentes como o gerente de negócio e o gerente da biblioteca, o canal de distribuição pode necessitar de recursos para manter o mercado e a qualidade do processo subjacente, retendo percentuais sobre as transações realizadas;
- Inicialmente, a razão quantidade de negócios por componente vendido pode ser baixa por causa da imaturidade existente neste mercado (ver Seção 2.4.3);
- O fluxo financeiro movimentado por um componente provavelmente não será elevado em médio prazo, devido à atual heterogeneidade da oferta e da demanda;
- Um sistema de pontos (i.e., um programa de relacionamento para trocas e resgates de benefícios que transformam facetas de valor de componentes) pode operar em um contexto cooperativo e compor parte de um contexto competitivo (aliado a um sistema de créditos), visando movimentar e evoluir o canal de distribuição;
- Um sistema de reputação se torna interessante a fim de romper a heterogeneidade do mercado ao utilizar um canal de distribuição para utilizar informações dos nichos produtor-consumidor existentes em insumos para o desenvolvimento de padrões e de normas, a partir daqueles provenientes destes nichos, desde que o conjunto final atenda minimamente às proposições de valor dos SCSs envolvidos com base em inteligência coletiva. Por outro lado, esse sistema pode afastar múltiplos produtores (e.g., organizações de pequeno e médio porte) e, conseqüentemente, consumidores (i.e., que podem ser os mesmos SCSs), o que viola um dos postulados da Economia relativos a mercados perfeitos (OVERHAGE & THOMAS, 2004).

Em suma, a abordagem *Brechó-VCM* não pretende definir modelos econômicos para automatizar os processos de tomada de decisão dos SCSs em um mercado de componentes, mas prover meios que tornem este processo baseado em valor, explorando diferentes aspectos (*facetas de valor*) ao tratar pontos de vista distintos (SCSs). A ESBV pode contribuir com a sua Teoria Inicial e com os elementos-chave (Seção 3.4). Além disso, a ESBV pode auxiliar a abordagem proposta a gerenciar os

processos de proposição e de percepção de valor em dois momentos, de *produção* e de *reutilização*, visando manter a abordagem integrada com a cadeia de valor gerada.

4.3 Arquitetura Conceitual

Seguindo as entidades definidas na Seção 4.2.1, a arquitetura conceitual da abordagem *Brechó-VCM* é composta essencialmente por um *canal de distribuição* e por um *conjunto de repositórios distribuídos* (e.g., locais, específicos a um domínio ou outros repositórios de referência), conforme mostrado pela Figura 4.5. Esta arquitetura atende ao **universo interno** da abordagem proposta, ou seja, integra os *SCSs diretos* de um mercado de componentes. O canal de distribuição agrega um *conjunto de intermediários* (pessoas e/ou máquinas virtuais) e uma *biblioteca de componentes Web*, cuja garantia de qualidade baseada no Processo de Gerência de Reutilização é de responsabilidade dos *gerentes da biblioteca*. Esta biblioteca apresenta uma *base de dados históricos* bem definida e organizada, que favorece o desenvolvimento da perspectiva *bottom-up* discutida na Seção 4.2.2. Além disso, a estrutura da biblioteca de componentes *Web* é estendida para garantir a manutenção do mercado de componentes por meio do *Módulo Financeiro*, que consiste em um conjunto de automatizações (totais ou parciais) de *gerentes de negócio*, com o objetivo de propiciar a criação, a proposição e a percepção de valor no decorrer dos processos de tomada de decisão dos *SCSs*.

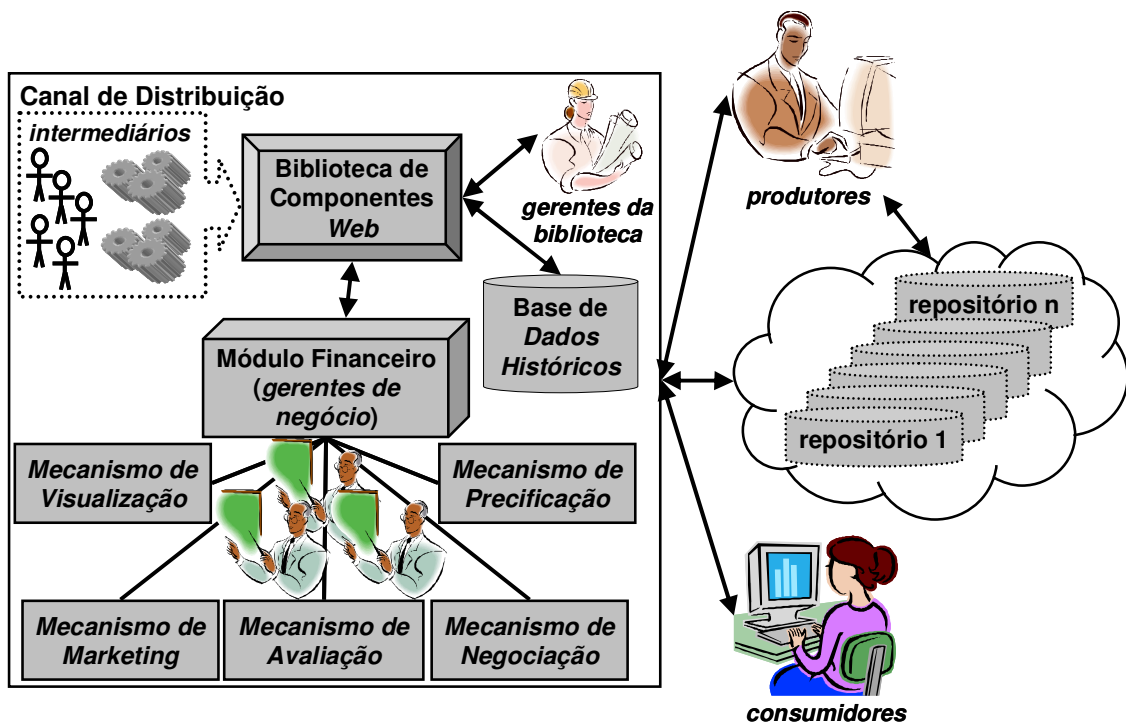


Figura 4.5 – Arquitetura conceitual da abordagem *Brechó-VCM*

O **Módulo Financeiro** reúne cinco mecanismos principais com o intuito de viabilizar a definição de valor para componentes, ao explorar aspectos econômicos das transações de mercado e refletir os perfis dos SCSs envolvidos: o *Mecanismo de Precificação*, o *Mecanismo de Visualização*, o *Mecanismo de Marketing*, o *Mecanismo de Avaliação* e o *Mecanismo de Negociação*. Resumidamente, o Mecanismo de Precificação utiliza diferentes dados históricos (e.g., graus de avaliação e número de consumidores de um componente) para viabilizar a quantificação da proposição e da percepção de valor. O Mecanismo de Visualização, por sua vez, explora uma base de dados históricos para extrair e exibir informações importantes focadas nas transações de mercado. Os demais mecanismos – Marketing, Avaliação e Negociação – buscam explorar, respectivamente, os potenciais e gargalos das transações de mercado, a avaliação dos SCSs, bem como dos componentes e seus artefatos, e a interface oferta-demanda. Além disso, os mecanismos possuem cinco objetos característicos:

- *elemento conceitual*: instrumento responsável por manter a cadeia de valor ativa ao estimular atividades no mercado e a conseqüente manipulação de dados históricos;
- *atividades*: conjuntos de instâncias da cadeia de valor;
- *perspectivas*: papéis dos SCSs em uma determinada atividade;
- *modelos*: procedimentos cujo objetivo é guiar a execução de atividades;
- *facetas de valor*: conjuntos de facetas de valor de um componente que um dado mecanismo ajuda o SCS a perceber.

A dinâmica provida pela abordagem *Brechó-VCM* favorece a manutenção da cadeia de valor e, por conseguinte, o estabelecimento de um mercado de componentes que considere a proposição de valor dos SCSs, bem como a sua percepção. Com base nesse aparato arquitetural, produtores e consumidores interagem com o canal de distribuição para desenvolver e evoluir o conceito de valor para componentes por meio de suas ações e atividades. Os produtores que possuem repositórios próprios utilizam o canal de distribuição como um *catálogo de componentes*, seja através do repositório de referência (biblioteca de componentes *Web*), seja por meio do conjunto de intermediários; caso o produtor não possua um repositório próprio, ele pode utilizar a biblioteca *Web* para armazenamento de seus componentes.

Dessa forma, com o Módulo Financeiro, almeja-se tornar a manutenção da definição de valor possível (em todas as atividades de mercado), visando alcançar a reutilização caixa-preta (e caixa-branca) com um mercado de componentes

(RAVICHANDRAN & ROTHENBERGER, 2003). Adicionalmente, a exploração de transações de mercado busca deixar um cenário onde a oferta e a demanda variam em direção a um cenário onde estas são estáveis (ULKUNIEMI & SEPPÄNEN, 2004). Ou seja, a carência de padrões e de normas conduz à formação de nichos de mercado entre produtores e consumidores, que buscam nas relações pessoais uma garantia de confiabilidade. Para mudar este cenário, a existência e o sucesso das transações em larga escala dependem dos “melhores” mecanismos de busca e recuperação. Assim, padrões e normas que surgem e amadurecem a partir das proposições de valor dos SCSs são estabelecidos mais rapidamente, e favorecem a competitividade de mercado e os processos de tomada de decisão que mantém o mercado automaticamente regulado.

Por fim, a arquitetura conceitual da abordagem *Brechó-VCM* gera um suporte para um **universo externo**, isto é, uma vez que a abordagem se relaciona diretamente a um processo de transformação de atividades inerentes à Engenharia de Software (conforme explicitado pela cadeia de resultados da Figura 4.1), alguns reflexos podem ser sentidos pelos *SCSs indiretos* de um mercado de componentes. Estes reflexos consistem nos impactos que um ambiente real (i.e., a indústria de software) provoca na maneira de organizar relações econômicas e sociais entre os SCSs e os ativos do mercado em questão, o que, por sua vez, interfere em outras indústrias e mercados, pois a indústria de software dá suporte a diversos e diferentes domínios de sistemas através de software e serviços. Isso pode contribuir para a organização de ecossistemas de software na ESBC, conforme discutido na Seção 3.5, ao gerar uma perspectiva do mercado de componentes sob o ponto de vista da integração entre os *universos interno e externo*. No entanto, o escopo desta dissertação foca no *universo interno* da abordagem proposta e um trabalho de pesquisa futuro pode ser realizado ao redor do *universo externo* gerado, devido à profundidade, à amplitude e à insipiência do estado da arte atual inerentes à área de ECOS (JANSEN *et al.*, 2009b).

4.4 Mecanismo de Precificação

O **Mecanismo de Precificação** visa analisar como o valor pode ser percebido quantitativamente pelos SCSs, considerando diferentes perspectivas (*produtores e consumidores*) envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de *precificação* e de *aquisição*, respectivamente). Este mecanismo lida com o desafio de tratar a complexidade da percepção das diferentes facetas de valor numericamente por

meio de um elemento conceitual, o *crédito*, que corresponde à moeda utilizada pela abordagem *Brechó-VCM*, conforme discutido na Seção 4.2.2. Sob a perspectiva do produtor, este mecanismo apóia dois perfis conjugados e suas respectivas combinações: *produtores iniciantes e experientes* no mercado, e *componentes inovadores* no mercado ou *similares* a outros componentes publicados no canal de distribuição. Esses perfis foram delineados a partir da necessidade de entender como as proposições de valor dos SCSs envolvidos nas atividades de precificação e de aquisição determinam as suas decisões (Teoria da Decisão, ver Seção 3.4) e como o valor do componente pode ser percebido através do controle e da manutenção das ações relacionadas a estas atividades ao longo do tempo (elemento-chave Controle e Monitoramento Baseado em Valor).

A atividade de precificação acontece no momento em que um produtor cadastra um dos artefatos que compõe o seu componente previamente aceito para publicação, o que ocorre mediante submissão prévia ao Processo de Gerência de Reutilização que regula o canal de distribuição. Para contemplar esta atividade e os perfis conjugados supracitados, a abordagem *Brechó-VCM* apresenta dois modelos, o *Modelo de Precificação Clássica* e o *Modelo de Precificação de Mercado*. O Modelo de Precificação Clássica é composto por três modelos específicos: o *Modelo Mark-Up*, o *Modelo Amortizado* e o *Modelo de Retorno de Investimento (Return On Investment ou ROI)*, todos baseados em equações da Economia (HULL, 2008). O primeiro modelo específico considera custos, encargos e margem de lucro desejada sobre o artefato; o segundo dilui o lucro desejado sobre um volume estimado de vendas, almejando preços mais atrativos para o consumidor; e o terceiro, por sua vez, se preocupa em assegurar uma taxa de retorno que considere variações no volume estimado de vendas.

Para utilizar o Modelo de Precificação Clássica, o produtor deve selecionar um dos três modelos específicos e configurar alguns de seus parâmetros para viabilizar a geração de um diagnóstico do artefato, o que explora as facetadas de valor *custos e lucros*. A natureza deste modelo permite verificar a sua adequação para (mas sem limitar a) *produtores experientes* (i.e., produtores que sabem quais informações eles precisam para precificar artefatos, não precisando recorrer a uma análise de mercado) e para *componentes inovadores* no mercado (i.e., componentes que não possuem artefatos similares aos de outros componentes, que permitam fazer uma análise de mercado). Ressalta-se que esse modelo de precificação foi adotado pela abordagem *Brechó-VCM* em decorrência das carências de modelos maduros em reutilização que descrevam o valor de um componente com base em tratamentos estatísticos de dados históricos.

Dessa forma, visando produzir dados que reflitam as proposições de valor dos SCSs e que sejam passíveis de tratamentos futuros, a abordagem proposta apresenta uma alternativa (ou complemento) ao modelo apresentado, denominada *Modelo de Precificação de Mercado*. Este modelo consiste na precificação de artefatos com base em uma análise de informações de atributos financeiros de artefatos similares no mercado, extraídos da base de dados históricos, através de cálculos matemáticos. A concepção deste modelo resgata alguns conceitos do setor de Serviços (antigo setor terciário) (TÉBOUL, 2006), de modo que um componente (conjunto de artefatos de software ou não) seja visto como um produto envolvido pela subjetividade e pela abstração dos serviços durante a percepção de seu valor. Nesse sentido, uma das táticas de precificação é aquela baseada em competição, que explora o fato de que produtos e serviços tendem a ter um comportamento financeiro médio em mercados reais, com uma faixa de variação (para cima ou para baixo), o que torna a precificação uma atividade que deve considerar a experiência e a média de preços praticados no mercado (LOOY *et al.*, 2003). A abordagem *Brechó-VCM* adota esta tática, uma vez que almeja criar um ambiente de mercado calibrado pelos SCSs que dele participam ao longo do tempo, considerando a existência de um comportamento médio de mercado. Esse modelo é adequado para (mas não limitado a) *produtores iniciantes* (i.e., produtores que podem não saber como precificar artefatos de seus componentes) e para *artefatos similares* aos artefatos de outros componentes existentes no mercado.

O Modelo de Precificação de Mercado funciona a partir do conceito de *similaridade de mercado*, definida como uma combinação entre a *similaridade sintática* (perspectiva do produtor, apoiada por alguma biblioteca de recuperação de informação (HATCHER & GOSPODNETIC, 2005)), e a *similaridade histórica* (perspectiva do consumidor, explicada a seguir). Na ocasião em que um produtor está cadastrando um artefato de um componente previamente publicado, uma recuperação de artefatos similares é realizada com base na *similaridade sintática*, de forma que os resultados obtidos sejam exibidos e possibilitem que o produtor possa (ou não) verificar a sua documentação, bem como validar minimamente a recuperação, dado que isto é um problema recorrente há mais de 20 anos (SANTOS *et al.*, 2009b). Ou seja, o produtor pode selecionar alguns (ou todos) os artefatos similares para realizar uma análise de mercado, além de poder, inclusive, refinar esse conjunto, através de informações qualitativas extraídas (e cruzadas) de dados históricos desses artefatos. Isso é útil para explorar outras facetas de valor do componente, que não custos e lucros, e/ou que

instigar a percepção de valor do produtor. Dentre as informações extraídas, estão (SANTOS & WERNER, 2009, SANTOS *et al.*, 2010):

- *Características tecnológicas*: explora a faceta de valor requisitos, pois as informações exibidas correspondem aos parâmetros de *templates* que foram instanciados no processo de documentação durante a publicação dos componentes, extraídos a partir do cruzamento de dados históricos oriundos apenas da documentação dos componentes pertencentes ao conjunto de similares;
- *Categorias associadas*: explora a faceta de valor comportamento, uma vez que a informação extraída corresponde à exibição apenas das categorias às quais os componentes do conjunto de similares pertencem;
- *Data de criação*: explora a faceta de valor tempo, devido à exibição de informações provenientes de um processo de filtragem temporal de componentes com relação a um período específico.

Com o conjunto validado pelo produtor a partir da *similaridade sintática*, informações de mercado dos artefatos similares são calculadas: *preço médio*, *avaliação média* e *número médio de consumidores*, além da *data* em que o primeiro componente similar foi publicado no canal de distribuição (ver Seção 5.3.2). É importante salientar dois pontos: primeiro, as informações exibidas são aquelas tradicionalmente disponíveis aos consumidores, de modo que os dados relacionados sejam agregados e sumarizados para o produtor, o que não representa uma ameaça quanto aos seus competidores; segundo, apenas os artefatos rotulados como *ativos* devem ser considerados na *similaridade sintática*, para que as informações geradas reflitam o estado atual do mercado. Ou seja, o conjunto de dados históricos da população total de componentes *ativos* e *inativos* é útil, mas para tratamentos estatísticos ou para delinear o mercado.

Por fim, quando o produtor termina a atividade de precificação através do Modelo de Precificação de Mercado, o mecanismo cria relações (*links*) entre os artefatos similares validados para a análise de mercado, incluindo o artefato sob precificação. Estas relações são ponderadas pelo *grau de credibilidade* do produtor calculado pelo Mecanismo de Avaliação (Seção 4.6) de modo que, para cada relação existente entre artefatos ora similares (i.e., *similaridade histórica*), a atividade de precificação corrente contribua para balancear a *similaridade de mercado*, aumentando-a ou reduzindo-a de acordo com o *grau de credibilidade* do produtor. Esse processo é responsável por criar a *similaridade histórica* entre artefatos similares (i.e., gerar *dados históricos*), utilizando as ações de SCSs (produtores). Assim, em combinação com a

tática de precificação baseada em competição mencionada anteriormente, o Mecanismo de Precificação aplica o princípio de inteligência coletiva¹¹ (LÉVY, 1997, SEGARAN, 2007) ao atribuir aos produtores o papel de calibradores do processo de construção da similaridade de componentes, de maneira semi-automatizada.

Do outro lado da cadeia de valor – ou seja, os consumidores –, esse mecanismo pode contribuir para o processo de tomada de decisão envolvido na atividade de aquisição de componentes. Ao acessar o canal de distribuição para buscar e recuperar componentes, o consumidor pode recorrer a intermediários ou acessar a biblioteca *Web*. Neste caso, o consumidor utiliza alguns recursos (palavras-chave e/ou hierarquia de termos ou categorias) para buscar por componentes. Após selecionar um componente de interesse, o consumidor pode consultar componentes similares, refinando o conjunto exibido por níveis baseados na *similaridade de mercado* (e.g., pouco similar a muito similar). Isso melhora o processo de busca ao explorar a faceta de valor *benefícios*, pois um componente passa a permitir que os seus similares sejam atingidos (facilitando a percepção de valor do consumidor, na atividade de aquisição), e o processo de comparação ao explorar a faceta de valor *necessidades*, pois as informações sobre os similares, extraídas e combinadas, propiciam uma filtragem rumo ao delineamento da demanda real do consumidor. A maior semântica do componente contribui, ainda, para a construção de *perfis de consumidores* a partir das buscas e aquisições realizadas pelo Mecanismo de Marketing (Seção 4.5); por exemplo, a formação de grupos a partir de categorias mais movimentadas na publicação e aquisição de componentes, e de consumidores de componentes similares.

Além do nível de *similaridade de mercado*, o consumidor pode utilizar informações extraídas dos dados dos artefatos similares para explorar o valor dos componentes. Um consumidor pode, por exemplo, solicitar a ordenação dos artefatos similares por *nome, data de criação, avaliação e preço*, e/ou refinar o conjunto destes

¹¹ Segundo LÉVY (1997), o princípio de inteligência coletiva reside na forma de “uma inteligência distribuída por toda a parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em mobilização efetiva das competências. Acrescentemos à nossa definição este complemento indispensável: a base e o objetivo da inteligência coletiva são o reconhecimento e o enriquecimento mútuo das pessoas, senão o culto de comunidades fetichizadas ou hipostasiadas. Uma inteligência distribuída por toda parte: tal é o nosso axioma inicial. Ninguém sabe tudo, todos sabem alguma coisa, todo o saber está na humanidade.”. Dessa forma, a inteligência coletiva utiliza a interatividade, as comunidades virtuais, os fóruns e os *blogs* e *wikis* para construir e disseminar os saberes globais, baseados no acesso à informação democratizada e em sua constante atualização, ou seja, as produções intelectuais não seriam exclusivas de uma pessoa, nação ou classe social isolada, mas dos crescentes “coletivos” que têm acesso à Internet.

artefatos por meio da seleção de categorias às quais eles pertencem (faceta de valor comportamento). Dessa forma, as ações dos produtores para a construção da *similaridade de mercado* permitem que a faceta de valor oportunidades seja explorada, uma vez que seus componentes poderão ser recuperados por consumidores a partir de buscas por componentes similares. Isso contribui para ampliar a percepção de valor destes SCSs e aumenta o valor agregado do componente, considerado agora uma entidade com uma maior semântica embutida. Assim, ao focar em uma nova estratégia de busca e recuperação na biblioteca *Web*, na qual os produtores, em conjunto, contribuem para a construção da *similaridade de mercado*, esse mecanismo exemplifica a Teoria da Dependência da ESBV (Seção 3.4).

4.5 Mecanismo de Marketing

Visando atrair os SCSs de um mercado de componentes para movimentar o canal de distribuição e manter a sua cadeia de valor, o **Mecanismo de Marketing** tem o objetivo de explorar características de produtores e consumidores, e dos componentes, a fim de promover o mercado e mantê-lo vivo. Este mecanismo considera diferentes perspectivas (*produtores e consumidores*) envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de *análise de mercado*, de *manutenção de componentes* e de *verificação da demanda*, e atividades de *verificação da oferta* e de *manutenção de recomendações*, respectivamente), tratando as possíveis decisões dos SCSs que possam afetar a oferta e a demanda. Assim, o mecanismo trata o desafio de incorporar aspectos inerentes à movimentação do valor no mercado por meio de um elemento conceitual, o *ponto virtual*, que representa uma “recompensa” pela atuação no mercado.

Além disso, o Mecanismo de Marketing requer um *processo de classificação hierárquica e flexível* na biblioteca de componentes *Web* para apoiar uma categorização hierarquizada¹², em conformidade com o Processo de Gerência de Reutilização, e para viabilizar a criação de grupos de consumidores e o gerenciamento de preferências. Neste contexto, a Teoria da Utilidade da ESBV é concretizada, uma vez que esse mecanismo busca maximizar a percepção de valor ao prover meios para que os SCSs entendam o mercado e elejam as suas necessidades rumo a um cenário ganha-ganha equilibrado (e.g., medidas devem ser tomadas diante da existência de componentes

¹² Uma categorização hierarquizada consiste na organização de um conjunto de categorias aninhadas que evite ciclos, de forma que uma (sub) categoria possa pertencer a mais de uma (super) categoria (de nome único na biblioteca), ou que se possa trabalhar como diretórios em sistemas de arquivos, onde categorias de mesmo nome em diferentes hierarquias são distintas (SANTOS *et al.*, 2009a).

muito e pouco vendidos ou avaliados, em relação ao conjunto total de componentes ativos publicados). A abordagem *Brechó-VCM* considera, também, o elemento-chave Análise de Percepção de Benefícios ao explorar o potencial de redes sociais (grupos), de estratégias de recomendação e de geração/exposição da oferta e demanda de mercado.

O *Mecanismo de Marketing* apresenta quatro modelos que manipulam dados históricos referentes a configurações de contratos de transações ou de compra e venda (i.e., mapa de reutilização¹³), preferências dos consumidores (i.e., configurações realizadas no cadastramento do perfil de usuário na biblioteca) e avaliações de componentes e de produtores (i.e., *feedback* dos consumidores): o *Modelo Diferencial*, o *Modelo Customizado*, o *Modelo de Recomendação* e *Modelo de Ranking*. O Modelo Diferencial realiza a manutenção periódica de categorias especiais de componentes, responsáveis por equilibrar o mercado através da biblioteca *Web*, denominadas *Destaques* e *Promoções*. O Modelo Customizado organiza e mantém as preferências dos consumidores com base na seleção de categorias de interesse no cadastramento do perfil de usuário da biblioteca, visando notificá-los sobre novos componentes publicados. O Modelo de Recomendação formula sugestões de vendas e compras¹⁴ através do algoritmo de inteligência coletiva estendido (SEGARAN, 2007), o qual foca na criação de *perfis de consumidores* que refletem os seus históricos de compras (este algoritmo é explicado mais adiante). Por fim, o Modelo de Ranking gera a existência de outra categoria especial, *Top 10*, que possui subcategorias referentes a *componentes mais vendidos*, *componentes mais bem avaliados* e *produtores de maior reputação* (informações fornecidas pelo Mecanismo de Avaliação, Seção 4.6), com o intuito de explorar a faceta de valor *riscos*, pois contribui para ampliar a confiabilidade dos consumidores em relação aos componentes e aos produtores no mercado.

Por um lado, quando um produtor acessa o seu catálogo de componentes na biblioteca *Web*, ele tem a opção de realizar uma *análise de mercado* a fim de visualizar

¹³ Um mapa de reutilização consiste em um mecanismo que permite que os produtores conheçam os seus consumidores e as suas necessidades, criando um canal de contato entre as partes. Este canal viabiliza a notificação de atualizações, demandas de modificações, correção de defeitos e novas funcionalidades, favorecendo o amadurecimento do próprio componente (LOPES *et al.*, 2006). Por sua vez, este gerenciamento incentiva a criação de uma comunidade de usuários, facilitando a interação, o suporte e uma classificação da reputação dos produtores quanto à qualidade dos componentes e dos serviços oferecidos. Uma das formas de estabelecer esse vínculo é instanciar acordos entre produtores e consumidores, com base na seleção de licenças associadas ao componente, incluindo questões acerca de propriedade intelectual e de adaptações, responsabilidades, suporte, tarifação, garantias etc.

¹⁴ Como a abordagem *Brechó-VCM* vislumbra atender ao cenário cooperativo, os termos *compra* e *venda* de componentes no escopo do Mecanismo de Marketing podem ser referenciados como *aquisição* e *publicação* de componentes.

informações gerais sobre transações de mercado. Essas informações, exibidas por meio de gráficos, se referem a *categorias com alto volume de vendas*, *categorias com grande fluxo de publicação de componentes* e *volume de vendas por componente*, todas elas considerando um dado período de tempo. Isso facilita a compreensão das relações entre a oferta e a demanda no mercado de componentes de acordo com a organização da biblioteca *Web*. Além da análise de mercado, o produtor pode realizar a manutenção de seu catálogo de componentes *ativos* através da *análise de outliers*, isto é, os componentes *ativos* são submetidos periodicamente à verificação estatística de *outliers* no canal de distribuição, segundo a unidade temporal adotada.

Conforme o *fluxo financeiro movimentado por item em um período específico* e a *avaliação média*, os componentes podem ser rotulados como *outliers positivos*, *comportamento médio de mercado* ou *outliers negativos*. Notificações e marcações (símbolos) devem destacar os componentes cujo comportamento os caracteriza como *outliers positivos* ou *negativos*, de modo que ações periódicas sejam apresentadas aos produtores envolvidos, com o objetivo de equilibrar o mercado. No primeiro caso, o produtor de um componente classificado como um dos mais vendidos e mais bem avaliados em um período específico pode (i) acionar o Modelo Diferencial para tratar o componente e publicá-lo também na categoria *Destaques*, explorando a faceta de valor benefícios ao proporcionar uma recompensa pelo ótimo desempenho no mercado, ou (ii) receber *pontos virtuais*, calculados em função do fluxo financeiro movimentado pelo componente e do número de consumidores. Por sua vez, no segundo caso, o produtor de um componente classificado como um dos menos vendidos e mal avaliados em um período específico pode (i) acionar o Modelo Diferencial para tratar o componente e publicá-lo na categoria *Promoções*, resgatando a faceta de valor oportunidades, uma vez que disponibilizar o componente a um custo de aquisição zero pode agregar o preço da licença escolhida ou gerar demanda por customizações e manutenções, ou (ii) descontinuar o componente, rotulando-o como *inativo* na biblioteca *Web*. Neste caso, a descontinuidade pode ser advertida e acontecer em um prazo determinado pela própria manutenção dos critérios que regem o Processo de Gerência de Reutilização da biblioteca (caso o comportamento do componente não mude por ações do seu produtor).

O produtor pode, ainda, verificar a demanda de mercado ao visualizar o *feedback* dos consumidores para cada um de seus componentes, relativo a *sugestões de demanda específica* fornecidas durante a atividade de avaliação do componente, o que explora a sua faceta de valor necessidades (e.g., consumidores podem expressar

demandas requeridas ou desejadas, e despertadas pelo componente adquirido). Isto é possível pelo Mecanismo de Avaliação (Seção 4.6), que trata também as *demandas gerais de mercado*, fornecidas por diversos SCSs em um *fórum de sugestões* (e.g., consumidores que não encontram componentes desejados utilizam o fórum para sinalizar demandas requeridas). Assim, as facetas de valor *oportunidades* (e.g., agregar valor financeiro na realização de manutenção evolutiva) e *flexibilidades* (e.g., agregar valor financeiro na realização de manutenção adaptativa) são explicitadas.

Por outro lado, quando um consumidor acessa o canal de distribuição, ele pode explorar a oferta de mercado em categorias especiais mantidas através do Modelo Diferencial e do Modelo de Ranking, ampliando a sua percepção de valor ao sentir aspectos inerentes à faceta de valor *riscos* por explicitar ofertas com características atrativas (bons componentes de bons produtores, ou componentes a custo zero). Isso por si só representa uma fonte de evidência da confiabilidade de componentes (SCAFFIDI & SHAW, 2007). Adicionalmente, o Modelo Customizado permite a notificação de consumidores a respeito de componentes de interesse, baseada na configuração do seu perfil, ou seja, depende diretamente da proposição de valor destes SCS durante o cadastramento de seu perfil (seleção de categorias de interesse).

Ainda na perspectiva do consumidor, o Modelo de Recomendação analisa o histórico de compras e pode descobrir possíveis grupos em que ele estaria presente, sugerindo os componentes mais bem avaliados e comuns aos históricos de compras dos consumidores desses grupos. O algoritmo para este modelo aplica a abordagem baseada em item, proposta por SEGARAN (2007), nos passos (3) e (4), e estende esta abordagem ao realizar os passos (1) e (2):

- (1) Os consumidores que adquiriram componentes similares (*similaridade de mercado*, Seção 4.4) e cujas aquisições, em geral, foram realizadas nas mesmas categorias, são reunidos em grupos rotulados pelos nomes das categorias da biblioteca *Web*;
- (2) A partir disso, os grupos aos quais estes consumidores foram classificados são restringidos de acordo com as informações fornecidas pelo Modelo Customizado, a fim de contemplar a proposição de valor dos consumidores ao filtrar as sugestões com base nas categorias de interesse selecionadas *a priori*;
- (3) Através de análises dos históricos de compras dos consumidores dos grupos restringidos, componentes que foram adquiridos por vários consumidores, para cada grupo, são comparados a cada um dos componentes do histórico de compras do consumidor em questão, através da similaridade calculada por uma biblioteca de

recuperação de informação. Isto gera um conjunto de graus de similaridade para cada par componente adquirido/componente comparado. Este grau é ponderado pelo grau de satisfação (Mecanismo de Avaliação, Seção 4.6) atribuído pelo consumidor aos componentes adquiridos;

- (4) Uma ordenação final e decrescente, agregando todos os componentes selecionados, é realizada, de maneira que alguns destes, de melhor desempenho no algoritmo (i.e., acima de certo nível ou posição de corte, gerado a partir dos pares componente adquirido/componente comparado analisados), sejam sugeridos ao consumidor em questão, desde que ele não os tenha adquirido anteriormente.

Dessa forma, realçam-se as facetas de valor *benefícios* (e.g., uma imagem positiva pode ser agregada a um componente sugerido com base no princípio da inteligência coletiva, que é aplicado através da extração de boas avaliações realizadas por grupos de consumidores afins) e *oportunidades* (e.g., ao utilizar a *similaridade de mercado* desenvolvida por produtores para gerar grupos de consumidores, esse algoritmo contribui para ampliar a visibilidade agregada aos componentes, através da recomendação). Por fim, a abordagem *Brechó-VCM* utiliza *pontos virtuais*¹⁵, referentes a um *programa de fidelidade*, para movimentar o canal de distribuição (e o mercado) ao contemplar as perspectivas do produtor e/ou do consumidor, uma vez que esses SCSs podem ser papéis de um mesmo *stakeholder*. De um lado, os consumidores adquirem *pontos virtuais* nas atividades de aquisição de componentes, acumulados após as atividades de avaliação (Seção 4.6). Isso acontece especificamente para estimular a sugestão de demandas (específicas ou gerais) que refletem as proposições de valor desses SCSs, visando tratar a faceta de valor *necessidades* (e.g., explicitar que um componente pode atender a mais ou a menos requisitos desejados pelo consumidor).

Do outro lado, os produtores adquirem *pontos virtuais* por meio de gratificações referentes à posse de componentes classificados como *outliers positivos*. Caso um produtor também seja um consumidor, e vice-versa, os pontos são acumulados em conjunto, pois fazem parte de um único *programa de fidelidade* mantido pelo Mecanismo de Marketing. Dependendo do perfil do SCS (produtor e/ou consumidor) e da sua proposição de valor, o resgate dos *pontos virtuais* pode ser realizado em casos distintos: (i) um consumidor (i.e., SCS sem componentes *ativos* publicados) pode

¹⁵ A função que descreve o relacionamento entre créditos e pontos virtuais considerando o tratamento do componente como ativo em um mercado consiste em um outro trabalho de pesquisa, que depende diretamente da disponibilidade de modelos e de dados que permitam calibrar esses modelos. No escopo da abordagem *Brechó-VCM*, por enquanto, utiliza-se uma razão simbólica e configurável.

habilitar (ou não) descontos automáticos (visíveis) nas atividades de aquisição; e (ii) um produtor pode habilitar (ou não) descontos na retenção de encargos (i.e., *créditos*) que o canal de distribuição realiza durante as transações de mercado, ou pode, então, realizar o seu papel de consumidor. Este tipo de flexibilização oferecida representa um processo de determinar e coordenar outras iniciativas que exploram os benefícios agregados aos componentes e ao mercado, exemplificando o elemento-chave da ESBV Análise de Percepção de Benefícios. Do mesmo modo, ao manter a cadeia de valor do mercado de componentes ativa, o Mecanismo de Marketing torna possível, a longo prazo, o desenvolvimento de uma Análise de Caso de Negócio (Seção 3.4), a fim de entender como custos, benefícios e retornos de investimento podem ser melhor gerenciados.

4.6 Mecanismo de Avaliação

A fim de equilibrar a participação dos SCSs na definição de valor dos componentes publicados no canal de distribuição, o **Mecanismo de Avaliação** permite extrair informações sobre dados históricos relativos à confiabilidade dos SCSs e dos componentes, impactando a proposição (e.g., atividades de precificação) e a percepção (e.g., atividades de aquisição) do valor. Assim, esse mecanismo combina possíveis fontes de evidência sobre a confiabilidade de mercado (e.g., avaliações de componentes e de produtores, realizadas por consumidores, e a reputação de produtores (SCAFFIDI & SHAW, 2007)). Com essa finalidade, o Mecanismo de Avaliação considera diferentes perspectivas (*produtores e consumidores*) envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de avaliação e de *réplica a consumidores*, e atividades de avaliação e de *réplica a produtores, respectivamente*). Esse mecanismo lida com o fato de que as decisões dos SCSs afetam a sua participação no mercado por meio de um elemento conceitual, o *grau de credibilidade*, definido em função de duas informações, a *reputação* e a *experiência*.

Com essa finalidade, o *Mecanismo de Avaliação* apresenta um modelo denominado *Modelo de Avaliação Baseada em Pesos e Níveis*, que utiliza o elemento conceitual como um instrumento mediador da comunicação entre os SCSs. Nesse sentido, a *reputação* de um SCS consiste em uma informação de mercado extraída a partir dos *graus de avaliação* previamente recebidos, ponderados pelas reputações dos SCSs que avaliaram o SCS em questão, a fim de que a reputação possa refletir o perfil dos SCSs ativos no mercado. Os *graus de avaliação* correspondem a três opções:

positivos (+1), que somam uma unidade; *neutros* (0), que não alteram a avaliação; ou *negativos* (-1), que subtraem uma unidade. A *experiência* de um SCS, por sua vez, corresponde a uma informação de mercado extraída a partir dos perfis dos SCSs, considerando todos os SCSs que possuem o mesmo papel do SCS em questão (i.e., se o SCS for tratado como produtor, considera-se todos os SCSs que também atuam como produtores no mercado). Esta informação percentual pode ser calculada através de uma razão entre o *tempo de atuação* desse SCS no canal de distribuição e o *intervalo de tempo global* dos SCSs considerados (i.e., a diferença entre o tempo de atuação do SCS mais antigo e do SCS mais novo no canal de distribuição).

Como acontece com os componentes, os SCSs também podem estar *ativos* ou *inativos* no canal de distribuição, visando apoiar a manutenção da *similaridade de mercado* pelo Mecanismo de Precificação (Seção 4.4) ao tratar a *reputação* do produtor. O segundo estereótipo (*inativo*) pode ser atribuído àqueles SCSs que possuem baixa *reputação* ou aos produtores de componentes mal avaliados durante determinado período de tempo, respeitando os critérios estabelecidos pelo Processo de Gerência de Reutilização. Para isso, o Mecanismo de Avaliação instancia a Teoria do Controle da ESBV ao prover estratégias para controlar o progresso do mercado de componentes, considerando que a abordagem *Brechó-VCM* foca em um ambiente de mercado organizado e mantido pelos próprios SCSs (mais do que apenas definir processos e modelos estáticos e/ou fechados). Ou seja, esse mecanismo pondera as ações dos SCSs conforme seu comportamento ao longo do tempo, com o intuito de gerar um cenário ganha-ganha para o conjunto dos SCSs como um todo. Ao lidar diretamente com a credibilidade como um objeto dual (i.e., combinação entre *reputação* e *experiência*) e realçar a importância do fator “pessoas” em processos de tomada de decisão (e.g., contribuir para a *similaridade de mercado*), o Mecanismo de Avaliação trata o elemento-chave da ESBV Gerência de Risco e de Oportunidade (Seção 3.4).

Em termos práticos, as atividades de avaliação realizadas pelo consumidor acontecem após uma atividade de aquisição de componentes e contemplam duas etapas, a avaliação do componente adquirido e a avaliação do respectivo produtor. A primeira etapa pode ser realizada durante um determinado período de tempo (e.g., 21 dias após a aquisição, como acontece em (MERCADOLIVRE, 2010a)), e requer a atribuição de um *grau de satisfação* (e.g., cinco níveis em escala intervalar) e uma *descrição textual* para comentários gerais (e.g., elogios, opiniões, sugestões e críticas). Além disso, para apoiar o Mecanismo de Marketing (Seção 4.5), *sugestões de demanda específica* podem ser

fornecidas pelo consumidor, visando explicitar as facetras de valor *necessidades* e, eventualmente, *oportunidades*, ao explorar o *feedback* sobre o componente adquirido, bem como a abertura de novas possibilidades de investimento. A segunda etapa da atividade de avaliação, por sua vez, é caracterizada pela atribuição de um *grau de avaliação* (importante para o cálculo da *reputação*) e de uma *justificativa textual* (*feedback*) sobre a atuação do produtor sob o ponto de vista de um consumidor de seus componentes. As atividades de avaliação realizadas pelo produtor, em relação aos consumidores, seguem a mesma linha, e a efetividade deste tipo de avaliação está diretamente relacionada à existência do Mecanismo de Negociação (Seção 4.7).

