

# Uma Abordagem Baseada em Valor para um Mercado de Componentes Apoiado pela Evolução de Repositórios

Rodrigo Pereira dos Santos, Cláudia Maria Lima Werner

COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil  
Caixa Postal 68511 – CEP 21945-970 – Rio de Janeiro, RJ

{rps,werner}@cos.ufrj.br

**Abstract.** *The treatment of economic aspects in Software Engineering was pointed as a challenge for the next years and Software Reuse is a strategic discipline. One of its popular techniques is Component-Based Development (CBD). CBD could not be broadly evaluated until now due to the lack of mature and well-established component marketplaces. One strong inhibitor is the lack of historical data to contribute to the definition of value for components. In this sense, this paper presents Brechó-VCM, a value-based approach to support a component market focused on stakeholders' value realization and on building a value chain.*

**Resumo.** *A incorporação de aspectos econômicos à Engenharia de Software foi apontada como um desafio e, nesse contexto, a Reutilização é uma disciplina estratégica. Dentre as suas técnicas mais populares, o Desenvolvimento Baseado em Componentes ainda não pode ser avaliado amplamente quanto aos benefícios preconizados, devido à carência de mercados maduros e bem estabelecidos. Um dos principais inibidores consiste na falta de dados históricos que favoreçam a definição de valor para componentes. Nesse sentido, este artigo apresenta a Brechó-VCM, uma abordagem baseada em valor para apoiar um mercado de componentes focado na percepção de valor dos stakeholders e na construção de uma cadeia de valor.*

## 1. Introdução

Dentre as abordagens para Reutilização, uma das mais populares é o Desenvolvimento Baseado em Componentes (DBC) [30]. DBC envolve práticas e procedimentos técnicos para projetar e codificar componentes e apoiar a construção de sistemas de qualidade com propriedades previsíveis [3]. Para isso, o processo de desenvolvimento com DBC contempla duas perspectivas, a construção de sistemas a partir de componentes (desenvolvimento *com* reutilização) e a construção de componentes propriamente dita (desenvolvimento *para* reutilização) [22]. Um elemento importante é o *repositório de componentes*, que facilita a reutilização ao longo do ciclo de vida do software com o intuito de atingir as metas de custo e produtividade [15]. No entanto, um pré-requisito para alcançar os benefícios potenciais de DBC consiste na emergência de um mercado de componentes global e corporativo [30]. Apesar do crescimento da participação de sistemas com DBC de 28% para 70%, entre 1997 e 2002 [28] [35], mercados representativos como esse raramente são encontrados (na década atual, existe uma inclinação para um mercado de serviços) e as tentativas realizadas não foram capazes de se estabelecer e rapidamente fracassaram [24], tendo como inibidores a indisponibilidade de componentes e a carência de canais de distribuição [3], além de aspectos como geração de modelos de negócio, apoio de ferramentas e propriedade intelectual [30].

Uma razão crucial para esse cenário é a falta de suporte ao armazenamento e extração de informações necessárias para melhorar os processos de tomada de decisão (extração de informação de qualidade a partir de dados históricos – específica para cada *stakeholder*), o que inviabiliza a definição de métricas, modelos de estimativa e métodos de avaliação, e, conseqüentemente, a maturidade de um mercado de componentes [12]. A Engenharia de Software Baseada em Valor (ESBV) [5] pode contribuir nesse contexto, avaliando a real importância de um mercado de componentes ao considerar todas as facetas de valor destes. A ESBV aponta a importância de analisar como essas facetas se transformam e evoluem dentro de uma cadeia de valor [28], considerando as proposições e percepções dos *stakeholders* críticos de sucesso (SCSs) [4].

Dessa forma, uma nova estratégia consiste em entender as movimentações de mercado, mais especificamente em canais de distribuição, por meio de mecanismos econômicos e de visualização baseados na extração de informação de dados históricos que favoreçam a percepção de valor de componentes, bem como a tomada de decisão dos SCSs em uma cadeia de valor. Nesse sentido, este artigo apresenta a *Brechó-VCM*, uma abordagem baseada em valor para apoiar um mercado de componentes calcado na evolução de repositórios para bibliotecas de referência que explorem e mantenham dados históricos relevantes. Para isso, a Seção 2 discorre sobre a base teórica da pesquisa; a Seção 3 apresenta a abordagem *Brechó-VCM* e a Seção 4 mostra um exemplo de uso de um de seus mecanismos, o *mecanismo de precificação*; a Seção 5 lista alguns trabalhos relacionados; por fim, a Seção 6 conclui o artigo, apontando trabalhos futuros.