Um SCS deve ser notificado sobre as avaliações recebidas, de maneira fácil e automática, a fim de realizar uma atividade de réplica, tendo, para isso, um período de tempo determinado (e.g., 21 dias após a avaliação recebida). Uma *réplica* consiste em uma resposta a uma dada justificativa textual atribuída por um SCS específico ao SCS em questão. A realização de uma réplica deve ser de clara administração, uma vez que afeta outros mecanismos (e.g., Modelo de Ranking do Mecanismo de Marketing, Seção 4.5) e, conseqüentemente, o valor agregado pela credibilidade dos produtores (i.e., a “marca”) aos componentes ativos publicados no canal de distribuição, ao lidar com a faceta de valor *riscos*. Por exemplo, um produtor pode acessar um de seus componentes e verificar as avaliações de seus consumidores, ao passo que um consumidor pode consultar o seu histórico de compras e verificar as avaliações recebidas pelos produtores dos componentes adquiridos. Essa troca afeta o Mecanismo de Negociação (Seção 4.7) ao permitir que um SCS tenha a capacidade de perceber aspectos inerentes ao histórico de atuação de outro SCS através da visualização de características de seu perfil, no caso de uma negociação, o que constitui uma interface produtor-consumidor.

4.7 Mecanismo de Negociação

O **Mecanismo de Negociação** apóia a geração de uma interface entre produtor-componente-consumidor para manter o mercado funcionando corretamente com relação à qualidade do relacionamento entre os SCSs, evitando possíveis atritos ou ruídos de comunicação nas transações ao propiciar a elicitación e a (re)conciliação da proposição de valor. Para isso, este mecanismo (i) tenta colocar produtores e consumidores em contato a fim de tornar perceptível (e minimizar) os efeitos da faceta de valor *riscos*, agregada por mercados baseados na Internet (BENYOUCEF *et al.*, 2001), como no caso

de componentes (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000), e (ii) explora a faceta de valor flexibilidade ao favorecer a realização de customizações das transações de mercado (e.g., descontos) (STRÖBEL, 2003).

Como nos demais mecanismos, o Mecanismo de Negociação considera diferentes perspectivas (*consumidores e produtores*) envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de iniciar negociação, e atividades de analisar negociação e de *customizar transações*). Esse mecanismo lida com o fato de que as decisões dos SCSs afetam o seu contato e a sua participação no mercado por meio de um elemento conceitual, o *histórico de negociação*, utilizado para explorar os perfis dos SCSs através de um modelo, o *Modelo de Negociação Baseada em Discussão*. Utilizando este modelo, o Mecanismo de Negociação instancia a Teoria da Decisão da ESBV, uma vez que busca prover um instrumento para gerir o desenvolvimento de planos ganha-ganha (i.e., melhores contratos relativos às transações e aos SCSs nelas envolvidos) com o intuito de maximizar a proposição de valor e equilibrar a sua percepção. Dessa forma, o mecanismo em questão aplica o elemento-chave da ESBV Elicitação e Reconciliação da Proposição de Valor (Seção 3.4), tratando conflitos e/ou divergências oriundos de uma percepção de valor realizada em um primeiro momento.

O modelo que apóia esse mecanismo incorpora na abordagem *Brechó-VCM* o tratamento de dois contextos, independentemente se os SCSs sejam produtores e consumidores simultaneamente: o *perfil do produtor*, visível para um SCS que atua como consumidor de componentes deste produtor; e o *perfil do consumidor*, visível para um SCS que atua como produtor do componente alvo de uma atividade de aquisição por este consumidor. Ambos os contextos agregam informações relativas a: (i) *reputação, justificativas textuais e réplicas* associadas (Mecanismo de Avaliação, Seção 4.6); (ii) *contratos de transações* firmados anteriormente, se for o caso (Mecanismo de Precificação, Seção 4.4); e (iii) estatísticas sobre a *porcentagem de negociações efetivadas* e o *número total de negociações iniciadas*, tanto no mercado como em um processo de negociação específico produtor-consumidor. Neste caso, expõem-se apenas informações possíveis e úteis para o SCS (produtor ou consumidor), conforme o papel exercido na atividade em questão (venda ou compra). Por exemplo, se o SCS for um consumidor adquirindo um componente, ele tem acesso ao *perfil do produtor* responsável pelo componente em questão (e não às informações deste SCS atuando eventualmente como consumidor).

Na abordagem *Brechó-VCM*, um consumidor pode negociar uma transação no momento imediatamente anterior à aquisição efetiva de um componente, ou seja, após a seleção deste componente para um *carrinho de compras* (AMAZON, 2010). Além de consultar as avaliações do componente (Mecanismo de Avaliação), o consumidor pode verificar o *perfil do produtor* (i.e., a “marca” do produto). Como resultado de uma percepção prévia do valor agregado ao componente, o consumidor pode convidar o produtor para um *processo de negociação*, descrevendo textualmente as suas razões ao expor motivos diretamente relacionados às facetas de valor *custos* (e.g., solicitando descontos sobre o preço, ou por realizar compras casadas de mais de um componente do produtor), *necessidades* (e.g., solicitando customizações do componente que o tornem mais simples e com preço mais em conta) e *flexibilidades* (e.g., melhores formas de pagamento ou contratos mais específicos, no que tange as licenças associadas). O consumidor fica, então, aguardando por uma notificação posterior e pode consultar a negociação solicitada, através do *carrinho de compras*.

Do outro lado, o produtor será notificado e deve acessar o seu catálogo de componentes em busca de marcadores (símbolos) que identifiquem que uma negociação foi solicitada para um de seus componentes. Assim, o produtor pode consultar o *processo de negociação* e visualizar o *perfil do consumidor*, a fim de selecionar uma entre três opções: *aceitar*, *renegociar* ou *não aceitar*. No primeiro caso, o produtor acessa o seu componente no *carrinho de compras* do consumidor, customiza a transação por meio de edições (e.g., alterar preços e/ou alterar licenças selecionadas) e aguarda a apreciação do consumidor, que será notificado após estas edições. No segundo caso, o produtor não aceita, *a priori*, a proposta do consumidor, mas acessa o *processo de negociação* para renegociar com este, isto é, iniciar uma discussão textual com o consumidor, o que pode gerar um ciclo de notificações (e discussões) até alcançar uma das outras opções (*aceitar* ou *não aceitar*). Por fim, no terceiro caso, o produtor encerra o *processo de negociação* sem mais discussões, marcando a negociação como não efetivada, de modo que o consumidor será notificado. Dessa forma, as duas primeiras opções (*aceitar* e *renegociar*) favorecem as atividades de customização de transações comerciais ao permitirem um ciclo de alternância recíproca entre elas, alcançando um acordo que pode acontecer se o *processo de negociação* finalizar com a primeira opção (*negociação com sucesso*), ou alcançando o encerramento da negociação, se o consumidor desistir deste processo (*negociação sem sucesso*).

4.8 Mecanismo de Visualização

O **Mecanismo de Visualização** atua sobre os dados históricos armazenados na base do canal de distribuição com o objetivo de auxiliar os outros mecanismos a manterem a cadeia de valor ativa em um mercado de componentes. Este mecanismo trata diferentes perspectivas (*gerentes da biblioteca, produtores e consumidores*) envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de visualização de informação) e utiliza um elemento conceitual, a *base de dados históricos*, para melhorar os processos de tomada de decisão dos SCSs.

A *base de dados históricos* consiste em uma expansão da base de dados gerenciada pela biblioteca de componentes *Web* para inserir ou replicar dados úteis e que sejam passíveis de persistência e manipulação, considerando a sua importância para o mercado subjacente. Estes dados foram discutidos no cenário de atuação de cada um dos gerentes de negócio (semi-) automatizados pelos mecanismos apresentados nas Seções 4.4 a 4.7 (e.g., *similaridade histórica, contratos de transações* realizadas entre produtores e consumidores, *graus de avaliação, negociações com sucesso* etc.) e são sumarizados na Tabela 4.1, considerando um mapeamento entre dado e informação extraída. Ainda, os dados são manipulados e mantidos com o apoio dos elementos conceituais dos outros mecanismos da abordagem *Brechó-VCM*, de forma que o Mecanismo de Visualização, conseqüentemente, explore todas as facetas de valor ao extrair informações sobre componentes e SCSs ativos no canal de distribuição.

Através de um modelo, o *Modelo de Extração de Informação Baseada em Insights*, o Mecanismo de Visualização visa criar representações visuais e interativas a partir de dados históricos, ampliando a cognição e maximizando a percepção de valor dos SCSs. Conforme SOUZA (2008) conclui, diante do grande volume de informações manuseadas, organizá-las e representá-las de forma clara, utilizando técnicas de visualização, pode auxiliar o ser humano a reparar em detalhes e a detectar padrões, uma vez que a memória, o pensamento e o raciocínio são todos restritos sem a ajuda externa. Ao expor aspectos do espaço da informação a ser extraída, tratando a complexidade, o contexto e a dinâmica inerentes ao conjunto de dados históricos, o Mecanismo de Visualização almeja, em conformidade com (CHEN & BÖRNER, 2002): (i) reduzir o tempo de busca visual; (ii) tornar viável uma compreensão mais profunda desse conjunto de dados; (iii) revelar relacionamentos não notados de outra forma; e (iv) possibilitar a visualização dos dados sob diferentes perspectivas. Para isso,

objetos como números, percentagens, gráficos (barras e pizza), marcadores (símbolos), *links* e textos devem ser utilizados (SANTOS *et al.*, 2010).

Tabela 4.1 – Mapeamento entre as informações extraídas pelos mecanismos que compõem a abordagem Brechó-VCM e os dados históricos manipulados

GERENTES DE NEGÓCIO	INFORMAÇÕES EXTRAÍDAS	DADOS HISTÓRICOS
<i>Mecanismo de Precificação</i>	similaridade de mercado	similaridade histórica
	filtro de características tecnológicas	parâmetros de documentação
	número médio de consumidores	contratos de transações
<i>Mecanismo de Marketing</i>	notificações sobre componentes	categorias de interesse
	categorias com alto volume de vendas categorias com grande fluxo de publicação de componentes volume de vendas por componente	contratos de transações parâmetros de documentação
	componentes mais vendidos	contratos de transações
	componentes mais bem avaliados	graus de satisfação
	produtores de maior reputação	graus de avaliação
	componentes <i>outliers</i> oferta de mercado	contratos de transações graus de avaliação graus de satisfação
	recomendação de componentes	históricos de compras similaridade histórica graus de satisfação categorias de interesse
	demanda de mercado	sugestões de demanda específica fórum de sugestões
	<i>Mecanismo de Avaliação</i>	reputação
experiência		tempos de atuação
avaliação média de componente		graus de satisfação descrições textuais
<i>Mecanismo de Negociação</i>	negociações efetivadas (%) número total de negociações iniciadas	negociações com sucesso negociações sem sucesso
	perfil do produtor perfil do consumidor	graus de avaliação justificativas textuais réplicas contratos de transações negociações com sucesso negociações sem sucesso

Além disso, o Modelo de Extração de Informação Baseada em Insights age como a “máquina” central da Teoria Inicial da ESBV (ver Seção 3.4) ao apoiar cada um dos outros mecanismos a instanciarem as suas quatro teorias adicionais e a atuarem como gerentes de negócio de maneira integrada, visando incitar as questões primordiais dessa teoria: “quais valores são importantes” e “como o sucesso é assegurado”. Isto

implica em tornar o Mecanismo de Visualização um instrumento para explicitar informações que instiguem as proposições de valor dos SCSs e que mantenham o conhecimento sobre oportunidades e riscos inerentes ao ciclo de vida dos componentes através de uma base de experiência. Dessa forma, a abordagem *Brechó-VCM* atende aos elementos-chave da ESBV Gerência de Risco e de Oportunidade, e Controle e Monitoramento Baseado em Valor.

Esse modelo utiliza, ainda, os dados históricos para extrair e mostrar informações que permitem aos SCSs terem *insights* e manterem o funcionamento do mercado de componentes por meio de suas ações e das atividades da cadeia de valor global, integrando todas as atividades contempladas pelos mecanismos apresentados. As principais manipulações de dados históricos para extração de informações requeridas pelos demais mecanismos e apoiadas diretamente pelo Mecanismo de Visualização são (SHNEIDERMAN & PLAISANT, 2004):

- *Sumários*: máximo, mínimo, média e porcentagem. Por exemplo, a *reputação* dos SCSs é calculada pelo Mecanismo de Avaliação a partir dos dados históricos *graus de avaliação*;
- *Busca*: saber que item encontrar. Por exemplo, a aplicação do Modelo Customizado pelo Mecanismo de Marketing provê notificações de consumidores sobre componentes com base nos dados históricos *categorias de interesse* (configuradas no perfil de usuário);
- *Padrões*: distribuições, tendências, frequências e estruturas. Por exemplo, gráficos referentes a *categorias com alto volume de vendas*, *categorias com grande fluxo de publicação de componentes* e *volume de vendas por componente* podem ser gerados a partir do Mecanismo de Marketing para facilitar a compreensão das relações entre a oferta e a demanda no mercado, a partir dos dados históricos *contratos de transações* e *parâmetros de documentação* dos componentes;
- *Outliers*: exceções. Por exemplo, componentes rotulados como *outliers* são identificados pelo Mecanismo de Marketing a partir dos dados históricos *contratos de transações* e *graus de avaliação*;
- *Relacionamentos*: correlações e múltiplas interações. Por exemplo, a verificação de componentes similares a um determinado componente selecionado durante uma atividade de aquisição (i.e., *similaridade de mercado*) é provida pelo Mecanismo de Precificação com base no dado histórico *similaridade histórica*;

- *Tradeoff*: balanço, combinação e máximos e mínimos. Por exemplo, a *experiência* de um SCS é calculada pelo Mecanismo de Avaliação em função do conjunto dos SCSs ativos no mercado de componentes ao explorar os dados históricos *tempos de atuação* dos SCSs, a fim de situar o SCS em questão no *intervalo de tempo global* calculado entre os SCSs ativos mais antigo e mais novo no canal de distribuição;
- *Clusters*: grupos e similaridades. Por exemplo, a aplicação do Modelo de Recomendação do Mecanismo de Marketing acontece a partir dos dados históricos *categorias de interesse* selecionadas, *históricos de compras* dos consumidores, *similaridade histórica* e *graus de avaliação* dos componentes;
- *Caminhos*: distâncias e conexões múltiplas. Por exemplo, a construção da *similaridade de mercado* realizada pelo Mecanismo de Precificação ocorre por meio do estabelecimento de relações entre artefatos oriundos da *similaridade sintática* (e validados para a análise de mercado), ponderando o dado histórico *similaridade histórica* ora existente através do *grau de credibilidade* do produtor, derivado da *experiência* (derivada, por sua vez, dos dados históricos *tempos de atuação*) e *reputação* (derivada, por sua vez, dos dados históricos *graus de avaliação*);
- *Anomalias*: erro nos dados. Por exemplo, a *porcentagem de negociações efetivadas* e o *número total de negociações iniciadas* em relação a um produtor são calculados pelo Mecanismo de Negociação com base nos dados históricos *negociações com sucesso* e *negociações sem sucesso* (perfil do usuário). No entanto, por corresponder a um indicador que impacta a percepção de valor do consumidor com relação à “marca” do componente (i.e., o produtor), esse cálculo considera o *status* de negociações prévias (se houve ou não), visando evitar que o quantitativo “0%” de negociações efetivadas indique uma informação precipitada sobre o produtor.

Por fim, o Mecanismo de Visualização ainda explora a percepção de valor dos SCSs por meio do tratamento de algumas formas de representação de dados e de interação humana no contexto da biblioteca de componentes *Web*, utilizando sete tipos de tarefas (SHNEIDERMAN, 1996), conforme sintetizado por SOUZA (2008):

- *Visão geral*: consiste em uma visão geral de toda a coleção, permitindo que o usuário controle o conteúdo da visão detalhada de cada item por meio de elementos de navegação (i.e., visão móvel). Por exemplo, o catálogo de componentes de um produtor deve possuir uma lista com os nomes e uma forma de percorrê-la;

- *Afastamento e aproximação*: a tarefa de afastamento e de aproximação deve estar sempre presente nas visualizações, através de ferramentas para controlar o foco sobre a parte da coleção que seja de interesse do SCS. Por exemplo, para o caso da abordagem proposta, uma adaptação deste tipo de tarefa foi realizada, para um cenário não gráfico: partindo de um componente selecionado para aquisição, componentes similares podem ser recuperados, de forma que um refinamento baseado em níveis de similaridade (e.g., muito baixa a muito alta) pode ser acionado para aproximar o foco para os componentes de um dado nível, em relação ao todo;
- *Filtro*: a tarefa de filtragem permite que o usuário remova da visualização os itens não desejados no momento, focando o seu interesse na informação relevante, através de consultas dinâmicas sobre os itens que pertencem à coleção. Por exemplo, através de parâmetros de documentação dos componentes previamente configurados por seus produtores, o processo de busca por palavras-chave da biblioteca *Web* pode gerar filtros ao extrair dos *templates* que contém estes parâmetros campos comuns a mais de um componente, facilitando esse processo para o consumidor;
- *Detalhe sob demanda*: uma vez que a coleção tenha sido reduzida a poucos itens, deve ser possível obter detalhes (atributos) sobre estes itens por meio da sua seleção via *mouse*. Por exemplo, durante uma atividade de aquisição, quando o consumidor verifica os componentes similares ao que ele está analisando no momento (*similaridade de mercado*), alguns símbolos (marcadores) devem permitir a exibição de detalhes de cada um deles, bem como de informações relativas a descrição, produtor, preço, data de publicação, avaliações disponíveis etc.;
- *Relação*: as tarefas de visualização devem permitir que o usuário perceba a relação entre os itens visualizados, mesmo que seja raro que uma simples ação de um usuário produza a saída desejada – o que requer a criação de ações de interface. Por exemplo, gráficos de pizza são instrumentos que podem viabilizar a apreensão de relações ao sumarizar informações como *categorias com alto volume de vendas*, *categorias com grande fluxo de publicação de componentes* e *avaliação média dos componentes*. Por outro lado, o *volume de vendas por componente* pode ser visualizado em gráficos de barras (*volume versus tempo*), permitindo que o produtor possa entender se existe algum fator que interfere nas vendas ao longo do tempo;
- *História*: faz-se importante manter a história das ações realizadas durante a exploração de informação, no caso desta ser feita em muitos passos e o usuário

desejar refazê-los. Por exemplo, ao prover a busca por hierarquia de termos, a biblioteca *Web* deve permitir que o consumidor possa avançar ou retroceder entre as categorias aninhadas, controlando a profundidade e a amplitude da navegação;

- *Extração*: a extração de sub-coleções deve ser outra tarefa possível de se realizar, isto é, dado que o usuário tenha obtido o item ou o conjunto de itens que deseja, torna-se útil que ele possa extrair esse conjunto para posteriormente enviá-lo por *e-mail*, imprimi-lo, transformá-lo em gráfico ou manipulá-lo estatisticamente, além de poder receber recomendações ou sugestões relacionadas. Por exemplo, através de históricos de compras e de categorias de interesse selecionadas no perfil de usuário (que representam uma sub-coleção), a biblioteca *Web* pode notificar um consumidor sobre componentes que provavelmente seriam alvos de próximas aquisições ou interessantes para o consumidor tomar conhecimento.

4.9 Trabalhos Relacionados

Pesquisas diretamente relacionadas a melhorias em processos de tomada de decisão e modelos de negócio para mercados de componentes focados na criação de uma cadeia de valor e na geração de uma base de dados históricos, não foram encontradas na literatura atual (SANTOS *et al.*, 2009b). TRAAS & HILLEGERSBERG (2000) já relatavam, como resultados de um *survey* executado com especialistas da ESBC, que a definição de valor para componentes constitui uma das maiores dificuldades para o crescimento desse mercado, seja pela carência de informações e de seu tratamento e visualização, seja pela imaturidade das iniciativas existentes, impactando a verificação da ESBC em larga escala na prática.

Alguns trabalhos importantes na última década tentaram investigar aspectos de análise de investimento em Reutilização de Software e de definição de valor para componentes de maneira quantitativa. Isso inclui a definição de processos para componentes COTS e estudos sobre riscos, custos e tempo de desenvolvimento, a fim de estender modelos da área de Economia e Finanças para o contexto da ESBC (FAVARO *et al.*, 1998, ERDOGMUS & VANDERGRAAF, 1999, ABTS *et al.*, 2000, YANG *et al.*, 2005). No entanto, as pesquisas possuem foco em decisões de nível mais alto e não exploram ambientes de mercado, conforme discutido na Seção 1.3. Além disso, a ausência de uma fundamentação resultante de uma análise prévia de dados históricos não garante, por completo, a confiabilidade dos modelos e dos resultados

obtidos, inviabilizando a transferência de tecnologia para a indústria. Isso se deve ao fato de que as pesquisas nessa linha seguem uma abordagem *top-down* (criação de modelos e métricas para posterior geração e análise dos dados).

Por outro lado, existem abordagens que visam construir modelos e infra-estruturas para a criação efetiva de mercados de componentes, motivados pelo fato de que estes mercados são imaturos, mas não foram submetidos à verificação de seu potencial na indústria. BRERETON *et al.* (2002) desenvolveram uma infra-estrutura (protótipo) denominada *CLARiFi*, para apoiar a aplicação da ESBC em ambientes de mercados, respaldados pelo *survey* realizado por TRAAS & HILLEGERSBERG (2000). A abordagem distingue papéis (*fornecedor, integrador e intermediário*), analogamente à abordagem *Brechó-VCM*, e prevê uma ampla seleção de componentes COTS. Além disso, *CLARiFi* estabelece modelos para melhorar a classificação, a certificação e a adequação a padrões, o *ranking* e a seleção, e o apoio à visualização gráfica de informações relevantes para a recuperação. Estes modelos foram desenvolvidos por meio da identificação e do relacionamento de propriedades não-funcionais de componentes, configuradas pelos fornecedores no ato da publicação, a fim de manter a qualidade da organização da infra-estrutura.

Diferentemente da abordagem proposta nesta dissertação, *CLARiFi* foca em atividades de busca e recuperação como instrumento maior responsável por movimentar um mercado de componentes, tentando prover um mecanismo o mais automatizado possível. Por outro lado, a abordagem *Brechó-VCM* explora um conjunto de mecanismos distintos e integrados que são (semi-) automatizados a fim de favorecer a parametrização e a interação com a realidade do Processo de Gerência de Reutilização subjacente. Ainda, *CLARiFi* carece de mecanismos para qualificar e quantificar explicitamente o valor de componentes, tratando diferentes facetas (e.g., manipulação de propriedades funcionais) e todos os SCSs (e.g., explorar as necessidades do mercado ao manipular o *feedback* do integrador), e não analisa a cadeia (e a circulação) de valor que gere as transações de mercado.

OVERHAGE & THOMAS (2004) investigam as razões da ausência de um forte mercado de componentes, bem como as suas limitações e dificuldades, e propõem um modelo de ambiente de mercado de componentes, *CompoNex*, viabilizando transações de componentes expostos no mercado entre os vendedores e os compradores. Este modelo se baseia na teoria dos mercados perfeitos (e.g., bolsa de valores), na ruptura de nichos de mercado esparsamente populados e isolados (considerado um objeto de poder

para as entidades dominantes do mercado), e na forma de tratar a informação dos componentes para permitir uma diferenciação eficiente entre eles. Para isso, explora-se um *framework* para especificação de componentes e táticas de classificação que associam oferta e demanda.

Mais uma vez, a abordagem *Brechó-VCM* apresenta um comportamento distinto, uma vez que busca prover mecanismos integrados e mais avançados (não apenas concentrados em classificação e documentação), tais como avaliação, precificação, categorização hierarquizada, organização interna da biblioteca *Web* baseada em níveis¹⁶, *marketing* e negociação. Não obstante, *CompoNex* apresenta os mesmos problemas apontados anteriormente para a abordagem *CLARiFi*. Apesar de melhorar o processo de compra e venda de componentes ao tratar algumas características de valor agregado (e.g., fórum para *feedback* sobre componentes, gerência de relacionamentos com o cliente, notificação de atualizações baseada na configuração de uma *string* de busca pelos usuários, certificação baseada em assinatura digital etc.), *CompoNex* não se preocupa em criar uma cadeia de valor. Isso seria importante para que as ações e decisões dos SCSs pudessem transformar e evoluir as diferentes facetas de valor em um ambiente de mercado. No entanto, mais uma vez, o foco reside sobre a estruturação de um mercado focado em melhorias na busca e recuperação de componentes.

ERDUR & DIKENELLI (2002) introduzem uma abordagem composta por uma arquitetura de sistema multi-agente (*FIPA*) e por um protótipo tecnológico que provêem um ambiente de mercado de componentes de software baseado em agentes. Este ambiente de mercado está fundamentado em uma perspectiva ontológica, isto é, as descrições dos tipos de componentes (e.g., padrão de análise, padrão de desenho, *framework*, código fonte etc.) e de seus respectivos domínios (e.g., multimídia, telecomunicações, educação, finanças etc.) são organizadas por meio de uma ontologia desenvolvida dinamicamente no ambiente de mercado através de agentes. Neste caso, diversos produtores integram seus respectivos repositórios de componentes ao sistema *FIPA*, os quais são encapsulados por *agentes de componentes* que interagem com o ambiente de mercado, atualizando a ontologia que rege seus componentes via XML. Por sua vez, estes repositórios são acessados por *agentes reutilizadores* (interface para os

¹⁶ Uma vez que um componente agrega diferentes artefatos produzidos no processo de desenvolvimento de software, a organização interna da biblioteca *Web* baseada em níveis consiste em analisar o componente em níveis de abstração distintos (*top-down*) como, por exemplo, a entidade *per se* (nível conceitual), suas distribuições (nível funcional), as liberações dos artefatos (nível temporal), os pacotes gerados (nível de abstração) e as licenças incidentes (nível de serviço) (WERNER *et al.*, 2009).

consumidores ou desenvolvedores de software) através de um catálogo baseado em uma linguagem comum de comunicação, e são adquiridos por meio de um leilão, cujos lances são realizados pelo consumidor e por agentes (de controle) a partir da apreciação da descrição do componente extraída da ontologia.

Apesar das melhorias geradas pelo sistema multi-agente na integração de diferentes repositórios ao unificar as formas de descrição de seus componentes, visando homogeneizar a oferta e a demanda através de estratégias de auto-adaptação, a idéia desta abordagem foca no processo de busca e recuperação. A abordagem não se preocupa em contemplar atividades de mercado que mantenham uma cadeia de valor e que atendam a outros SCSs que não os produtores e os consumidores de componentes. Ou seja, a abordagem se limita, em suma, a um repositório de referência mais sofisticado no que se refere a estratégias de busca e de documentação de componentes.

Em se tratando de ferramentas *Web*, há repositórios de componentes disponíveis para utilização, como JIDE (2010) e COMPONENTSOURCE (2010), caracterizados por catalogar componentes COTS. JIDE (2010) apresenta, atualmente, 95 componentes divididos em 9 categorias, e possui um mecanismo simples de tarifação, baseado em carrinhos de compras e em pagamento via cartão de crédito ou boleto (para usuários que têm uma conta especial). Ademais, JIDE representa um repositório *Web* bem específico e de pequeno porte, desconsiderando mecanismos para explorar um mercado de componentes efetivo, estimular os SCSs e manipular as diferentes facetas de valor.

Por outro lado, COMPONENTSOURCE (2010) consiste no maior exemplo atual de um ambiente de mercado para componentes de software e desenvolvimento de ferramentas (SZYPERSKI *et al.*, 2002), ativo há 14 anos, possuindo mais de um milhão de usuários registrados (115 mil consumidores de 160 países) e mais 10 mil componentes publicados (230 produtores). Embora ComponentSource explore mecanismos comerciais e estratégias de *marketing* tradicionais de outros mercados para se manter como uma loja virtual e para atrair produtores e consumidores (e.g., anúncios, promoções, avaliação, suporte via fórum, preços diferenciados através de licenças, busca e recuperação por palavras-chave e categorias lineares etc.), não apresenta apoio a atividades de precificação, análise de mercado, avaliação de SCSs e manipulação de dados históricos para melhorar o processo de tomada de decisão dos SCSs.

Apesar de todo o potencial gerado pela estrutura estabelecida em torno da quantidade de usuários (de vários países) e de produtos, ComponentSource carece ainda de programas de relacionamento e de ações estratégicas em direção a um cenário

baseado em oferta e demanda homogêneas, conforme discutido na Seção 2.4.1. Por exemplo, padrões e normas poderiam ser desenvolvidos a partir dos componentes e dos SCSs ativos no mercado, mecanismos de certificação poderiam ser acoplados, políticas de propriedade intelectual elaboradas e calibradas etc.

Diante dessa realidade, a abordagem *Brechó-VCM* tenta prover soluções para alguns dos pontos fracos das abordagens analisadas ao explorar os conceitos da ESBV na organização de um mercado de componentes, identificando os SCSs e caracterizando uma cadeia de valor que utiliza uma biblioteca *Web* para manipular dados históricos e extrair informações úteis para manter e calibrar um canal de distribuição. Além disso, esta abordagem considera diferentes mecanismos integrados para viabilizar o funcionamento do mercado ao atuarem sobre as ações e as atividades dos SCSs com o objetivo de maximizar a proposição e a percepção de valor em suas diferentes facetas em processos de tomada de decisão.

4.10 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentada a abordagem *Brechó-VCM*, que visa apoiar um mercado de componentes baseado em valor. A abordagem está sedimentada em três estratégias-base que contemplam o contexto, a forma e o conteúdo de um mercado de componentes, e em um conjunto de SCSs, integrados por uma arquitetura conceitual que permite vislumbrar dois universos gerados pela abordagem (interno e externo). Além disso, a abordagem é composta pelo Módulo Financeiro, que agrega um conjunto de cinco mecanismos utilizados para (semi-) automatizar os SCSs *gerentes de negócios*, responsáveis por analisar o mercado e manter o seu pleno funcionamento ao longo do tempo. A Tabela 4.2 mostra uma sumarização da análise dos trabalhos relacionados, realizada na Seção 4.9, que trata mais diretamente da organização de ambientes para um mercado de componentes, em relação aos requisitos apresentados na Seção 4.1.

Todas as abordagens apresentam alguma arquitetura que fundamente as suas estratégias de atuação, bem como um protótipo (as três primeiras) ou um ambiente efetivo (as demais) que viabilize a organização e manutenção de um mercado de componentes. Além da abordagem *Brechó-VCM*, apenas OVERHAGE & THOMAS (2004) provêm alguma forma ou mecanismo para contemplar questões não-técnicas de um mercado de componentes, pois realizam uma análise de fatores críticos de sucesso para este mercado (i.e., pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças) para

tratar com nichos de mercado e atribuição de reputação aos SCSs. Por representar o maior ambiente de mercado de componentes existente, COMPONENTSOURCE (2010) lida com características de lojas virtuais, como flexibilidade nas transações e *feedback* dos SCSs, contribuindo para tratar parcialmente algumas questões não-técnicas. É interessante observar que a definição de valor para componentes e a visualização de informações extraídas de dados históricos foram exploradas (quando foram) estritamente para entender características de documentação, mesmo diante do resultado publicado por TRAAS & HILLEGERSBERG (2000). Além disso, o estabelecimento de uma cadeia de valor no contexto dos ambientes de mercado propostos sequer foi considerado, e uma das razões pode estar no fato de que esta cadeia surge efetivamente com o mínimo funcionamento de um mercado bem estabelecido.

Tabela 4.2 – Resumo dos trabalhos relacionados em relação aos requisitos da abordagem proposta

	BRETON <i>et al.</i> (2002)	OVERHAGE & THOMAS (2004)	ERDUR & DIKENELLI (2002)	JIDE (2010)	COMPONENT SOURCE (2010)	BRECHÓ-VCM
Definição de valor para componentes em diferentes facetas		Parcial			Parcial	X
Análise de características de outros mercados e modelos maduros		X	Parcial	Parcial	X	X
Identificação dos SCSs envolvidos no mercado	Parcial	Parcial	Parcial		Parcial	X
Mecanismos que tratam questões não-técnicas de mercado		X			Parcial	X
Visualização de informação extraída de dados históricos			Parcial			X
Estabelecimento de uma cadeia de valor para o mercado						X
Arquitetura e protótipo/ambiente para apoiar o mercado	X	X	X	X	X	X

Por fim, algumas limitações da abordagem *Brechó-VCM* foram observadas a partir do trabalho de ERDUR & DIKENELLI (2002), relacionadas à concepção de uma estratégia que viabilize a definição de um vocabulário controlado (integrado) para gerir a documentação dos componentes, assim como a interface entre oferta e demanda. No entanto, conforme SZYPERSKI *et al.* (2002), alguns inibidores desse mercado só serão efetivamente verificados e passíveis de resolução após o seu real funcionamento. Dessa forma, buscando concretizar a abordagem proposta e facilitar o entendimento prático do

mercado de componentes, o Capítulo 5 apresenta um protótipo acadêmico desenvolvido no contexto do Projeto Brechó (BRECHÓ, 2010). Este protótipo consiste na extensão da biblioteca *Brechó* (WERNER *et al.*, 2007) para contemplar alguns dos mecanismos da abordagem proposta, definindo pontos de parametrização que flexibilizem a instanciação da arquitetura conceitual da abordagem. Isso possibilita a realização de uma verificação da aderência da infra-estrutura desenvolvida a um modelo de qualidade que possa atuar sobre alguns dos maiores inibidores desse mercado, tais como a certificação, a padronização e a propriedade intelectual.

Por exemplo, no caso da tecnologia de componentes, a certificação tem grande importância devido à sua maior complexidade (SOFTEX, 2007). Os componentes desenvolvidos por terceiros (produtores) são utilizados no desenvolvimento de diferentes sistemas. Para isso, o desenvolvedor da solução ou do sistema baseado na ESBC (fornecedor ou consumidor/integrador) deve confiar no componente que está adquirindo. A certificação de componentes aparece para aumentar a confiança, de maneira que o sistema baseado em componente também deva ser certificado, pois mesmo com um componente certificado, não há garantias de que na composição o sistema irá funcionar como esperado. Conseqüentemente, isso impacta as formas de proposição e percepção de valor dos SCSs (SANTOS *et al.*, 2009a).

Capítulo 5 – Biblioteca de Componentes Web Brechó-VCM

5.1 Introdução

A partir das pesquisas realizadas sobre repositórios e mercados de componentes (Capítulo 2), bem como sobre o tratamento de questões econômicas e sociais em Engenharia de Software, mais especificamente em Reutilização de Software (Capítulo 3), foi desenvolvida a abordagem *Brechó-VCM*, apresentada no Capítulo 4. A organização desta abordagem por meio de estratégias-base, de uma arquitetura conceitual e de mecanismos que (semi-) automatizam gerentes de negócios (SCSs) motivou a necessidade de se construir um protótipo acadêmico que viabilizasse a sua percepção (abstrata) através de uma infra-estrutura tecnológica (concreta).

Nesse sentido, a solução proposta por este trabalho de pesquisa inclui a extensão da biblioteca de componentes *Brechó* (WERNER *et al.*, 2007), transformando-a na biblioteca de componentes *Web* da abordagem proposta (Seção 4.2.1), denominada biblioteca *Brechó-VCM*. A biblioteca *Brechó* foi escolhida como base para a implementação desta solução devido ao fato de que o seu projeto e código estavam acessíveis, além de apresentar uma arquitetura flexível que favorece a sua extensão para atender aos requisitos (Seção 4.1) e às características (Seções 4.2 e 4.3) da abordagem proposta, pontos estes não contemplados pelas infra-estruturas analisadas e comparadas nas Seções 4.9 e 4.10, respectivamente. Com isso, busca-se permitir que a definição de valor para os componentes publicados seja explicitada frente às suas diferentes facetas, considerando as atividades e as perspectivas envolvidas na cadeia de valor do mercado.

Foram implementados alguns dos mecanismos estabelecidos pela abordagem (i.e., Mecanismo de Precificação, de Marketing, de Avaliação e de Visualização), além de uma evolução do mecanismo de categorização inicialmente desenvolvido por RAPOSO (2007) (i.e., Mecanismo de Hierarquização de Categorias), realizando-se as devidas adaptações tecnológicas, quando necessário. Ainda, primou-se pela flexibilização da biblioteca *Brechó-VCM* ao se aplicar a parametrização sobre a configuração de características dos mecanismos que compõem a abordagem proposta (e.g., períodos de tempo e estilos de categorização), conforme será visto nas próximas subseções. Adicionalmente, diante do fato de que modelos de processo de software como o Modelo MPS (SOFTEX, 2009c) incorporaram processos relativos à

reutilização, como o Processo de Gerência de Reutilização (GRU) (Seção 2.5), torna-se interessante entender o quão próxima ou distante se encontra a biblioteca *Brechó-VCM* de um processo de qualidade, importante para o mercado. Isso se deve ao fato de que o processo GRU contempla o gerenciamento do ciclo de vida de ativos reutilizáveis (i.e., procedimentos técnico-administrativos para estabelecer e manter a utilização de uma biblioteca para armazenamento, recuperação e divulgação).

Para apresentar o protótipo da biblioteca *Brechó-VCM*, este capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 5.2 apresenta uma visão geral da biblioteca *Brechó*; a Seção 5.3 apresenta a implementação da biblioteca *Brechó-VCM*, explicando as extensões realizadas sobre a biblioteca *Brechó* original, além dos mecanismos da abordagem proposta desenvolvidos em um exemplo de utilização; a Seção 5.4 discute a aderência da biblioteca *Brechó-VCM* ao processo GRU supracitado; e a Seção 5.5 conclui o capítulo com algumas considerações finais.

5.2 Biblioteca Brechó

A biblioteca *Brechó* compõe o Projeto Brechó (BRECHÓ, 2010), desenvolvido pelo Grupo de Reutilização de Software da COPPE/UFRJ, que visa pesquisar tópicos relacionados a repositórios e à indústria de componentes e serviços. A biblioteca *Brechó* consiste em um sistema de informação *web* (repositório) com uma base de dados de componentes e serviços, produtores e consumidores, e conta com mecanismos de armazenamento, documentação, publicação, busca e recuperação. Esta biblioteca considera um conceito flexível de componente, que inclui todos os artefatos produzidos no desenvolvimento (processo, modelos, manuais, código fonte, binário, testes etc.) e, assim, permite a aquisição de diferentes conjuntos de artefatos empacotados ou disponibilizados como serviços (quando possível), atrelados a licenças personalizadas e configuráveis. A estrutura de documentação é fundamentada em categorias e formulários dinâmicos e configuráveis a elas associados, que favorecem a construção da documentação de componentes na forma de um mosaico, uma vez que estes podem pertencer a várias categorias ao mesmo tempo. A *Brechó* também gerencia um mapa de reutilização e o estabelecimento e inferência de dependências entre componentes.

Com o intuito de melhor explicitar todos os tipos de informações que um componente possui, a organização interna da biblioteca *Brechó* é dividida em alguns níveis, conforme mostrado na Figura 5.1. O primeiro nível, *Componente*, representa

conceitualmente as entidades armazenadas na biblioteca (e.g., *File Compressor*). O nível seguinte, *Distribuição*, representa um corte funcional sobre as entidades, fornecendo conjuntos de funcionalidades que são desejadas por grupos específicos de usuários (e.g., *Standard*, *Professional* e *Enterprise*). O terceiro nível, *Release*, representa um corte temporal sobre as distribuições, definindo as versões dos artefatos que implementam as entidades em um determinado instante no tempo (e.g., a distribuição *Enterprise* possui a release *FC_Enterprise_1.4.5*).

A partir desse nível, as entidades passam a ter informações concretas sobre suas implementações, em diferentes níveis de abstração (e.g., artefatos de análise, desenho, código fonte e binário) e diferentes empacotamentos podem ser definidos para permitir a reutilização efetiva de parte destes níveis (e.g., um pacote contendo os artefatos desenho e binário). Dessa forma, o nível *Pacote* permite que seja feito um corte em níveis de abstração, possibilitando o agrupamento de artefatos de acordo com um público alvo (e.g., a release *FC_Enterprise_1.4.5* possui o pacote *Binary* e o pacote *Source*). O nível *Serviço* é um nível de abstração específico que viabiliza a reutilização de uma *release* através de serviços *Web*. Por fim, o nível *Licença* possibilita a definição de direitos e deveres sobre pacotes e serviços. Para cada pacote ou serviço, podem ser estabelecidas licenças específicas, que garantem direitos e deveres de produtores e consumidores, devendo uma delas ser escolhida para a reutilização (e.g., *GPL License*).

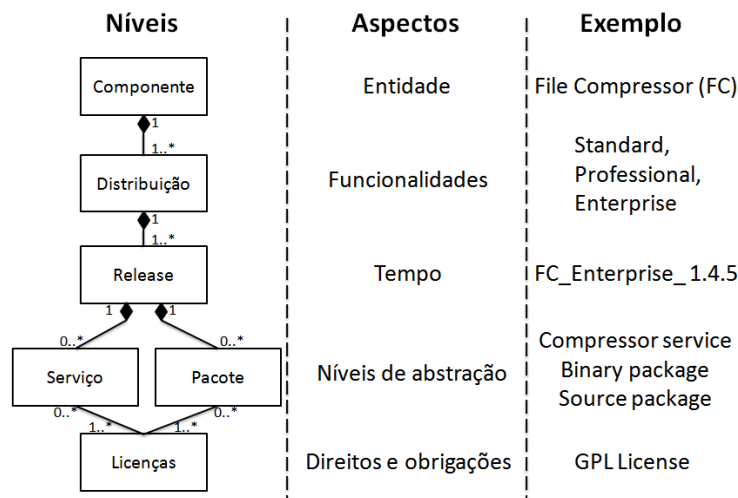


Figura 5.1 – Organização interna da biblioteca *Brechó* (MARINHO *et al.*, 2009c)

Além disso, a biblioteca *Brechó* apresenta as seguintes funcionalidades (WERNER *et al.*, 2007, WERNER *et al.*, 2009):

- Mecanismos de dependência física (entre *licenças*) e de dependência lógica (entre *releases*) de componentes, tratando dependências diretas e indiretas (transitivas).

Isso acontece devido ao fato de que a dependência de uma *release* em relação a outra, na prática, se concretiza sob o ponto de vista do consumidor (que realiza atividades de aquisição) quando um determinado pacote, contendo um conjunto de artefatos da primeira, é atrelado a uma licença que o torna efetivamente dependente de um pacote de artefatos, também atrelado a uma licença, da segunda *release*;

- Mecanismos de controle de publicação de componentes pelo gerente da biblioteca, de acordo com o Processo de Gerência de Reutilização implantado;
- Mecanismos para facilitar a publicação de componentes, incluindo os conceitos de entidades *default* (devido aos vários níveis da organização interna da biblioteca *Brechó*) e de empacotamento automático de artefatos;
- Mecanismos de controle de versão de componentes e de serviços, possível pela organização interna discutida acima;
- Mecanismo de busca, composto pelo módulo de refinamento e flexibilização de buscas, que possibilita a utilização combinada das técnicas de palavras-chave e de hierarquia de termos (i.e., categorias) (Seção 2.3.1), e ainda realizar a filtragem dos componentes por elementos presentes em sua documentação; e pelo módulo de busca sintática, que alerta os usuários sobre prováveis erros de digitação no momento da busca por palavras-chave, sugerindo palavras com grafias similares;
- Mecanismo de avaliação, dividido em módulo de avaliação de componentes, que permite ao consumidor emitir a sua opinião a respeito do componente que ele recuperou da biblioteca (grau de satisfação e *feedback* textual); e módulo de visualização de avaliações, que permite a consumidores e produtores observarem graficamente (e.g., percentual e opiniões) as avaliações feitas por consumidores;
- Mecanismo de categorização, possuindo um módulo de sugestão de categorias, que permite que o produtor, ao publicar um componente, sugira uma categoria de forma manual e/ou semi-automática, com base em sugestões da *Web*; e um módulo de organização de categorias e sugestões, que apóia o administrador na tarefa de reorganizar as categorias ao realizar pesquisas na *Web* para identificar similaridades entre sugestões e categorias existentes, além de notificar os produtores cujas sugestões foram aceitas, ou que possuem componentes em categorias passíveis de exclusão (RAPOSO, 2007);
- Desenvolvimento de uma API de serviços de acesso às funcionalidades da biblioteca para sua integração com outras ferramentas (e.g., a carga dinâmica de *plug-ins* do

ambiente de reutilização *Odyssey* (MURTA *et al.*, 2004) armazenados na biblioteca *Brechó* (FERNANDES *et al.*, 2007), e a integração com a ferramenta *Microsoft Team Foundation Server* (TFS, 2009) para facilitar o processo de publicação direta de componentes sem precisar acessar a biblioteca *Brechó*).

No tocante ao tratamento de questões econômicas na biblioteca *Brechó*, inicialmente, MARINHO (2008) desenvolveu o **Mecanismo de Tarifação**, responsável por coordenar diferentes formas de aquisição (ou uso) de artefatos (ou serviços) de componentes publicados. Este mecanismo combina os *Modelos Pré e Pós-pago* do domínio de telefonia celular com conceitos do domínio bancário, no qual usuários têm um *limite de crédito* para gastar em compras, mas eles podem comprar *créditos* para compensar o débito (Modelo Pós-pago) ou para acumular créditos (Modelo Pré-pago). Esta informação é configurada em cada perfil (*conta de usuário*) pelo gerente da biblioteca (MARINHO *et al.*, 2009c). Além disso, a biblioteca *Brechó* coordena o processo de *transferência de créditos* durante a recuperação de componentes e serviços, utiliza o conceito de *carrinho de compras* (ver Seção 4.7) para auxiliar o consumidor durante atividades de aquisição e permite a visualização de um *histórico de compras*.

5.3 Implementação da Biblioteca Brechó-VCM

Partindo dos problemas discutidos sobre mercados de componentes (Seção 2.4) e visando atender concretamente aos requisitos conceituais (1) a (6) relacionados à abordagem proposta como solução, enunciados na Seção 4.1 e discutidos ao longo do Capítulo 4, este trabalho de pesquisa estendeu as funcionalidades da biblioteca *Brechó* com o intuito de transformá-la na biblioteca *Brechó-VCM*, ao contemplar os requisitos técnicos listados na Tabela 5.1. Nesta tabela, os requisitos conceituais da abordagem proposta são mapeados a cada um dos requisitos funcionais, apontados após a descrição de cada um destes. Para dar suporte a isso, a biblioteca *Brechó-VCM* integrou cinco novos componentes à arquitetura da biblioteca *Brechó*, conforme mostrado no Diagrama de Componentes da Figura 5.2.

Esses componentes, em conjunto com as entidades da biblioteca *Brechó*, compõem a arquitetura da biblioteca *Brechó-VCM*, cujo Diagrama de Classes Conceitual é exibido na Figura 5.3, e representam mecanismos que apóiam a organização da cadeia de valor apresentada na Seção 4.2.1. Ressalta-se que algumas adaptações foram realizadas durante a tradução da abordagem *Brechó-VCM* para a

biblioteca *Brechó-VCM* como, por exemplo, a decisão referente à não implementação de um componente responsável pelo Mecanismo de Negociação (Seção 4.7), dado que as análises realizadas na Seção 5.4 e no Capítulo 6 não requeriam este esforço de implementação para atingirem o seu objetivo enquanto contribuições do trabalho de pesquisa desta dissertação.

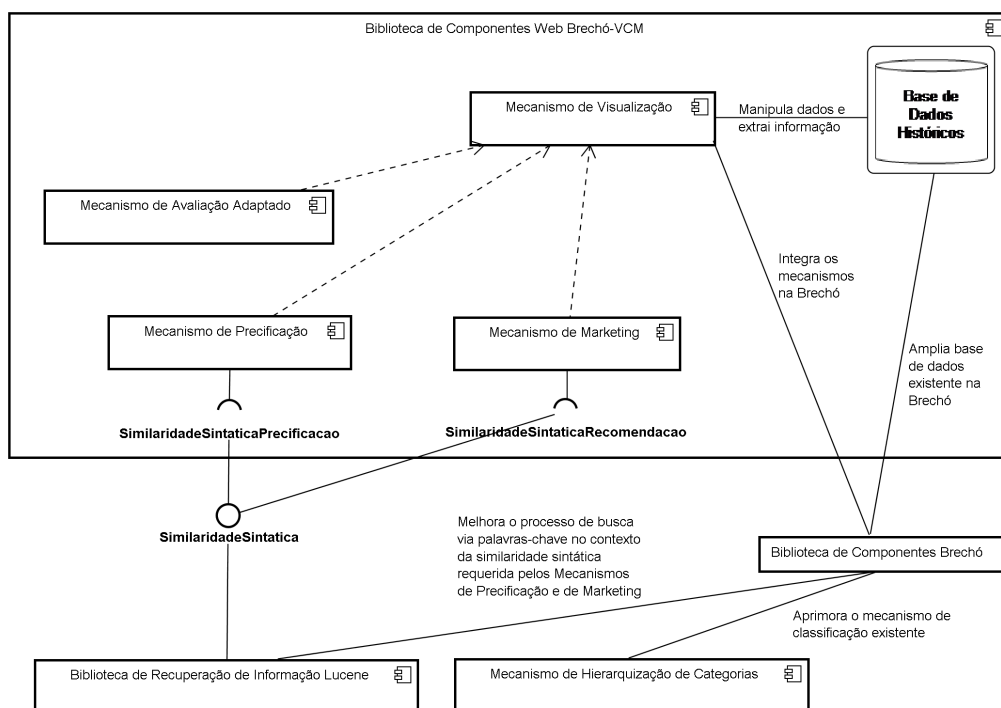


Figura 5.2 – Diagrama de Componentes da biblioteca de componentes *Web Brechó-VCM*

O componente *Mecanismo de Hierarquização de Categorias* visa ampliar as opções de classificação de componentes sob as perspectivas de produtores e consumidores (usuários), e gerentes da biblioteca (administrador), detalhado na Seção 5.3.1. O componente *Biblioteca de Recuperação de Informação Lucene* (HATCHER & GOSPODNETIC, 2005), por sua vez, é uma ferramenta introduzida no mecanismo de busca da biblioteca *Brechó*, devido à sua funcionalidade de *full text searching*, para melhorar o processo de busca por componentes com descrições similares de funcionalidades. Esta ferramenta gera índices de documentos, que são utilizados por seus buscadores para realizar consultas, ampliando a precisão da *similaridade sintática*. Mais especificamente na organização interna da biblioteca *Brechó*, dividida em níveis (Figura 5.1), a biblioteca *Brechó-VCM* trata a documentação dos componentes indexando as suas *releases*, com foco nos campos *description* das entidades *release*, *distribuição* e *componente*, de modo que as buscas sejam realizadas nesses campos, obtendo maior pontuação aqueles que tiverem o melhor *match* nos três campos juntos.

Tabela 5.1 – Requisitos da biblioteca de componentes *Web Brechó-VCM*

RF1:	A classificação de componentes deve ser flexível, permitindo uma organização linear ou hierarquizada, baseada no <i>feedback</i> dos SCSs. (1)
RF2:	A forma de visualização das categorias deve ocorrer de acordo com a atividade realizada por um <i>stakeholder</i> , visando maximizar a proposição e a percepção de valor dos componentes, bem como as atividades de busca e recuperação. (1)
RF3:	A biblioteca deve (semi-) automatizar os gerentes de negócio da abordagem <i>Brechó-VCM</i> , relacionados à precificação, ao marketing, à avaliação e à visualização. (2) (3) (6)
RF4:	A biblioteca deve contemplar a perspectiva do produtor nas decisões relacionadas à publicação de componentes, implementando um processo que auxilie a atividade de precificação, gerando relatórios de análise de mercado de componentes similares filtrados e selecionados (preço médio, avaliação média e número médio de consumidores, bem como a data em que o primeiro componente similar foi publicado no canal de distribuição), ou calculando estimativas de preço baseadas em equações de Economia e Finanças. (1) (4) (5)
RF5:	A biblioteca deve gerir a <i>similaridade de mercado</i> de componentes com base na manutenção da <i>similaridade histórica</i> , fruto das atividades de precificação realizadas pelos produtores (considerando o seu grau de credibilidade), e com base na <i>similaridade sintática</i> , melhorada pela biblioteca de recuperação de informação <i>Lucene</i> . (4)
RF6:	A biblioteca deve contemplar a perspectiva do consumidor nas decisões relacionadas à recuperação de componentes, implementando um processo que auxilie a atividade de aquisição e permitindo a filtragem e a visualização de componentes similares, bem como a sua ordenação via nome, preço, avaliação e data de publicação, além de sumarizar, em um gráfico de pizza, as avaliações de um componente, assim como a lista de comentários fornecidos por cada um dos seus consumidores. (4) (5)
RF7:	A biblioteca deve permitir que seus usuários selecionem <i>categorias de interesse</i> durante o processo de cadastramento de perfil, de maneira que eles sejam notificados sobre componentes publicados nestas categorias. (1) (4)
RF8:	A biblioteca deve sumarizar informações de mercado relativas a <i>categorias com maior volume de venda</i> , <i>categorias com maior fluxo de publicação de componentes</i> e <i>volume de vendas de um componente</i> por meio de gráficos (de pizza e de barras). (4)
RF9:	A biblioteca deve identificar e explicitar, via marcadores (símbolos), componentes rotulados como <i>outliers</i> (mais vendidos e melhor avaliados, e menos vendidos e mal avaliados), expondo estes a ações a serem tomadas por seus produtores (conseguir descontos em encargos da biblioteca sobre as transações ou expor o componente em uma categoria <i>Destaques</i> , e descontinuar o componente ou expô-lo em uma categoria <i>Promoções</i>). (1)
RF10:	A biblioteca deve gerenciar um programa de fidelidade por meio de <i>pontos virtuais</i> , acumulados por usuários que atuam como consumidores, após a avaliação dos componentes adquiridos, e por usuários que atuam como produtores, quando possuírem componentes rotulados como <i>outliers</i> positivos. (1) (5)
RF11:	A biblioteca deve sugerir componentes para seus usuários através de um mecanismo de recomendação que agrupe os consumidores de acordo com os seus <i>históricos de compras</i> , <i>similaridade histórica</i> entre os componentes ativos no mercado e os <i>graus de satisfação</i> de seus consumidores, e as <i>categorias de interesse</i> selecionadas no perfil. (1) (4)
RF12:	A oferta de componentes especiais (<i>outliers</i> e <i>tops</i>) deve ser explicitada na tela inicial da biblioteca, e os usuários podem explicitar a demanda por meio de sugestões específicas durante a atividade de avaliação de um componente adquirido. (1) (4)
RF13:	Os consumidores podem avaliar os componentes adquiridos, fornecendo um <i>grau de satisfação</i> (e.g., péssimo, ruim, razoável, bom e excelente) e uma descrição textual. (1)

Por fim, o Mecanismo de Precificação, de Marketing, de Avaliação e de Visualização da abordagem *Brechó-VCM* foram integrados à biblioteca *Brechó* como componentes da biblioteca *Brechó-VCM*, conforme exemplificado ao longo da Seção 5.3.2. O Mecanismo de Avaliação (Seção 4.6) foi diferenciado, gerando o componente *Mecanismo de Avaliação Adaptado*, devido ao fato de que algumas de suas atividades

(e.g., avaliação e réplica de produtores e consumidores), no contexto da abordagem proposta, dependem do Mecanismo de Negociação (Seção 4.7), o qual representa um trabalho futuro no que se refere à biblioteca *Brechó-VCM*.

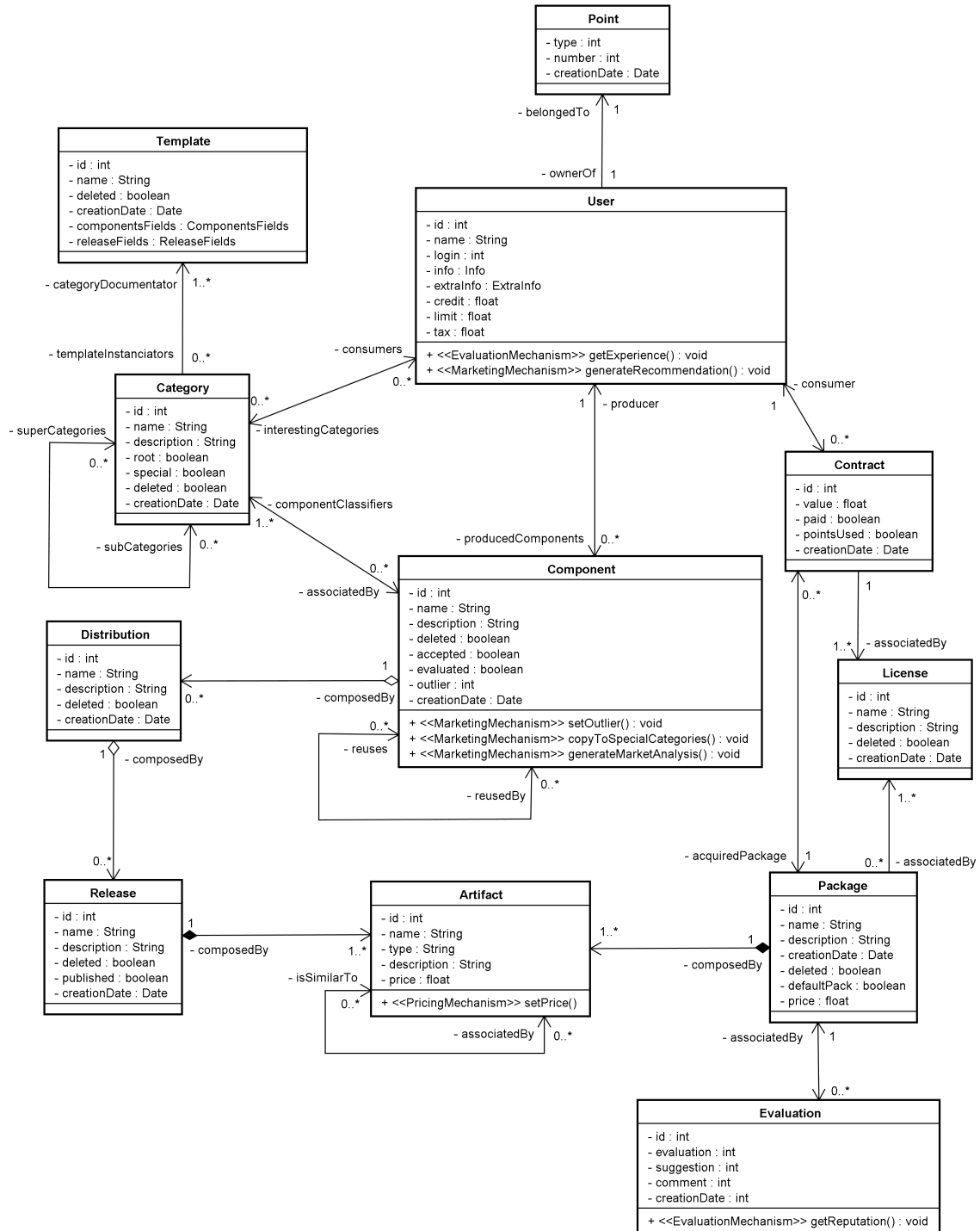


Figura 5.3 – Diagrama de Classes conceitual da biblioteca de componentes *Web Brechó-VCM*

O Diagrama de Classes Conceitual da Figura 5.3 mostra as 12 entidades principais da biblioteca *Brechó-VCM*, realçando alguns métodos cuja responsabilidade

pertence aos mecanismos supracitados por meio de estereótipos (e.g., <<PricingMechanism>>, relativo ao componente *Mecanismo de Precificação*):

- *User* (Usuário): entidade que representa um usuário da biblioteca. Esta entidade possui um relacionamento com a entidade *Component*, que especifica o papel do produtor (e com a entidade *Contract*, que especifica o papel do consumidor), com a entidade *Point* (Mecanismo de Marketing, Seção 4.5) e com a entidade *Category* (*categorias de interesse*, Seção 4.5);
- *Component* (Componente): entidade que representa um componente publicado na biblioteca. Esta entidade possui um relacionamento com a entidade *Category* (i.e., classificação) e com a entidade *Distribution* (Distribuição), que, por sua vez, inicia uma seqüência de relacionamentos – agregação com a entidade *Release*, e composição com a entidade *Artifact* (Artefato), a qual possui um auto-relacionamento de navegabilidade bidirecional para contemplar as similaridades entre artefatos (i.e., persistir quais são os similares a um artefato e quais estão configurados como similar a este) –, alvo do Mecanismo de Precificação (Seção 4.4), seguindo a organização interna da biblioteca (Figura 5.1). A entidade *Component* possui, ainda, um auto-relacionamento de navegabilidade bidirecional para contemplar as dependências entre componentes (i.e., persistir quais são as dependências (lógicas) – i.e., quais *releases* dependem de uma *release* –, assim como quais são as dependências (físicas) – i.e., quais os pacotes sob um determinada licença dependem de um pacote atrelado a uma licença;
- *Category* (Categoria): entidade que representa os termos utilizados para a classificação dos componentes publicados na biblioteca. Esta entidade possui um relacionamento com a entidade *Template*, que se refere aos elementos de documentação de componentes, além de um auto-relacionamento de navegabilidade bidirecional para contemplar o Mecanismo de Hierarquização de Categorias (i.e., super e subcategorias, conforme explicado na Seção 5.3.1);
- *Package* (Pacote): entidade que representa o agrupamento de artefatos de uma *release* referente a uma distribuição de um componente. Esta entidade possui um relacionamento com a entidade *Evaluation* (Mecanismo de Avaliação Adaptado, ver Seção 5.3.2), com a entidade *License* (direitos e deveres associados) e com a entidade *Contract*, para concretizar o mapa de reutilização;

- *Contract* (Contrato): entidade que representa o relacionamento entre o produtor e o consumidor, a partir da seleção de uma licença atrelada a um pacote adquirido.

Tecnologicamente, a biblioteca *Brechó-VCM* mantém as decisões tomadas no Projeto Brechó em relação à biblioteca *Brechó*, representando um sistema de informação *Web* implementado com a tecnologia Java EE (SUN, 2010). Este sistema utiliza o *framework* Struts (APACHE, 2010) para implementar uma arquitetura que segue o padrão MVC (*Model-View-Controller*)¹⁷, e o *framework* Hibernate (REDHAT, 2010) para persistir objetos em um banco de dados MySQL (MYSQL, 2010). A Figura 5.4 mostra a tela inicial da biblioteca *Brechó-VCM*.

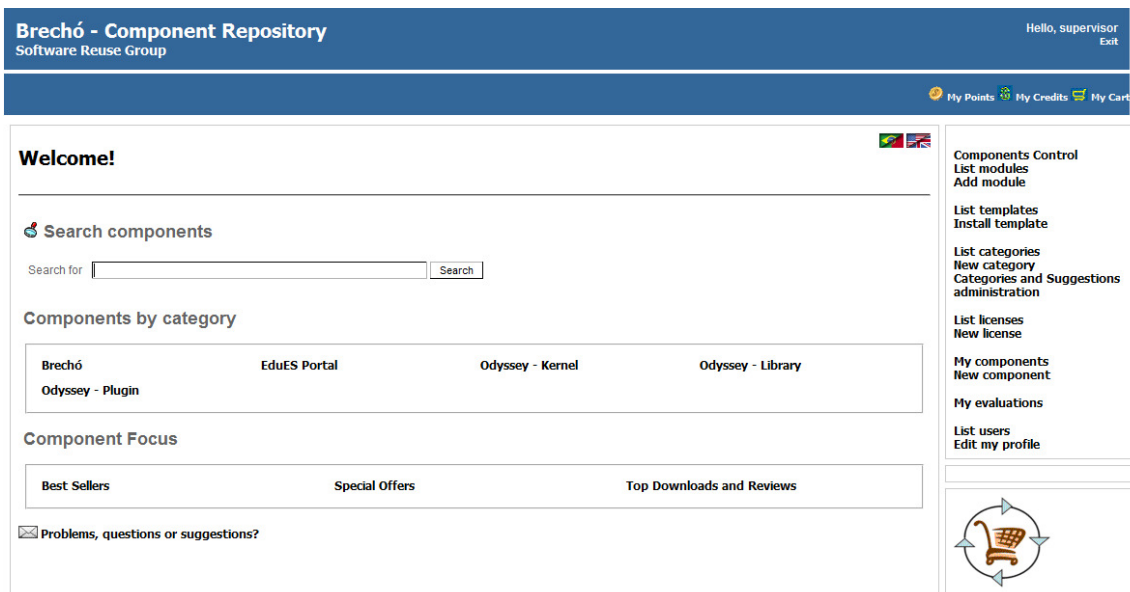


Figura 5.4 – Tela inicial da biblioteca de componentes *Web Brechó-VCM*

5.3.1. Mecanismo de Hierarquização de Categorias

Visando ampliar a percepção das facetas de valor *comportamento* (como os componentes com funcionalidade semelhante estão classificados?), *necessidade* (como

¹⁷ A filosofia básica do MVC é que as classes do sistema devem ser separadas em três tipos: as classes do tipo “modelo” são classes derivadas do processo de análise, que representam os principais conceitos do domínio (usualmente persistidas em banco de dados); as classes do tipo “visão” são classes criadas durante o projeto para fazer a interface com o usuário propriamente dita (normalmente manipulam classes de modelo); e as classes do tipo “controle” são classes que fazem a orquestração, ou seja, a recepção de eventos externos e o acesso às classes de modelo e visão. O *framework Struts* provê uma implementação do chamado *Modelo 2* ou *MVC-2* (variante do MVC oficializada pela Sun). O *MVC-2* é uma arquitetura de desenvolvimento *Web* que utiliza *servlets* e páginas *JSP* (*JavaServer Pages*) na mesma aplicação: os *servlets* são responsáveis pelo acesso aos dados e pelo fluxo navegacional, ao passo que as páginas *JSP* tratam da apresentação, permitindo que desenvolvedores Java e desenvolvedores HTML trabalhem cada um em sua parte da aplicação. Assim, o *Struts* fornece um *servlet* controlador para lidar com o fluxo navegacional e as classes especiais para ajudar com o acesso dos dados. Uma biblioteca de *tags* personalizadas faz parte do *framework* a fim de aumentar a facilidade de uso, considerando páginas *JSP*.

o consumidor localiza um componente?) e *oportunidade* (como uma categoria pode favorecer aquisições de componentes a partir das buscas por outros nela classificados?), um refinamento do mecanismo de categorização existente na biblioteca *Brechó* foi desenvolvido. O **Mecanismo de Hierarquização de Categorias** visa melhorar as atividades de busca e recuperação de componentes ao estender uma organização linear de categorias (i.e., um nível) para contemplar as categorias hierarquizadas da abordagem proposta (Seção 4.5). Este mecanismo utiliza o conceito de grafos acíclicos direcionados (*Directed Acyclic Graphs* ou DAG)¹⁸ (CORMEN *et al.*, 2001) para apoiar a existência de categorias aninhadas, analogamente a classes em orientação a objetos: *supercategorias* (ou categorias-pai) e *subcategorias* (ou categorias-filha). Assim, uma categoria, além de possuir componentes, passa a possuir zero ou muitas categorias-filha e pode fazer parte de zero ou muitas categorias-pai, ampliando a semântica e flexibilizando a classificação do componente (SANTOS *et al.*, 2009a).

A depender do processo de classificação adotado, esse mecanismo apóia duas situações, por meio da persistência e manipulação de uma categoria com base em seu identificador: (i) uma (sub) categoria pode pertencer a mais de uma (super) categoria, onde cada categoria apresenta nome único no conjunto de categorias da biblioteca (e.g., uma mesma categoria *Java* pode ser subcategoria da categoria *Linguagens de Programação* e também da categoria *Eclipse*); ou (ii) pode-se trabalhar como os diretórios em sistemas de arquivos, onde categorias em diferentes hierarquias são distintas, independentemente de terem o mesmo nome. Para facilitar a manutenção do processo de classificação adotado, esse mecanismo é composto por dois módulos que permitem diferentes formas de visualização das categorias pelos SCSs.

O *Módulo de Visualização Horizontal* se baseia nos mecanismos de busca em *sites* de leilões na Internet e se refere à construção da visão linear e navegacional das categorias hierarquizadas, que é útil para a manutenção de categorias. Na perspectiva do gerente da biblioteca (*supervisor*), que cria (Figura 5.5) e edita (Figura 5.6.b) categorias, a biblioteca *Brechó-VCM* permite a navegação completa entre as categorias, exibindo, para cada uma delas, a sua hierarquia e as suas supercategorias. Isso é possível devido à tarefa de manter *história* do Mecanismo de Visualização (Seção 4.8). Ainda, a seleção de mais de uma supercategoria durante o cadastro ou edição de uma categoria está

¹⁸ Um grafo acíclico direcionado consiste em um grafo cujas arestas são unidirecionais de modo que, quando se parte de um nó do grafo, o retorno ao mesmo (i.e., ciclo) não é possível, respeitando-se a direção das arestas. Isso gera o conceito de vários nós-raiz, responsáveis por iniciar o DAG.

condicionada ao processo de classificação adotado, conforme diferenciado no parágrafo anterior. Na perspectiva do consumidor (Figura 5.6.a), que usa as categorias da biblioteca durante as atividades de busca, a biblioteca *Brechó-VCM* exibe, para cada categoria selecionada, os seus componentes, as suas subcategorias e a hierarquia da categoria em questão, favorecendo decisões de aquisição de componentes.

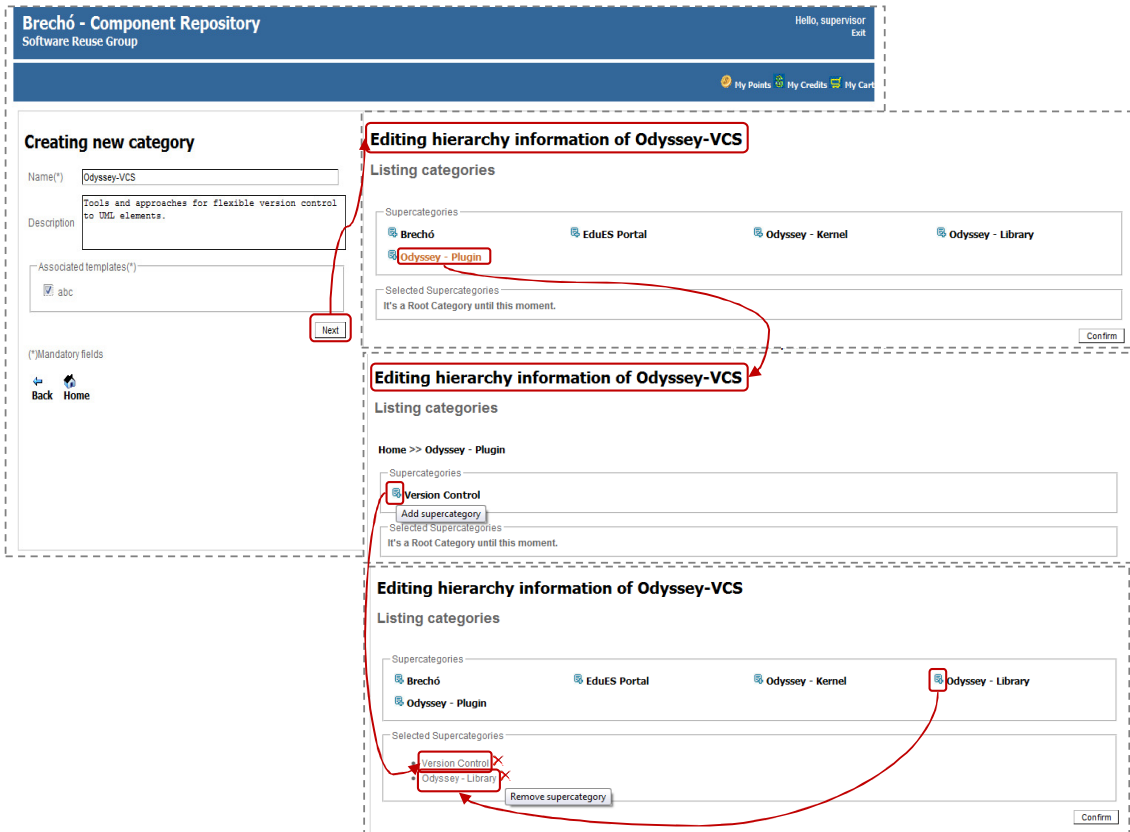


Figura 5.5 – Exemplo de Visualização Horizontal na perspectiva do gerente da biblioteca

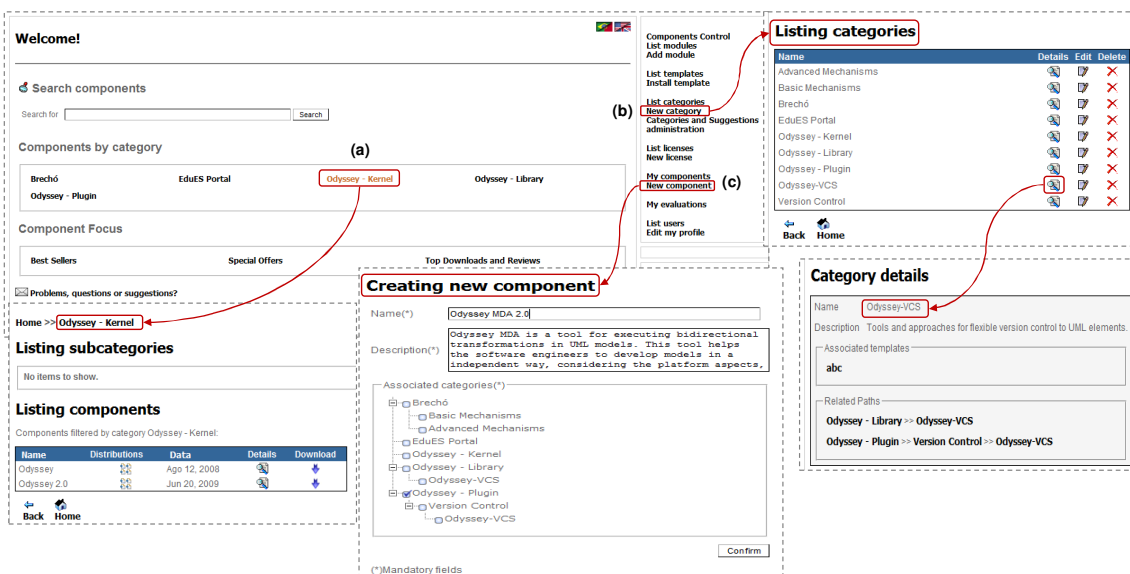


Figura 5.6 – Exemplos de Visualização Horizontal na perspectiva do consumidor (a) e do gerente da biblioteca (b), e exemplo da Visualização Vertical na perspectiva do produtor (c)

Por outro lado, o *Módulo de Visualização Vertical* se baseia na exibição gráfica de diretórios em sistemas operacionais e se refere à visão global das categorias hierarquizadas da biblioteca em forma de árvore, que é útil para a manutenção de componentes. Na perspectiva do produtor, que realiza atividades de publicação, as categorias nas quais os seus componentes serão classificados podem ser selecionadas (Figura 5.6.c). Dependendo do processo de classificação adotado, caso uma categoria que apresenta diferentes hierarquias seja selecionada (ou desmarcada), as demais ocorrências dela no DAG serão automaticamente selecionadas (ou desmarcadas). Considerando as atividades de precificação (Seção 4.4), os produtores podem refinar o conjunto de componentes similares aos seus para executar uma análise de mercado. Na perspectiva dos consumidores, esse módulo facilita o processo de recuperação durante as atividades de aquisição, pois permite que conjunto de componentes similares seja refinado de acordo com as categorias as quais pertencem, favorecendo a percepção de valor, o que será discutido na Seção 5.3.2.

5.3.2. Um Exemplo de Utilização

Com o objetivo de demonstrar como a biblioteca *Brechó-VCM* funciona e após a abordagem proposta, algumas atividades relacionadas às instâncias da cadeia de valor são apresentadas nesta seção (SANTOS *et al.*, 2010). Considere a atividade de precificação mostrada na Figura 5.7, realizada quando um produtor chamado *Rodrigo* está publicando uma *release (version 2.1)* do componente *Odyssey MDA 2.0* e fazendo o *upload* de um de seus artefatos (*binary artifact*). Nesse momento, o produtor pode escolher entre os Modelos de Precificação Clássica e de Mercado ao acionar o Mecanismo de Precificação. Caso o primeiro modelo seja escolhido, o produtor pode selecionar um dos três modelos específicos (Seção 4.4), configurar alguns parâmetros e obter um diagnóstico financeiro relativo ao artefato em precificação. Caso contrário, no segundo modelo, artefatos similares são recuperados por meio da *similaridade sintática* melhorada pela indexação executada pela biblioteca *Lucene*, e este conjunto pode ser filtrado por elementos de documentação e/ou por categorias associadas. Esta similaridade considera um *matching* entre as documentações dos diferentes níveis da organização interna da biblioteca (i.e., componentes, distribuições e *releases*).

Utilizando o Modelo de Precificação de Mercado, o produtor se torna um importante SCS que pode contribuir para a manutenção da *similaridade histórica*. O

produtor deve selecionar um conjunto de artefatos que ele considera similar ao artefato em precificação, verificando a sua documentação por meio do ícone *detalhes* mostrado ao lado de cada item (i.e., componente e distribuição referentes ao artefato). Quando o produtor confirma a seleção, algumas informações são extraídas de dados históricos dos artefatos similares e mostradas como *sumários* através do Mecanismo de Visualização (Seção 4.8), de modo que o produtor possa aceitar ou não o preço sugerido com base no modelo (lado direito da Figura 5.7). Dessa forma, ao interagir com esse modelo, o produtor contribui para a *similaridade de mercado*, considerando o seu *grau de credibilidade* calculado pelo Mecanismo de Avaliação Estendido (explicado a seguir), o que impacta diretamente a perspectiva do consumidor.

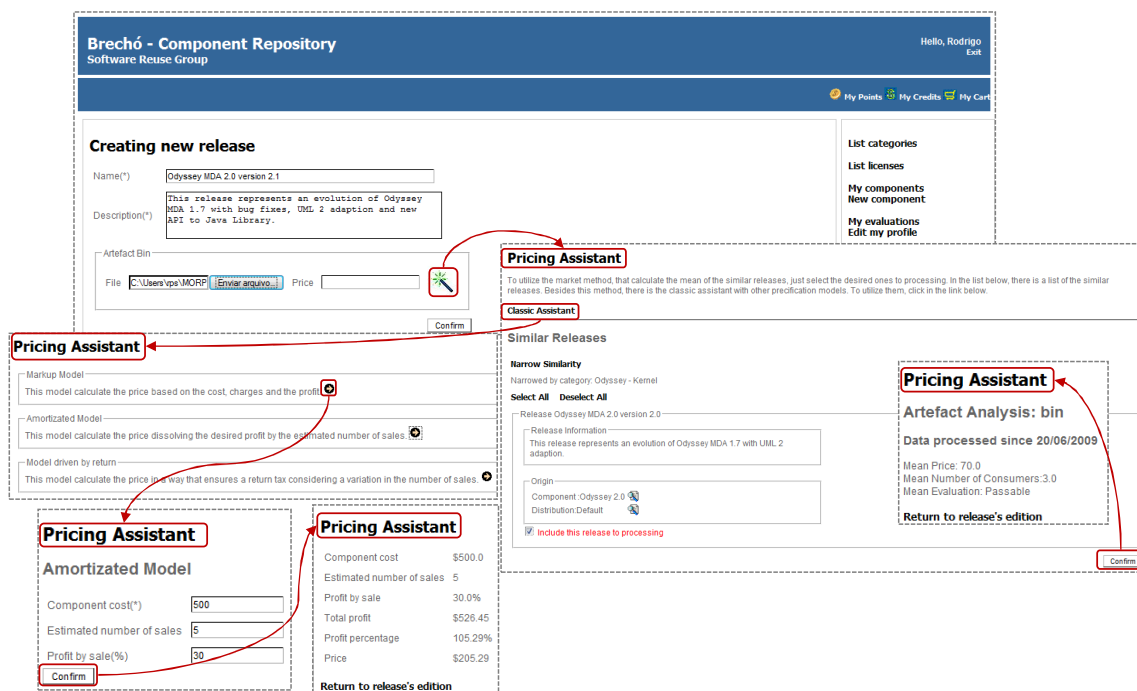


Figura 5.7 – Atividade de precificação (parte superior): Modelos de Precificação Clássica (lado esquerdo) e de Mercado (lado direito)

Por outro lado, quando uma consumidora chamada *Cláudia* necessita do componente *Odyssey MDA 2.0* e efetua uma atividade de aquisição, ela pode utilizar duas opções de busca, por palavras-chave ou por categorias hierarquizadas. Após selecionar o componente desejado, a consumidora indica um pacote de interesse (que contém os artefatos relacionados) e verifica os pacotes similares (*clusters* organizados e exibidos via Mecanismo de Visualização, tratando a tarefa de *detalhe sob demanda*), como exemplifica a Figura 5.8, incluindo a possibilidade de refinamento por categorias, tratando a tarefa de *filtro* do Mecanismo de Visualização. Por fim, a consumidora pode

verificar as últimas avaliações do componente, utilizando extrações de *relacionamentos* do Mecanismo de Visualização.