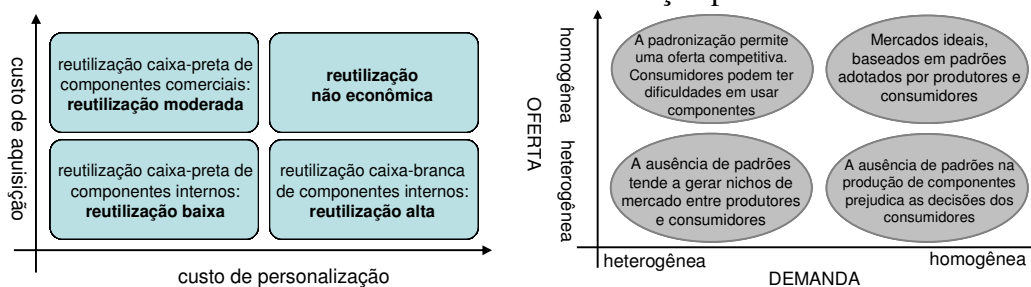
## 2. Repositórios e Mercados de Componentes e o contexto da ESBV

Um repositório de componentes é uma base preparada para armazenar componentes e informações adicionais, a fim de garantir uma recuperação eficiente [22]. Entretanto, os repositórios são apenas um dos elementos críticos de um programa estratégico de Reutilização [15]. Ou seja, identificar um componente reutilizável e sua funcionalidade é fundamental para aumentar a produtividade com DBC, levando em conta um processo de gerência de Reutilização. Além disso, repositórios de larga escala historicamente falharam, sobretudo em decorrência da sua concepção como sistemas centralizados [30]. É mais interessante obter melhores resultados com repositórios específicos de domínio e/ou de referência [22]. A Internet e a possibilidade de interconectar repositórios heterogêneos e distribuídos contribui para o crescimento de repositórios de referência. Porém, o sucesso e os benefícios preconizados por DBC estão atrelados à exploração de um mercado que exponha desafios de portabilidade, escalabilidade, confiabilidade e propriedade, além de facilitar o comércio entre produtores e consumidores [10].

Há sinais de uma indústria em torno de um mercado de componentes desde 2000 [6], notados por nichos bem definidos, componentes como mercadoria (*commodity*), linhas de produto, infra-estruturas (*frameworks*), *brokers* e consultores [3]. Os mercados podem ser caracterizados como ambientes (reais ou virtuais) que concentram o comércio de bens e mercadorias para alcançar a coordenação entre oferta e demanda [19]. Eles gerenciam transações comerciais para atingir a circulação de valor e tentam evitar atritos no processo de coordenação. No caso de componentes, a Internet representa o canal mais apropriado para estabelecer um mercado, por permitir acesso livre e global e promover a sua distribuição [32]. Além disso, esses mercados surgem da interação entre companhias especializadas em desenvolver, manter e atualizar componentes e seus cli-

entes (engenheiros de software) que têm a opção de adquiri-los de diferentes fornecedores, desde que estes sigam o mesmo modelo, contrato e interface de componente [28].

Apesar disso, alguns autores mostram que o potencial de DBC está longe de ser atingido plenamente. A reutilização de componentes pode ser enquadrada em três regiões (Figura 1) [21], de acordo com custos de aquisição e customização, e cujo tamanho dos mercados de componentes foi estimado em US\$ 64 bilhões em 2002 [20]. De fato, a realidade atual está longe disso. Por outro lado, essas regiões viabilizam uma discussão sobre o crescimento desse mercado em quatro cenários (Figura 1), combinando as dimensões *oferta e demanda*, e *homogeneidade e heterogeneidade* [33]. Infelizmente, os mercados de componentes também estão distantes da homogeneidade, apresentando características dos outros cenários e carecendo de esforços para mudar essa realidade.



**Figura 1 – Regiões (I) e Cenários (II) de Reutilização em Mercados com DBC**

Diante disso, Boehm [6] discute que a meta da Engenharia de Software é criar produtos, serviços e processos que agregam valor. Os SCSs que criam esses artefatos tentam maximizar alguma noção de valor nas decisões levando em conta metas compartilhadas ou buscando satisfazer objetivos pessoais [4]. Nesse sentido, a ESBV visa integrar considerações de valor aos princípios e práticas da Engenharia de Software por meio de um *framework* global onde essas considerações se complementam. ESBV possui sete elementos-chave [5]: (i) *análise de percepção de benefícios*, por meio da *cadeia de resultados* (a partir de uma *suposição*, uma *iniciativa* visa a uma *contribuição* que conduz a um *resultado*); (ii) *elicitação e reconciliação da proposição de valor dos SCSs*, para tratar conflitos usando gerência de expectativas, visualização, priorização e *groupware*; (iii) *análise de caso de negócio*; (iv) *gerência de risco e de oportunidade*, por meio de funções de utilidade dos SCSs (preferências *versus* resultados alternativos); (v) *engenharia integrada de sistemas e de software*; (vi) *controle e monitoramento baseado em valor* (base de dados históricos); e (vi) *mudança como oportunidade*.