Ao decidir adquirir esse componente, a consumidora deve fazer o *download*, adicionando-o, primeiro, no *carrinho de compras*. Neste momento, dependendo da quantidade de *pontos virtuais* que ela possui (Mecanismo de Marketing, Seção 4.5), ela pode conseguir descontos na atividade de aquisição (tela *Download Options* da Figura 5.8). Uma vez que a atividade de aquisição só é terminada após a consumidora fechar o *carrinho de compras*, os descontos são concedidos sobre o preço total relativo à soma dos preços de cada componente. Conseqüentemente, os SCSs envolvidos (a consumidora e o(s) produtor(es)) têm suas contas de usuário atualizadas: os *pontos virtuais* e/ou *créditos* utilizados pela consumidora são debitados e os créditos referentes ao(s) preço(s) do(s) componente(s) são creditados para o(s) produtor(es).

The screenshot displays the Brechó - Component Repository interface. Key sections include:

- Listing evaluations:** A table showing user reviews with columns for User, Evaluation, Suggestion of Demands, Comment, and Since.
- Distribuição das Avaliações:** A pie chart showing the distribution of evaluation scores: Bom/Good = 50.0, Ruim/Poor = 0.0, Excelente/Excellent = 0.0, and Péssimo/Wretched = 0.0.
- My Cart:** A table listing components in the cart, including 'Odyssey MDA 2.0' with a price of 155.0.
- Download Options:** A section showing the user's points (140) and a discount of 35 Credits available for the purchase.
- Listing similar packages:** A section below the main component details showing similar packages with columns for Name, Release, Distribution, Component, Price, Details, Download, and Show evaluations.

Figura 5.8 – Atividade de aquisição: verificando componentes similares (lado esquerdo), verificando avaliações (parte superior) e utilizando pontos virtuais (parte inferior do lado direito)

Nesse caso, devido ao fato da biblioteca *Brechó-VCM* não ter incorporado um modelo efetivo para transferência de *pontos virtuais*, nem para a sua conversão em *créditos*, ela deve utilizar parte das retenções de encargos para equilibrar o ônus financeiro gerado pelo menor pagamento efetuado pelo consumidor, diante das recompensas obtidas por sua participação ativa. Aliás, isto representa a instabilidade inerente ao setor de Serviços. Por exemplo, um vôo pode operar abaixo da capacidade em certos períodos, e acima desta em outros, de forma que, na média, o preço fixo

adotado por uma companhia aérea possa manter um serviço de qualidade para tipos distintos de clientes, podendo haver oscilações de preço no que tange o comportamento médio de mercado, de modo que este modelo de negócios funcione (TÉBOUL, 2006).

Após a atividade de aquisição, existe um período para realizar uma avaliação do componente (*feedback*). Esta atividade é realizada pelos consumidores com o objetivo de contribuir para a percepção da confiabilidade (faceta de valor *riscos*) do componente (e do produtor) por parte de outros SCSs. Além disso, o resultado desta atividade representa um *input* para balancear a *similaridade histórica* gerada pelo Mecanismo de Precificação. Como mencionado na Seção 4.4, a *similaridade histórica* se baseia em *links* criados em atividades de precificação, considerando os *graus de credibilidade* dos produtores, dinamicamente calculados pelo Mecanismo de Avaliação (Seção 4.6). Como as atividades de avaliação de produtores e de consumidores não foram incorporadas na biblioteca *Brechó-VCM*, o Mecanismo de Avaliação foi customizado (i.e., Mecanismo de Avaliação Adaptado), que passa a calcular os *graus de credibilidade* dos produtores de uma forma *default*, a partir dos *graus de satisfação* extraídos das atividades de avaliação dos componentes. Ou seja, durante a atividade de precificação, os *links* entre artefatos similares são criados ou reforçados, ponderados pelo *grau de credibilidade*, e o *id* do produtor responsável é armazenado para cada um desses *links*. Dessa forma, no futuro, com a implementação de um componente para o Mecanismo de Negociação, esse cálculo poderá ser modificado.

Por isso, quando o consumidor verifica componentes similares àquele de interesse, durante as atividades de aquisição, todos os componentes relacionados através da *similaridade de mercado* são recuperados. Mas, no momento em que os consumidores acionam um refinamento por níveis baseados nesta similaridade (i.e., muito baixa, baixa, média, alta e muito alta), o Mecanismo de Visualização aplica a tarefa de *afastamento e aproximação* e exibe os componentes similares selecionados pelo Mecanismo de Avaliação Adaptado para um certo nível (*Listing Similar Packages* na Figura 5.8), filtrados por cálculos que levam em conta os *graus de credibilidade* atualizados (e não aqueles extraídos na precificação).

A Figura 5.9 mostra como alguns modelos foram implementados na biblioteca *Brechó-VCM*. Do lado esquerdo, visualiza-se como os SCSs podem editar suas contas de usuário, apontando algumas *categorias de interesse*, o que corresponde ao Modelo Customizado, utilizado pelo Mecanismo de Marketing para notificar sobre novas publicações nestas categorias. Na parte superior, a Figura 5.9 apresenta o *menu* com três

opções: *My Points* (Mecanismo de Marketing), *My Credits* e *My Cart* (Mecanismo de Precificação). No item de *menu My Points*, os SCSs podem verificar os seus *pontos virtuais*, além de explorar as sugestões providas pelo Modelo de Recomendação, exibidas através de manipulações do tipo *clusters* pelo Mecanismo de Visualização, em uma tarefa de *extração* (Seção 4.8). Por exemplo, a consumidora *Cláudia* recebeu uma notificação na biblioteca *Brechó-VCM*, relativa ao componente *Odyssey*, provavelmente de interesse para futuras aquisições, com base em seu perfil (*histórico de compras*, grupos de consumidores e *categorias de interesse*).

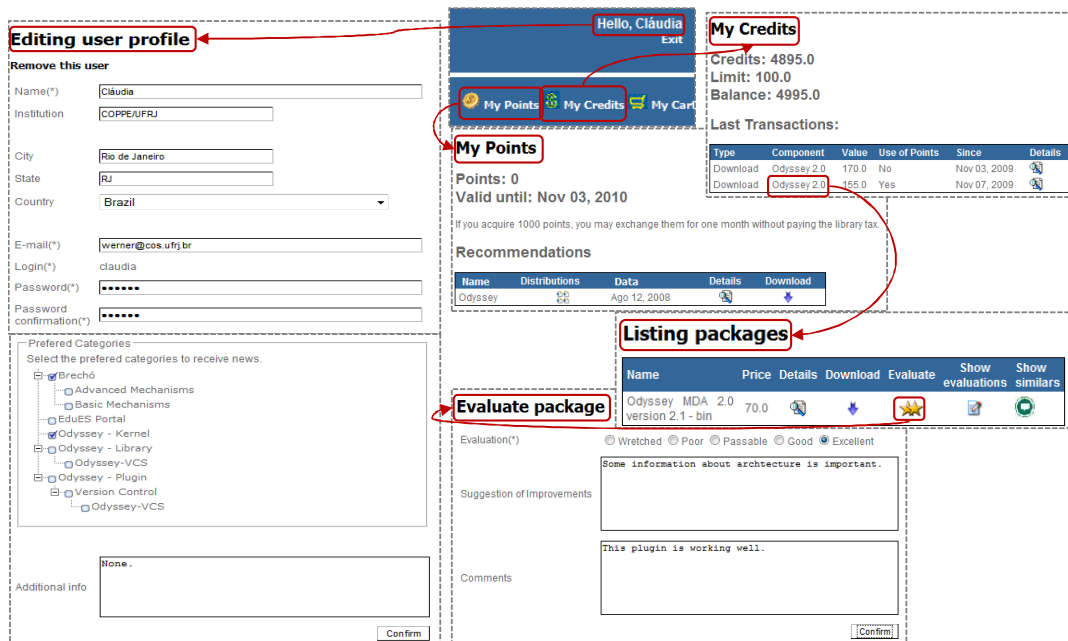


Figura 5.9 – Modelos da abordagem Brechó-VCM relacionados ao Mecanismo de Marketing (parte superior e lado esquerdo) e ao Mecanismo de Avaliação (parte inferior do lado direito)

No item de *menu My Credits*, além de informações sobre *créditos (credits)*, *limite (limit)* e *saldo (balance)*, é possível que os consumidores vejam as últimas transações realizadas. Adicionalmente, eles podem executar a atividade de avaliação de componentes, selecionando o pacote adquirido e preenchendo três campos: (i) *evaluation*, que corresponde ao *grau de satisfação* (de *péssimo a excelente*) utilizado para calcular a *reputação* do produtor; (ii) *suggestion of improvements*, que corresponde às *sugestões de demanda específica* do Mecanismo de Marketing; e (iii) *comments*, que corresponde ao espaço disponibilizado para avaliações gerais e subjetivas. Depois de realizar esta atividade, os consumidores acumulam *pontos virtuais*, de acordo com a quantidade de *créditos* utilizada na atividade de aquisição (a definição de uma função para conversão entre *créditos* e *pontos virtuais* não foi contemplada por este trabalho de pesquisa, mas esta relação foi implementada de forma parametrizável na biblioteca

Brechó-VCM, podendo ser customizada futuramente). Por fim, através do item de *menu My Cart* (ver tela na Figura 5.8), o consumidor pode apreciar todos os pacotes selecionados antes de terminar uma atividade de aquisição, exibindo ícones que permitem verificar mais informações sobre os respectivos componentes, distribuições, *releases*, dependências, preços, ou ainda remover pacotes do *carrinho de compras*.

Na biblioteca *Brechó-VCM*, produtores podem executar as atividades de manutenção de componentes e de análise de mercado, explorando a *base de dados históricos* através do Mecanismo de Visualização. Considerando o exemplo apresentado na Figura 5.10, o produtor *Rodrigo* pode ver seus componentes publicados e acionar a análise mencionada (tarefa *visão geral* do Mecanismo de Visualização). Conforme explicado na Seção 4.5, se o componente for rotulado como um *outlier positivo* ou *negativo*, ações periódicas são requeridas e mostradas para o produtor relacionado, visando balancear a estrutura de oferta e demanda de mercado. No exemplo, o componente *Group Criteria* foi classificado como um *outlier positivo*. Por isso, duas opções são fornecidas: ou o produtor acumula pontos virtuais de acordo com o *fluxo financeiro movimentado por item em um período específico* na biblioteca, ou ele pode utilizar o Modelo Diferencial para tratar o componente, resgatando uma recompensa pelo ótimo desempenho no mercado ao publicá-lo na categoria Destaques (*Best Sellers*), localizada num espaço especial da biblioteca (*Component Focus*) (Figura 5.8). A análise de *outliers* e as decisões relativas são explicitadas através de manipulações do tipo *outliers* e *busca*, ambas concebidas no contexto do Modelo de Extração de Informação Baseada em *Insights* do Mecanismo de Visualização. Ainda no exemplo da Figura 5.10, a lista de componentes do produtor *Rodrigo* possui os seis primeiros rotulados como *comportamento médio de mercado* (círculo azul com um ponto no centro).

Por outro, o produtor *Rodrigo* pode executar a análise de mercado sobre o componente *Odyssey 2.0*. Nesse sentido, ele pode selecionar quatro tipos de informação que devem ser extraídas de acordo com a tarefa *relação*, discutida no Mecanismo de Marketing. Na Figura 5.10, três delas podem ser vistas, considerando um período de tempo previamente configurado pelo produtor: *distribution of sales by category*, que mostra as categorias com alto volume de vendas, *distribution of component publications by category*, que mostra as categorias com grande fluxo de publicação de componentes, e *distribution of sales of component*, que mostra o volume de vendas por componente. O quarto tipo de informação se refere à avaliação dos componentes, mostrado na Figura 5.8. Todas estas técnicas utilizam o Mecanismo de Visualização para expor informações

extraídas da *base de dados históricos* (sumarizadas na Tabela 4.1), propiciando *insights* decorrentes de manipulações de *tradeoff* e de *padrões*. A principal contribuição, neste caso, está exatamente em tornar as decisões resultantes de ações e de atividades dos SCSs mais fáceis e claras ao longo do tempo.

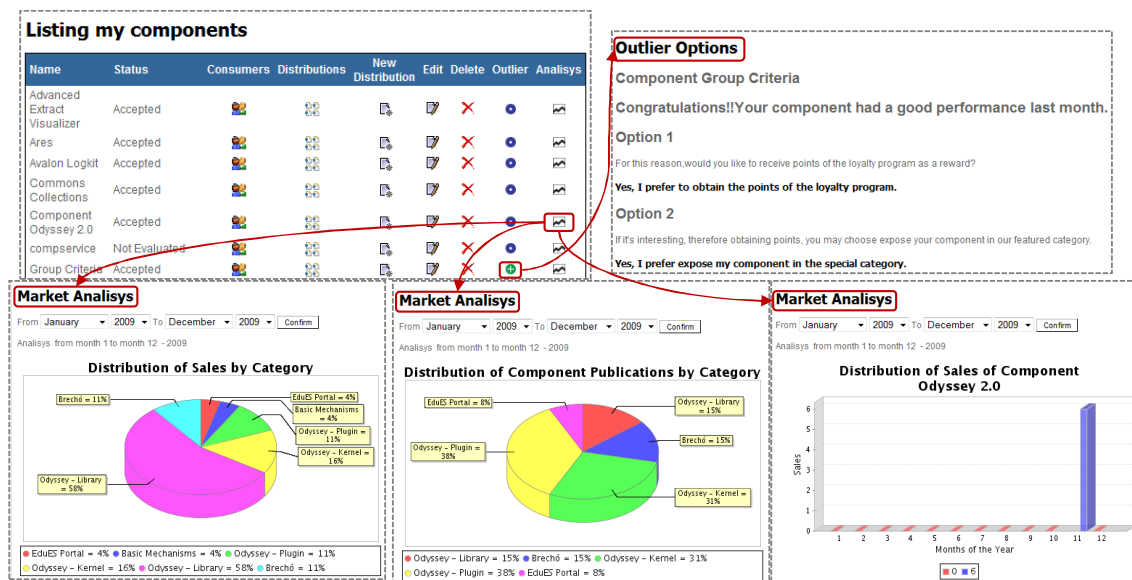


Figura 5.10 – Atividades de manutenção de componentes (parte superior) e de análise de mercado (parte inferior) na biblioteca Brechó-VCM

5.4 Discussão da Aderência da Biblioteca Brechó-VCM ao Processo GRU

A partir da infra-estrutura apresentada (Seções 5.2 e 5.3), esta seção busca discutir a aderência da biblioteca *Brechó-VCM* às orientações para implementação do Processo GRU do Modelo MPS (SOFTEX, 2009b), visando tratar, em nível de processo, alguns dos maiores inibidores desse mercado, tais como certificação, padronização e propriedade intelectual, utilizando um canal de comunicação (SANTOS *et al.*, 2009a). Assumindo o conceito de componente como o encapsulamento de um conceito, o que amplia a sua fundamentação teórica para qualquer tipo de ativo reutilizável (Seção 2.5), deve-se, primeiramente, estabelecer e manter uma estratégia para o gerenciamento desses ativos, bem como do conjunto de seus artefatos, assim como o ferramental que torne este procedimento viável. Isso vai ao encontro do resultado esperado GRU1 (Figura 2.7), por contemplar a definição do que deve, então, ser um ativo reutilizável (i.e., características que o torna tratável pelo processo GRU implementado) para a entidade subjacente, no caso, o canal de distribuição da abordagem *Brechó-VCM*. Esta definição pode possuir uma semântica muito ampla, por

tratar a entidade maior do mercado de componentes, mas pode ser especializada, de modo que seja instanciada para cada um dos repositórios dos produtores que utilizam a biblioteca como catálogo para seus componentes.

Ainda, devem ser definidos alguns critérios que regem a manutenção deste canal de distribuição e, mais diretamente, a qualidade da biblioteca *Brechó-VCM*. Esta definição deve refletir, minimamente e dinamicamente, as proposições de valor dos gerentes da biblioteca e dos produtores ativos, ou seja, não pode ser um documento de caráter global nem estático, e deve ser periodicamente revisto. Assim, os critérios correspondem às exigências para verificar e validar a aceitação, a certificação, a classificação, a descontinuidade e a avaliação dos ativos. Para definir estes critérios, *workshops* podem ser realizados, presenciais ou à distância, e uma ferramenta do tipo editor de texto pode ser utilizada. Com este documento pronto, pode-se criar um fórum de discussão (e.g., *Google Groups*) ou uma categoria especial na biblioteca *Brechó-VCM* visando divulgá-los aos SCSs, de forma a torná-los explícitos e colaborar para a confiabilidade do mercado, oriunda da qualidade agregada.

Observa-se que esse procedimento independe da biblioteca *Brechó-VCM* enquanto ferramental, mas pode utilizar as informações extraídas de dados históricos e manipuladas pelo Mecanismo de Visualização, tais como perfis dos produtores ativos, oferta e demanda de mercado, gráficos relacionados a categorias com alto volume de vendas, categorias com grande fluxo de publicação de componentes, volume de vendas por componente etc. Por ser um procedimento que agrega uma subjetividade inerente (i.e., conhecimento tácito e implícito dos SCSs que definem os critérios), a definição de documentos agrega “contornos” não-técnicos, o que transcende a uma construção puramente técnica. Isso contribui para amenizar alguns dos maiores inibidores do mercado de componentes, como o formato de descrição de componentes, a fragilidade de normas e padrões estáveis, e a fragilidade de certificação, pois os próprios ecossistemas desenvolvidos se tornam responsáveis por gerar e calibrar estes inibidores.

Dessa forma, parte-se para o estabelecimento e manutenção de um mecanismo de armazenamento e recuperação dos ativos reutilizáveis e, neste ponto, a biblioteca *Brechó-VCM* atende ao resultado esperado pelo GRU2. O papel dos gerentes da biblioteca (i.e., gerente de ativos reutilizáveis, no processo GRU) se torna fundamental, pois são eles os responsáveis por implantar esta infra-estrutura, que deve ser mantida ao longo do tempo, com base no documento de definição de ativo reutilizável e dos critérios relacionados. De outro lado, os gerentes de negócio (semi-) automatizados pela

biblioteca *Brechó-VCM* apóiam a sua manutenção por auxiliarem na verificação de inconsistências com relação aos critérios estabelecidos (e.g., *outliers negativos*, que rompem critérios de avaliação).

Adicionalmente, estes gerentes provêem condições para que decisões sejam tomadas a respeito da situação dos ativos reutilizáveis na base (e.g., produtores podem explorar a faceta de valor *oportunidades* na categoria *Special Offers*, ou descontinuar o ativo rotulado como *outlier negativo*). A biblioteca *Brechó-VCM*, funcionando como a base de ativos reutilizáveis, dá suporte à definição da frequência dessas verificações ao ser parametrizável em suas unidades temporais (diária, semanal, mensal, anual etc.). Ela permite, ainda, que os produtores externem necessidades de catalogação de certos ativos através do campo de *sugestões de demanda específica* do Mecanismo de Avaliação Estendido, e do módulo de sugestão de categorias (RAPOSO, 2007).

Por fim, uma vez definida essa base de ativos reutilizáveis, a biblioteca *Brechó-VCM* apóia a realização das atividades e das relações entre produtores e consumidores, no que se refere à cadeia de valor da abordagem proposta, o que contribui diretamente para os resultados esperados pelo GRU3, pelo GRU4 e pelo GRU5, os quais tratam da manutenção do mapa de reutilização, da manutenção e controle do ciclo de vida dos ativos, e da notificação de SCSs sobre suas ações, respectivamente. Na perspectiva do produtor, a publicação de ativos reutilizáveis engloba os procedimentos necessários para que determinado ativo (caso tenha sido aceito e certificado depois de submetido aos critérios relacionados) seja incluído na biblioteca *Brechó-VCM*. Entre os procedimentos requeridos e atendidos pela biblioteca *Brechó-VCM*, estão:

- (1) *Solicitação de publicação*: procedimento realizado pelo produtor, que preenche um formulário informando o nome, a descrição e as categorias do ativo a ser publicado mediante a utilização do documento de definição de ativos reutilizáveis, formulário este mostrado na Figura 5.6.c. Esta solicitação gera uma tarefa para os gerentes da biblioteca (*Components Control*), conforme exibido na Figura 5.11;
- (2) *Análise de solicitação*: com base nos critérios de aceitação, os gerentes da biblioteca analisam o ativo a ser publicado, rejeitando-o ou aceitando-o, e a biblioteca *Brechó-VCM* notifica o produtor sobre o estado do ativo via *e-mail*;
- (3) *Classificação do ativo reutilizável*: após o ativo ter sido aceito, os gerentes da biblioteca analisam a classificação fornecida pelo seu produtor, isto é, as categorias selecionadas, utilizando os critérios de classificação. Eles podem acionar o módulo de organização de categorias e sugestões (RAPOSO, 2007), a fim de verificar se

devem cadastrar novas categorias sugeridas pelos produtores e/ou reestruturar as categorias existentes. Assim, o ativo passa do estado *aceito* para *publicado*. Dado que o formulário de solicitação de publicação de ativos na biblioteca *Brechó-VCM* já requer a sua classificação, os procedimentos (2) e (3) são executados de uma só vez e correspondem à mudança do estado *not evaluated* (não avaliado) para o estado *accepted* (aceito), conforme exibido na Figura 5.11;

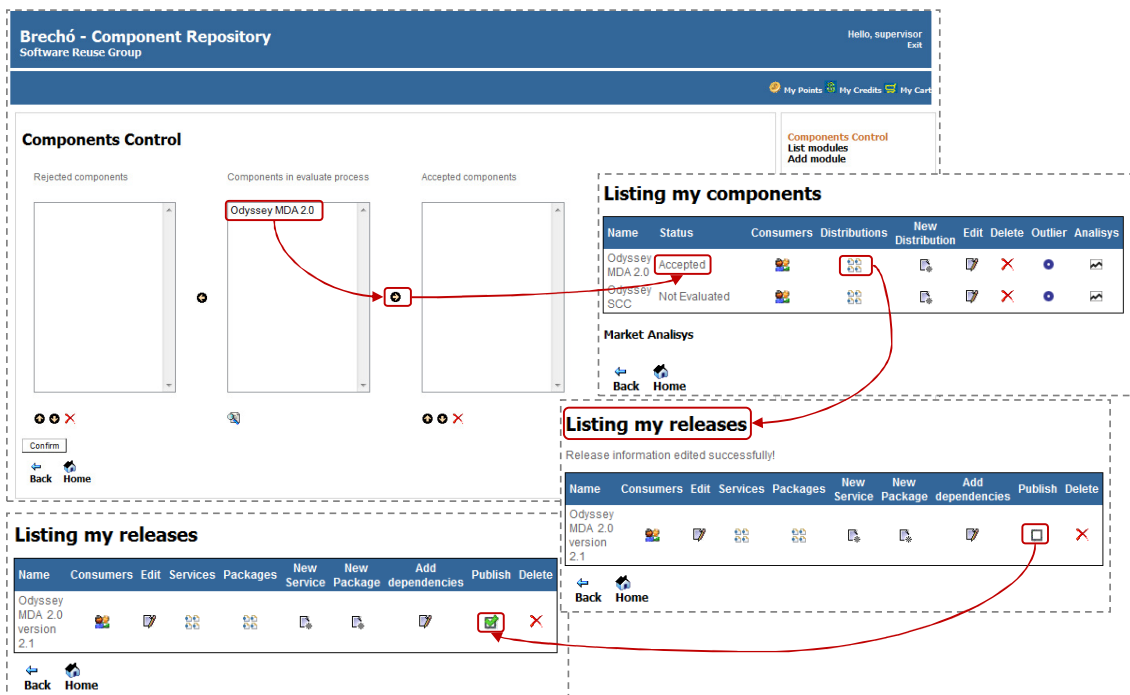


Figura 5.11 – Procedimentos relativos à publicação de um ativo na biblioteca *Brechó-VCM*

- (4) *Solicitação de inclusão de release*: com a efetivação dos procedimentos anteriores, o produtor pode fazer o *upload* dos artefatos que compõem a *release* do ativo aceito e publicado na biblioteca *Brechó-VCM*, conforme ilustrado pela Figura 5.7. Para isso, o produtor deve acessar a entidade componente e cadastrar uma nova distribuição (ou utilizar a distribuição *default* pré-cadastrada) para, então, cadastrar a *release*, agrupando os seus artefatos em pacotes específicos ou mantendo o pacote *default* (completo), seguindo a organização interna da biblioteca *Brechó-VCM*;
- (5) *Certificação de Release*: como a biblioteca *Brechó-VCM* não apresenta o estado *aguardando certificação*, pois o processo de publicação poderia se tornar muito burocrático, a certificação é realizada quando o produtor decide tornar pública a *release* cadastrada (i.e., marcar o campo *publish*, destacado na Figura 5.11). Dessa forma, os gerentes da biblioteca utilizam o documento dos critérios de certificação para verificar a *release* e notificam o produtor, caso esta seja reprovada no

procedimento. Isso é apoiado por outros processos, como a garantia de qualidade e a gerência de configuração (SOFTEX, 2009c), visando atender ao GRU4;

- (6) *Notificação de SCSs interessados*: como consequência de aplicar os critérios definidos a um ativo reutilizável ou a alguma de suas *releases*, produtores e consumidores são notificados a respeito de ações, tais como problemas detectados, modificações realizadas (corretivas ou evolutivas, cuja substituição é requerida ou opcional, respectivamente), novas versões disponibilizadas e descontinuidade de ativos, o que corresponde ao GRU5. A biblioteca *Brechó-VCM* apóia este resultado ao utilizar notificações via *e-mail*, divulgando, também, componentes de interesse de consumidores (Modelo Customizado do Mecanismo de Marketing).

Na perspectiva do consumidor, por sua vez, a aquisição (ou consumo) de ativos reutilizáveis engloba os procedimentos necessários para que determinado ativo seja recuperado da biblioteca *Brechó-VCM*. Entre os procedimentos requeridos e atendidos pela biblioteca *Brechó-VCM*, estão:

- (1) *Busca de ativos reutilizáveis*: o consumidor utiliza os mecanismos de busca da biblioteca *Brechó-VCM* (palavras-chave e/ou categorias hierarquizadas), conforme mostra a Figura 5.8, e pode aplicar, ao conjunto de ativos exibido, filtros extraídos da documentação dos ativos e de categorias em comum;
- (2) *Recuperação de ativo reutilizável*: a partir do ativo selecionado, o consumidor seleciona uma distribuição, a sua respectiva *release* e um pacote de interesse para realizar o *download*, bem como a licença de uso apropriada, conforme mostrado na tela *My Cart* da Figura 5.8. Após o *download*, um *mapa de reutilização* é gerado ou atualizado, registrando o consumidor que recuperou a *release* na biblioteca *Brechó-VCM*, atendendo ao GRU3. Isso pode auxiliar a realização de atividades de manutenção e de evolução da biblioteca por seus gerentes (e.g., identificação de tendência ou comportamento que podem ajudar a calibrar os documentos de critérios estabelecidos *a priori*), além de prover os gerentes de negócio com dados históricos para a realização de notificações e/ou sugestões (e.g., Modelo de Recomendação do Mecanismo de Marketing);
- (3) *Adaptação de ativo reutilizável*: após adquirir o ativo, o consumidor analisa e documenta, internamente, as necessidades de adaptação que tornem este ativo adequado para sua utilização (e.g., desenvolvimento de adaptadores para componentes de software se adequarem ao conjunto de interfaces existentes, e formatação de um documento de plano de projeto de acordo com os padrões

- adotados pelo consumidor). A biblioteca *Brechó-VCM* não auxilia o consumidor com um ferramental de apoio (e.g., um editor para adaptação de artefatos), mas fornece um canal de comunicação com os produtores e com os gerentes da biblioteca, via *e-mail*. A implementação do fórum de sugestões do Mecanismo de Marketing, útil para o consumidor expressar demandas gerais do mercado (necessidades, customizações etc.) antes de adquirir ativos, consiste em outro trabalho futuro. Nesse sentido, a implantação de um processo de projeto e construção do produto pode ser interessante para o consumidor (SOFTEX, 2009c);
- (4) *Integração de ativo reutilizável*: correspondendo a um procedimento próprio do consumidor, como o anterior (3), testes devem ser planejados e executados para verificar a adequação do ativo reutilizável adaptado ao seu processo de desenvolvimento. Novamente, a biblioteca *Brechó-VCM* não apóia o consumidor com um ferramental (e.g., editor para integração). Neste caso, os artefatos do pacote adquirido passam por um ciclo entre (3) e (4), de modo que os problemas encontrados sejam consolidados em um documento de integração;
- (5) *Avaliação de Ativo Reutilizável*: de posse do documento de critérios de avaliação propostos, os consumidores podem avaliar os ativos que foram recuperados, adaptados e integrados. Esta avaliação, opcional, consiste em atribuir um *grau de satisfação* que explicita a opinião do consumidor, além de comentários textuais, conforme provido pelo Mecanismo de Avaliação Adaptado da biblioteca *Brechó-VCM*, mostrado na tela *Evaluate Package* da Figura 5.9.

5.5 Considerações Finais

Este capítulo apresentou a biblioteca *Brechó-VCM*, uma infra-estrutura de apoio à abordagem proposta no Capítulo 4, que estende a biblioteca *Brechó* para viabilizar a organização de um mercado de componentes baseado em valor por meio da integração de componentes que implementam alguns dos mecanismos que compõem a biblioteca de componentes *Web* do canal de distribuição. Para isso, discutiu-se um conjunto de características da biblioteca *Brechó*, assim como os requisitos e elementos arquiteturais (i.e., entidades mostradas no Diagrama de Componentes e no Diagrama de Classes), necessários para a construção da biblioteca *Brechó-VCM*. Além disso, o Mecanismo de Hierarquização de Categorias, requerido pelo Mecanismo de Marketing, foi explicado,

incluindo, ainda, um exemplo de utilização concreta de alguns mecanismos que compõem a arquitetura conceitual da abordagem *Brechó-VCM*.

Diante do que foi apresentado, percebe-se que a biblioteca *Brechó-VCM* pode servir de suporte para contemplar os resultados esperados pelo processo GRU, tratando questões técnicas do processo. Isso se deve ao fato da biblioteca (semi-) automatizar alguns gerentes de negócio que compõem a abordagem proposta e apoiar os gerentes da biblioteca a visualizarem informações que os possibilitam mediar a evolução dos documentos sobre o conceito de ativo e sobre os critérios relacionados. Obviamente, existem alguns pontos que foram adaptados (e.g., a amenização da “burocracia” envolvida na publicação de ativos), ou mediados através dos mecanismos de comunicação e coordenação da biblioteca *Brechó-VCM* (e.g., procedimentos de adaptação e integração de ativos).

Em suma, pode-se perceber que o tratamento de questões não-técnicas, incitado pelo processo GRU, é fundamental para que a biblioteca se torne, então, um artefato passível de agregar elementos que contribuam efetivamente para a organização e o estabelecimento do mercado de componentes. Esta discussão é realizada no Capítulo 6, quando alguns elementos que mediarão a construção da abordagem proposta foram expostos a uma consulta com especialistas da área, para fortalecer os resultados alcançados com esta forma de “enxergar” o mercado.

Capítulo 6 – Análise de Elementos para uma Abordagem Sociotécnica de Mercados de Componentes

6.1 Introdução

Conforme apresentado no Capítulo 2, a idéia de sistemas baseados em componentes remonta a década de 1960, ou seja, às raízes da própria atribuição da denominação *engenharia* ao processo de desenvolvimento de software, visando agregar princípios de engenharia (projeto e produto) e de qualidade a este processo. A ocasião era oportuna, uma vez que havia um contexto crítico que permeava o processo de desenvolvimento de software na época, rotulado pela expressão *crise do software*, e a incorporação de conceitos de outras engenharias, como a reutilização, se tornava fundamental (SANTOS, 2008b). Naquela época, ocorreu um ajuste compreensível entre os custos relacionados ao *hardware* e ao software.

A redução de custos de *hardware* viabilizava a utilização de computadores em aplicações que requeriam produtos de software mais complexos e a escalabilidade os tornava difíceis de supervisionar, controlar e coordenar, uma vez que os problemas que afligiam os desenvolvedores eram mais gerenciais do que técnicos. Além disso, surgia a percepção de que as organizações precisavam reduzir a dependência dos profissionais, necessitando de metodologias efetivas para o gerenciamento dos projetos e para o controle do processo de desenvolvimento (TEIXEIRA & CUKIERMAN, 2007). Segundo TEIXEIRA (2006), isso reflete a racionalidade científica ocidental, que valoriza o método como diretriz para a verdade, isto é, ser científico é ser universal, valer em qualquer lugar, facultar a qualquer um a repetição dos fenômenos observados, desde que respeitado o método.

Calculada nos benefícios observados no desenvolvimento de *hardware*, tais como melhoria de qualidade, suporte ao desenvolvimento rápido, *time-to-market* e adaptação e manutenção guiada a componentes (e não ao sistema global), a tecnologia de componentes emergiu lentamente e ganhou o *status* de “pedra angular do software” no final da década de 1990 (SZYPERSKI *et al.*, 2002). Havia, nesse sentido, pelo menos um indicador: o número de artigos e de manuscritos informais publicados sobre o assunto crescia exponencialmente (SZYPERSKI, 2003). Isso tornava o campo de pesquisa sobre componentes um dos mais procurados e, simultaneamente, um dos mais

minimamente compreendidos dentro da área de Engenharia de Software (PRESSMAN, 2009), o que resultou na denominação *Engenharia de Software Baseada em Componentes*. Diante da comunidade acadêmica estabelecida e da quantidade de profissionais adeptos na indústria de software, diversos autores apontavam a existência de um mercado de componentes global e competitivo como um pré-requisito chave para expor a ESBC à sua emergência efetiva (BASS *et al.*, 2000, BRERETON *et al.*, 2002, SZYPERSKI *et al.*, 2002, RAVICHANDRAN & ROTHENBERGER, 2003, OVERHAGE & THOMAS, 2004, ULKUNIEMI & SEPPÄNEN, 2004, MESSERSCHMITT, 2007, SOFTEX, 2007, SANTOS *et al.*, 2009b).

No entanto, assim como na Reutilização de Software de uma maneira geral, a ESBC começou a enfrentar desafios que transcendiam a questões puramente técnicas, tal como vem se sucedendo recentemente com a Engenharia de Software. Desafios estes que rememoram a mesma linha daqueles que “assombravam” o processo de desenvolvimento há pouco mais de 40 anos – assim verbalizados por alguns engenheiros da época (BOEHM, 2006). De acordo com SAMETINGER (1997), estes desafios se materializavam por meio de questões gerenciais, econômicas, culturais e legais (discutidos nas Seções 1.3 e 2.4.3), o que, por natureza, os tornam inadmissíveis para uma disciplina técnica com *status* de engenharia. Dessa forma, a partir do crescente reconhecimento da comunidade acadêmica e prática de Engenharia de Software no que diz respeito à necessidade de se abordar os assim chamados “aspectos não-técnicos” (ou “questões sociais”) (TEIXEIRA, 2006), este capítulo tem por objetivo realizar uma análise de elementos para uma abordagem sociotécnica de mercados de componentes. Esta análise privilegia os caminhos de pesquisa em Engenharia de Software delineados a partir de uma caracterização mais detalhada, assim como as características aproximativas do *olhar sociotécnico*, conforme CUKIERMAN *et al.* (2007).

Para atender ao objetivo apresentado, este capítulo está organizado da seguinte forma: a Seção 6.2 descreve, à luz do olhar sociotécnico, a “desnaturalização” do conceito de componentes na Engenharia de Software através de sua história, o que impacta diretamente os fatores críticos de sucesso e de fracasso de seu mercado subjacente; uma caracterização mais detalhada é estabelecida e viabiliza a identificação de alguns elementos que permeiam o crescimento e o estabelecimento desse mercado na Seção 6.3, a partir da discussão de características aproximativas do olhar sociotécnico; com estes elementos, a Seção 6.4 discorre sobre a pesquisa de opinião (*survey*) baseada em especialistas da área de Reutilização de Software e da ESBC com a meta de extrair,

em campo, o cenário e as perspectivas reais do mercado de componentes, contribuindo para a caracterização mais detalhada realizada; os resultados do *survey* são utilizados como insumo para uma análise dos elementos identificados sob uma abordagem sociotécnica, na Seção 6.5, que verifica a adequação da abordagem *Brechó-VCM* como uma solução que lida com questões econômicas, sociais e tecnológicas (aderente a um processo de qualidade) e que permite a construção de um mercado de componentes através do artefato desenvolvido, a biblioteca *Brechó-VCM*; por fim, a Seção 6.6 conclui o capítulo com algumas considerações finais.

6.2 Um Olhar Sociotécnico sobre o Mercado de Componentes – “Desnaturalizando” o artefato através de sua história

A apreensão e a frustração que envolviam o desenvolvimento e a manutenção de software na década de 1960 (i.e., a complexidade dos problemas a serem resolvidos), somadas à influência da engenharia do *hardware*, levaram os engenheiros da época a pensarem em métodos, técnicas e ferramentas para evitar retrabalho e desperdício de recursos financeiros e humanos. Uma vez que os sistemas começaram a ter que ser divididos em procedimentos ou módulos, em 1968, Doug McIlroy expôs a sua previsão de que *componentes produzidos em massa* encerrariam a crise do software (MCILROY, 1968). Esta previsão sintetiza a influência da engenharia do *hardware*, algo *natural* na então “criada” Engenharia de Software, e reflete o fato de que os primeiros programadores eram os próprios engenheiros que construíam os computadores, o que levou a maioria dos cursos de Computação a serem concebidos nos departamentos de engenharia. Conseqüentemente, estes cursos vieram a possuir um olhar voltado mais na máquina do que para a produção de software, e quando se tratava desta, a base conceitual era estendida a partir da máquina (TEIXEIRA & CUKIERMAN, 2007).

Partindo dessas considerações, SZYPERSKI *et al.* (2002) afirmam que componentes claramente não representavam mais um “modismo”, e sua justificativa reside no fato de que a utilização de componentes consiste em uma *lei natural* para qualquer disciplina de engenharia madura. No entanto, diferentemente das outras engenharias, a Engenharia de Software apresenta problemas e desafios de complexidade muito além da técnica, ou seja, exige a intervenção de saberes diferenciados, oriundos de outras áreas do conhecimento, tais como a economia, a sociologia, a psicologia e o direito, dentre outros campos das ciências humanas e sociais (CUKIERMAN *et al.*, 2007). Como uma provocação, ainda de cunho técnico, pode-se questionar se o software

às vezes é flexível demais para criar componentes, por sua natureza *abstrata*, diferentemente dos produtos das outras engenharias, cuja natureza é mais *concreta* na maior parte dos casos, e isto não se traduz em um argumento, mas na indicação de imaturidade da sua disciplina de engenharia. Adicionalmente, seguindo o mesmo *estilo de pensamento*¹⁹ oriundo da difusão dos conceitos e modelos ditos “consistentes” do campo da engenharia, uma forma de contornar a imaturidade citada se torna alvo desde o final da década de 1990 (SAMETINGER, 1997), gerando um cenário composto por ideais (e práticas) de qualidade para componentes de software: a emergência e o estabelecimento de um *mercado de componentes* (BASS *et al.*, 2000).

Ampliando a discussão de ALBUQUERQUE (2006), relativa a modelos e processos de software, pode-se depreender que a análise histórica de um modelo ou processo de engenharia, de uma maneira geral, representa uma contextualização fundamental para a compreensão de quais são os seus pressupostos e o alcance de suas promessas, o que oferece lições para o desenvolvimento de novas tecnologias. No que se refere ao caso de componentes no campo da engenharia de uma maneira geral, caso não haja uma história formada por contexto e conteúdo intrinsecamente relacionados, conceitos referentes a modelos ou processos podem se tornar “universais”, fazendo supor que a sua aplicação pode ser realizada da mesma forma e com os mesmos efeitos, a qualquer tempo e em qualquer lugar, sem que haja um processo de construção de equivalências e de enredamentos fruto de traduções.

Assim, tratar componentes no contexto do software da mesma forma que no contexto de outras engenharias contribui para a manutenção do modelo de difusão de fatos e artefatos de outras engenharias mais maduras, apreendidos às vezes inapropriadamente pela Engenharia de Software ao longo da sua construção, muitas vezes visando manter o *status quo* desta a partir da herança e composição de princípios e práticas difundidos. Ou seja, uma solução, se isolada das circunstâncias históricas de sua concepção (e.g., quais os problemas originalmente enfrentados, os efeitos

¹⁹ O *estilo de pensamento* corresponde a uma coerção determinada de pensamento, a totalidade da preparação e disponibilidade intelectual orientada a ver e atuar de uma forma e não de outra, de modo que a dependência de qualquer fato científico (ou artefato) seja evidente (FLECK, 1986). Como no caso de componentes, os “desbravadores” da Engenharia de Software (i.e., engenheiros e matemáticos), seguindo o estilo de pensamento dominante que fundamentou a sua construção (i.e., busca por padrões e modelos universais, oriunda das outras engenharias) agiram vários anos como difusores de princípios e práticas (de suas respectivas formações) durante a construção inicial da Engenharia de Software. Existe uma forte característica de incerteza nesse processo, pois, a priori, não se pode garantir que os elementos alistados agirão como esperado ou mesmo se permanecerão enredados, de modo que as peculiaridades da Engenharia de Software, que estão além do cunho puramente técnico, devem ser consideradas ao se analisar, por exemplo, o mercado de componentes.

pretendidos, os beneficiados etc.), acaba se transformando em uma “solução natural”, segundo CUKIERMAN *et al.* (2007). Torna-se preciso entender, por sua vez, a trilha e os passos da história do conceito de componentes na Engenharia de Software, “desnaturalizando-o”, a fim de estabelecer parâmetros que permitam avaliar as suas circunstâncias de origem face às efetivas circunstâncias de sua utilização e evolução.

Mesmo a introdução de princípios de componentes no processo de desenvolvimento de software na indústria parecer ter ocorrido em um estágio inicial (quer dizer, imaturo) da ESBC, o objetivo embutido contemplava a preparação de um mercado futuro, passível de explorar ao máximo os benefícios da reutilização ao multiplicar investimentos e inovação. Entretanto, criar e manter um mercado é uma questão completamente diferente de dominar a tecnologia de componentes, de modo que expor a ESBC a um mercado significa tratar inseparavelmente circunstâncias técnicas e econômicas, mais especificamente no contexto singular de componentes (Seção 4.2.3). Corroborando com isto, MESSERSCHMITT (2007) conclui que a componentização requer mudanças na cultura de projeto na indústria de software, obtidas, em parte, por meio de alterações na educação em Engenharia de Software (SANTOS *et al.*, 2008a, SANTOS *et al.*, 2008b, SANTO *et al.*, 2009, COSTA *et al.*, 2010). Além disso, a velocidade destas mudanças está condicionada à credibilidade gerada junto aos clientes ou usuários finais, e mesmo às ações estratégicas do governo no que tange a incentivos para pesquisas e políticas de desenvolvimento.

No entanto, a tecnologia de componentes (e a ESBC como um todo) levou 30 anos para ser reconhecida pela comunidade acadêmica e prática como uma abordagem de Reutilização de Software e, mesmo, de Engenharia de Software (conforme apregoado por McIlroy), colhendo os primeiros frutos de sucesso somente em torno de 1997 (SAMETINGER, 1997). O longo período de tempo para a aplicação do conceito de componentes no contexto do software efetivamente diverge daquele ocorrido no contexto do *hardware*, o qual evoluiu tão rápido que chegou, em uma década (entre os anos 1950 e 1960), a provocar a crise do software. Apesar disso, durante este período, a comunidade acadêmica e prática de Engenharia de Software explorou conceitos, métodos, técnicas e ferramentas relacionados a componentes, o que levou ao surgimento (na década de 1970) e ao estabelecimento (na década de 1980) da área de Reutilização de Software. Mais especificamente, as pesquisas acerca de repositórios apareciam na década de 1980 (MILI *et al.*, 1998) e, como mencionado na Seção 6.1, proliferavam-se os artigos científicos e os manuscritos informais referentes a algum estudo na ESBC.

Torna-se curioso, então, entender a atual situação crítica e imatura dos mercados de componentes, pois, nos dez anos seguintes (1998-2008) ao “reconhecimento” de sua importância e necessidade, a ESBC ainda continuou e continua apresentando uma série de inibidores críticos, riscos e problemas em aberto, conforme discutido na Seção 2.4, o que levou um mercado internacional a não alavancar a ESBC (SANTOS & WERNER, 2009). A própria natureza da ESBC, ainda repleta de potencial agregado (e.g., o mercado subjacente), frente a tanta pesquisa e tecnologia desenvolvida durante o longo período de 30 anos de “incubação”, gera uma estranha **controvérsia** histórica, um “revisitar” do que foi preconizado e do que efetivamente vem acontecendo na ESBC: (1) afinal, a motivação para a ESBC e para um mercado que a exponha em larga escala, permitindo realimentá-la, não é algo derivado do campo da engenharia (*idem*, quanto à sua base técnica), conforme defendido ainda hoje pelos engenheiros formados pelas escolas de Engenharia da década de 1960 e 1970, e pelos profissionais da indústria da década de 1980? (2) Assim sendo, por que mesmo os estudos de viabilidade sobre as perspectivas da ESBC, sob o ponto de vista de especialistas da academia e da indústria de software (SOFTEX, 2007), em sua maioria oriundos das escolas de Computação das décadas de 1990 e 2000, defendem que não há evidências de que o segmento venha a reformular o mercado internacional de software e desacreditam o seu estabelecimento e crescimento em direção à maturidade?

Por essa provocação e uma subsequente reflexão, de posse de todo o arcabouço conceitual apresentado até o momento, fica nítido que, embora a Engenharia de Software deva “olhar” para a experiência das outras engenharias, ela apresenta um conjunto *sui generis* de características em sua constituição. Isso contribui para explicar que mesmo as barreiras técnicas ao mercado, tais como a documentação, a padronização, a certificação e a propriedade, se mostram envolvidas por (i) profecias e expectativas oriundas de outras engenharias, (ii) resistência a mudanças do processo de desenvolvimento, (iii) síndrome do “não inventado aqui”, (iv) seara conflitante de organizações e de *stakeholders* quanto à definição de padrões (e.g., *Object Management Group* ou OMG com o padrão CORBA, Microsoft com o padrão COM e Sun com o padrão Java (SZYPERSKI *et al.*, 2002)), (v) riscos e temores diante da abertura do portfólio de ativos reutilizáveis da organização, e (vi) confiabilidade instável e geração de nichos produtor-consumidor, ao invés de competitividade de mercado.

Dessa forma, torna-se inerentemente perceptível que o mercado de componentes se apresenta como um artefato “carregado” de elementos que se relacionam por meio de

uma abordagem que “transborda” frente a um enquadramento meramente técnico da Engenharia de Software tradicional, de modo que este artefato só pode ser entendido efetivamente por meio de um *olhar sociotécnico*. Neste caso, a atuação dos *stakeholders* é essencial, pois, lado a lado às principais motivações e oportunidades – vantagens técnicas para o desenvolvimento de software com a ESBC (e.g., qualidade, manutenibilidade, confiabilidade), ganhos de produtividade, redução de prazos, diversificação de produtos e soluções, e inserção internacional de pequenas e médias empresas –, estão os principais obstáculos e ameaças – crescimento de importações de software de países em desenvolvimento, ociosidade de certos produtores pela falta de confiança e repercussão de imagem nacional (e.g., Brasil), indefinição do regime de propriedade intelectual e de certificação específica, o que dificulta a entrada no mercado internacional (SOFTEX, 2007).

Essas premissas estão além da technicalidade da ESBC, ou seja, imbricar, indissociar e indeterminar o técnico e o social, o econômico, o cultural e o legal consiste em um fator crítico ao sucesso quando se trata de empreender um mercado de componentes que tome por base as características discutidas há 40 anos na literatura e na prática. Desta estratégia depende os direcionamentos da agenda de pesquisa da ESBC, mas o novo enfoque não significa apenas ampliar o enquadramento que mantém os aspectos técnicos “puros”, mas desconstruir a divisão existente entre aspectos que permeiam a estrutura e organização do mercado, reconhecendo que o técnico está presente no social tanto quanto o social está presente no técnico, sociotecnicamente.

A Figura 6.1 ilustra três perspectivas do mercado de componentes na Engenharia de Software, que mostra a transição de um *enquadramento mecanicista* (i.e., desenvolvimento de software amparado pelas idéias de representação, de formalização, de ordem, de controle, sofrendo profunda influência do racionalismo, da metáfora mecanicista e da valorização do método) para um *enquadramento mais amplo*. Neste, a ESBC se constitui sem divisões em fatores ou aspectos, indissociavelmente e sociotecnicamente, visando compreender quais são as reais condições e perspectivas para o seu futuro. Mais especificamente, a contribuição deste trabalho de pesquisa é ilustrada pela Figura 6.1.b, pois o objetivo foi refletir a ESBC e o mercado de componentes, ampliando o enquadramento, mesmo que divisões em questões ou aspectos técnicos e não-técnicos ainda permaneçam, decorrentes da imaturidade da Engenharia de Software quanto à pesquisa e ao tratamento do olhar sociotécnico em sua essência

(CUKIERMAN *et al.*, 2007). Isso corresponde a um fator essencial quando se trata de romper minimamente uma descrição superficial do mercado de componentes.

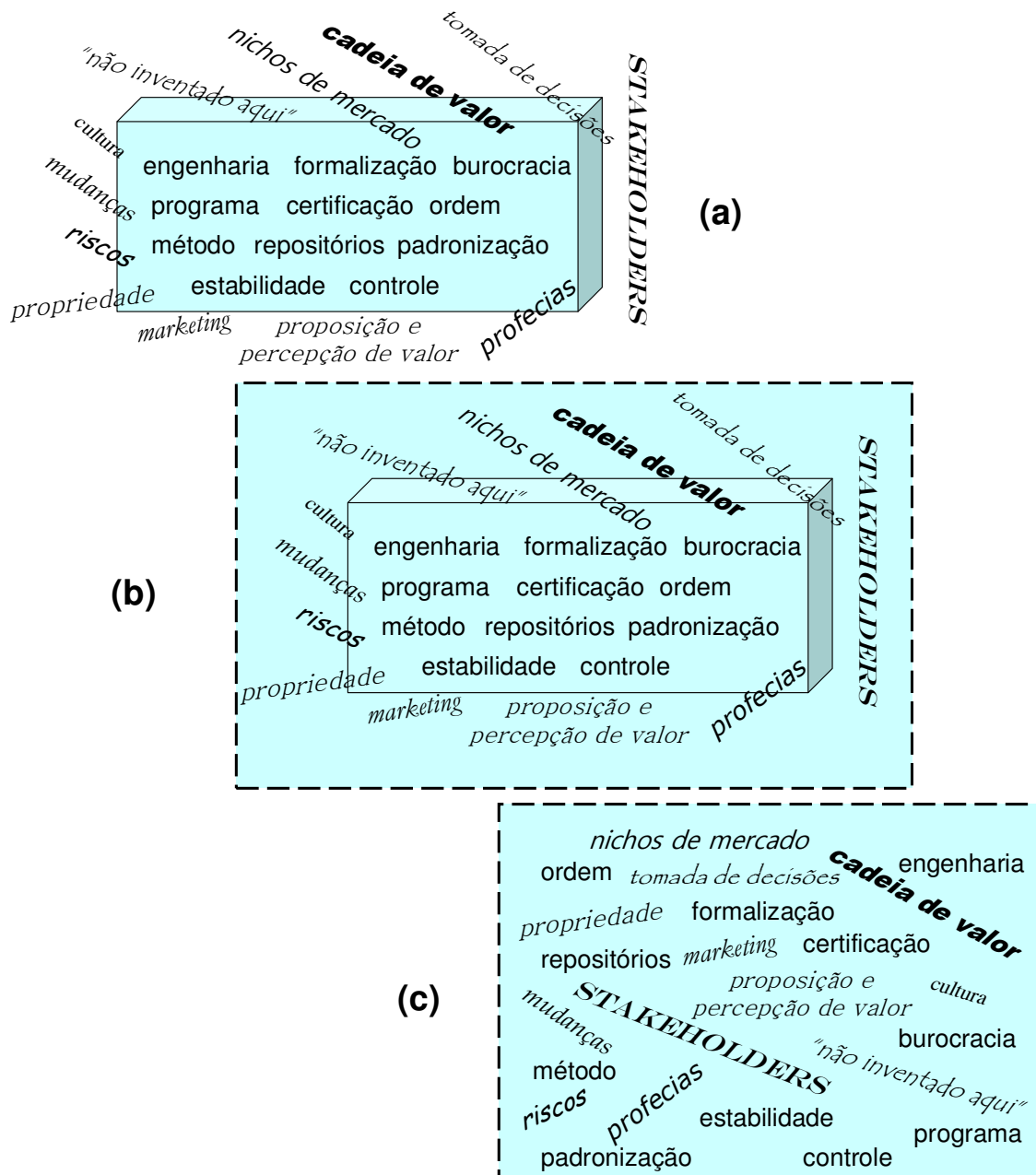


Figura 6.1 – O contexto do mercado de componentes na Engenharia de Software (derivado de TEIXEIRA (2006)): (a) enquadramento mecanicista/positivista da ESBC, e seus transbordamentos sociais, econômicos, culturais e políticos, (b) enquadramento ampliado, ainda dividindo “técnicos” versus “não-técnicos”, e (c) enquadramento ampliado sem divisões entre “técnico” e “não-técnico

Por assim dizer, paralelamente ao processo de “desnaturalização” do conceito de componentes no contexto do software, existe uma vertente complementar nos caminhos de pesquisa em Engenharia de Software, o da caracterização mais detalhada. As preocupações aqui descritas são inspiradas no trabalho de CUKIERMAN *et al.* (2007). Ao longo desse processo, buscou-se esclarecer como o conceito de componentes

aparece de forma natural na Engenharia de Software ao verificar que os mercados subjacentes não refletiram a “efervescência” experimentada pelo comércio de componentes em outras engenharias. Partindo desta base, torna-se viável realizar uma caracterização mais detalhada para elucidar em que, de fato, consiste a teoria e a prática da ESBC em um mercado, como também quais são as tensões e assimetrias (i.e., fatores críticos de sucesso e de fracasso que envolvem as abordagens da Seção 4.9) que resultam da difusão do conceito de componentes em um contexto repleto de particularidades e especificidades para o qual as suas premissas técnicas e gerais (“universais”) originalmente não foram concebidas.

Em um cenário que envolve produtores e consumidores, além da rede que criam ao redor da produção e da utilização de componentes, juntamente com outros *stakeholders* listados na Seção 2.4, outra provocação emerge como o **paradoxo** central do mercado de componentes na ESBC, apontado por SZYPERSKI *et al.* (2002): se os consumidores não querem comprar componentes de empresas ou em um mercado na Internet com a aderência ao software livre, como o investimento na produção de componentes deveria ser planejado e amortizado? Diante disso, a caracterização mais detalhada se torna necessária e possível através da combinação de dois direcionamentos: (i) explorar características aproximativas do *olhar sociotécnico* (Seção 6.3), a fim de identificar alguns elementos (Seção 6.4) que compõem o *paradoxo* do mercado de componentes (supracitado); e (ii) conceder atenção e estabelecer um diálogo com os “praticantes” de Reutilização de Software e da ESBC, por meio de um estudo em campo (Seção 6.5), buscando resolver a *controvérsia* sobre o conceito de componentes no contexto do software.

6.3 Identificação de Elementos que Impactam o Crescimento e o Estabelecimento do Mercado de Componentes a partir de Características Aproximativas do Olhar Sociotécnico

Caso se admita para a Engenharia de Software um olhar sociotécnico, esta terá de abrir mão de seu tradicional caráter universal, cujos valores, princípios e práticas são muitas vezes oriundos de outras engenharias. Ou seja, um olhar que alcance este desafio terá que ser necessariamente um olhar interdisciplinar, e, no caso do mercado de componentes, isto pode ser depreendido diante dos diferentes aspectos que o envolvem, discutidos na Seção 6.2, frente ao processo de “desnaturalização” realizado. Assim, para atender ao primeiro direcionamento da caracterização mais detalhada no que se refere

ao *paradoxo* do mercado de componentes, quatro características do olhar sociotécnico são consideradas ao longo desta seção (CUKIERMAN *et al.*, 2007): (1) *o local, o situado (resistência ao global, ao universal), o caso a caso, a contingência*: não apenas replicar o conceito de componentes a partir da engenharia; (2) *os conhecimentos não formalizáveis*: reconhecer a importância da sinergia entre conhecimento explícito e conhecimento tácito, ou seja, contemplar conhecimentos transferíveis e não-transferíveis, armazenáveis e não-armazenáveis; (3) *a complexidade (em vez de simplificações)*: não dividir *a priori* a complexidade do objeto da Engenharia de Software em questões técnicas e não-técnicas, abrangendo-as de forma integrada e de diferentes perspectivas; e (4) *os transbordamentos (em vez de enquadramentos)*: ampliar os tradicionais recortes de enquadramento realizados para entender a representação da Engenharia de Software, conduzindo a uma visão que combine contexto e conteúdo e que contemple a imbricação sociotécnica.

Visando entender o caso de componentes através da característica (1), recorre-se ao fato de que o software, como a denominação sugere, consiste em um artefato intangível, isto é, “contrariamente” ao *hardware* e de forma simplista, não existe nada físico ou único sobre uma cópia particular de um artefato de software (e.g., duas cópias de um mesmo artefato são indistinguíveis) (SZYPERSKI *et al.*, 2002). Um produto de software se “materializa” em um CD ou DVD (quando não, um conjunto de arquivos para *download* na Internet, em uma loja virtual) dentro de uma embalagem na prateleira de uma loja “física” ou de uma empresa de software, que pode conter dezenas de páginas de documentação impressa, com o intuito de prover algo que seja tangível para o cliente ou usuário final. Quando se pensa em componentes na ESBC, em um mercado cujos *stakeholders* diretos são engenheiros de software, esbarra-se no conceito do setor de Serviços, os quais, de acordo com TÉBOUL (2006), não são tangíveis, não podendo ser apresentados, possuídos ou comprados da mesma forma que um bem, nem protegido por uma patente, de forma que os clientes só podem “tocar” os bens materiais que são associados a eles, no caso, o *hardware*. Ressalta-se, entretanto, que a fronteira entre *hardware* e software é altamente problematizável, uma vez que o software não é totalmente imaterial e nem o *hardware* é totalmente material, o que merece uma apreciação e uma discussão mais aprofundada.

Dessa forma, mesmo que um componente ganhe um grande número de adeptos (i.e., consumidores) no momento de lançamento ou auge de credibilidade e demanda, de modo que o nicho de mercado criado “exploda”, este período tende a passar e se

estabilizar no mercado, e a aceitação ou disposição para pagar quantias significativas por ele diminui (SZYPERSKI *et al.*, 2002). No entanto, TÉBOUL (2006) define a **tangibilidade** como a capacidade das matérias-primas serem transformadas em produtos acabados, de modo que o resultado desta transformação seja concreto, mensurável e específico, *mesmo quando se trata de informação ou de dados digitais ou eletrônicos*. Ou seja, mais forte do que sua incidência sobre um produto de software concluído, verificado e funcional no mercado (e.g., Microsoft Office), a tangibilidade agrega incertezas ao mercado de componentes e requer mudanças no estilo de pensamento dos *stakeholders* que operam neste mercado. Isso corrobora a postura das pessoas que, de um modo geral, têm a tendência de não pagar por informação de valor comum, embora elas se interessem em pagar por serviços que sejam customizados às suas necessidades ou proposições de valor (Seção 3.4). Dessa forma, a tangibilidade também é uma propriedade problematizável.

Por outro lado, por abranger linhas de atuação horizontal e vertical com relação a domínios de sistemas, o mercado de componentes pode utilizar a Internet como um canal de distribuição internacional, ligando diferentes países e mercados locais e colaborativos, visando estabelecer um cenário competitivo e global. Mas ressalta-se que outros modelos de lucratividade devem ser desenvolvidos e avaliados por engenheiros de software e intermediários (i.e., distribuidores) para que o mercado de componentes como um todo saiba lidar com a sua diversidade e utilidade para a indústria de software e serviços de qualidade, reduzindo os riscos que ele agrega *per se* (SOFTEX, 2009a), conforme discutido na Seção 2.4.3. Ou seja, o sucesso de um empreendimento como este se encontra relacionado ao desenvolvimento de padrões universais, de métodos de certificação ou de técnicas de integração/adaptação de componentes, derivadas da engenharia, mas também ao tom que os SCSs dão à ESBC em sua utilização prática, conforme o seu papel neste mercado (e.g., produtores, consumidores, gerentes de negócio e da biblioteca, capacitação técnica etc.).

Uma vez que todo mercado competitivo e global precisa movimentar recursos em um cenário de oferta e demanda (HULL, 2008), recorda-se que a solução do *paradoxo* do mercado de componentes na ESBC é essencial para o sucesso ou fracasso da exposição do conceito de componentes ao mercado, no contexto do software. Dessa forma, mesmo que alguns autores como SAMETINGER (1997) separem questões técnicas e não-técnicas na ESBC, e apontem, como obstáculos, fatores ligados a estes últimos (em sua maioria), alguns pontos interessantes, extraídos de (SZYPERSKI *et al.*,

2002), emergem, sobretudo por estarem além da alçada da tecnicidade. Estes pontos incitam a prática científica na engenharia de difundir regras universais e independentes sem, muitas vezes, considerar os cursos particulares das ações e as proposições de valor dos *stakeholders*, sendo compreensíveis apenas por uma análise do contexto subjacente, que nem sempre se materializa em conhecimento formalizável (2):

- *A marca*: o problema inerente ao controle de qualidade e de preço é bem conhecido na maioria dos mercados e modelos bem estabelecidos. Neste caso, a marca se torna um ponto de diferenciação e, no caso dos componentes, é estabilizada direta ou indiretamente pelos *stakeholders* que atuam no mercado, e não relacionada única e exclusivamente ao *status* dos produtores. Além disso, os componentes de menor desempenho (i.e., pouco vendidos ou não tão bem avaliados) podem se beneficiar de uma marca (e.g., WebSphere da IBM e .NET da Microsoft) ou não prejudicá-la (e.g., caso de a marca agregar um grande portfólio de componentes);
- *O preço*: uma vez que não se despendem recursos com estoque ou replicação, o ato de atribuir preço a um componente se torna uma tarefa distinta e, *a priori*, pode-se recorrer a modelos de estimativas para o custo de seu projeto (e.g., COCOTS (ABTS *et al.*, 2000)). No entanto, uma vez recuperado o investimento realizado, a venda de um componente só tende a gerar receitas, incluindo quaisquer consultorias ou manutenções solicitadas e estipuladas pelo contrato. Em se tratando de componentes disponibilizados na forma de serviços (MARINHO *et al.*, 2009a), um modelo do tipo “pague pela utilização” pode ser conveniente. No entanto, este modelo deve ser analisado com cuidado, pois os componentes vão compor produtos de software e, provavelmente, terão seus serviços acionados zero ou mais vezes pelo cliente ou usuário final, o que impacta diretamente a análise de investimento deste que é um dos *stakeholders* fundamental em qualquer indústria;
- *Os anúncios*: a compreensão de métodos de recuperação de custos gerados por investimentos em produtos e serviços oferecidos a preços simbólicos (ou gratuitos) por mídias “*soft*”, como TV e jornal impresso, pode se tornar interessante para o caso de componentes na ESBC, pois, conforme discutido anteriormente, o software apresenta um problema em sua definição, inerente à fronteira *commodity*/serviço, e seu valor depende de um entendimento acerca disso. Para as mídias citadas, os anúncios se tornaram uma solução iminente e, para componentes no contexto do software, isso pode ser aplicado em canais de distribuição, através da recomendação de componentes ou da exposição destes em espaços diferenciados. No entanto, os

produtores provavelmente não estarão dispostos a pagar para terem seus produtos anunciados, de maneira que se torne estratégico que estes anúncios representem recompensas por um bom desempenho desses produtores e de seus componentes. Por outro lado, anúncios podem ser agregados ao *hardware* ou aos serviços que estão relacionados aos componentes (e.g., consultores podem anunciar seus serviços aos consumidores de um componente ou aos clientes de um sistema, por exemplo, o Linux, cujo custo de aquisição é zero, e cobrarem para instalar e realizar manutenções). Em todos os casos, aspectos de proteção de privacidade e de recomendação de ofertas devem merecer uma atenção especial;

- *O emergir de mercados criados há pouco*: a criação de um nicho de mercado de componentes a partir de uma arquitetura específica de domínio ou de um *framework* (por produtores especialistas) acontece, de fato, se houver uma massa crítica que consuma a infra-estrutura e a funcionalidade disponíveis. Esta criação, por si só, requer “quebrar o gelo” dos tradicionais sistemas monolíticos em benefício de um novo, embora pequeno, conjunto de nichos de mercado que visa incorporar soluções baseadas em componentes. Como discutido previamente, a novidade pode chamar atenção, mas, com o tempo, tende a se estabilizar. Assim, para mostrar realmente o seu diferencial, produtores de componentes devem explorar estratégias para convencer os consumidores e, ainda, os clientes ou usuários finais, de que as soluções com a ESBC são mais flexíveis, utilizando, obviamente, indicadores de custo e de resposta à manutenção (cliente), e de produtividade e *time-to-market* (consumidores). Nesse sentido, o mercado pode alcançar padrões e certificações técnicas; este conhecimento depende mais do mercado e nem sempre é formalizável;
- *O despertar de forças integrativas*: a competitividade à altura das tradicionais soluções monolíticas, quando se trata das soluções concebidas a partir de um mercado de componentes, é difícil de se estabelecer. Mesmo diante das numerosas vantagens da ESBC dentro da Reutilização de Software, preconizadas e conhecidas de longa data (Seção 2.2), componentes no contexto do software têm um comportamento diferente daqueles do contexto de outras engenharias maduras, uma vez que seus princípios e práticas não podem ser estabelecidos “completamente” de forma técnica, puramente com base em condições físico-químicas e em modelos matemáticos. Isso conduz à uma situação complicada em se tratando da integração de componentes adquiridos de diferentes produtores no mercado, de modo que o estabelecimento de padrões dependa mais da atuação de líderes da indústria de

software do que de uma política ou definição *ab initio* – o próprio padrão CORBA, concebido para favorecer o desenvolvimento de componentes de software, não atingiu a plenitude almejada (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000). Assim, uma análise de viabilidade da demanda da indústria de software que utiliza a ESBC se torna imprescindível para guiar investimentos iniciais e permitir a organização de grupos de interesse antes que a constituição de um mercado bem estabelecido aconteça. Em conjunto com os apontamentos anteriores, pode-se pensar que um mercado de componentes permaneça pequeno, à luz de acordos mútuos em nichos de mercado (colaborativos e locais) mais do que mercados abertos (competitivos e globais), desafio este da área de ECOS (Seção 3.5).

Para ampliar a compreensão do *paradoxo* apontado, recorre-se, ainda, aos resultados obtidos por TRAAS & HILLEGERSBERG (2000) em sua análise sobre o estado do mercado de componentes na Internet, na época do auge da ESBC. Estes resultados, apesar de aparentemente soarem como técnicos, são indissociáveis de aspectos gerenciais, econômicos, culturais e legais, o que requer complexidade em sua análise (3) e, sobretudo, uma visão crítica, pois permanecem atuais, decorridos 10 anos:

- *Havia poucos produtores no mercado*, oferecendo uma quantidade limitada de componentes, e alguns intermediários que os comercializavam, o que indicava uma produção em pequena escala e refletia um mercado relativamente pequeno. Diante de tantas especulações e previsões que rondavam a ESBC, os engenheiros de software continuaram reticentes, pois a Reutilização de Software, por mais benefícios que pudesse oferecer, também provocava resistência devido aos investimentos iniciais elevados para que um programa fosse implantado, além das mudanças culturais e organizacionais necessárias para a sua efetividade. Ainda hoje, a ESBC, quando aplicada, acontece no contexto intra-organizacional, em linhas de produtos, por exemplo, e desperta o desafio de “sair” das fronteiras da organização por meio de ecossistemas de software, conforme discorrido na Seção 3.5;
- *Nenhum dos produtores oferecia componentes CORBA*, o que reflete o fato de que um padrão estabelecido de forma *top down*, mesmo por um órgão de credibilidade que atua na indústria (OMG), tende a sucumbir se não for minimamente adotado, seja por algumas empresas de grande porte ou “notáveis” (agregando ao padrão o valor da “marca”), seja por um conjunto de pequenas e médias empresas (agregando ao padrão quantidade de adeptos). Ainda hoje, um padrão para componentes na

ESBC não foi estabelecido, e as pesquisas relativas ao tema foram deixadas de lado para privilegiar outras questões como linhas de produtos e arquiteturas de software;

- *A maior parte dos componentes era classificada em controles, containeres e pacotes de comandos*, chamando a atenção o fato de que *frameworks* e componentes de negócio eram esporadicamente oferecidos. Isso se explica pela versatilidade dos três primeiros tipos de componentes, assim como pela oportunidade de atenderem mais consumidores e por serem menos complexos de projetar e desenvolver. Ou seja, diante da tradicional abordagem de análise de investimentos, produtores preferem não arriscar e investir em componentes que tenham grande aplicabilidade, ainda que se preocupem com aspectos de parametrização, mesmo nos dias atuais;
- *A documentação da maioria dos componentes restringe a decisão de aquisição*, uma vez que é limitada, por exemplo, a relatórios de teste simples, baseados em comentários de consumidores prévios, o que refletia a carência de informações independentes, oriundas de um projeto de qualidade para os componentes. Além disso, apenas alguns pequenos produtores disponibilizavam de alguma forma o código fonte, em se tratando de componentes de software. Este cenário refletia e reflete ainda hoje uma forma de “defesa” dos engenheiros de software diante de questões de propriedade e de certificação, imaturas na ESBC.

Por fim, exemplifica-se alguns transbordamentos (4) que devem ser incluídos no enquadramento ampliado do contexto dos mercados na ESBC. Não é só porque este mercado não emplacou de forma competitiva e global, como preconizado pelo estilo de pensamento que “trouxe” (difundiu) o conceito de componentes de outras engenharias maduras para o contexto do software, que se deve culpar a ESBC e absolver o modelo adotado, mantendo-a intacta em seu enquadramento tradicionalmente *natural*, na cientificidade do seu método. Dessa forma, por que não aprender mais sobre a aplicabilidade deste conceito por meio dos seus transbordamentos, mesmo que tenha “funcionado” (i.e., acontecido efetivamente, mesmo que com problemas subjacentes) para outras engenharias (e.g., elétrica, mecânica, civil, química etc.)? De acordo com CUKIERMAN *et al.* (2007), “se o sucesso de um modelo fala bem sobre a excelência de seus pressupostos, seu fracasso fala mais alto sobre algo bem mais interessante, o mundo em que vivemos”. Ou seja, frente às numerosas suposições que os engenheiros de software fazem com relação a questões culturais, sociais, ambientais, arquitetônicas, organizacionais e de relações de trabalho, dentre outras, algumas ansiedades ou anseios podem ser observados em alguns trabalhos:

- *Com relação à propriedade, à certificação e à garantia de qualidade*, RAVICHANDRAN & ROTHENBERGER (2003) concluem que “a menos que estas questões sejam minimamente tratadas pelos próprios *stakeholders* do mercado, este seguirá o mesmo destino de outras inovações no desenvolvimento de software: muito exagero e melhorias não discerníveis nas práticas de desenvolvimento”. Segundo os autores, este resultado incorreria em um fato infeliz, pois a reutilização caixa-preta em mercados poderia ser uma solução “bala de prata” que tornaria a reutilização uma realidade, evoluindo, conseqüentemente, o processo de desenvolvimento do *status* de uma arte para um processo industrial robusto. De certa forma, para TRAVASSOS (2007), esta suposição consiste em algo muito ousado para a Engenharia de Software, que apenas hoje começa a entender, por meio da comunidade acadêmica e prática, que a sua construção tem que ser distinta;
- *Com relação aos padrões*, ULKUNIEMI & SEPPÄNEN (2004) afirmam que “as organizações obviamente não podem esperar que a padronização aconteça, mas devem encontrar maneiras de gerar a lucratividade em um mercado emergente [ou nichos], paralelamente enquanto influenciam o seu desenvolvimento”. Assim, torna-se um desafio explorar e investir em um mercado que, por mais imperfeito que seja, só encontrará o seu rumo através das ações e atividades de seus *stakeholders* ativos;
- *Com relação aos indicadores de ações estratégicas rumo à resolução de incertezas do mercado de componentes*, SOFTEX (2007) pontua, dentre outras, (i) evolução do ingresso de grandes empresas de software no comércio de componentes (mas não seria arriscado “oligopolizar”?), (ii) evolução do número, do tamanho e dos acessos aos repositórios, (iii) inserção da componentização nas discussões sobre padrões de interoperabilidade, (iv) evolução do ensino da ESBC nos currículo de Ciência e de Engenharia da Computação, e (v) aumento do número de publicações disponíveis sobre a ESBC (mas isso já não ocorreu?). A partir do conjunto, é perceptível depreender o caráter sociotécnico que estas ações carregam, pelos transbordamentos que apresentam. No entanto, os especialistas envolvidos neste trabalho realizado em (SOFTEX, 2007), mesmo não acreditando na trajetória da ESBC, ainda recorrem ao estilo de pensamento dominante dos primórdios da Engenharia de Software: “em qualquer indústria, reuso e padronização de partes intercambiáveis correspondem a uma trajetória *natural*; no caso da indústria de software, esta vantagem é ainda maior porque o custo de reprodução é praticamente nulo, diferentemente do que acontece em outras indústrias, que produzem *bens tangíveis*” (*grifo nosso*);

- *Com relação à reflexão sobre o caso de componentes no contexto do hardware e no contexto do software, MESSERSCHMITT (2007) entende que “a componentização não é uma panacéia, mas agrega oportunidades, de modo que o atrofiamento da ESBC na indústria de software pode decorrer da falta de atenção ou sub-apreciação do tema, contrariamente às dificuldades técnicas e obstáculos econômicos”. Ou seja, existem outras questões até então subjacentes que clamam por consideração, como aquelas culturais, educacionais, organizacionais e políticas. Para o futuro do mercado de componentes e da própria ESBC, formas de construir sistemas complexos que levem em conta as realidades da competição, da colaboração e das forças de mercado da indústria se tornam necessárias. Para isso, o autor sumariza, “há muitas questões não respondidas (...), muitas delas de natureza não-técnica, bem como técnica” (grifo nosso) – mesmo com a divisão explicitamente estabelecida, é interessante notar que a ordem natural da qualificação das questões foi invertida.*

Dessa forma, como epílogo para o *paradoxo* do mercado de componentes, percebe-se que este não é o fim da ESBC, e uma evidência disto está na tentativa das perspectivas futuras do tratamento de questões ditas não-técnicas na Engenharia de Software consistir justamente em “abrir” a organização para que esta exponha seus ativos a um ecossistema de software (BOSCH, 2009), o que pode instigar efetivamente a proposição e a percepção de valor para produtores e consumidores. Isto significa que o mencionado atrofiamento da ESBC na década de 2000 parece ter representado um período de experimentação de novas abordagens que a amadurecessem suficientemente em um cenário intra-organizacional, como as linhas de produto, para que novos (ou “velhos”) desafios venham a se tornar viáveis de verificação, em larga escala.

Concebida no contexto de uma engenharia relativamente nova (40 anos “de nome”), a indústria de software, mesmo agregando o *glamour* de uma indústria indispensável para o mundo moderno, ainda está na infância de seu desenvolvimento, o que torna a transferência de tecnologia, frente à rápida evolução das pesquisas, um desafio adicional. Nesse sentido, a partir das características aproximativas do olhar sociotécnico identificadas, dez elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento do mercado de componentes foram delineados e são apresentados na Seção 6.4. Este trabalho de pesquisa utiliza estes elementos para verificar, em campo, quais as percepções sobre um mercado de componentes através da opinião de especialistas em Reutilização de Software e na ESBC, analisando a *controvérsia* da caracterização mais detalhada que está sendo realizada neste capítulo.

6.4 Estudo em Campo: Um Survey Baseado na Opinião de Especialistas

Partindo da caracterização realizada até o momento, combinada com os fatores críticos de sucesso e de fracasso da Reutilização de Software (mostrados ao longo do Capítulo 2), entende-se que uma empresa que está acostumada a raciocinar em termos de projetos independentes mantém minimamente (se aplicar, ou for exigida) a ESBC por meio de um processo de gerência de reutilização. No Brasil, por exemplo, a inserção de processos para reutilização no Modelo MPS se deu apenas em 2007 (SOFTEX, 2009c). Além disso, a execução de experimentos controlados em um cenário real deste tipo requer observações em todo o processo de desenvolvimento e em um longo período de tempo (MUTHING, 2002), dado que variáveis independentes não podem ser completamente controladas, o que impacta a análise e a interpretação de resultados (GARCIA, 2010), sobretudo por questões relacionadas a recursos (e.g., tempo, investimento, pessoas etc.). Somada a isso, a avaliação de abordagens nessa linha, tal como a infra-estrutura desenvolvida para apoiar um mercado de componentes (i.e., a biblioteca *Brechó-VCM*), torna-se um desafio mais complexo de alcançar e de representar, aos olhos da comunidade, um esforço desbravador e sintetizador, considerando a forma como a Engenharia de Software vem sendo construída. FUGGETTA (2000) alerta para este problema, tido como uma limitação do campo de visão da Engenharia de Software, conforme o trecho extraído de TEIXEIRA (2006):

(...) Não devemos desqualificar automaticamente, como ‘não’ científico [portanto, como não útil] aqueles esforços não baseados em evidências estatísticas e experimentos controlados. (...) Algumas das contribuições mais importantes para a ciência da computação não foram baseadas em estudos experimentais (...). Parnas verificou estatisticamente que a adoção do ocultamento de informações tem correlação positiva com a qualidade do software desenvolvido? Certamente Parnas fez sua afirmação com base em sua *profunda e madura experiência*. Mas a relevância de sua *intuição* foi comprovada por observações quantitativas. Como uma provocação, eu afirmo que pelos critérios de avaliação de hoje, o trabalho dele não seria considerado *cientificamente válido*. (*grifo nosso*)

Nesse sentido, a caracterização mais detalhada auxiliou a pesquisa realizada por esta dissertação a entender e analisar o objeto de estudo em questão, isto é, o mercado de componentes, devido à sua complexidade, de certa forma intratável apenas por simulação ou por experimento *in vitro*, bem como por um estudo de caso, considerando a sua imaturidade (TRAVASSOS *et al.*, 2002). Ou seja, realizar um “desbravamento” ou investigação do contexto e conteúdo, que permeiam um problema até então relegado

ao caráter técnico, pode iluminar fatos e artefatos concebidos ao longo da história. Assim, torna-se estratégico estabelecer um diálogo com os praticantes de Reutilização de Software e da ESBC, buscando resolver a *controvérsia* sobre o conceito de componentes, confrontando posturas do passado (engenheiros) e do presente (analistas de sistemas) rumo ao futuro da ESBC. Por essa razão, técnicas como pesquisa de opinião com especialistas e estudos de caso podem ser de grande valia para a obtenção de *feedback* (GARCIA, 2010). Diante dos problemas supracitados, optou-se por planejar e executar uma pesquisa de opinião para perceber a postura de especialistas quando questionados sobre a importância de um conjunto de elementos que sumarizam a discussão sobre as características aproximativas do olhar sociotécnico. Estes elementos, que contemplam também os requisitos atendidos pela abordagem *Brechó-VCM*, consistem em necessidades relacionadas a:

- (1) Definição de valor para componentes em diferentes facetas;
- (2) Análise de características de outros mercados e modelos maduros;
- (3) Identificação dos SCSs para o sucesso do mercado de componentes;
- (4) Desenvolvimento de estratégias e de mecanismos que tratem questões não-técnicas;
- (5) Visualização de informações necessárias para melhorar os processos de tomada de decisão, extraídas a partir de dados históricos, e que sejam úteis para os SCSs;
- (6) Estabelecimento de uma cadeia de valor para o mercado de componentes;
- (7) Desenvolvimento de arquiteturas e protótipos/ambientes de suporte;
- (8) Emergência de uma oferta de componentes de boa qualidade, que sejam facilmente encontrados, compreendidos, adquiridos e reutilizados em canais de distribuição;
- (9) Padronização de componentes e manutenção de um canal de comunicação entre oferta e demanda de mercado;
- (10) Desenvolvimento e aplicação de diretrizes para a realização de customizações de componentes, bem como o tratamento de certificação e de propriedade intelectual.

Além desses elementos, uma *percepção final* dos especialistas deve emergir na forma de um questionamento: diante dos elementos apresentados, em que estágio se encontra o mercado de componentes internacional, dado que o Brasil (ainda) não apresenta um segmento deste mercado, significativo ou conhecido? A provocação, aqui, cumpre o seu papel ao instigar os especialistas e expô-los à reflexão sobre os rumos tomados pela ESBC e, quiçá, pela própria Engenharia de Software, considerando os desafios apontados para os próximos anos, além dos tecnicismos até então apregoados

(BOEHM, 2006, SBC, 2006). Com este intuito, a Seção 6.4.1 discute o planejamento da pesquisa de opinião (*survey*) e a Seção 6.4.2 apresenta alguns detalhes da sua execução.