A fim de entender as relações entre a Engenharia de Software tradicional e baseada em valor, uma teoria inicial de ESBV “4+1” foi desenvolvida [8]. Essa teoria combina ciência da computação, aspectos gerenciais e valores econômicos, culturais e pessoais para desenvolver sistemas intensivos de software. Existe uma máquina central, a *Teoria W Ganha-Ganha dos SCSs*, que foca em “quais valores são importantes?” e “como o sucesso é assegurado?” para um dado empreendimento (ou mercado). As quatro teorias adicionais são: (i) *teoria da utilidade*: entender como os SCSs querem vencer (*ranking* de necessidade); (ii) *teoria da decisão*: primar pela negociação baseada em planos ganha-ganha rumo ao equilíbrio da percepção de valor; (iii) *teoria da dependência*: identificar os SCSs por meio da cadeia de resultado; e (iv) *teoria do controle*: controlar o progresso do empreendimento rumo à percepção ganha-ganha.

As pesquisas em ESBV ainda se concentram em decisões de nível mais alto (e.g., processo) e focam em uma amostra de SCSs (e.g., gerentes). Criar uma ligação entre estas decisões e as cotidianas, inserindo considerações de valor e identificando os SCSs nos tópicos da Engenharia de Software (e.g., arquitetura, gerência de risco etc.) não é uma tarefa trivial [7]. Por isso, é importante usar as teorias e elementos-chave para colocar esses tópicos em prática. A presente pesquisa busca estabelecer algumas ligações, considerando os engenheiros de software em um mercado de componentes.

### 3. Abordagem *Brechó-VCM*

A *Brechó-VCM*, um acrônimo de *Value-based Component Market in Brechó*, consiste de uma abordagem baseada em valor para a criação e manutenção de um mercado de componentes. O foco está em primar pela percepção de valor dos SCSs [4] e pela manutenção de uma cadeia de valor [28]. Com relação aos ativos desse mercado, a *Brechó-VCM* considera um *conceito flexível de componente*, que consiste no conjunto dos possíveis artefatos reutilizáveis (e.g., processo, código, binário etc.). Além disso, a *Brechó-VCM* explora três estratégias (Seção 3.1) que se integram mutuamente em uma solução concretizada pela arquitetura da abordagem (Seção 3.2), através de um conjunto de mecanismos subjacentes (Seções 3.3 a 3.7), cujos detalhes são apresentados a seguir.

#### 3.1. Estratégias Utilizadas

A *Brechó-VCM* explora três estratégias: (i) motivação dos SCSs de um mercado de componentes para criar uma *cadeia de valor* usando *canais de distribuição* (e.g., *Brechó* [34]); (ii) manutenção de uma perspectiva *bottom-up* baseada na visualização de informação [23]; e (iii) entendimento de movimentações e transações de mercado (e.g., publicação, compra, avaliação, análise de mercado etc.) *no caso de componentes* [24].

A *Brechó-VCM* se baseia na existência de um *canal de distribuição*, uma entidade de referência que evolui o conceito de repositório para biblioteca *Web* com mecanismos de armazenamento, publicação, busca e recuperação de componentes focados em um mercado e na manutenção de dados históricos. Este canal de distribuição possui uma biblioteca que cataloga componentes de diversos repositórios e um conjunto de *stakeholders (brokers)* que atuam como intermediários nas transações comerciais. Ainda, este canal deve estar submetido a um Processo de Gerência de Reutilização [18] e, no contexto da *Brechó-VCM*, contempla os SCSs identificados a fim de criar uma cadeia de valor. Essa *cadeia de valor* consiste na manutenção da estrutura de circulação de valor em um ambiente de mercado, incluindo o mapeamento de decisões (ações), atividades, papéis e artefatos em torno das proposições e percepções de valor dos SCSs [24]. Esses SCSs representam um conjunto de agentes bem caracterizado e ajustado dinamicamente (no tempo e no espaço) e corroboram para delinear uma configuração de mercado que reflita as suas proposições de valor. Por meio da *teoria da dependência* de ESBV, foram identificados quatro SCSs principais nesse mercado: (i) *produtores*, responsáveis por desenvolver ativos reutilizáveis e publicá-los no canal de distribuição; (ii) *consumidores*, responsáveis por adquirir ativos reutilizáveis; (iii) *gerentes de negócio*, responsáveis por analisar o mercado e manter o canal de distribuição ao longo do tempo (podem ser automatizados); e (iv) *gerentes da biblioteca*, responsáveis por manter a qualidade da biblioteca e a organização dos ativos reutilizáveis. A Figura 2 apresenta a cadeia de valor para um mercado de componentes na *Brechó-VCM*, adaptado de [28],

mostrando um fluxo de interação comum para o desenvolvimento com DBC, o canal de distribuição e os quatro SCSs identificados acima, além de outros agentes envolvidos.