6.4.1. Planejamento do Survey

Apesar do número limitado de aplicações da opinião de especialistas na área de Engenharia de Software (LI & SMIDTS, 2003), alguns casos de sucesso podem ser encontrados na literatura, respaldados pelo nome de alguns pesquisadores de peso da área de Engenharia de Software Experimental (HÖST & WÖHLIN, 1997, BRIAN *et al.*, 2000, DYBA, 2000). Conceitualmente, a opinião de especialistas consiste em um conjunto de esforços científicos empregados para interpretar dados, prever comportamentos de sistemas e definir incertezas, isto é, visa utilizar especulações, desejos e estimativas de pessoas (que são consideradas especialistas) como “entrada cognitiva” para algum processo de tomada de decisão (COOKE, 1991). Nessa linha, o processo de captura da opinião de especialistas adotado por este trabalho de pesquisa atende aos seguintes passos, derivados de (LI & SMIDTS, 2003) e contemplados pelo *Documento de Planejamento do Survey* (Apêndice A) e pelo *Survey* (Apêndice B):

- (1) *Definição do problema*: caracterizar a fundamentação teórica e o problema;
- (2) *Seleção dos especialistas*: identificar um conjunto de especialistas com base em critérios que levem em conta credibilidade e conhecimento técnico;
- (3) *Elicitação da opinião*: propor questões diretas e condições que assegurem o processo de resolução;
- (4) *Agregação das opiniões*: reunir as opiniões coletadas a fim de entender e analisar o problema alvo da pesquisa;
- (5) *Tomada de decisão*: tomar uma decisão diante do problema investigado.

Uma vez que certa hesitação pode resultar do alto grau de subjetividade e da dificuldade em confiar em uma evidência informal, algumas questões devem ser consideradas antes da execução da pesquisa de opinião *per se*. Inicialmente, quanto ao *número de especialistas*, se existisse pelo menos um especialista “perfeito” (com domínio sobre a questão de pesquisa investigada, e não sujeito ao erro), não haveria necessidade de buscar por uma amostra que possa equilibrar a pesquisa e refletir a população que se beneficia com os resultados obtidos. Adicionalmente, dado que uma amostra pode conter especialistas com formações, treinamento e experiência similares, considerar todos eles pode se tornar desnecessário (LI & SMIDTS, 2003), ao passo que

uma amostra numerosa pode conter diversos *outliers*, em se tratando do perfil esperado. Assim, torna-se mais produtivo ter uma amostra, mesmo que pequena, mas que efetivamente forneça dados úteis para a tomada de decisão. Para a pesquisa de opinião executada, selecionou-se um conjunto de 90 especialistas potenciais, considerando os critérios de seleção estabelecidos no Apêndice A. A partir desta seleção, a busca pelos contatos (i.e., *e-mails*) destes especialistas se deu através de consultas na máquina de busca *Google* e por uma planilha disponibilizada pelos responsáveis pelo estudo realizado em (SOFTEX, 2007).

Não foi possível encontrar o contato de 12 especialistas e, ainda, 11 tiveram o convite retornado (i.e., apresentavam *e-mail* inválido), sendo que um deles estava de licença do trabalho (*e-mail* de resposta automático), de modo que a amostra efetiva foi reduzida a 67 especialistas, uma perda infeliz, uma vez que todos aqueles especialistas possuíam atuação na indústria brasileira de software e serviços, e poderiam fornecer importantes contribuições. Em um segundo momento, o método de agregação da opinião dos especialistas deve ser definido como um indicador quantitativo. No entanto, não deve desconsiderar quaisquer observações ou comentários capturados por uma análise qualitativa de questões subjetivas. Nesse sentido, a pesquisa de opinião executada adotou o método de agregação por média aritmética (considerando desvio padrão) para a análise dos dados, de modo que todos os participantes efetivos fossem igualmente ponderados durante a agregação.

6.4.2. Fases do Survey

A abordagem adotada para a concepção do estudo seguiu quatro fases: (1) definir, avaliar e validar o *survey*; (2) selecionar e contatar os especialistas que compõem a amostra, conforme as diretrizes discutidas acima, (3) enviar o *survey* para estes especialistas e coletar os dados da sua participação; e (4) analisar os dados de maneira quantitativa (agregação) e qualitativa (comentários e observações). Para isso, os seguintes pontos fazem parte dos detalhes do *survey*:

(1) *O survey*: conforme apresentado pelo Apêndice B, o *survey* consiste de um questionário elaborado após a extensiva revisão da literatura realizada nos Capítulos 2 e 3, e desenvolvido à luz do trabalho de TRAAS & HILLEGERSBERG (2000) e da experiência acadêmica e industrial experimentada pelo Grupo de Reutilização de Software da COPPE/UFRJ. A primeira versão do *survey* foi definida em fevereiro

de 2010 e refinada duas vezes. As principais melhorias contemplaram o escopo do *survey* e as informações disponíveis em cada questão;

- (2) *As questões*: conforme observado no Apêndice B, a versão final do questionário é composta por duas partes: *caracterização do participante*, com 9 questões (6 fechadas e 3 abertas), e *caracterização do mercado de componentes*, com 12 questões (10 fechadas, baseadas em uma escala intervalar e com justificativas opcionais para cada uma delas, uma fechada, de múltipla escolha, e uma aberta). Das 11 questões fechadas da segunda parte, 10 correspondem aos elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento do mercado de componentes, e uma corresponde à percepção final dos especialistas, conforme mencionado no início da Seção 6.4. O *survey* foi projetado para ser concluído entre 15 e 25 minutos e agrega experiências em estudos como este (SCHOTS *et al.*, 2009) e em diretrizes da literatura (KITCHENHAM *et al.*, 2007);
- (3) *A coleção e a análise dos dados*: Dos 67 especialistas da amostra efetiva, (i) um não se sentiu à vontade em responder, por não possuir dados suficientes para tal, e (ii) um relatou problemas na submissão do questionário, hospedado na base do *Google*, e não efetivou a sua participação. Ademais, um especialista acadêmico entrou em contato para perguntar se a falta de conhecimento de mercado impactaria a pesquisa, mas foi incentivado a participar, pois o plano do *survey* (Apêndice A) contemplava este tipo de perfil, visando capturar e analisar diferentes percepções;
- (4) *Os dados coletados*: a partir da amostra efetiva (67 selecionados), 13 especialistas responderam ao *survey*, o que resulta na taxa de 19,4% de respondentes, levando em média 19 minutos²⁰. Destes, 11 são doutores (84%), um é mestre (8%) e um é especialista (8%), pertencentes a instituições de natureza pública (77%) e privada (23%), cujo perfil de atuação²¹ corresponde a empresas de software fornecedoras de componentes (visão de negócios) (15%), e a universidade, centro de pesquisa ou outros (base tecnológica) (85%). Estas instituições têm sua sede nos estados do Acre (8%), Bahia (8%), Minas Gerais (8%), Paraná (8%), Rio de Janeiro (22%), Rio Grande do Norte (8%), Rio Grande do Sul (8%) e São Paulo, (30%), de modo que os participantes ficaram distribuídos por regiões do Brasil, conforme a Figura 6.2. Adicionalmente, a Figura 6.3 mostra as áreas de atuação dos participantes na

²⁰ O participante que levou mais tempo para responder ao *survey* gastou 40 minutos, e aquele que levou menos tempo, gastou 10 minutos.

²¹ Foram apresentados 7 perfis para que o participante selecionasse, conforme apresentado pela questão A6 do *survey* (ver Apêndice B).

instituição²², em Engenharia de Software, cuja porcentagem representa a quantidade de participantes que selecionou aquela área. Por fim, os participantes apontaram a sua experiência acadêmica e profissional em Reutilização de Software e na ESBC, informando o ano de início de sua atuação, informação esta exibida na Figura 6.4.



Figura 6.2 – Divisão dos participantes por região

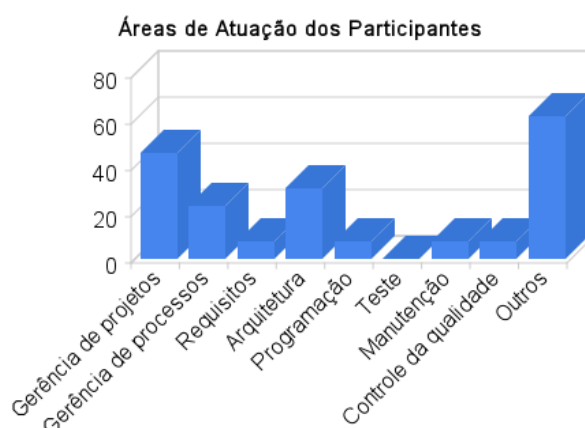


Figura 6.3 – Percentual dos participantes por áreas de atuação (mais de uma podia ser selecionada)

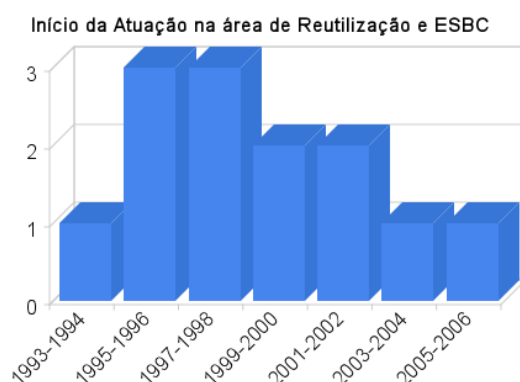


Figura 6.4 – Divisão dos participantes por experiência, de acordo com o ano de início de atuação em Reutilização de Software e na ESBC

²² Além das áreas de atuação na instituição fornecidas pela questão A9 do *survey* (ver Apêndice B), os participantes entraram com as seguintes áreas no campo “outras”: ensino, pesquisa, consultoria e reúso.

6.5 Análise de Elementos para uma Abordagem Sociotécnica frente à Realidade Capturada no Estudo em Campo

Após as fases do *survey*, listadas na Seção 6.4.2, passou-se para a agregação das opiniões, conforme enunciado na Seção 6.4.1. Este passo se deu por meio do método de agregação por média aritmética aplicado sobre as opiniões dos especialistas com relação à importância dos elementos que resumizam a discussão sobre as características aproximativas do olhar sociotécnico (Seção 6.3), uma vez que estes elementos impactam o crescimento e o estabelecimento de um mercado de componentes. Dessa forma, partindo da avaliação atribuída aos 10 elementos apresentados na Seção 6.4, detalhadamente apresentada no Apêndice C, chegamos aos resultados mostrados na Tabela 6.1. Esta estratégia também foi adotada por TRAAS & HILLEGERSBERG (2000) durante o desenvolvimento do seu trabalho, em um momento no qual a ESBC atingia o seu auge (SZYPERSKI *et al.*, 2002). Os elementos foram dispostos em um *ranking* que segue o critério de ordenação decrescente pela média aritmética, de modo que, em caso de empate, o desvio padrão foi verificado, em ordem crescente, devido à maior confiabilidade agregada às respostas com uma menor divergência, considerando respostas analisadas quantitativamente. Apenas no caso em que a média e o desvio padrão foram iguais (elementos de posição 3 e 4 na Tabela 6.1), o que também aconteceu no cálculo da mediana, analisou-se a moda como critério de desempate (a moda do elemento da posição 3 era “10”, e do elemento de posição 4, “9”).

Conforme pode ser observado na Tabela 6.1, há um consenso maior entre os especialistas sobre a importância dos 7 primeiros elementos (i.e., desvio padrão menor do que 2) do que os elementos que se seguem. Esses resultados permitem atingir, *a priori*, uma conclusão geral em mais alto nível: *considera-se mais importante tratar os elementos que auxiliam a uma organização flexível e dinâmica do mercado de componentes (1 a 7) do que aqueles que buscam estruturar um contexto universal e bem delimitado (8 a 10) deste mercado.* É interessante notar que o primeiro elemento apontado no *ranking* corresponde ao tratamento de questões que estão além do que tradicionalmente é apregoadado pelo estilo de pensamento da engenharia, no qual a *natureza* possui um comportamento previsível, passível de ser contemplado por um plano ou modelo. Contrariamente, as justificativas dos especialistas (ver Questão B4, Apêndice C), formados pelas escolas de Computação das décadas de 1990 e de 2000, mostram que cuidar de questões econômicas e sociais de modo não dissociado das

questões técnicas é fundamental para o sucesso de um empreendimento como o mercado de componentes (“*desconsiderar aspectos não-técnicos é normalmente a razão de insucesso de diversas iniciativas*”), embora alguns especialistas acreditem que isso não seja fundamental para todo tipo de componente, como aqueles de granularidade fina (“*esse nível de mecanismo não me parece ser essencial para todo o tipo de componentes*”). Neste ponto, recorda-se que a arquitetura da abordagem Brechó-VCM foi construída sobre mecanismos que atendem a esta necessidade, fato este motivado pela existência de inúmeras iniciativas de cunho técnico não plenamente estabelecidas, conforme discutido no Capítulo 2 e na Seção 4.9.

Tabela 6.1 – Ranking dos elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento de um mercado de componentes, segundo especialistas

	Elemento	Média	Desvio
1	Desenvolvimento de estratégias e de mecanismos que tratem aspectos não-técnicos do mercado de componentes (e serviços relacionados), por exemplo, como precificar componentes, como prover canais de comunicação, de coordenação e de colaboração entre <i>stakeholders</i> , como gerir oferta e demanda por meio do marketing, como realizar negociação e como utilizar a avaliação para realimentar o mercado, dentre outros (B4)	8,4	1,1
2	Emergência de uma oferta de componentes de boa qualidade, que sejam facilmente encontrados, compreendidos, adquiridos e reutilizados a partir de canais de distribuição na Internet (B8)	8,4	1,4
3	Definição de valor para componentes em diferentes facetas, isto é, viabilização de formas para os <i>stakeholders</i> proporem e perceberem custos, benefícios, riscos, tempo, oportunidades, necessidades, flexibilidades, comportamento e requisitos inerentes a um determinado componente (B1)	8,4	1,7
4	Desenvolvimento e aplicação de diretrizes para a realização de customizações de componentes, bem como o tratamento de questões como certificação e propriedade intelectual (B10)	8,4	1,7
5	Desenvolvimento de arquiteturas e protótipos/ambientes que apoiem o mercado de componentes (B7)	8,4	1,8
6	Identificação dos <i>stakeholders</i> que sejam críticos para o sucesso do mercado de componentes (e.g., produtores e consumidores de componentes, intermediários, integradores, clientes ou usuários finais, fornecedores de sistemas, certificadores etc.), bem como geração de estratégias que busquem atender minimamente a cada um de seus papéis nesse mercado (B3)	8,1	1,4
7	Visualização de informações necessárias para melhorar os processos de tomada de decisão, extraídas a partir de dados históricos do mercado de componentes, e que sejam úteis para os <i>stakeholders</i> envolvidos nesse mercado (e.g., formas de como comparar componentes similares para realizar a melhor aquisição) (B5)	7,7	1,8
8	Padronização de componentes (e.g., tratamento de questões de interface) e manutenção de um canal de comunicação entre oferta e demanda de mercado (B9)	7,5	2,3
9	Estabelecimento de uma cadeia de valor para o mercado de componentes, isto é, uma estrutura de circulação de valor (e de suas facetas) que integra os <i>stakeholders</i> a ações, atividades, papéis e decisões no que tange um empreendimento de software, seja um componente, um projeto, um produto, um processo, a organização ou o mercado (B6)	7,4	2,1
10	Análise de características de outros mercados e modelos maduros (e.g., bolsa de valores, bolsa de mercadorias e futuros, mercado de carbono, redes <i>peer-to-peer</i> , sites de leilão eletrônico etc.), visando entender e estender modelos de negócio para o mercado de componentes (B2)	6,7	1,9

O segundo e o terceiro elementos do *ranking* da Tabela 6.1 exploram questões econômicas e de valor em um mercado de componentes. Quanto aos comentários sobre a disponibilidade de componentes (ver Questão B8, Apêndice C), os especialistas apresentam variados pontos de vista, destacando-se apontamentos sobre a importância de informações e de modelos de negócio, o que impacta a própria indústria de software (“a disponibilidade de informações é importante, atualmente temos dificuldade até para comprar ferramentas estabelecidas no mercado”). Segundo um dos especialistas, “mais complexo ainda, em termos de formação de mercado: os componentes que são vendidos hoje são basicamente os mesmos de 10 anos atrás (...) componentes gráficos”, o que explicita as dificuldades culturais e organizacionais em lidar com a própria Reutilização de Software diante de componentes específicos de domínio. Quanto à definição de valor, os especialistas são unânimes ao concordarem com a sua criticalidade para o crescimento e amadurecimento de um mercado, mas um deles toca em um ponto sensível: “as pessoas atualmente procuram mais componentes gratuitos”. Isso de certa forma reflete as tendências do “mundo” do software livre e do “mundo” *open source*, e torna estratégico explorar facetas de valor além de *custos e lucros*.

Por sua vez, o quarto e o quinto elementos do *ranking* da Tabela 6.1 concentram as questões mais técnicas, relativas a diretrizes para customização (incluindo considerações de certificação e de propriedade) e arquiteturas e ambientes de apoio ao mercado de componentes. Em ambos os casos, os especialistas divergem um pouco quanto às suas opiniões, como pode ser notado em trechos de suas justificativas: (i) sobre a primeira questão: “sem certificação não há como garantir a qualidade do produto final” versus “diretrizes, exemplos, suporte e PI [propriedade intelectual] são fundamentais. Certificação, acho que é exagero”; e (ii) sobre a segunda questão: “é chave para o entendimento do reuso de um componente ou de um pacote de componentes no contexto de uma arquitetura específica” versus “a idéia ou insight que pode criar este mercado é provavelmente mais importante do que as ferramentas que automatizarão”. O surgimento de posturas tão distintas pode ter sido uma consequência do próprio fato de que o *survey* foi elaborado para despertar uma reflexão sobre os transbordamentos resultantes da Engenharia de Software tradicional. Dessa forma, há um indício de que os especialistas começam a perceber, mesmo que minimamente e inconscientemente, a importância de um olhar sociotécnico como um instrumento para a evolução da área nos próximos anos, assim como o futuro da ESBC.

Com relação aos quatro elementos do *ranking* supracitados, este trabalho de pesquisa atende a dois deles (elementos de posições 3 e 5); apóia a um terceiro (elemento de posição 2) através da definição de valor, da concepção de uma arquitetura (e de uma infra-estrutura, a biblioteca *Brechó-VCM*) e do delineamento de um canal de distribuição *on-line* no cerne da abordagem *Brechó-VCM*; e não atende diretamente a um deles (elemento de posição 4), mas apresenta-se como um canal que apóia o contato produtor-consumidor. Os próximos dois elementos deste *ranking* são atendidos pela abordagem proposta, uma vez que se referem à identificação dos SCSs através de papéis que permitem analisar as suas proposições e percepções de valor (elemento de posição 6) e à visualização de informações extraídas de dados históricos (elemento de posição 7). Neste contexto, os especialistas convergem quanto à opinião de que a identificação dos SCSs é fundamental para o mercado, mas alguns deles entendem que este processo não pode ser engessado ou tecnicamente pré-estabelecido: “*acredito que possa ser por demanda, que essa identificação ocorrerá naturalmente com o decorrer do tempo*” e “*sem dúvida, tentar atender a todos os papéis envolvidos vai de alguma forma contribuir (...), mas acredito que não seja fundamental atender a todos*”.

Por outro lado, quando questionados sobre a visualização de informação, como descrito acima, os especialistas têm opiniões distintas e, pela análise do seu perfil (Parte A do *survey*, ver Apêndice B), refletem a dualidade entre aqueles que possuem atuação na indústria ou em consultorias (i.e., mais “céticos” quanto a isso, fruto da experiência prática), e aqueles que atuam fortemente no âmbito acadêmico (i.e., mais “curiosos”, frutos da experiência em pesquisa). Isso pode ser observado pelos seguintes trechos, respectivamente: “*o auxílio na tomada de decisão para comprar ou não um componente não sei se seria um grande diferencial*” e “*como as métricas, esse tipo de ferramenta também é essencial já que sem análise devida o valor das métricas é minimizado*”.

Por fim, conforme mencionado anteriormente, os três últimos elementos do *ranking* da Tabela 6.1 (elementos de posições 8, 9 e 10) focam mais na estrutura do mercado, ao cuidarem de questões relacionadas a padronização e canal de comunicação, estabelecimento de uma cadeia de valor e análise de outros mercados e modelos maduros. Destes, a abordagem *Brechó-VCM* apóia minimamente o primeiro (i.e., canal entre a oferta e a demanda) e atende aos dois últimos, conforme mostrado nas Seções 4.2.1 e 4.2.3, respectivamente. Primeiramente, no que tange a opinião dos especialistas sobre a padronização, é interessante observar que, mais uma vez, existe um conflito entre estilos de pensamento muito bem delineados: “[Considero] *bem importante*.

Quanto mais os componentes se falarem, mais serão vendidos em conjunto” versus “eu não considero a padronização, hoje em dia, como um inibidor como foi no passado”. Além disso, um dos especialistas levanta uma questão muito provocativa para a Engenharia de Software, sobretudo diante da discussão realizada nas Seções 6.2 e 6.3: *“será que essa padronização seria abrangente, global? É possível estabelecer este nível de padronização?”.* Neste trecho, percebe-se uma nuance de visão reflexiva, de certa forma sociotécnica, sobre o processo de construção da ESBC e, de maneira mais ampla, da própria Engenharia de Software.

O estabelecimento da cadeia de valor, por sua vez, instigou duas percepções, uma relacionada à necessidade de definição de um modelo de negócio (*“se é um modelo de negócio, acredito ser muito importante, caso contrário, ele [o mercado] não se sustentará”*), e outra de que esta cadeia é um instrumento diretamente ligado a mercados maduros, nascendo naturalmente ao longo do tempo (*“importante para ambientes mais maduros”*). Por último, apesar de um grau de importância menor em relação aos demais elementos, a necessidade de análise de outros mercados obteve comentários substanciais dos especialistas, que apontaram este elemento como importante para a estrutura do mercado de componentes, conforme exibido pela Questão B2 do Apêndice C. No entanto, por instigar analogias ou extensões de outros modelos, observa-se que alguns especialistas ressaltam que este mercado possui peculiaridades: *“analisar sempre é algo bom, mas é importante considerar que vários desses mercados citados têm características distintas de um mercado de componentes”* e *“é importante, mas pode ser feito por demanda”*.

Paralelamente aos 10 elementos apresentados aos especialistas, havia um campo para que estes fornecessem elementos adicionais e relevantes, bem como observações ou comentários pertinentes à estrutura e à organização do mercado de componentes. Conforme disposto na Seção C.2 (Apêndice C), pode-se destacar alguns elementos interessantes, de caráter mais local, situado, tais como: (i) tratar componentes disponibilizados como serviços em um mercado de serviços; (ii) analisar estrategicamente como funcionam as iniciativas no cenário internacional (e.g., ComponentSource); e (iii) verificar o mercado “informal” de componentes (i.e., projetos *open source*) frente ao mercado “formal” (i.e., componentes livres de domínio). Entretanto, alguns especialistas ainda reforçam, como ações prioritárias, elementos de caráter mais universal, global, que incluem bons mecanismos de classificação e de teste,

internacionalização e adaptação ao contexto²³. Além disso, questões de cunho sociotécnico são ressaltadas: “*políticas de licença, apoio gerencial, envolvimento das empresas desenvolvedoras de software, credibilidade e marketing sobre a importância e os benefícios do reúso*” e “*componentes passarão a ser usados amplamente quando forem confiáveis e o custo de adaptação for atrativo para os clientes*”.

Diante das opiniões dos especialistas, que contemplam aspectos que fogem da redoma da técnica devido, de certa forma, aos transbordamentos que a Engenharia de Software vem apresentando, pode-se compreender a *controvérsia* sobre o conceito de componentes no contexto do software: torna-se fundamental perceber que quando um modelo ganha ares de “universal”, ele passa a ocultar o processo de negociação sociotécnica que tornou a sua existência viável (TEIXEIRA, 2006). Suponhamos que os engenheiros das décadas de 1960 e 1970 estivessem convictamente corretos de que o conceito de componentes fosse um absoluto sucesso e sanasse “para sempre” a crise do software. Um observador que não tivesse acompanhado o esforço demandado para que este conceito se estabelecesse no contexto do software desde o início tenderia a aceitar que esse resultado é conseqüente apenas da excelência técnica do modelo tradicional da engenharia. Dessa forma, a abordagem sociotécnica ajuda esse observador “tardio”, esclarecendo-o que se tivesse acompanhado o estabelecimento do conceito de componentes na Engenharia de Software perceberia, como inadequados, pontos como: atribuir o seu sucesso ao modelo universal da engenharia tradicional; julgá-lo “puramente técnico” (quando a Engenharia de Software “clama” por uma identidade sociotécnica em seus transbordamentos); ou reputar exclusivamente a um “campeão”, patrocinador, ou líder (e.g., associação de empresas de grande porte, como aconteceu com o estabelecimento da UML (BOOCH *et al.*, 1998)) o êxito de estabelecê-lo.

Uma vez que esse observador perceba que a aplicação do conceito de componentes como estabelecido seria fruto de sua rede sociotécnica e das inevitáveis e inegáveis traduções subjacentes, a trajetória da ESBC dentro da Engenharia de Software se torna mais clara. Ou seja, a complexidade e as particularidades inerentes ao software e aos seus artefatos constituem propriedades de uma imbricação entre contexto e conteúdo, produzidas por uma abordagem multifacetada, agregada de questões técnicas, econômicas, sociais, culturais, organizacionais, psicológicas, legais etc. Considerando

²³ De acordo com FERNANDES (2009), uma das definições mais abrangentes de contexto é: qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade, de modo que uma entidade possa ser uma pessoa, um lugar ou um objeto considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e aplicação.

as justificativas discutidas em cada elemento avaliado no *survey*, juntamente com os comentários acrescentados, pode-se entender a opinião final dos especialistas quanto ao estágio do mercado de componentes internacional: diferentemente de outras engenharias maduras, onde o mercado opera na maior parte das vezes sobre produtos tangíveis e baseados em propriedades naturais, no contexto do software, o mercado opera sobre produtos abstratos (i.e., ora tratados como *commodities*, ora como serviços) e baseados em propriedades concomitantemente lógicas e humanas. Isso reflete a necessidade da pesquisa em Engenharia de Software ser realizada à luz de um olhar sociotécnico.

Dessa forma, após 40 anos da sua idealização (10 anos do seu auge), a ESBC apresenta, segundo os especialistas, um mercado fraco (focado em componentes genéricos dependentes de tecnologia) e “carregado” de potencial, devido aos nichos existentes atualmente, conforme sumariza a Figura 6.5. Talvez essa trajetória indique que este mercado tenda a se manter de forma colaborativa e local, cujos limites entre os nichos ou grupos desenvolvidos perpassam e interferem uns nos outros somente por meio da organização de ecossistemas de software, conforme discutido na Seção 3.5 e trazido para a ESBC pela abordagem *Brechó-VCM*, na forma de um *universo externo*, como mostra a Seção 4.3. Neste caso, os diversos nichos de mercado atuariam como ecossistemas de software compostos por fornecedores, produtores, consumidores, clientes, dentre outros *stakeholders* diretos e indiretos, visualizados de diferentes níveis e realizando diferentes interações. No entanto, uma formalização desta perspectiva consiste em uma evolução da abordagem proposta e é apontada como trabalho futuro, na medida em que representa uma hipótese a ser investigada.

Estágio do mercado de componentes internacional

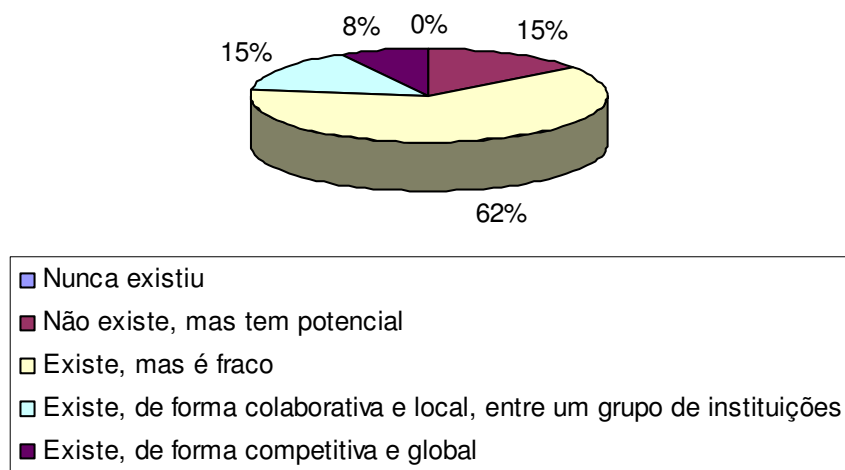


Figura 6.5 – Estágio em que se encontra o mercado de componentes internacional, de acordo com a opinião dos especialistas

6.6 Considerações Finais

Este capítulo apresentou uma análise de elementos para uma abordagem sociotécnica de mercados de componentes. Para isso, foi realizado um processo de “desnaturalização” do conceito de componentes no contexto do software considerando caminhos para um olhar sociotécnico, que indissociavelmente trata contexto e conteúdo rumo à construção de uma caracterização mais detalhada. Esta caracterização procurou, inicialmente, explicar o *paradoxo* central do mercado de componentes na ESBC ao explorar características aproximativas do olhar sociotécnico e identificar alguns elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento desse mercado. Foi detectado que os *stakeholders* envolvidos devem ser considerados como peças fundamentais em um mercado cujo ativo está na fronteira entre ser tratado como uma *commodity* ou como um *serviço*, agregando as implicações de cada contexto.

Em um segundo momento, a caracterização mais detalhada foi complementada por um estudo em campo, executado através da exposição dos elementos identificados à avaliação de especialistas em Reutilização de Software e na ESBC, visando entender qual a sua importância para a estrutura e organização desse mercado. Por meio de análises quantitativas e qualitativas dos dados coletados, foi possível verificar cada um dos elementos expostos aos especialistas, o que resultou em um *ranking* de necessidades para um mercado na ESBC. Partindo desse *ranking* e considerando o fato de que os graus médios de importância concedidos pelos especialistas aos elementos avaliados foram superiores a 7,5 (em sua maioria), a abordagem *Brechó-VCM* foi verificada como uma solução adequada, em conformidade com os elementos considerados, ao se preocupar com questões econômicas, sociais e tecnológicas em sua constituição.

No que se refere à *controvérsia* apontada, relativa ao caso de componentes no contexto do software *versus* aquele do contexto de outras engenharias, pode-se comparar a conclusão geral obtida (Seção 6.5) com aquela atingida por TRAAS & HILLEGERSBERG (2000): considerando a opinião dos especialistas consultados (com formação nas escolas de Engenharia das décadas de 1960 a 1980), era considerado mais importante saber *como* os componentes eram oferecidos do que efetivamente *quem* os oferecia. No estudo realizado nesta dissertação, percebe-se que o foco sai do eixo *como/quem* para o eixo *flexível-dinâmico/universal-delimitado*. Isso permite depreender que as questões técnicas perdem a sua “pureza” e “excelência” durante o processo de construção da Engenharia de Software no começo do século XXI, devendo esta ser

observada e analisada a partir de um olhar sociotécnico, em conformidade com os desafios apontados para os próximos anos (FUGGETTA, 2000, FRAKES & KYO KANG, 2005, BOEHM, 2006, CUKIERMAN *et al.*, 2007, BOSCH, 2009).

Capítulo 7 – Conclusão

7.1 Epílogo

A comunidade acadêmica e prática de Engenharia de Software reconhece, cada vez mais, a importância do tratamento de questões não-técnicas (e.g., econômicas e sociais) em sua construção enquanto uma área de pesquisa e uma engenharia “pós-moderna”, isto é, à frente da visão tecnicista e dos métodos “universais” (BOEHM, 2006, CUKIERMAN *et al.*, 2007). A Reutilização de Software e, conseqüentemente, uma de suas abordagens mais populares na indústria, a ESBC, se apresentam como elementos estratégicos e, simultaneamente, envolvidos por uma série de barreiras e inibidores críticos (SAMETINGER, 1997), que estão além do cunho técnico.

Diante das incertezas significativas que rondam a ESBC, destaca-se o fato de que um mercado de componentes amadurecido, global e competitivo, ainda não é uma realidade nacional nem internacional, devido à combinação de um conjunto de fatores, tais como questões pessoais, gerenciais, organizacionais, culturais e de propriedade, bem como a falta de modelos de negócio, métodos e ferramentas. Mesmo que algumas iniciativas desse mercado sejam encontradas (e.g., COMPONENTSOURCE, 2010), os ambientes de mercado que evoluíram até o presente momento não foram capazes de se estabilizar economicamente e saíram de cena, levando à conclusão de que a evolução (ou revolução) tão esperada não aconteceu (HAHN & TUROWSKI, 2003).

Partindo do fato de que a definição de valor de componentes foi e continua representando um fator crítico de sucesso para o mercado subjacente (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000, SOFTEX, 2007, SANTOS *et al.*, 2009b), a realização de pesquisas no campo da ESBV pode contribuir para a organização e o estabelecimento desse mercado, frente aos seus problemas mais críticos: *padronização de componentes, visualização de informação e diretrizes para a realização de customizações e tratamento de propriedade intelectual* (WERNER *et al.*, 2009). No entanto, mesmo diante de uma tecnologia imperfeita, o mercado não pode e nem deve esperar por uma revolução natural (ou sobrenatural), pois, somente através de redes sociotécnicas, ele se estabilizará ou perecerá definitivamente (SZYPERSKI *et al.*, 2002).

A fim de contribuir para o entendimento das perspectivas do conceito de componentes no contexto do software, este trabalho de pesquisa apresentou a

abordagem *Brechó-VCM*, que visa apoiar um mercado de componentes baseado em valor, focado no entendimento dos movimentos deste mercado, através de um canal de distribuição que contenha mecanismos financeiros e de visualização de informação extraída de dados históricos. A abordagem é composta por três estratégias-base, uma arquitetura conceitual e um conjunto de mecanismos de mercado que buscam favorecer mutuamente a melhores processos de tomada de decisão dos *stakeholders*.

A solução posposta foi concretizada por meio do desenvolvimento de um protótipo acadêmico no contexto do Projeto Brechó, a biblioteca *Brechó-VCM*. A partir deste protótipo, foram realizadas duas análises distintas e, ao mesmo tempo, complementares: (i) verificação da aderência da abordagem proposta ao propósito e aos resultados esperados pelo processo GRU (SOFTEX, 2009b); e (ii) identificação e avaliação de elementos para uma abordagem sociotécnica de mercados de componentes junto a especialistas em Reutilização de Software e na ESBC.

Neste último capítulo, são destacadas as principais contribuições deste trabalho na Seção 7.2. A Seção 7.3 apresenta as limitações identificadas em relação à abordagem proposta, ao protótipo desenvolvido e às análises realizadas. Por fim, na Seção 7.4, são discutidos alguns dos possíveis trabalhos futuros.

7.2 Contribuições

O trabalho de pesquisa apresentado nesta dissertação teve como objetivo principal propor uma abordagem baseada em valor para a organização de um mercado de componentes. Entre as suas principais contribuições, podemos destacar:

- Definição da abordagem, denominada *Brechó-VCM*, para apoiar um mercado de componentes baseado em valor, que inclui a descrição de três estratégias-base e a identificação de 10 *stakeholders* (SCSs), e é composta por: (i) uma arquitetura conceitual, que agrega um canal de distribuição (integração entre a biblioteca de componentes *Web*, um conjunto de intermediários e a base de dados históricos) a um conjunto de repositórios; (ii) cinco mecanismos que compõem o Módulo Financeiro, responsável por viabilizar a definição de valor para componentes ao explorar questões econômicas (e sociais, de certa forma) das transações de mercado e refletir os perfis dos SCSs envolvidos; e (iii) definição e modelagem da cadeia de resultados e da cadeia de valor para esse mercado;

- Desenvolvimento de um protótipo acadêmico que implementa a maior parte dos mecanismos da abordagem proposta no contexto da biblioteca *Brechó*, de forma parametrizável em unidades de tempo e em funções de conversão de elementos conceituais, sendo a arquitetura conceitual implementada no núcleo da biblioteca como extensão da arquitetura existente, o que inclui quatro dos cinco mecanismos do Módulo Financeiro implementados como componentes (Mecanismo de Precificação, de Marketing, de Avaliação Adaptado e de Visualização), o Mecanismo de Hierarquização de Categorias e a integração da Biblioteca de Recuperação de Informação *Lucene*;
- Análise da aderência da infra-estrutura implementada e, conseqüentemente, da abordagem proposta, ao processo GRU do Modelo MPS, que permitiu entender o quão próxima ou distante se encontra a biblioteca *Brechó-VCM* de um processo de qualidade, importante para o mercado;
- Identificação e avaliação de elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento de um mercado de componentes por meio de uma abordagem sociotécnica, que utiliza um estudo em campo (*survey*) com especialistas em Reutilização de Software e na ESBC para verificar o estado deste mercado e a abordagem *Brechó-VCM* enquanto uma solução (artefato) adequada por agregar questões econômicas, sociais e tecnológicas, aderente a um processo de qualidade.

Pode-se, ainda, ressaltar as seguintes contribuições secundárias:

- *Survey* sobre repositórios e mercados de componentes, visando entender a sua importância para o estado da arte da ESBC desde a sua especulação em 1968;
- Estudo das áreas de Engenharia de Software Baseada em Valor e Ecossistemas de Software, buscando identificar as oportunidades de pesquisa existentes.

7.3 Limitações

Algumas limitações deste trabalho de pesquisa foram identificadas a partir de uma análise crítica da abordagem proposta, do protótipo desenvolvido e das análises realizadas. As principais são listadas a seguir:

- A avaliação da definição de valor para componentes sob as facetas consideradas enfrenta obstáculos relacionados à imaturidade dos mercados existentes diante do tratamento realístico das particularidades de componentes no contexto do software, como ativos de mercado;

- O desenvolvimento do protótipo não contemplou todos os mecanismos que compõem a abordagem proposta, nem a integração com repositórios externos, de maneira que a biblioteca *Brechó-VCM* funciona como catálogo e como repositório;
- Foi realizada uma prova de conceito para avaliar a viabilidade do protótipo, por meio de um exemplo de utilização, o que não garante que o desempenho não seja influenciado pelo número de usuários e de transações, e pelo fluxo de publicação e classificação de componentes, questões estas relacionadas à escalabilidade;
- Funções de transformação entre elementos conceituais (e.g., conversão entre *créditos* e *pontos virtuais*, transferência de *pontos virtuais* utilizados na realização de compras casadas de diferentes produtores etc.), encargos sobre transações e unidades temporais realísticas não foram definidos *a priori* no protótipo implementado, pois dependem diretamente da disponibilidade de dados que permitam calibrar os modelos (isso é contemplado de forma parametrizável, devendo ser configurado na implantação, de acordo com o contexto do mercado);
- A amostra selecionada para responder à pesquisa de opinião contou apenas com especialistas de nacionalidade brasileira, o que limita a validade do estudo no cenário internacional, e a taxa de participantes efetivos com atuação na indústria de software foi muito baixa, além do baixo número de participantes em geral (13).

7.4 Trabalhos Futuros

Durante o desenvolvimento deste trabalho, algumas oportunidades de melhoria, tanto da abordagem proposta quanto do protótipo desenvolvido e das análises realizadas, foram destacadas. Adicionalmente, novas oportunidades de pesquisa foram identificadas. Os possíveis trabalhos futuros envolvem:

- Viabilização de interfaces para a integração de repositórios externos na biblioteca *Brechó-VCM*, bem como desenvolvimento de um suporte para a atuação de intermediários humanos e/ou automatizados, a fim de transformá-la no canal de distribuição efetivo da abordagem proposta;
- Implementação de um componente que contemple o Mecanismo de Negociação, o que permitirá a evolução do Mecanismo de Avaliação Adaptado para contemplar o Mecanismo de Avaliação da abordagem proposta na biblioteca *Brechó-VCM*;

- Implementação do *fórum de sugestões* do Mecanismo de Marketing, que é útil para que consumidores possam expressar demandas gerais do mercado (necessidades, customizações etc.) antes de realizar aquisições de componentes;
- Construção de agentes automatizados que analisam o mercado desenvolvido a partir da biblioteca *Brechó-VCM*, visando indicar a possibilidade de ações a serem realizadas e explicitar a manutenção da proposição e da percepção do valor pelos SCSs, por exemplo, ao informar a um determinado produtor sobre a existência de novos produtos concorrentes para que este possa acionar o Mecanismo de Precificação e calibrar o valor de seu componente;
- Avaliação do protótipo por meio de experimentos *in vitro* com profissionais da indústria, a fim de atestar características do produto de software desenvolvido, além de estudos do tipo simulação, para atestar atributos de qualidade afetados por aspectos de escalabilidade, e estudos de caso no cenário industrial, considerando os cenários cooperativos e/ou competitivos;
- Desenvolvimento de estudos sobre a definição de valor para componentes disponibilizados na forma de serviços *Web*, uma vez que a biblioteca *Brechó-VCM* herda uma infra-estrutura que gerencia a publicação, negociação e execução de serviços da biblioteca *Brechó* (MARINHO *et al.*, 2009b);
- Desenvolvimento de uma descrição densa sobre o conceito de componentes no contexto do software à luz do olhar sociotécnico para contemplar novos elementos que impactam o crescimento e o estabelecimento do mercado de componentes em casos reais, bem como avaliá-los em novos estudos em campo, em um cenário internacional, aplicando tratamentos estatísticos (e.g., correlação) para entender relacionamentos entre eles, cruzando com o perfil dos participantes;
- Tratamento do *universo externo* gerado pela abordagem *Brechó-VCM* por meio da modelagem de ecossistemas de software, uma vez que a abordagem proposta, através da cadeia de valor definida, impacta um processo de transformação de atividades inerentes à própria Engenharia de Software em um ambiente real (i.e., a indústria de software), alterando a forma de se organizar relações econômicas e sociais entre os *stakeholders* e os ativos do mercado. Isso interfere em outras indústrias e mercados, pois a indústria de software dá suporte a diversos e diferentes domínios de sistemas através de software e serviços, e pode representar um caminho para verificar a ESBC no cenário inter-organizacional e de mercado, visando “abrir”

o paradigma de linhas de produtos (i.e., expor os ativos do núcleo no mercado) e criar uma indústria competitiva (BOSCH, 2009).

Finalmente, como curiosidade, segundo Frederick Brooks (BROOKS, 1995), apenas o artigo apresentado por McIlroy na famosa conferência do comitê de ciência da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte) em 1968 (NAUR & RANDELL, 1969) tinha uma relação com a engenharia. Por outro lado, Brooks foi um dos primeiros a alertar sobre a importância dos aspectos humanos envolvidos com o desenvolvimento de software em seu livro clássico de 1975, *The Mythical Man-Month*, reeditado em 1995, no qual reconhece a complexidade social envolvida no desenvolvimento de software e a natureza única deste processo (TEIXEIRA, 2006). Dessa forma, diante a racionalidade científica ocidental, focada na divisão entre natureza e sociedade (LATOUR, 2000), a tendência de Brooks explicita o fato de que os próprios engenheiros de software sentem que uma diminuição da ênfase na engenharia emerge, parcialmente, pela impossibilidade de construção de um processo, orientado a engenharia, que responda a todos os problemas típicos dos projetos de software.

Mais especificamente no caso de componentes no contexto do software, esta dissertação partiu da suposição de que a definição de valor é um dos maiores inibidores de seu mercado efetivo e mostrou, durante o seu desenvolvimento, que apenas uma abordagem que entenda a Engenharia de Software como disciplina multifacetada (TOMAYKO & HAZZAN, 2004) e como uma construção sociotécnica, conseguirá compreender seus desafios e suas peculiaridades rumo à sua maturidade – e isto pode ser observado pela importância atribuída às questões não-técnicas segundo a opinião dos especialistas no estudo em campo realizado.

Referências Bibliográficas

- ABTS, C., BOEHM, B.W., CLARK, E.B., 2000, *COCOTS: A COTS Software Integration Lifecycle Cost Model – Model Overview and Preliminary Data Collection Findings*, Technical Report No. 00 03 31, University of Southern California.
- ALBUQUERQUE, J.P., 2006, “Por uma Perspectiva Sociotécnica no Desenvolvimento de Sistemas de Computação: o exemplo do Modelo Mikropolis”, In: *Anais do II Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, pp. 1-12, Vila Velha, ES, Brasil, Junho.
- ALMEIDA, E.S., ALVARO, A., GARCIA, V.C., MASCENA, J.C.C.P., BURÉGIO, V.A.A., NASCIMENTO, L., LUCRÉDIO, D., MEIRA, S.L., 2007, **C.R.U.I.S.E. – Component Reuse in Software Engineering**. Recife, PE, Brasil, RISE/CESAR.
- ÁLVARO, A., ALMEIDA, E.S., MEIRA, S.R.L., 2005, “Software Component Certification: A Survey”, In: *Proceedings of the 31st EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, pp. 106-113, Porto, Portugal, August-September.
- AMAZON, *Amazon.com: Online Shopping*, 2010. Disponível em: <<http://www.amazon.com>>. Acesso em 28 fev. 2010, 17:00:00.
- AMBIENTE BRASIL, *O que são Créditos de Carbono?*, 2010. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- AOYAMA, M., YAMASHITA, T., 1998, “A Commerce Broker of Software Components and its Experience”, In: *Proceedings of the Second International Enterprise Distributed Object Computing Workshop*, pp. 155-162, San Diego, CA, USA, November.
- APACHE, *Apache Struts*, 2010. Disponível em: <<http://struts.apache.org>>. Acesso em 28 fev. 2010, 17:00:00.
- APPERLY, H., 2001, “Configuration Management and Component Libraries”. In: Heineman, G.T., Councill, W.T. (eds), *Component-Based Software Engineering: Putting the Pieces Together*, pp. 513-526, Boston, FL, USA, Addison-Wesley.
- BACHMANN, F., BASS, L., BUHMAN, C., COMELLA-DORDA, S., LONG, F., ROBERT, J., SEACORD, R., WALLNAU, K., 2000, *Technical Concepts of*

- Component-Based Software Engineering*, 2. ed., Technical Report CMU/SEI-2000-TR-008, Software Engineering Institute.
- BANKER, R.D., KAUFFMAN, R.J., ZWEIG, D., 1993, "Repository evaluation of Software Reuse", *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 19, n. 4 (April), pp. 379-389.
- BARROS, M., 1995, *Recuperação de Componentes em Bibliotecas de Software*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BASS, L., BUHMAN, C., COMELLA-DORDA, S., LONG, F., ROBERT, J., SEACORD, R., WALLNAU, K., 2000, *Market Assessment of Component-Based Software Engineering*, Technical Report CMU/SEI-2001-TN-007, Software Engineering Institute.
- BENYOUCEF, M., ALJ, H., VÉZEAU, M., KELLER, R.K., 2001, "Combined Negotiations in E-Commerce: Concepts and Architecture", *Electronic Commerce Research*, v. 1, n. 3 (July), pp. 277-299
- BIFFL, S., AURUM, A., BOEHM, B., ERDOGMUS, H., GRÜNBACHER, P. (eds.), 2006, *Value-Based Software Engineering*. Berlin, Germany, Springer-Verlag.
- BIFFL, S., WINKLER, D., 2007, "Value-Based Empirical Research Plan Evaluation", In: *Proceedings of the First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, p. 494, Madrid, Spain, September.
- BÖCKLE, G., CLEMENTS, P., MCGREGOR, J.D., MUTHIG, D., SCHMID, K., 2004, "Calculating ROI for Software Product Lines", *IEEE Software*, v. 21, n. 3 (May), pp. 23-31.
- BOEHM, B.W., 1981, *Software Engineering Economics*. 1. ed., Upper Saddle River, NJ, USA, Prentice Hall.
- BOEHM, B.W., 1986, "A Spiral Model of Software Development and Enhancement", *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 11, n. 4 (August), pp. 14-24.
- BOEHM, B., 2003, "Value-Based Software Engineering", *Software Engineering Notes*, v. 28, n. 2 (March), pp. 1-12.
- BOEHM, B., 2006, "A View of 20th and 21st Century Software Engineering", In: *Proceedings of the 28th International Conference on Software Engineering*, pp. 12-29, Shanghai, China, May.
- BOEHM, B., EGYED, A., KWAN, J., PORT, D., SHAH, A., MADACHY, R., 1998, "Using the WinWin Spiral Model: A Case Study", In: *IEEE Computer*, v. 31, n. 7 (July), pp. 33-44.

- BOEHM, B., HUANG, L.G., 2003, "Value-Based Software Engineering: A Case Study", *IEEE Computer*, v. 36, n. 3 (March), pp. 33-41.
- BOEHM, B., JAIN, A., 2007, "Developing a Process Framework using Principles of Value-Based Software Engineering: Research Sections", *Software Process: Improvement and Practice*, v. 12, n. 5 (September), pp. 377-385.
- BOEHM, B., SULLIVAN, K.J., 2000, "Software Economics: A Roadmap", In: The Future of Software Engineering, *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*, pp. 319-344, Limerick, Ireland, June.
- BOOCH, G., RUMBAUGH, J., JACOBSON, I., 1998, *The Unified Modeling Language User Guide*. 1. ed., Addison-Wesley Professional.
- BOSCH, J., 2009, "From Software Product Lines to Software Ecosystem", In: *Proceedings of 13th International Software Product Line Conference*, pp. 1-10, San Francisco, CA, USA, August.
- BOUCHARAS, V., JANSEN, S., BRINKKEMPER, S., 2009, "Formalizing Software Ecosystem Modeling", In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Open Component Ecosystems, ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering*, pp. 41-50, Amsterdam, The Netherlands, August.
- BOVESPA, 2008, *Folheto da Bovespa – Mercado de Capitais: Introdução*. São Paulo, SP, Brasil, Bolsa de Valores de São Paulo.
- BRAGA, R.M.M., 2000, *Busca e Recuperação de Componentes em Ambientes de Reutilização de Software*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BRECHÓ, *Projeto Brechó*, 2010. Disponível em: <<http://reuse.cos.ufrj.br/brecho/>>. Acesso em 28 fev. 2010, 17:00:00.
- BRERETON, P., 1999, "Evolution of Component Based Systems", In: *Proceedings of the International Workshop on Component-Based Software Engineering, 21st International Conference on Software Engineering*, pp. 123-126, Los Angeles, CA, USA, May.
- BRERETON, P., BUDGEN, D., 2000, "Component-based Systems: A Classification of Issues", *IEEE Computer*, v. 33, n. 11 (November), pp. 54-62.
- BRERETON, P., LINKMAN, S., THOMAS, N., BOEGH, J., DE PANFILIS, S., 2002, "Software Components – Enabling a Mass Market", In: *Proceedings of the 10th International Workshop on Software Technology and Engineering Practice*, pp. 169-176, Washington, DC, USA, October.

- BRIAND, L.C., FREIMUT, B., VOLLEI, F., 2000, “Assessing the Cost-effectiveness of Inspections by Combining Project Data and Expert Opinion”, In: *Proceedings of the 11th International Symposium on Software Reliability Engineering*, pp. 124-135, San Jose, CA, USA, October.
- BROOKS, F.P., 1995, *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. 2. ed., Addison-Wesley Professional.
- CAI, X., LYU, M.R., WONG, K., KO, R., 2000, “Component-Based Software Engineering: Technologies, Development Frameworks, and Quality Assurance Schemes”, In: *Proceedings of the 7th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, p. 372, Singapore, Singapore, December.
- CARBONO BRASIL, *Carbono Brasil – A Energia da Natureza*, 2010. Disponível em: <<http://www.carbonobrasil.com>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- CHEN, C., BÖRNER, K., 2002, “Visual Interfaces to Digital Libraries: Motivation, Utilization, and Socio-technical Challenges”, In: *Proceedings of the Second International Workshop on Visual Interfaces to Digital Libraries*, Portland, OR, USA, July. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 2539, Springer, pp. 1-9.
- COLOMBO, R.M.T., GUERRA, A.C., AGUAYO, M.T.V., PERES, D.R., 2007, “Modelo de Qualidade de Componentes de Software”, In: *Anais da Conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2007*, pp. 223-230, Vila-Real, Portugal, Outubro.
- COMPONENTSOURCE, *ComponentSource – The Definitive Source of Software Components*, 2010. Disponível em: <<http://www.componentsource.com>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- COOKE, R.M., 1991, *Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science*. Oxford University Press, New York, NY, USA.
- COPELAND, T.E.; ANTIKAROV, V., 2001, *Opções Reais: Um Novo Paradigma para Reinventar a Avaliação de Investimentos*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Editora Campus.
- COPPIT, D., SULLIVAN, K.J., 2000, “Multiple Mass-Market Applications as Components”, In: *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*, pp. 273-282, Limerick, Ireland, June.
- CORMEN, T.H., LEISERSON, C.E., RIVEST, R.L., 2001, *Introduction to Algorithms*. 2. ed., USA, The MIT Press.

- COSTA, H.A.X., SANTOS, R.P., WERNER, C.M.L., 2010, “Uma Análise do Processo de Ensino e Aprendizagem de Engenharia de Software: Desafios e Soluções no Contexto Brasileiro”, In: *Proceedings of the XI International Conference on Engineering and Technology Education*, Ilhéus, BA, Brazil. A ser publicado.
- CUKIERMAN, H.L., TEIXEIRA, C., PRIKLADNICKI, R., 2007, “Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software”, *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, v. 14, n. 2, pp. 207-227.
- DYBA, T., 2000, “An Instrument for Measuring the Key Factors of Success in Software Process Improvement”, *Empirical Software Engineering*, v. 5, n. 4 (December), pp. 357-390.
- ELIAS, G., DIAS JR, J., MIRANDA FILHO, S., CAVALCANTI, G., SCHUENCK, M., NEGÓCIO, Y., 2006, “Improving Reuse of Off-the-Shelf Components with Shared, Distributed Component Repository Systems”, In: *Proceedings of the 9th International Conference on Software Reuse*, Turin, Italy, June. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 4039, Springer, pp. 415-418.
- ÉPOCA NEGÓCIOS, *Para CVM, Créditos de Carbono não são Valores Mobiliários*, publicado em 21/07/2009 na seção *Economia*, subseção *Investimento*, 2009. Disponível em: <<http://epocanegocios.globo.com/>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- ERDOGMUS, H., VANDERGRAAF, J., 1999, “Quantitative Approaches for Assessing the Value of COTS-centric Development”, In: *Proceedings of the 6th International Symposium on Software Metrics*, pp. 279-290, Boca-Raton, FL, USA, November.
- ERDUR, R. C., DIKENELLI, O., 2002, “A Multi-Agent System Infrastructure for Software Component Market-Place: An Ontological Perspective”, *ACM SIGMOD Record*, v. 31, n. 1 (March), pp. 55-60.
- EZRAN, M., MORISIO, M., TULLY, C., 2002, *Practical Software Reuse*. London, UK, Springer-Verlag.
- FAVARO, J., 1996a, “A Comparison of Approaches to Reuse Investment Analysis”, In: *Proceedings of the 4th International Conference on Software Reuse*, pp. 136-145, Orlando, FL, USA, April.
- FAVARO, J., 1996b, “When the Pursuit of Quality Destroys Value”, *IEEE Software*, v. 13, n. 3 (May), pp. 93-95.

- FAVARO, J.M., FAVARO, K.R., FAVARO, P.F., 1998, “Value Based Software Reuse Investment”, *Annals of Software Engineering*, v. 5, n. 1, pp. 5-52.
- FERNANDES, P.C.C., 2009, *UbiFEX: Uma Abordagem para Modelagem de Características de Linha de Produtos de Software Sensíveis ao Contexto*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- FERNANDES, P., PRUDÊNCIO, J.G., MARINHO, A., LOPES, M., MURTA, L., WERNER, C., 2007, “Carga Dinâmica de Componentes via Biblioteca Brechó”, In: *Anais da Sessão de Ferramentas do I Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*, pp. 1-8, Campinas, SP, Brasil, Agosto.
- FERREIRA, C.A., WERNER, C.M.L., BARROS, M.O., 2006, “Gerência de Carteiras de Componentes: Uma Abordagem Baseada em Valor”, In: *Anais do VI Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes*, pp. 22-29, Recife, PE, Brasil.
- FILGUEIRAS, L.V.L., SILVA, B.D., 2008, “Ética no Envolvimento de Seres Humanos na Engenharia de Software”, *Scientia*, v. 19, n. 2 (Julho-Dezembro), pp. 81-93.
- FLECK, L., 1986, *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico: Introducción a la Teoría del Estilo de Pensamiento y del Colectivo de Pensamiento*. Madrid, Spain, Alianza.
- FRAKES, W.B., KYO KANG, K., 2005, “Software Reuse Research: Status and Future”, *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 31, n. 7 (July), pp. 529-536.
- FRANÇA, A.C.C., SILVA, F.Q.B., 2009, “Developing Motivational Programs for Software Engineers through an Experimental Method”, In: Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Engineering, pp. 145-154, Fortaleza, CE, Brazil, October.
- FUGGETTA, A., 2000, “Software Process: A Roadmap”, In: The Future of Software Engineering, *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*, pp. 25-34, Limerick, Ireland, June.
- GARCIA, V.C., 2010, *RiSE Reference Model: Towards Software Reuse Adoption in Brazilian Companies*. Ph.D. Thesis, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.
- GIMENES, I.M.S., HUZITA, E.H.M. (eds.), 2005, *Desenvolvimento Baseado em Componentes: Conceitos e Técnicas*. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Editora Ciência Moderna.

- GRUNDY, J., 2000, "Storage and Retrieval of Software Components using Aspects", In: *Proceedings of the 23rd Australasian Computer Science Conference*, pp. 95-103, Canberra, ACT, Australia, January-February.
- GUERRA, A.C., COLOMBO, R.M.T., 2009, *Tecnologia da Informação: Qualidade de Produto de Software*. Brasília, DF, Brasil, PBQP Software.
- GUO, J., LUQI, 2000, "A Survey of Software Reuse Repositories", In: *Proceedings of the 7th IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems*, pp. 92-100, Edinburgh, UK, April.
- HAHN, H., TUROWSKI, K., 2003, "Drivers and Inhibitors to the Development of a Software Component Industry", In: *Proceedings of the 29th EUROMICRO Conference*, pp. 128-135, Antalya, Turkey, September.
- HATCHER & GOSPODNETIC, 2005, *Lucene in Action*. Greenwich, CT, USA, Manning Publications Co.
- HENNINGER, S., 1996, "Supporting the Construction and Evolution of Component Repositories", In: *Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering*, pp. 279-288, Berlin, Germany, March.
- HILLEGERSBERG, J., TRAAS, V., DRAGT, R., 2001, "A Longitudinal Study of the e-Market for Software Components", In: *Proceedings of the 14th Bled Electronic Commerce Conference*, pp. 481-494, Bled, Slovenia, June.
- HONG, S.B., KIM, K., 1997, "Classifying and Retrieving Software Components based on Profiles", In: *Proceedings of 1997 International Conference on Information, Communications and Signal Processing*, v. 3, pp. 1756-1760, Singapore, Singapore, September.
- HÖST, M., WÖHLIN, C., 1997, "A Subjective Effort Estimation Experiment", *Information and Software Technology*, v. 39, n. 11, pp.755-762.
- HULL, J.C., 2008, *Options, Futures and Other Derivatives*. 7. ed., Upper Saddle River, NJ, USA, Prentice Hall.
- IEEE, 2004, *Std 1517 - IEEE Standard for Information Technology - Software Life Cycle Processes - Reuse Processes*, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- ISO/IEC, 2006, *ISO/IEC 15504-5: Information Technology - Process Assessment - Part 5: An Exemplar Process Assessment Mode*, Genève, Switzerland, International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission.

- ITABORAHY, A.L.C., 2007, Gerenciamento de Projetos de Software Baseado no Valor para o Negócio. Dissertação de M.Sc., Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- JANSEN, S., BRINKKEMPER, S., FINKELSTEIN, A., 2009a, “Business Network Management as a Survival Strategy: A Tale of Two Software Ecosystems”, In: *Proceedings of the First International Workshop on Software Ecosystems, 11th International Conference on Software Reuse*, pp. 34-48, Falls Church, VA, USA, September.
- JANSEN, S., FINKELSTEIN, A., BRINKKEMPER, S., 2009b, “A Sense of Community: A Research Agenda for Software Ecosystems”, In: *Proceedings of the 31st International Conference on Software Engineering, New and Emerging Research Track*, pp. 187-190, Vancouver, BC, Canada, May.
- JIDE, *JIDE Software Online Store*, 2010. Disponível em: <<http://www.jidesoft.com/store/>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- KITCHENHAM, B.A., BUDGEN, D., BRERETON, P., TURNER, M., CHARTERS, S., LINKMAN, S., 2007, “Large-scale Software Engineering Questions – Expert Opinion or Empirical Evidence?”, *IET Software*, v. 1, n. 5 (October), pp. 161-171.
- KRUEGER, C.W., 1992, “Software Reuse”, *ACM Computing Surveys*, v. 24, n. 2 (June), pp. 131-183.
- LATOUR, B., 2000, *Ciência em Ação: Como Seguir Cientistas e Engenheiros Sociedade Afora*. São Paulo, SP, Brasil, Editora UNESP.
- LEE, J., KIM, J., SHIN, G., 2003, “Facilitating Reuse of Software Components Using Repository Technology”, In: *Proceedings of the 10th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, pp. 136-142, Chiangmai, Thailand, December.
- LÉVY, P., 1997, *Collective Intelligence*. 1. ed., USA, Basic Books.
- LI, C., LIU, X., KENNEDY, J., 2008, “Semantics-Based Component Repository: Current State of Arts and a Calculation Rating Factor-based Framework”, In: *Proceedings of the Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference*, pp. 751-756, Turku, Finland, July-August.
- LI, M., SMIDTS, C., 2003, “A Ranking of Software Engineering Measures Based on Expert Opinion”, *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 29, n. 9 (September), pp. 811-824.

- LINDQVIST, U., JONSSON, E., 1998, “A Map of Security Risks Associated with Using COTS”, *IEEE Computer*, v. 31, n. 6 (June), pp. 60-66.
- LOOY, B.V., DIERDONCK, R.V., GEMMEL, P., 2003, *Services Management: An Integrated Approach*. 2. ed., London, UK, Financial Times – Prentice Hall.
- LOPES, L.G., MURTA, L., WERNER, C., 2006, “Odyssey-CCS: A Change Control System Tailored to Software Reuse”, In: *Proceedings of the 9th International Conference on Software Reuse*, Torino, Italy, June. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 4039, Springer, pp. 170-183.
- LUCRÉDIO, D., 2005, *Extensão da Ferramenta MVCASE com Serviços Remotos de Armazenamento e Busca de Artefatos de Software*. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
- LUCRÉDIO, D., PRADO, A.F., ALMEIDA, E.S., 2004, “A Survey on Software Components Search and Retrieval”, In: *Proceedings of the 30th EUROMICRO Conference*, pp. 152-159, Rennes, France, August-September.
- LUQI, GUO, J., 1999, “Toward Automated Retrieval for a Software Component Repository”, In: *Proceedings of the Conference and Workshop on Engineering of Computer-Based Systems*, pp. 99-105, Nashville, TN, USA, March.
- MARINHO, A.S., 2008, *Uma Abordagem para Viabilização de Serviços e Tarifação de Componentes de Software*. Monografia de B.Sc., IM-DCC, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MARINHO, A., MURTA, L., WERNER, C., 2009a, “Extending a Software Component Repository to Provide Services”, In: *Proceedings of the 11th International Conference on Software Reuse*, Falls Church, VA, USA, September. *Lecture Notes in Computer Science*, v. 5791, Springer, pp. 258-268.
- MARINHO, A., MURTA, L., WERNER, C., 2009b, “Infra-estrutura de Serviços na Biblioteca de Componentes Brechó”, In: *Anais da Sessão de Ferramentas do III Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*, pp. 18-25, Natal, RN, Brasil, Setembro.
- MARINHO, A., SANTOS, R., MURTA, L., WERNER, C., 2009c, “Infra-estrutura de Tarifação de Componentes e Serviços na Biblioteca Brechó”. In: *Anais da Sessão de Ferramentas do III Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*, pp. 2-9, Natal, RN, Brasil, Setembro.
- MCILROY, M.D., 1968, “Mass Produced Software Components”. In: *Proceedings of NATO Conference on Software Engineering*, pp. 88-98, Garmisch, Germany,

- October. Naur, P., Randell, B. (eds), 1976, *Software Engineering*, New York, NY, USA, Petrocelli Charter.
- MEIRA, A.F., SILVA, F.Q.B., 2009, “Habillities and Behavioural Profiles of SQA Professionals Related to Process Maturity Levels”, In: *Proceedings of the XXIII Brazilian Symposium on Software Engineering*, pp. 136-144, Fortaleza, CE, Brazil, October.
- MELING, R., MONTGOMERY, E.J., PONNUSAMY, P.S., WONG, E.B., MEHANDJISKA, D., 2000, “Storing and Retrieving Software Components: A Component Description Manager”, In: *Proceedings of the 12th Australian Software Engineering Conference*, pp. 107-118, Canberra, ACT, Australia, April.
- MENDES, A.F., 2003, *Mercado Futuro de Petróleo: Origem e Desenvolvimento*. Monografia de B.Sc., Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- MERCADOLIVRE, *MercadoLivre Brasil*, 2010a. Disponível em: <<http://www.mercadolivre.com.br>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- MERCADOLIVRE, *MercadoPago*, 2010b. Disponível em: <<http://www.mercadolivre.com.br/jm/mercadopago>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- MESSERSCHMITT, D.G., 2007, “Rethinking Components: From Hardware and Software to Systems”, *Proceedings of the IEEE*, v. 95, n. 7 (July), pp. 1473-1496.
- MESSERSCHMITT, D.G., SZYPERSKI, C., 2003, *Software Ecosystem: Understanding an Indispensable Technology and Industry*. The MIT Press.
- MILI, A., MILI, R., MITTERMEIR, R.T., 1998, “A Survey of Software Reuse Libraries”, *Annals of Software Engineering*, v. 5, n. 1, pp. 349-414.
- MILI, H., MILI, F., MILI, A., 1995, “Reusing Software: Issues and Research Directions”, *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 21, n. 6 (June), pp. 528-562.
- MOORE, J., BAILIN, S., 1991, “Domain Analysis: Framework for Reuse”. In: Prieto-Díaz, R., Arango, G. (eds), *Domain Analysis and Software System Modeling*, pp. 179-203, Los Alamitos, CA, USA, IEEE Computer Society Press.
- MURTA, L., VASCONCELOS, A., BLOIS, A.P., LOPES, M., MELO JR, C., MANGAN, M., WERNER, C., 2004, “Run-time Variability through Component

- Dynamic Loading”, In: *Anais da XI Sessão de Ferramentas do XVIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pp. 67-72, Brasília, DF, Brasil, Outubro.
- MUTHIG, D., 2002, *A Light-weight Approach Facilitating an Evolutionary Transition Towards Software Product Lines*. Ph.D. Thesis, Universität Kaiserslautern, Germany.
- MYSQL, *Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL*, 2010. Disponível em: <<http://www.mysql.com>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- NAUR, P., RANDELL, B. (eds.), 1969, *Software Engineering: Report on a Conference Sponsored by the NATO Science Committee*, Garmish, Germany, 7th to 11th October 1968. Brussels, Scientific Affairs Division.
- O’BRIEN, L., HANSEN, F., SEACORD, R., SMITH, D., 2002, “Mining and Managing Software Assets”, In: *Proceedings of the 10th International Workshop on Software Technology and Engineering Practice*, pp. 82-90, Montreal, Quebec, Canada, October.
- OVERHAGE, S., THOMAS, P., 2004, “A Business Perspective on Component Trading: Criteria, Immaturities, and Critical Success Factors”, In: *Proceedings of the 30th Euromicro Conference*, pp. 108-117, Rennes, France, September.
- OVUM, *Ovum Componentware: building it, buying it, selling it*, 2010. Disponível em: <<http://www.ovum.com>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- PETTERSSON, O., 2009, “Software Ecosystems and E-learning: Recent Developments and Future Prospects”, In: *Proceedings of the International ACM Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems*, pp. 427-431, Lyon, France, October.
- PIVOTTO, C.V.C., COUTINHO, G.L., VAZ, I.P., 2008, *Uma Proposta de Mercado de Componentes de Software Baseado em Mercados Maduros*. Monografia de COS 723 – Reutilização de Software, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- POULIN, J.S., 1995, “Populating Software Repositories: Incentives and Domain-specific Software”, *Journal of Systems and Software*, v. 30, n. 3 (September), pp. 187-199.
- POULIN, J.S., CARUSO, J.M., HANCOCK, D.R., 1993, “The Business Case for Software Reuse”, *IBM Systems Journal*, v. 32, n. 4 (October), pp. 567-594.
- POUWELSE, J.A., GARBACKI, P., EPEMA, D.H.J., SIPS, H.J., 2005, “The Bittorrent P2P File-Sharing System: Measurements and Analysis”, In: *Proceedings of the*

- 4th International Workshop on Peer-To-Peer Systems*, pp. 1-6, Ithaca, NY, USA, February.
- PRESSMAN, R.S., 2009, *Software Engineering: A Practitioner Approach*. 7. ed., McGraw-Hill Science/Engineering/Math.
- PRIETO-DÍAZ, R., 1991, “Implementing Faceted Classification for Software Reuse”, *Communications of the ACM*, v. 34, n. 5 (May), pp. 88-97.
- PRIETO-DÍAZ, R., ARANGO, G., 1991, *Domain Analysis and Software Systems Modeling*. Los Alamitos, CA, USA, IEEE Computer Society Press.
- RAPOSO, R., 2007, *Brechó-ABC: Abordagem Integrada para Avaliação, Busca e Categorização de Componentes de Software*. Monografia de B.Sc., IM-DCC, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- RAVICHANDRAN, T., ROTHENBERGER, M.A., 2003, “Software Reuse Strategies and Component Markets”, *Communications of the ACM*, v. 46, n. 8 (August), pp. 109-114.
- REDHAT, *Framework Hibernate*, 2010. Disponível em: <<http://www.hibernate.org>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- RESENDE, A.R.M.L., CUNHA, A.M., RESENDE, A.M.P., 2007, *Um Modelo de Processo para Seleção de Componentes de Software*. Lavras, MG, Brasil, Editora UFLA.
- SAMETINGER, J., 1997, *Software Engineering with Reusable Components*. 1. ed. Berlin, Germany, Springer-Verlag.
- SANTO, R.E., SANTOS, R., WERNER, C., TRAVASSOS, G., 2009, “Portal EduES Brasil: Um Ambiente para Apoiar a Pesquisa em Educação em Engenharia de Software no Brasil”, In: *Anais do II Fórum de Educação em Engenharia de Software, XXIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pp. 33-40, Fortaleza, CE, Brasil, Outubro.
- SANTOS, R.P., 2008a, “Uma Visão Sociotécnica sobre o Desenvolvimento de Software com Extreme Programming”, In: *Anais do IV Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, VII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, pp. 25-36, Florianópolis, SC, Brasil, Junho.
- SANTOS, R.P., 2008b, “Elementos para uma Abordagem Sociotécnica do Desenvolvimento de Software com Extreme Programming”, *Scientia*, v. 19, n. 2 (Julho-Dezembro), pp. 102-116.

- SANTOS, R.P., SANTOS, P.S.M., WERNER, C.M.L., TRAVASSOS, G.H., 2008a, “Utilizando Experimentação para Apoiar a Pesquisa em Educação em Engenharia de Software no Brasil”, In: *Anais do I Fórum de Educação em Engenharia de Software, XXII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, Campinas, SP, Brasil, Outubro. Leite, J., Werner, C. (eds), 2008, *Monografias em Ciência da Computação*, pp. 55-64, Rio de Janeiro, RJ Brasil, Departamento de Informática da PUC-Rio.
- SANTOS, R., SANTOS, P.S., WERNER, C., TRAVASSOS, G., 2008b, “Uma Estratégia para Apoiar a Pesquisa em Educação em Engenharia de Software no Brasil”. In: *Proceedings of the 5th Experimental Software Engineering Latin American Workshop*, pp. 1-10, Salvador, BA, Brazil, November.
- SANTOS, R.P., SILVA, M.A., WERNER, C.M.L., 2009a, “Mecanismos de Classificação e de Precificação para Explorar Informações sobre o Valor de Componentes na Biblioteca Brechó”, In: *Anais da Sessão de Ferramentas do III Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*, pp. 10-17, Natal, RN, Brasil, Setembro.
- SANTOS, R.P., WERNER, C.M.L., 2008, “Uma Abordagem Baseada em Valor para Mercados de Componentes e Serviços de Software”. In: *Anais do XIII Workshop de Teses e Dissertações em Engenharia de Software do XXII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pp. 31-36, Campinas, SP, Brasil, Outubro.
- SANTOS, R.P., WERNER, C.M.L., 2009, “Uma Abordagem Baseada em Valor para um Mercado de Componentes Apoiado pela Evolução de Repositórios”, In: *Anais do III Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*, pp. 152-165, Natal, RN, Brasil, Setembro.
- SANTOS, R.P., WERNER, C.M.L., SILVA, M.A., 2009b, “Incorporating Information of Value in a Component Repository to Support a Component Marketplace Infrastructure”, In: *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Information Reuse and Integration*, pp. 266-271, Las Vegas, NV, USA, August.
- SANTOS, R.P., WERNER, C.M.L., SILVA, M.A., 2010, “Brechó-VCM: A Value-Based Approach for Component Markets”, *International Transactions on Systems Science and Applications*. A ser publicado.
- SANTOS JR, A.F., SANTOS, R.P., 2009, “Aspectos Sociotécnicos do Desenvolvimento de Software Utilizando Scrum em um Caso Prático”, In: *Anais*

- do V Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, pp. 38-49, Ouro Preto, MG, Brasil, Junho.
- SBC, 2006, *Grandes Desafios da Pesquisa em Computação no Brasil – 2006-2016*, Relatório Técnico, Sociedade Brasileira de Computação.
- SCAFFIDI, C., SHAW, M., 2007, “Toward a Calculus of Confidence”, In: *Proceedings of the First International Workshop on the Economics of Software and Computation, 29th International Conference on Software Engineering*, pp. 1-3, Minneapolis, MN, USA, May.
- SCHOTS, M., SANTOS, R., MENDONÇA, A., WERNER, C., 2009, “Elaboração de um Survey para a Caracterização do Cenário de Educação em Engenharia de Software no Brasil”, In: *Anais do II Fórum de Educação em Engenharia de Software, XXIII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pp. 57-60, Fortaleza, CE, Brasil, Outubro.
- SEACORD, R.C., 1999, “Software Engineering Component Repositories”, In: *Proceedings of the International Workshop on Component-Based Software Engineering, 21st International Conference on Software Engineering*, pp. 1-7, Los Angeles, CA, USA, May.
- SEGARAN, T., 2007, *Programming Collective Intelligence*. 1. ed., Sebastopol, CA, USA, O’Reilly.
- SHAW, M., BUTLER, S., ERDOGMUS, H., SCHMID, K., 2003, “CourseForges. Open Source Curriculum Design for Value-Based Software Engineering”, In: *Proceedings of the 5th International Workshop on Economic-Driven Software Engineering Research, 25th International Conference on Software Engineering*, pp. 4-7, Portland, OR, USA, May.
- SHNEIDERMAN, B., 1996, “The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations”, In: *Proceedings of the 1996 IEEE Symposium on Visual Languages*, pp. 336-343, Boulder, CO, USA, September.
- SHNEIDERMAN, B., PLAISANT, C., 2004, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. 4. ed., Boston, MA, USA, Addison-Wesley.
- SILVA, F.Q.B., CÉSAR, A.C.F., 2009, “An Experimental Research on the Relationships between Preferences for Technical Activities and Behavioural Profile in Software Development”, In: *Proceedings of the XXIII Brazilian*

- Symposium on Software Engineering*, pp. 126-135, Fortaleza, CE, Brazil, October.
- SOFTEX, 2007, *Perspectivas de Desenvolvimento e Uso de Componentes na Indústria Brasileira de Software e Serviços*, Relatório SOFTEX-MCT-DPCT/Unicamp.
- SOFTEX, 2009a, *Software e Serviços de TI: A Indústria Brasileira em Perspectiva*. Campinas, SP, Brasil, SOFTEX.
- SOFTEX, 2009b, *Guia de Implementação – Parte 3: Fundamentação para Implementação do Nível E do MR-MPS*, Sociedade SOFTEX, Maio de 2009.
- SOFTEX, 2009c, *Guia Geral do MPS.BR – Modelo MPS e Modelo de Referência (MR-MPS)*, Sociedade SOFTEX, Maio de 2009.
- SOFTWARESTORE, *softwarestore.com Online Store*, 2010. Disponível em: <<http://www.softwarestore.com>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- SOUZA, D.K., 2008, *Utilização de Técnicas de Visualização para a Recomendação de Substitutos*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- SPARLING, M., 2000, “Lessons Learned through Six Years of Component-Based Development”, *Communications of the ACM*, v. 43, n. 10 (October), pp. 47-53.
- STRÖBEL, M., 2003, *Engineering Electronic Negotiations – A Guide to Electronic Negotiation Technologies for the Design and Implementation of Next-Generation Electronic Markets – Future Silkroads of eCommerce*. 1. ed., New York, NY, USA, Springer.
- SUN, *Java Enterprise Edition*, 2010. Disponível em: <<http://java.sun.com/javaee>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- SZYPERSKI, C., 2003, “Component Technology – What, Where and How?”, In: *Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering*, pp. 684-693, Portland, OR, USA, May.
- SZYPERSKI, C., GRUNTZ, D., MURER, S., 2002, *Component Software – Beyond Object-Oriented Programming*. 2. ed. New York, NY, USA, Addison-Wesley and ACM Press.
- TÉBOUL, J., 2006, *Service is Front Stage: Positioning Services for Value Advantage*. New York, NY, USA, Palgrave Macmillan.
- TEIXEIRA, C.A.N., 2006, “Algumas Observações sobre os Vínculos entre a Engenharia de Software e o Pensamento Moderno”, In: *Anais do II Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, pp. 39-50, Vila Velha, ES, Brasil, Junho.

- TEIXEIRA, C.A.N., CUKIERMAN, H.L., 2007, “Por que Falham os Projetos de Implantação de Processos de Software?”, In: *Anais do III Workshop Um Olhar Sociotécnico sobre a Engenharia de Software, VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software*, pp. 1-12, Porto de Galinhas, PE, Brasil, Junho.
- TFS, *Microsoft Team Foundation Server*, 2010. Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/en-us/tfs2008/default.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- TOMAYKO, J., HAZZAN, O., 2004, *Human Aspects of Software engineering*. 1. ed., Hingham, MA, USA, Charles River Media.
- TRAAS, V., HILLEGERSBERG, J., 2000, “The Software Component Market on the Internet Current Status and Conditions for Growth”, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 35, n. 1 (January), pp. 114-117.
- TRAVASSOS, G.H., 2007, “From Silver Bullets to Philosophers’ Stones: Who wants to Be Just an Empiricist?”, In: Basili, V.R., Rombach, D., Schneider, K., Kitchenham, B., Pfhal, D., Selby, R.W. (org.), *Lecture Notes in Computer Science 4336 – Empirical Software Engineering Issues Critical Assessment and Future Directions*, p. 39, Berlin, Germany, Springer-Verlag.
- TRAVASSOS, G.H., GUROV, D., AMARAL, E.A.G., 2002, *Introdução à Engenharia de Software Experimental*, Relatório Técnicos RT-ES-590/02, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ULKUNIEMI, P., SEPPÄNEN, V., 2004, “COTS Component Acquisition in an Emerging Market”, *IEEE Software*, v. 21, n. 6 (November), pp. 76-82.
- VENKATRAMAN, N., 1994, “IT-Enabled Business Transformation: From Automation to Business Scope Redefinition”, *MIT Sloan Management Review*, v. 32, n. 2 (January), p. 73.
- VITHARANA, P., 2003, “Risks and Challenges of Component-Based Software Development”, *Communications of the ACM*, v. 46, n. 8 (August), pp. 67-72.
- WERNER, C.M.L., BRAGA, R.M.M., 2000, “Desenvolvimento baseado em Componentes”, In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Minicursos*, pp. 297-329, João Pessoa, PB, Brasil, Outubro.
- WERNER, C.M.L., BRAGA, R.M.M., 2005, “A Engenharia de Domínio e o Desenvolvimento Baseado em Componentes”. In: Gimenes, I.M.S, Huzita,

- E.H.M. (org.), *Desenvolvimento Baseado em Componentes: Conceitos e Técnicas*, pp. 57-103, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, Editora Ciência Moderna.
- WERNER, C.M.L, SANTOS, R.P., 2009, “Gerência de Reutilização de Software”, In: *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, Minicursos*, Ouro Preto, MG, Brasil, Junho.
- WERNER, C., MURTA, L., LOPES, M., DANTAS, A., LOPES, L. G., FERNANDES, P., PRUDÊNCIO, J. G., MARINHO, A., RAPOSO, R., 2007, “Brechó: Catálogo de Componentes e Serviços de Software”, In: *Anais da XIV Sessão de Ferramentas do XXI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, pp. 24-30, João Pessoa, PB, Brasil, Outubro.
- WERNER, C., MURTA, L., MARINHO, A., SANTOS, R., SILVA, M., 2009, “Towards a Component and Service Marketplace with Brechó Library”, In: *Proceedings of the IADIS International Conference WWW/Internet 2009*, pp. 567-574, Rome, Italy, November.
- WERNER, C.M.L., TRAVASSOS, G.H., ROCHA, A.R.C., CIMA, A.M., SILVA, M.F., VASCONCELOS JR., F.M., 1997, “Memphis: A Reuse Based O.O. Software Development Environment”, In: *Proceedings of the 24th International Conference on Technology of Object-Oriented Languages and Systems*, pp. 182-191, Beijing, China, September.
- WIKIPEDIA, *Kyoto Protocol*, 2010. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Kyoto_Protocol>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.
- WILES, E., 1999, *Economic Models of Software Reuse: A Survey, Comparison and Partial Validation*, Technical Report UWA-DCS-99-032, Department of Computer Science, University of Wales.
- YANG, Y., BHUTA, J., BOEHM, B., PORT, D.N., 2005, “Value-Based Processes for COTS-Based Applications”. *IEEE Software*, v. 22, n. 4 (July-August), pp. 54-62.
- YE, Y., FISCHER, G., 2001, “Context-Aware Browsing of Large Component Repositories”, In: *Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Automated Software Engineering*, pp. 99-106, San Diego, CA, USA, November.