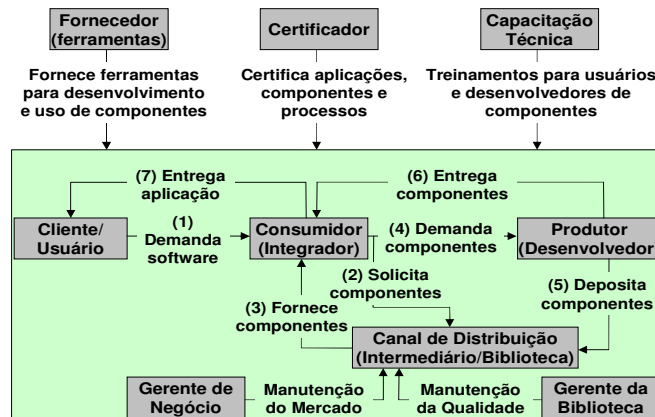


Figura 2 – Cadeia de Valor para um Mercado de Componentes na Brechó-VCM

Diante disso, entende-se que a cadeia de valor é um instrumento fundamental para manter uma base de dados históricos de uma organização e do mercado, e *vice-versa*. A partir desses dados, informações importantes podem ser extraídas e utilizadas pelos SCSs envolvidos para melhorar processos de tomada de decisão ao longo do tempo (e.g., “como precificar artefatos de um componente?”, “como avaliar produtores e consumidores?” etc.). Nesse sentido, a *Brechó-VCM* considera um conjunto de *facetas* na definição de valor de um componente, ou seja, busca explorar não apenas *custos e lucros*, mas *benefícios, riscos, tempo, oportunidades, necessidades, flexibilidades, comportamento e requisitos* [4]. Além disso, a *Brechó-VCM* contempla dois contextos distintos: *comercial* (cenário competitivo, para mercados globais) e *cooperativo* (cenário colaborativo, inter ou intra-organizacional). Isso é possível devido à utilização do conceito de *crédito*, 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 da abordagem por causa da carência de dados para a definição de valor para componentes [14], sendo esta definição um pré-requisito, almejado pela *Brechó-VCM*.

Com base nessa premissa, a *Brechó-VCM* usa uma metodologia para definição de valor para componentes diferente daquelas que tradicionalmente tentam entender o mercado sob uma perspectiva *top-down*, isto é, desenvolver métricas e modelos de forma menos sistemática (carência de dados históricos) e sem considerar formalismos estatísticos da área de Economia e Finanças [16] para descrever o comportamento de ativos. Os riscos agregados à perspectiva *top-down* dificultam a transferência de tecnologia e a verificação de teorias e ferramentas, devido às incertezas nos modelos genéricos existentes. Isso originou a segunda estratégia explorada para a construção da *Brechó-VCM*: estudar 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 suas proposições de valor. Assim, métricas, modelos e métodos (e.g., análise de investimento) mais confiáveis podem ser desenvolvidos, baseados em dados organizados passíveis de extração de informação, analogamente ao que ocorre em outros mercados. Isso representa a perspectiva *bottom-up* explorada pela *Brechó-VCM*.

Em suma, a idéia da *Brechó-VCM* não está na definição de modelos econômicos que automatizem as decisões dos SCSs em um mercado, mas na proveniência de meios

que tornem essas decisões baseadas em valor, levando em conta diferentes aspectos (*facetas de valor*) e diferentes pontos de vista (SCSs). Finalmente, a *Brechó-VCM* gerencia o processo de *proposição* e *percepção* de valor contemplando os momentos de *produção* e de *reutilização*, visando manter a abordagem integrada à cadeia de valor.

### 3.2. Arquitetura da Abordagem

A arquitetura da *Brechó-VCM* é composta por um *canal de distribuição* e por um *conjunto de repositórios distribuídos* (Figura 3). Este canal agrega um *conjunto de intermediários* (*stakeholders* e/ou máquinas virtuais) e uma *biblioteca de referência*, cuja garantia do Processo de Gerência de Reutilização é responsabilidade dos *gerentes da biblioteca*. Esta biblioteca apresenta uma *base de dados históricos*, que favorece o desenvolvimento da perspectiva *bottom-up*. Além disso, a biblioteca de referência é estendida para garantir a manutenção do mercado pelo *módulo financeiro*, um conjunto de automatizações (totais/parciais) de *gerentes de negócio* que propiciam a criação, proposição e percepção de valor nas decisões dos SCSs. O módulo financeiro reúne cinco mecanismos principais para explorar aspectos econômicos que reflitam os perfis dos SCSs: o *mecanismo de precificação*, de *marketing*, de *avaliação*, de *negociação* e de *visualização*. Com base nesse aparato arquitetural, *produtores* e *consumidores* interagem para desenvolver 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*. Assim, a dinâmica provida pela *Brechó-VCM* favorece a manutenção da cadeia de valor e, conseqüentemente, o estabelecimento de um mercado de componentes que considere a proposição e a percepção de valor dos SCSs.

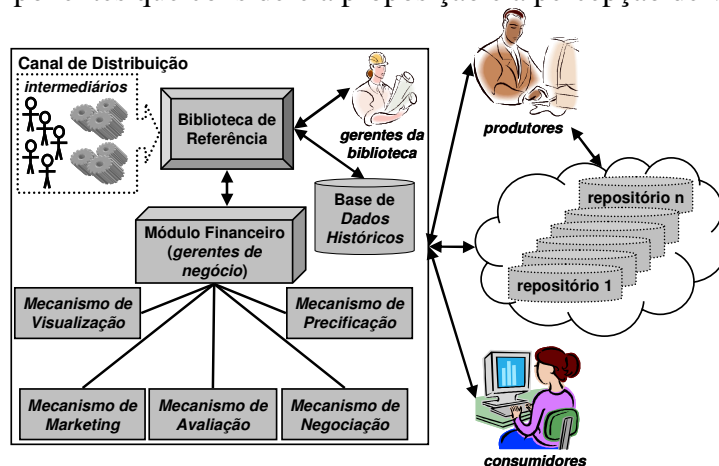


Figura 3 – Arquitetura da *Brechó-VCM*

### 3.3. Mecanismo de Precificação

O *mecanismo de precificação* analisa como o valor pode ser percebido quantitativamente pelos SCSs, referindo-se às diferentes perspectivas (*produtores* e *consumidores*) envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de *precificação* e de *aquisição*). Esse mecanismo trata as diferentes facetas de valor de um componente na forma de um número, o *crédito*, que corresponde à moeda utilizada. Sob a perspectiva do produtor, este mecanismo apóia dois perfis conjugados e suas combinações: produtores *iniciantes* e *experientes* no mercado, e componentes que representam uma *inovação* ou que possuem *similares* no canal de distribuição. Esses perfis estão baseados na teoria de ESBV e considera o elemento-chave controle e monitoramento baseado em valor.

Para a atividade de precificação de artefatos de componente, a *Brechó-VCM* apresenta dois modelos. O *Modelo de Precificação Clássica* possui por três modelos específicos baseados em equações da Economia, *Modelo Mark-Up*, *Modelo Amortizado* e *Modelo de Retorno de Investimento* [16]. Esse modelo foi adotado em decorrência das carências relativas a modelos que descrevem o valor de um componente com base em análises estatísticas de dados históricos. Para utilizá-lo, o produtor seleciona um dos três modelos específicos e configura parâmetros para obter um diagnóstico (faceta de valor *custos*). A sua natureza permite verificar a sua adequação para (*mas sem limitar a*) produtores *experientes* (sabem quais informações precisam para precificar artefatos) e quando um componente é uma *inovação* (sem similares para análise de mercado).

Visando produzir dados que reflitam as proposições de valor dos SCSs e que permitam futuros tratamentos matemáticos, foi desenvolvido o *Modelo de Precificação de Mercado*. Este modelo se baseia em uma análise de informações de atributos de artefatos similares no mercado, extraídos da *base de dados históricos*. Este modelo traz conceitos da *área de serviços*, de forma que um componente seja encarado como um produto envolvido pela subjetividade e abstração dos serviços durante a percepção de seu valor [31] e tendam a ter um comportamento médio em mercados reais, analogamente a outros ativos. Assim, esse modelo é adequado para (*mas não limitado a*) produtores *iniciantes* (podem não saber como precificar componentes) e em situações onde existem artefatos similares no mercado.

O Modelo de Precificação de Mercado trabalha com o conceito de *similaridade histórica*, uma combinação entre *similaridade sintática* (lado do produtor) e *similaridade de mercado* (lado do consumidor). No momento em que o produtor está cadastrando um artefato, uma recuperação de artefatos similares é realizada, que pode ser atestada (via documentação) ou refinada por informações qualitativas: *características tecnológicas*, *categorias associadas* e *data de criação* (facetas de valor *requisitos*, *comportamento* e *tempo*). Após isso, informações do estado atual do mercado são calculadas, como *preço médio*, *avaliação média* e *número médio de consumidores* dos artefatos similares “ativos”. Pela *similaridade de mercado*, cada um desses artefatos é relacionado aos demais, considerando o grau de *credibilidade* do produtor (em função de *reputação* e *experiência*, Seção 3.5) e a *similaridade histórica* existente entre eles, através de inteligência coletiva [26] e da teoria inicial de ESBV com foco na proposição de valor dos SCSs e na cadeia de resultados. Assim, os produtores vão contribuindo para ampliar a semântica de mecanismos de busca e recuperação da biblioteca de referência.