Apêndice A – Documento de Planejamento do Survey

Survey: Análise de Elementos que Impactam o Crescimento e o Estabelecimento de um Mercado de Componentes

Objetivo

O estudo a ser executado a partir da aplicação deste *survey* tem como objetivo **analisar** o mercado de componentes mundial **com o propósito de** caracterizar a sua estrutura e organização, **com respeito à** verificação de elementos identificados na literatura que impactam o seu crescimento e estabelecimento, **sob o ponto de vista de** especialistas em Reutilização de Software e em Engenharia de Software Baseada em Componentes definidos a partir do estudo *Perspectivas de Desenvolvimento e Uso de Componentes na Indústria Brasileira de Software e Serviços* realizado por SOFTEX (2007), e do comitê de programa do Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software em 2008 (SBCARS, 2008) e em 2009 (SBCARS, 2009) **no contexto de** pesquisadores e profissionais da academia e da indústria que atuam em Engenharia de Software no Brasil, atribuindo graus de importância para cada um desses elementos.

Identificação dos objetivos segundo a abordagem GQM (BASILI, 2002):

- Objeto (o que será analisado?): *o mercado de componentes mundial*
- Propósito (por que o objeto será analisado?): *caracterização*
- Foco de qualidade (que propriedades do objeto serão analisadas?): *elementos identificados na literatura que impactam o seu crescimento e estabelecimento*
- Ponto de vista (quem utilizará os dados coletados?): *especialistas em Reutilização de Software e em Engenharia de Software Baseada em Componentes*
- Ambiente (em que ambiente será realizada a análise?): *pesquisadores e profissionais da academia e da indústria que atuam na área de Engenharia de Software no Brasil atribuindo graus de importância para cada um desses elementos.*

Caracterização

O presente *survey* tem caráter descritivo, isto é, pretende-se identificar opiniões e obter informações adicionais acerca do cenário do mercado de componentes, permitindo verificar se a percepção das estratégias pesquisadas frente a condições, problemas, inibidores e riscos identificados na literatura acadêmica e técnica, que limitam o crescimento e o estabelecimento desse mercado, está ou não de acordo com a realidade.

O *survey* será aplicado de forma não-supervisionada, ou seja, não existirá auxílio aos respondentes durante sua aplicação – estes deverão seguir apenas as instruções definidas no *survey*.

População alvo e seleção da amostra

A população alvo deste *survey* é composta por pesquisadores e profissionais da academia e da indústria que atuam na área de Engenharia de Software no Brasil, mais especificamente em Reutilização de Software e em Engenharia de Software Baseada em Componentes.

A seleção da amostra será por conveniência (amostra não probabilística), visto que os participantes serão selecionados por serem considerados especialistas, a partir do estudo *Perspectivas de Desenvolvimento e Uso de Componentes na Indústria Brasileira de Software e Serviços* realizado por SOFTEX (2007), atualizados com novos especialistas presentes no comitê de programa do Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software em 2008 (SBCARS, 2008) e em 2009 (SBCARS, 2009).

Obs.: Não foram encontrados dados exatos em algum documento ou artigo da literatura (nacional ou internacional) com relação ao número de pesquisadores e/ou profissionais que pesquisam e/ou trabalham com Reutilização de Software e com Engenharia de Software Baseada em Componentes no Brasil.

Estudo piloto

Não foi realizado nenhum estudo piloto como forma de pré-teste para avaliação este *survey* enquanto instrumento adequado para aplicação à população alvo. No entanto, a execução segue o formato do estudo realizado por (TRAAS & HILLEGERSBERG, 2000).

Texto de convite à participação do survey

Prezado pesquisador ou profissional da área de Engenharia de Software, mais especificamente com atuação em Reutilização de Software e em Engenharia de Software Baseada em Componentes,

Estamos executando uma pesquisa de opinião (*survey*) com o objetivo de caracterizar a estrutura e organização do mercado de componentes a partir de verificação e/ou identificação de elementos que impactam o seu crescimento e estabelecimento. Este *survey* faz parte de um trabalho de pesquisa realizado pela Equipe de Reutilização de Software da COPPE/UFRJ.

Seu contato foi encontrado por meio da lista de convidados e participantes do estudo *Perspectivas de Desenvolvimento e Uso de Componentes na Indústria Brasileira de Software e Serviços* realizado pela SOFTEX em 2007, e do comitê de programa do Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software em 2008 e em 2009. Gostaríamos de convidá-lo a participar desta pesquisa, preenchendo o seguinte formulário:

<https://spreadsheets.google.com/viewform?formkey=dGIVd1NNUIVWV0h1V3dsc1A2RXc3LXc6MA>

O tempo médio estimado para responder ao survey é de 15 a 25 minutos. É importante ressaltar que os dados obtidos por meio desta pesquisa serão mantidos sob confidencialidade, e serão apresentados apenas de forma agregada, de modo que um respondente não seja associado a um dado específico.

Importante: o prazo limite para envio das respostas é até às 18:00 do dia 1º de março de 2010 (segunda-feira).

Sua participação é muito importante para obtermos êxito neste estudo. Caso tenha interesse, as informações extraídas dos dados coletados serão enviadas futuramente para sua apreciação e conhecimento. Contamos com a sua contribuição!

Agradecemos desde já!

Atenciosamente,
Rodrigo Santos - COPPE/UFRJ
Profa. Cláudia Werner - COPPE/UFRJ

Referências

BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, H.D., 1994, The Goal Question Metric Approach. *Encyclopedia of Software Engineering*.

SBCARS, 2008, *II Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*. Campinas, SP, Brasil. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/sbcars2008/>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.

SBCARS, 2009, *III Simpósio Brasileiro de Componentes, Arquiteturas e Reutilização de Software*. Natal, RN, Brasil. Disponível em: <<http://www.dimap.ufrn.br/sbcars2009/>>. Acesso em: 28 fev. 2010, 17:00:00.

SOFTEX, 2007, *Perspectivas de Desenvolvimento e Uso de Componentes na Indústria Brasileira de Software e Serviços*, Relatório SOFTEX-MCT-DPCT/Unicamp.

Apêndice B – Survey

Análise de Elementos que Impactam o Crescimento e o Estabelecimento de um Mercado de Componentes

O objetivo deste *survey* é caracterizar a estrutura e organização do mercado de componentes internacional a partir da verificação e/ou identificação de elementos que impactam o seu crescimento e estabelecimento. Neste caso, o conceito de componentes não contempla apenas o de componente de software, mas consiste em um ativo reutilizável composto por um conjunto de artefatos ou elementos relacionados ao ciclo de vida de um software, que foi projetado para utilização em diferentes contextos e que esteja preparado, isto é, empacotado de maneira própria a ser reutilizado pelos processos da organização.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão mantidos sob confidencialidade, e serão apresentados apenas de forma agregada, com o intuito de não permitir que um respondente seja associado a um dado específico.

Destacamos a importância da participação de cada um neste estudo, para que seja possível compreender os aspectos que norteiam o crescimento e o estabelecimento desse mercado, em conformidade com a realidade.

O tempo estimado para responder ao *survey* é de 15 a 25 minutos.

Agradecemos desde já pela disponibilidade e participação!

OBS.: As questões marcadas com asterisco (*) são de preenchimento obrigatório. Ao final, pedimos que seja registrado o tempo total gasto para responder ao *survey*.

A. Caracterização do Participante

A1. Nome do Participante: _____*
(este campo se deve apenas à tecnologia utilizada para executar o *survey*, que não permite identificar que os convidados de fato preencheram o formulário, mas reforça-se que esta informação será mantida em sigilo)

A2. Deseja receber os resultados deste *survey* futuramente? *

- Sim
- Não

A3. Titulação: *

- Doutor
- Mestre
- Especialista
- Nível Superior
- Outro: _____

A4. Nome da instituição em que atua: _____ *

A5. Natureza da instituição em que atua: *

- Pública
- Privada

A6. Perfil de atuação ou da instituição:

- Desenvolvedores especialistas em Engenharia de Software Baseada em Componentes (visão técnica)
- Empresas de Software Fornecedoras de Componentes (visão de negócios)
- Empresas Usuárias de Componentes (visão do cliente)
- Universidade, Centro de Pesquisa, Outros (base tecnológica)
- Governo Usuário de Componentes (visão política e do cliente)
- Governo Produtor de Componentes (visão política e de negócios)
- Policy makers* (visão política/negócios/tecnologia)

A7. Estado da instituição: *

- AC
- AL
- AM
- AP
- BA
- CE
- DF
- ES
- GO
- MA
- MG
- MT
- MS
- PA
- PB
- PE
- PI
- PR
- RJ
- RN
- RO
- RR
- RS
- SC
- SE
- SP
- TO

A8. Atua na área de Engenharia de Software, no que se refere à Reutilização de Software e à Engenharia de Software Baseada em Componentes, desde: _____ *
(favor informar APENAS O ANO – e.g., 1997)

A9. Área de atuação na instituição: *

- Gerência de projeto
- Gerência de processo
- Requisitos
- Arquitetura
- Programação
- Teste
- Manutenção
- Controle da qualidade
- Outra: _____

B. Caracterização do Mercado de Componentes

Esta seção tem por objetivo caracterizar a estrutura e a organização do mercado de componentes por meio da verificação de elementos identificados na literatura que impactam o crescimento e o estabelecimento desse mercado, considerando o ponto de vista de especialistas em Reutilização de Software e em Engenharia de Software Baseada em Componentes.

Para cada elemento verificado, deve ser atribuído um valor na escala de 0 a 10 (“sem importância para o crescimento e o estabelecimento do mercado de componentes” a “muito importante para o crescimento e o estabelecimento do mercado de componentes”). Adicionalmente, pede-se que cada atribuição seja justificada. Por fim, elementos adicionais que você considere relevantes, assim como observações ou comentários pertinentes à estrutura e à organização do mercado de componentes podem ser inseridos em um campo textual livre.

B1. Definição de valor para componentes em diferentes facetas, isto é, viabilização de formas para os *stakeholders* proporem e perceberem *custos, benefícios, riscos, tempo, oportunidades, necessidades, flexibilidades, comportamento e requisitos* inerentes a um determinado componente: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B2. Análise de características de outros mercados e modelos maduros (e.g., bolsa de valores, bolsa de mercadorias e futuros, mercado de carbono, redes *peer-to-peer*, sites de leilão eletrônico etc.), visando entender e estender modelos de negócio para o mercado de componentes: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B3. Identificação dos *stakeholders* que sejam críticos para o sucesso do mercado de componentes (e.g., produtores e consumidores de componentes, intermediários, integradores, clientes ou usuários finais, fornecedores de sistemas, certificadores etc.), bem como geração de estratégias que busquem atender minimamente a cada um de seus papéis nesse mercado: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B4. Desenvolvimento de estratégias e de mecanismos que tratem aspectos não-técnicos do mercado de componentes (e serviços relacionados), por exemplo, como precificar componentes, como prover canais de comunicação, de coordenação e de colaboração entre *stakeholders*, como gerir oferta e demanda por meio do *marketing*, como realizar negociação e como utilizar a avaliação para realimentar o mercado, dentre outros: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B5. Visualização de informações necessárias para melhorar os processos de tomada de decisão, extraídas a partir de dados históricos do mercado de componentes, e que sejam úteis para os *stakeholders* envolvidos nesse mercado (e.g., formas de como comparar componentes similares para realizar a melhor aquisição): 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B6. Estabelecimento de uma cadeia de valor para o mercado de componentes, isto é, uma estrutura de circulação de valor (e de suas facetas) que integra os *stakeholders* a ações, atividades, papéis e decisões no que tange um empreendimento de software, seja um componente, um projeto, um produto, um processo, a organização ou o mercado: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B7. Desenvolvimento de arquiteturas e protótipos/ambientes que apóiem o mercado de componentes: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B8. Emergência de uma oferta de componentes de boa qualidade, que sejam facilmente encontrados, compreendidos, adquiridos e reutilizados a partir de canais de distribuição na Internet: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B9. Padronização de componentes (e.g., tratamento de questões de interface) e manutenção de um canal de comunicação entre oferta e demanda de mercado: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

B10. Desenvolvimento e aplicação de diretrizes para a realização de customizações de componentes, bem como o tratamento de questões como certificação e propriedade intelectual: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 *

Justificativa:

Expresse elementos adicionais que você considere relevantes, assim como observações ou comentários pertinentes à estrutura e à organização do mercado de componentes:

Diante dos elementos apresentados (incluindo aqueles que você adicionou) e de seus comentários e observações, em qual estágio você acredita que o mercado de componentes internacional se encontra? *

- Nunca existiu
- Não existe, mas tem potencial
- Existe, mas é fraco
- Existe, de forma colaborativa e local, entre um grupo de instituições
- Existe, de forma competitiva e global

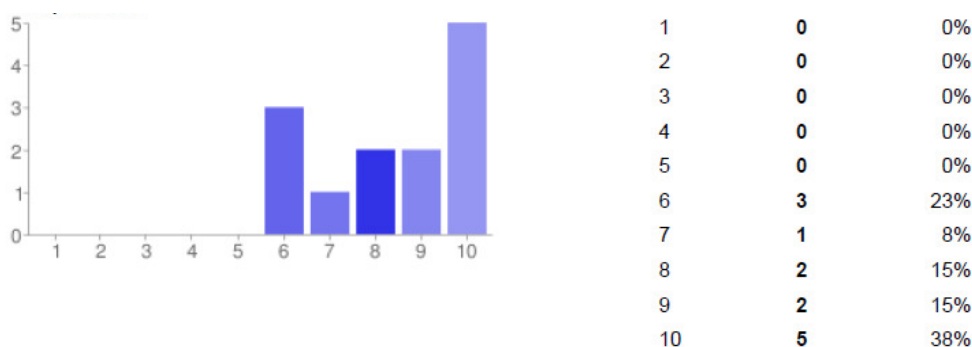
Tempo gasto para o preenchimento do *survey*: _____ *

(hh:mm)

Apêndice C – Dados Coletados pelo Survey

C.1. Elementos (e Justificativas) Expostos aos Especialistas

Questão B1. *Definição de valor para componentes em diferentes facetas, isto é, viabilização de formas para os stakeholders proporem e perceberem custos, benefícios, riscos, tempo, oportunidades, necessidades, flexibilidades, comportamento e requisitos inerentes a um determinado componente:*



C.1 - Resultado da questão B1: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“As pessoas atualmente procuram mais componentes gratuitos.”

“Fundamental. Sendo um mercado, estamos falando de comprar os componentes, ou seja, investir recursos limitados em um subconjunto de funcionalidades de software. Se os stakeholders não conseguirem ver valor ou identificar porque comprar o componente, não irão comprá-lo.”

“Esses aspectos são de suma importância para quem pensa em reutilizar um componente.”

“A classificação por facetas é extremamente importante em uma biblioteca de componentes e, conseqüentemente, a valorização por facetas também. Porém, acredito que a questão do custo tenha que andar sempre atrelada à questão de licença de uso do componente.”

“Esta questão é de suma importância uma vez que a busca por componentes adequados é totalmente dependente de uma boa classificação.”

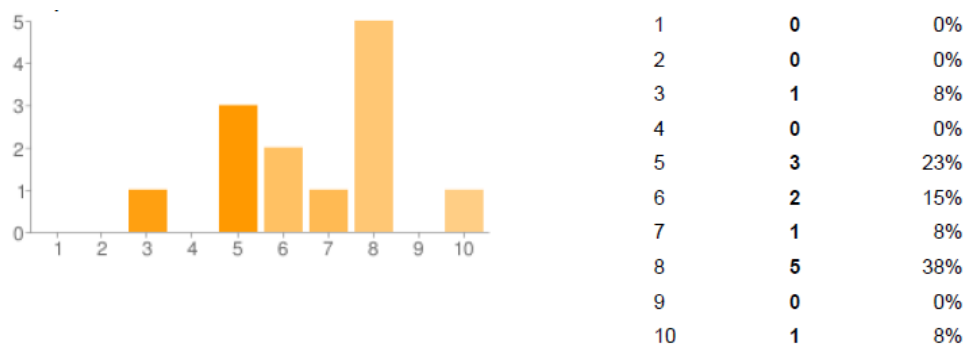
“Não existe claramente nas empresas esta definição de valor.”

“Definição de métricas quantitativas é essencial tanto para o convencimento com relação a necessidade do uso de componentes quanto para a análise com relação aos reais benefícios e custos efetivamente alcançados.”

“Acredito que valor, nas suas várias dimensões, é essencial para qualquer tipo de mercado.”

“Definição de valor para componentes auxiliaria muito.”

Questão B2. *Análise de características de outros mercados e modelos maduros (e.g., bolsa de valores, bolsa de mercadorias e futuros, mercado de carbono, redes peer-to-peer, sites de leilão eletrônico etc.), visando entender e estender modelos de negócio para o mercado de componentes:*



C.2 - Resultado da questão B2: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“É importante ter um modelo de negócios, mas o desenvolvimento de software ainda é muito primitivo nesse sentido, a tendência é a procura por aplicações completas.”

“Sim. Mercados existem desde que se criou o conceito de moeda. Esta experiência não pode ser desprezada ao se pensar em um novo tipo de mercado. Em especial, recentemente vemos a criação de mercado para produtos muito especiais, como carbono e energia. Estes produtos têm características muito próprias (não podem ser armazenados, não podem ser perfeitamente medidos), que podem inspirar soluções para resolver problemas de um potencial mercado de software.”

“Eu acredito que software e, neste caso, componentes como um todo é algo um pouco diferente da natureza de outros aspectos como a bolsa de valores. Assim, algumas características de lá, TALVEZ, possam ser incorporadas em um mercado, mas uma rigorosa análise deve ser feita.”

“A inovação em si do uso dessas características que poderia ser um grande diferencial.”

“Acho essa questão importante, mas julgo que existem outras questões mais importantes para o estabelecimento de um mercado de componentes, como a mudança cultural nas empresas e a quebra de possíveis barreiras contra o reuso, o marketing, políticas de licença, a documentação sobre o componente e a sua qualidade, além do incentivo à participação ativa dos consumidores no ciclo de vida dos componentes.”

“É importante, mas pode ser feito por demanda.”

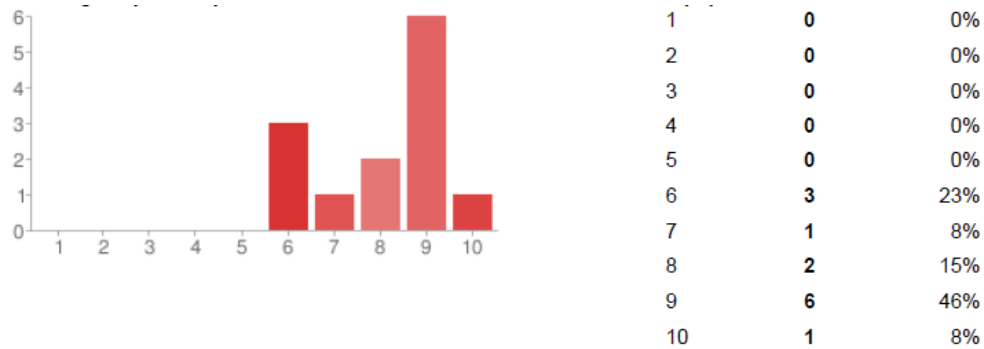
“Acredito que falte maturidade na maioria das organizações para que este tipo de análise possa ser feito.”

“Quanto mais profunda for a análise maior a chance de se chegar a um modelo mais refinado.”

“Analisar sempre é algo bom, mas é importante considerar que vários desses mercados citados têm características distintas de um mercado de componentes.”

“Não conheço outros mercados e modelos.”

Questão B3. *Identificação dos stakeholders que sejam críticos para o sucesso do mercado de componentes (e.g., produtores e consumidores de componentes, intermediários, integradores, clientes ou usuários finais, fornecedores de sistemas, certificadores etc.), bem como geração de estratégias que busquem atender minimamente a cada um de seus papéis nesse mercado:*



C.3 - Resultado da questão B3: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“A identificação do mercado é importante em qualquer negócio.”

“Fundamental. Do ponto de vista de venda, componentes de software e pasta de dentes são menos diferentes do que se possa supor. Se não mostrar valor, não vende. E o valor varia de acordo com cada comprador. Por isto é fundamental identificar para quem vender.”

“Esse é um aspecto importante, o claro conhecimento dos stakeholders e os objetivos de cada um em um mercado como esse.”

“Acho que os Gerentes de Projeto de Software também são stakeholders extremamente importantes para serem envolvidos neste processo.”

“Também acredito que possa ser por demanda, que essa identificação ocorrerá naturalmente com o decorrer do tempo.”

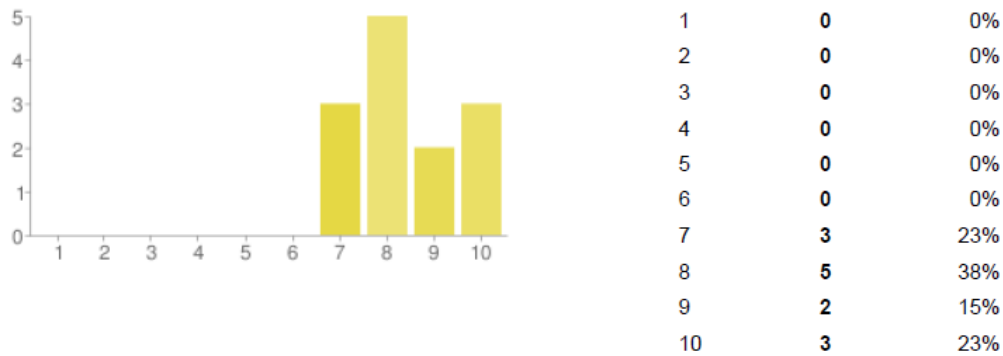
“É muito importante esta identificação dos stakeholders, mas acredito que tal definição seja ainda um passo posterior ao da definição do valor da componentização nas organizações.”

“Esse ponto é essencial em qualquer atividade associada a desenvolvimento de software.”

“Sem dúvida, tentar atender a todos os papéis envolvidos vai de alguma forma contribuir para o estabelecimento de um mercado de componentes, mas acredito que não seja fundamental atender a todos (algo focado para um determinado papel, mas com elevada qualidade, também seria muito útil).”

“A identificação dos stakeholders e a geração de estratégias são importantes.”

Questão B4. *Desenvolvimento de estratégias e de mecanismos que tratem aspectos não-técnicos do mercado de componentes (e serviços relacionados), por exemplo, como precificar componentes, como prover canais de comunicação, de coordenação e de colaboração entre stakeholders, como gerir oferta e demanda por meio do marketing, como realizar negociação e como utilizar a avaliação para realimentar o mercado, dentre outros:*



C.4 - Resultado da questão B4: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“É importante achar informação completa quando se quer adquirir um produto.”

“Importante, mas não fundamental. Hoje existe um mercado de componentes bastante forte e muitos problemas não foram totalmente resolvidos. Preço é problema de custo, mas também de mercado, de concorrência. Comunicação não é problema exclusivo de software, assim como coordenação dos agentes. Provavelmente não será tão diferente dos outros mercados. Mas existem outros temas que podem criar empresas desenvolvedoras de componentes ainda mais fortes, ou mesmo mudar o mercado. A questão de licenças e IP, por exemplo, é algo pouco explorado e muito nebuloso nos dias de hoje.”

“Aspectos não técnicos são de extrema importância para um mercado desse tipo. Até para fazer com que empresas se sintam inclinadas a entrar em um esforço desse tipo colocando parte do seu business para os reutilizadores.”

“Acho importante, mas não sei precisar o quão importante é.”

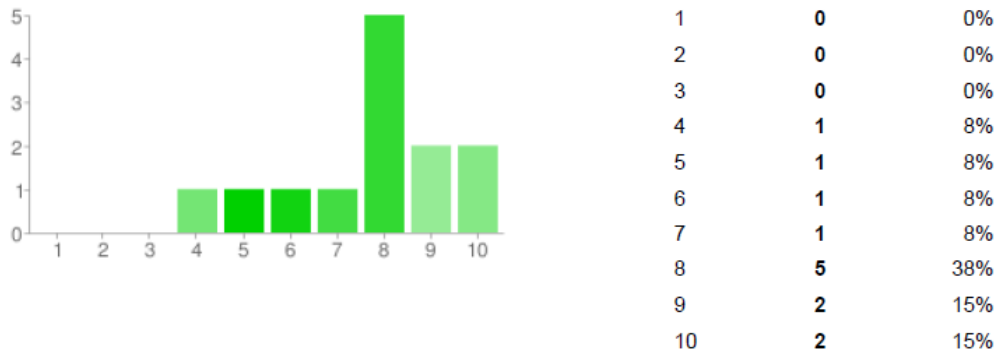
“É extremamente importante a definição de mecanismos para estes aspectos não-técnicos, pois eles interferem diretamente no valor do produto a ser desenvolvido, nas possibilidades de customização, organização de módulos, plug-ins, etc.”

“Esse nível de mecanismo não me parece ser essencial para todo o tipo de componentes, Contudo, para componentes de granularidade grossa (como serviços SOA), a importância desse tipo de mecanismo aumenta.”

“Desconsiderar aspectos não-técnicos é normalmente a razão de insucesso de diversas iniciativas.”

“Estes mecanismos devem ser bem elaborados.”

Questão B5. *Visualização de informações necessárias para melhorar os processos de tomada de decisão, extraídas a partir de dados históricos do mercado de componentes, e que sejam úteis para os stakeholders envolvidos nesse mercado (e.g., formas de como comparar componentes similares para realizar a melhor aquisição):*



C.5 - Resultado da questão B5: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“Importante, mas não fundamental. Que dados históricos seriam estes? Sob que critérios faríamos a comparação?”

“O auxílio na tomada de decisão para comprar ou não um componente não sei se seria um grande diferencial. Na verdade, eu gostaria de entender mais esse aspecto.”

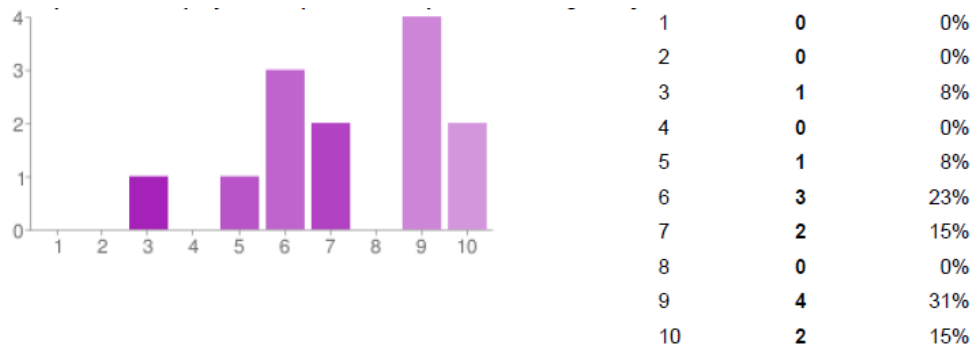
“Uma equipe que realmente se empenhe e tenha incentivo para o reuso necessita de mecanismos que auxiliem na sua tomada de decisão. Um componente bem catalogado tem grandes possibilidades de ser melhor entendido e conseqüentemente reutilizado.”

“Como as métricas, esse tipo de ferramenta também é essencial já que sem análise devida o valor das métricas é minimizado.”

“Vejo alguma importância nisso, mas acho que não é essencial.”

“Visualização de informações é realmente necessária.”

Questão B6. *Estabelecimento de uma cadeia de valor para o mercado de componentes, isto é, uma estrutura de circulação de valor (e de suas facetas) que integra os stakeholders a ações, atividades, papéis e decisões no que tange um empreendimento de software, seja um componente, um projeto, um produto, um processo, a organização ou o mercado:*



C.6 - Resultado da questão B6: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“Acho que ainda não estamos nesse nível.”

“Talvez. Mas será que é tão diferente da cadeia de valores de outros produtos?”

“Em um mercado como esse a ser criado, o grande entrave é o MODELO DE NEGOCIO a ser concebido. Esse modelo que deve ser atrativo para empresas colocarem parte do seu negocio e know-how de anos [em alguns casos lá], que desenvolvedores se sintam engajados em desenvolver algo para lá, e desenvolvedores de aplicações e empresas achem o mercado atrativo para encontrar e reusar algo que ele precisa.”

“Não acredito ser a cadeia de valor o que mais vá agregar "valor" ao componente, mas o marketing, o apoio da alta gerência, a documentação e qualidade (credibilidade) sobre o componente.”

“A pergunta é difícil para mim. Parece que as perguntas anteriores já respondem isso.”

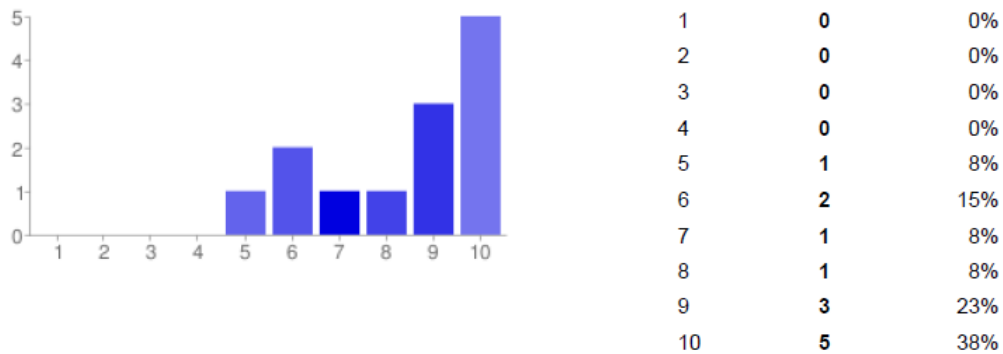
“Sim, é importante o estabelecimento de uma cadeia de valor, mas acredito que isto aconteça a partir de uma infra-estrutura de reuso muito bem estabelecida, madura, ou seja, de baixa prioridade numa escala.”

“Importante para ambientes mais maduros.”

“Não sei se entendi esse item, mas se é um modelo de negócio, acredito ser muito importante, caso contrário, ele não se sustentará.”

“Considero importante.”

Questão B7. Desenvolvimento de arquiteturas e protótipos/ambientes que apoiem o mercado de componentes:



C.7 - Resultado da questão B7: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“Sim, é importante saber como o componente se integra na aplicação, por quanto tempo se pode confiar nele (estabilidade).”

“Arquiteturas, protótipos e ambientes são viabilizadores e catalisadores de idéias. A idéia ou insight que pode criar este mercado é provavelmente mais importante do que as ferramentas que a automatizarão.”

“Como disse anteriormente, acredito que os aspectos não técnicos são os mais importantes.”

“Esta é uma das áreas essenciais e que podem alavancar o mercado.”

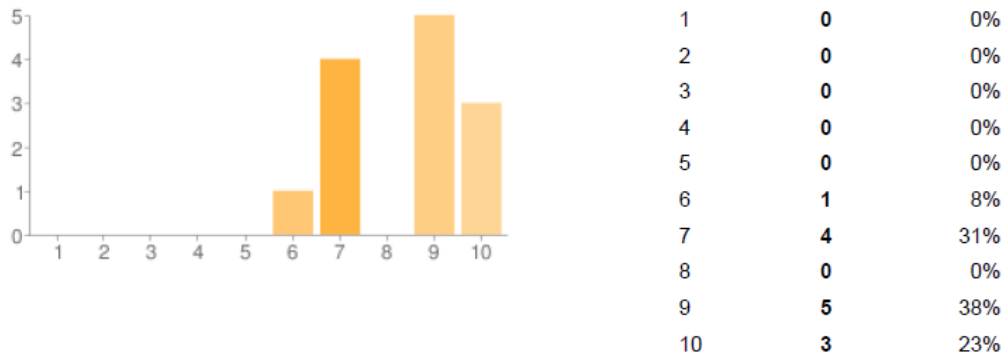
“É chave para o entendimento do reuso de um componente ou de um pacote de componentes no contexto de uma arquitetura específica. é extremamente importante ter uma infra-estrutura/arquitetura específica para este fim, e que seja ao mesmo tempo integrada ao ambiente de desenvolvimento.”

“É essencial por ser parte da infra-estrutura básica.”

“Sem um ferramental adequado, a contribuição será muito limitada para o estabelecimento de um mercado de componentes, visto que o mercado ficará somente na teoria.”

“Uma arquitetura de software e protótipos/ambientes de software que permitam a utilização dos componentes de uma forma federada apoiaria e auxiliaria a reutilização destes componentes.”

Questão B8. *Emergência de uma oferta de componentes de boa qualidade, que sejam facilmente encontrados, compreendidos, adquiridos e reutilizados a partir de canais de distribuição na Internet:*



C.8 - Resultado da questão B8: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“A disponibilidade de informações é importante, atualmente temos dificuldade até para comprar ferramentas estabelecidas no mercado.”

“Já existem bons componentes vendidos na Internet e facilmente identificáveis. Difícil é identificar os limites do que eles podem prover. Por exemplo, alguns componentes de grid funcionam melhor com determinados produtos de SGBD que outros. Mais complexo ainda, em termos de formação de mercado: os componentes que são vendidos hoje são basicamente os mesmos de 10 anos atrás. O mercado continua oferecendo componentes gráficos, travestidos nas novas tecnologias: Java, NET, SWF, JQuery, etc. O mercado de componentes de domínio é pequenos e cada vez mais tende a se perder dentro do mercado de SAS (software as service). Veja, por exemplo, o site SuperDerivatives, que oferece componentes de cálculo de opções exóticas para instituições financeiras, mas que vende muito mais o serviço de cálculo do que os componentes que realizam o cálculo. Razões? Entre elas, o serviço de cálculo pode ser comprado sob demanda, enquanto o componente exige um grande investimento na largada.”

“A busca e principalmente, BONS COMPONENTES é outro grande aspecto que deve estar presente. Para isso, o MODELO DE NEGOCIO será muito importante para atrair pessoas e empresas para colocarem componentes de boa qualidade.”

“Essa qualidade precisa estar explícita de alguma forma para o consumidor final. Um bom indicador é o número de consumidores "satisfeitos", que recomendam, aquele componente.”

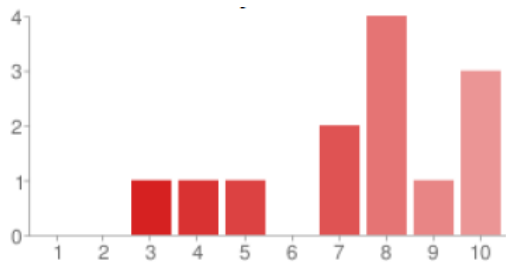
“Existem repositórios de componentes na Internet que possibilitam um canal de distribuição para este fim. Não sei o quanto que exatamente tem sido efetivo.”

“Válido somente para desenvolvimento externo.”

“Um mercado de componentes sem componentes não faz sentido.”

“A oferta de componentes seriam bem aceitos desta forma.”

Questão B9. *Padronização de componentes (e.g., tratamento de questões de interface) e manutenção de um canal de comunicação entre oferta e demanda de mercado:*



1	0	0%
2	0	0%
3	1	8%
4	1	8%
5	1	8%
6	0	0%
7	2	15%
8	4	31%
9	1	8%
10	3	23%

C.9 - Resultado da questão B9: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“Permitirá a troca de componentes e a eliminação de problemas tecnológicos.”

“Bem importante. Quanto mais os componentes se falarem, mais serão vendidos em conjunto.”

“Eu não considero a padronização, hoje em dia, como um inibidor como foi no passado.”

“Será que essa padronização seria abrangente, global? É possível estabelecer este nível de padronização?”

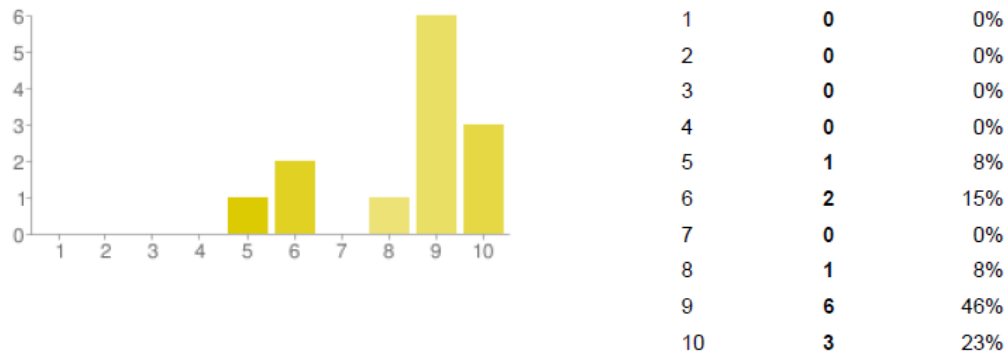
“Cada componente tem um fim e a padronização não é uma questão importante neste contexto. É difícil pensar em padronização quando estamos tratando de componentes para diferentes fins, de diferentes granularidades, com diferentes possibilidades de customização.”

“Sem padronização não há reúso --> valor do componente é minimizado.”

“Tem duas perguntas em uma nesse item. Padronização é desejável, mas não necessário (nota 5). Mas a manutenção da comunicação é algo mais importante (nota 8)”

“A padronização é extremamente importante para viabilizar a oferta e demanda de mercado.”

Questão B10. *Desenvolvimento e aplicação de diretrizes para a realização de customizações de componentes, bem como o tratamento de questões como certificação e propriedade intelectual:*



C.10 - Resultado da questão B10: número/porcentagem de especialistas por resposta (escala: 1-10)

Justificativas:

“É adicional que pode facilitar a utilização de componentes.”

“Diretrizes, exemplos, suporte e IP são fundamentais. Certificação, acho que é exagero.”

“Certificação dos componentes, ou seja, a garantia de sua qualidade e aspectos de PI são muito relevantes no mercado.”

“Essencial!!”

“Orientações para customizações são muito importantes para auxiliar o reutilizador... tais orientações são importantes para o reutilizador e para o desenvolvedor que constrói o componente reutilizável, pensando na sua futura certificação.”

“Fatores essenciais para garantir o reúso dos componentes. Sem certificação não há como garantir a qualidade do produto final.”

“Acho que é desejável, mas acredito que mesmo sem isso o mercado se ajusta por reputação. Os melhores sobrevivem.”

“Considero muito importantes.”

C.2. Elementos Adicionais, Observações ou Comentários dos Especialistas sobre a Estrutura e Organização do Mercado de Componentes

“A instabilidade e mudança constante de tecnologias de implementação dificulta enormemente o mercado de componentes. O mercado de serviços pode ser mais independente de plataforma tem progredido mais facilmente.”

“Comentário sobre a resposta da próxima questão: "existe de forma competitiva e global", mas muito focado em componentes livres-de-domínio.”

“Eu sugiro uma análise em todos os aspectos relacionados a comercialização de software fora mercados como Flashline e ComponentSource, além do amplo estudo sobre como esses mercados vem sobrevivendo [se estão], quem adquiri algo lá e porque.”

“Políticas de licença, apoio gerencial, envolvimento das empresas desenvolvedoras de software, credibilidade e marketing sobre a importância e os benefícios do reuso.”

“Componentes passarão a ser usados amplamente quando forem confiáveis e o custo de adaptação for atrativo para os clientes.”

“Considero que todas as questões são importantes para o mercado de componentes. No entanto, classifico como prioritárias um bom mecanismo de classificação, que permita encontrar componentes de forma mais precisa e disponibilidade de ferramental adequado para realizar esta busca.”

“Testes adequados, internacionalização e adaptação a contexto.”

“Nada a adicionar. Mas queria justificar a resposta abaixo. O mercado "formal" é muito fraco. Mas se considerarmos os produtos dos projetos open-source como componentes (visto a definição abrangente no início do survey), acredito que temos um mercado competitivo e global (ver, por exemplo, os sistemas de gerência de configuração SVN, GIT, MERCURIAL e BAZAAR).”

“Eu não tenho trabalhado com componentes de software desde 2004 e, por isso não me considero atualizada para colocar alguns comentários.”