Por fim, os consumidores adquirem componentes com intermediários ou na biblioteca de referência. Neste caso, após selecionar um componente, o consumidor pode consultar os seus *similares*, selecionando um *grau de similaridade histórica*, o que melhora a busca e comparação entre similares devido à sua semântica embutida (facetas de valor *necessidades* e *benefícios*). Isso também contribui para a construção de perfis de consumidores baseados em compras no *mecanismo de marketing* (Seção 3.4). Além do grau de similaridade histórica, o consumidor pode explorar o valor do componente ao solicitar a ordenação dos artefatos similares (faceta de valor *comportamento*) por atributos como *avaliação dos artefatos*, *avaliação dos produtores* e *preço*, e/ou filtrar por *categorias associadas* (faceta de valor *comportamento*). Ou seja, a ação dos produtores permite que a faceta de valor *oportunidades* seja explorada, pois os componentes poderão ser recuperados por consumidores a partir de buscas por componentes similares.

### 3.4. Mecanismo de Marketing

O *mecanismo de marketing* explora características dos SCSs e dos componentes para promover o mercado, considerando as diferentes perspectivas e decisões envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de *análise de mercado*, de *manutenção de componentes* e de *verificação da demanda de mercado*, e atividades de *verificação da oferta de mercado* e de *manutenção de recomendações*). Esse mecanismo trata as transações de mercado por meio de créditos virtuais, os *pontos*, e requer um mecanismo de categorização hierarquizada, baseando-se nas teorias adicionais de ESBV (destaque: *teoria do controle*) e considerando o elemento-chave análise de percepção de benefícios.

Esse mecanismo apresenta quatro modelos que manipulam dados históricos. O *Modelo Diferencial* se refere à manutenção periódica de categorias especiais para equilibrar o mercado, *destaques* e *promoções*. O *Modelo Customizado* corresponde à manutenção das preferências do consumidor (categorias de interesse). O *Modelo de Recomendação* formula sugestões de compras através algoritmos de inteligência coletiva [26] com foco na criação de perfis de consumidores que refletem o seu histórico de compras, utilizando o Modelo Customizado para filtrar sugestões por categorias de interesse. Por fim, o *Modelo de Ranking* consiste na existência de outra categoria especial, *top 10*, referente aos *componentes mais vendidos*, *mais bem avaliados* e os *produtores de maior reputação* (*mecanismo de avaliação*, Seção 3.5), explorando a faceta de valor *riscos*.

Um produtor pode realizar uma análise de mercado para visualizar informações relativas às transações comerciais e entender as relações entre oferta e demanda: *categorias que mais movimentaram o mercado*, *categorias que mais tiveram componentes publicados* e *componentes mais vendidos*. O produtor pode também manter o seu catálogo de componentes. De acordo com a unidade temporal adotada (e.g., mês), os componentes “ativos” são submetidos à *verificação estatística de outliers* no canal de distribuição, que os divide em grupos, de acordo com o volume financeiro por item/tempo: *outliers positivos*, *comportamento médio* e *outliers negativos*. Para os casos extremos, notificações e marcações devem explicitar seu comportamento e ações periódicas são mostradas aos produtores visando manter o mercado: (i) no primeiro caso (*outlier positivo*), o produtor pode acionar o Modelo Diferencial para seu componente (categoria *destaques*, faceta de valor *benefícios*), ou receber *pontos* em função do *valor financeiro por item/consumidores*; e (ii) no segundo caso (*outlier negativo*), o produtor pode acionar o Modelo Diferencial para seu componente (categoria *promoções*, faceta de valor *oportunidades*), ou tornar o componente “inativo”. O produtor pode verificar ainda a demanda de mercado, por meio do *feedback* dos consumidores, relativo a *sugestões de demanda* providas *mecanismo de avaliação* (Seção 3.5), bem como visualizar as demandas gerais de mercado (*fórum de sugestões*) – expondo as facetas de valor *oportunidades* (manutenção evolutiva) e *flexibilidades* (manutenção adaptativa).

Por sua vez, um consumidor acessa o canal de distribuição e pode explorar a oferta de mercado, por meio dos Modelos Diferencial e de *Ranking*, que ampliam a percepção da faceta de valor *riscos* por serem fontes de evidência de confiabilidade [25]. Junto a isso, o Modelo Customizado permite a notificação de componentes de interesse do consumidor (proposição de valor). Por outro lado, o Modelo de Recomendação analisa o histórico de compras de um consumidor e descobre possíveis grupos, sugerindo os componentes mais bem avaliados e comuns no histórico de compras dos consumidores



desses grupos, realçando as facetas de valor *benefícios* (avaliação de grupos) e *oportunidades* (similaridade histórica dos componentes).

Por fim, o mecanismo de *marketing* usa *pontos de fidelidade* para estimular as movimentações do mercado. Os consumidores adquirem *pontos* na aquisição de componentes, acumulados após as atividades de avaliação (Seção 3.5) e os produtores adquirem *pontos* em gratificações por componentes *outliers positivos* e/ou pela transferência de *pontos* de consumidores. Caso um produtor seja um consumidor, e *vice-versa*, os *pontos* são acumulados em conjunto. Dependendo do perfil do SCS, o resgate de *pontos* pode ser uma decisão: *caso seja um consumidor* (sem componentes “ativos”), pode habilitar descontos automáticos em suas aquisições; e *caso seja um produtor* (e *consumidor*), pode habilitar descontos automáticos na retenção de *encargos* do canal de distribuição (ou realizar seu papel de consumidor). Isso compõe a análise de percepção de benefícios e permite, em longo prazo, realizar uma análise de caso de negócio.

### 3.5. Mecanismo de Avaliação

O *mecanismo de avaliação* permite extrair informações sobre a confiabilidade dos SCSs e de componentes. Esse mecanismo combina fontes de evidência sobre a confiabilidade de mercado (avaliações de componentes e reputação de produtores [25]), referindo-se a diferentes perspectivas envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de *avaliação* e de *réplica*). Além disso, esse mecanismo trata aspectos de *reputação* e *experiência*, tomando como base as teorias adicionais de ESBV (destaque: *teoria da utilidade*) e o elemento-chave gerência de risco e de oportunidade. A *reputação* de um SCS é uma informação extraída do mercado em função da média dos *graus de avaliação* recebidos e ponderados pela *reputação* dos SCSs que avaliaram; nesse caso, os *graus de avaliação* correspondem a três opções: *positivos* (+1), *neutros* (0) e *negativos* (-1). Por outro lado, a *experiência* é uma informação extraída do perfil de um SCS em relação ao conjunto dos SCSs do mercado (razão entre o seu tempo de atuação e o delta de tempo entre os SCSs “ativos” há mais tempo e há menos tempo no mercado).

A avaliação realizada pelo consumidor acontece após a aquisição de um componente e apresenta duas perspectivas: *avaliação do componente* e *avaliação do produtor*. A avaliação do componente agrega um *grau de satisfação* e uma *descrição textual* que contempla comentários gerais (e.g., elogios e críticas), e pode ser realizada durante um certo período de tempo (e.g., 21 dias após a compra/venda [17]). Adicionalmente, para apoiar o *mecanismo de marketing* (Seção 3.4), *sugestões de demanda* são requeridas, visando identificar *necessidades*. A avaliação do produtor, por sua vez, é realizada pela atribuição de um *grau de avaliação* (importante para cálculo da reputação) e uma *justificativa textual* (*feedback*). Esse tipo de avaliação acontece de forma análoga para consumidores. Diante disso, um SCS deve ser notificado e ter um período de tempo para realizar uma *réplica*, de fácil administração, uma vez que afeta outros mecanismos (e.g., Modelo de Ranking do *mecanismo de marketing*, Seção 3.4) e o valor agregado dos componentes (faceta de valor *riscos*). Essa troca de informações permite a um SCS perceber o perfil de outro SCS durante a execução de uma negociação (Seção 3.6).

### 3.6. Mecanismo de Negociação

O *mecanismo de negociação* gera uma interface produtor-componente-consumidor para manter o funcionamento do mercado, propiciando conciliação de valor dos SCSs. Este

mecanismo (i) insere um grau de contato entre SCSs para minimizar a faceta de valor *riscos* relativa a mercados baseados na Internet [32] e (ii) explora a faceta de valor *flexibilidades* ao favorecer customizações de transações. Esse mecanismo também considera as perspectivas envolvidas em uma instância da cadeia de valor (atividades de *negociar* e de *customizar transações comerciais* [29]) e trata as informações históricas dos SCSs em dois contextos: *perfil do produtor*, visível para consumidores; e *perfil do consumidor*, visível para produtores. Ambos os perfis agregam informações de *reputação* e *justificativas textuais* e *réplicas* associadas (*mecanismo de avaliação*, Seção 3.5); *contratos de compra e venda* firmados; e *porcentagem de negociações efetivadas* e o *total de negociações solicitadas* (considerando cada perfil), tanto no mercado como em uma interface produtor-consumidor específica. Esse mecanismo realça a *teoria da decisão* em ESBV e considera o elemento-chave controle e monitoramento baseado em valor.

Um consumidor pode negociar transações imediatamente antes da aquisição de um componente, ou seja, após a seleção deste para um *carrinho de compras* [2]. Além de consultar as avaliações do componente, o consumidor visualiza o *perfil do produtor* e obtém uma percepção do valor agregado ao componente pelo produtor. Caso decida prosseguir, o consumidor aciona o *processo de negociação*, descrevendo textualmente seus motivos (facetas de valor *custos*, *necessidades* e *flexibilidades*) e aguarda uma notificação. O produtor será notificado para consultar o *processo de negociação* e visualizar o *perfil do consumidor*, escolhendo entre três opções: *aceitar*, *renegociar* ou *não aceitar*. No primeiro caso, o produtor acessa a compra do consumidor, realiza customizações e aguarda a apreciação do consumidor. No segundo caso, o produtor acessa o *processo de negociação* para dialogar com o consumidor, o que pode gerar um ciclo de notificações até atingir um outro caso. Por fim, no terceiro caso, o produtor encerra a negociação (*não efetivada*) e o consumidor é notificado. Dessa forma, os dois primeiros casos favorecem um ciclo de alternância recíproca rumo a um acordo (negociação *efetivada*) ou à desistência do consumidor (negociação *não efetivada*). Porém, no primeiro caso, o consumidor pode encerrar uma negociação ao aceitá-la (negociação *efetivada*). Assim, o elemento-chave elicitação e reconciliação da proposição de valor é atendido.

### 3.7. Mecanismo de Visualização

O *mecanismo de visualização* explora perspectivas para exibir as informações extraídas da *base de dados históricos*, atuando como um facilitador para os outros mecanismos e para a manutenção da cadeia de valor presente no mercado de componentes. A *base de dados históricos*, por sua vez, consiste de uma expansão da base de dados gerenciada pela biblioteca de referência para conter ou replicar dados passíveis de persistência e de manipulação no contexto mercadológico subjacente. Esses dados foram discutidos no cenário de atuação de cada gerente de negócio automatizado (Seções 4.3 a 4.6). Dentre as informações visualizadas que permitem aos SCSs terem *insights* e manterem o mercado por meio de ações e atividades em uma cadeia de valor, estão [27]: (i) *sumários*: máximo, mínimo, média e porcentagem; (ii) *busca*: saber que item encontrar; (iii) *padrões*: tendências, frequências; (iv) *outliers*: exceções; (v) *relacionamentos*: múltiplas interações; (vi) *tradeoff*: combinação e máximos e mínimos; (vii) *clusters*: grupos, similaridades; (viii) *camínhos*: conexões múltiplas; (ix) *anomalias*: erro nos dados.

#### 4. Um Exemplo de Utilização: O Caso do Mecanismo de Precificação

A *Brechó-VCM* faz parte do *Projeto Brechó* [9], que visa construir a biblioteca *Brechó* [34], e sua implementação transforma a *Brechó* em uma biblioteca de referência para apoiar o mercado de componentes. A *Brechó* é um sistema de informação *Web* com uma base de dados de componentes, produtores e consumidores, e com mecanismos de armazenamento, documentação, publicação, busca e recuperação de componentes e serviços de software. A *Brechó* permite a aquisição de diferentes conjuntos de artefatos empacotados ou disponibilizados na forma de serviços, 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. A *Brechó* também gerencia um mapa de reutilização (contratos entre produtores, consumidores e componentes) e o estabelecimento e inferência de dependências entre componentes. Inicialmente, foi desenvolvido o *mecanismo de tarifação* para coordenar formas de aquisição ou uso de artefatos ou serviços de componentes publicados ao combinar os modelos *pré* e *pós-pago* do domínio de telecom e conceitos do domínio bancário. Partindo do fato de que a *Brechó* representa uma evolução de um repositório para uma biblioteca, a *Brechó-VCM* representa a evolução de uma biblioteca para uma entidade de referência para um mercado de componentes.

A fim de demonstrar o gerente de negócio automatizado pelo *mecanismo de precificação*, será utilizada a cadeia de valor relativa às atividades de *precificação* e *aquisição* de componentes, com a preocupação de demonstrar uma parte da implementação realizada. Considere o momento em que um produtor realiza a atividade de precificação do artefato binário do componente *Odyssey MDA 2.0*. Ao cadastrar o artefato e acionar o *Assistente de Precificação*, o produtor pode escolher entre os Modelos de Precificação Clássica (Figura 4) e/ou de Mercado (Figura 5). Caso escolha o primeiro modelo, o produtor pode utilizar três modelos específicos. No exemplo, o produtor escolheu o Modelo de Retorno de Investimento, configurou alguns parâmetros e obteve um diagnóstico acerca do artefato em questão. Por outro lado, caso escolha o segundo modelo, artefatos similares (*similaridade sintática*) são recuperados e podem ser refinados por filtros de documentação e/ou categorias hierarquizadas, como mostrado no exemplo.

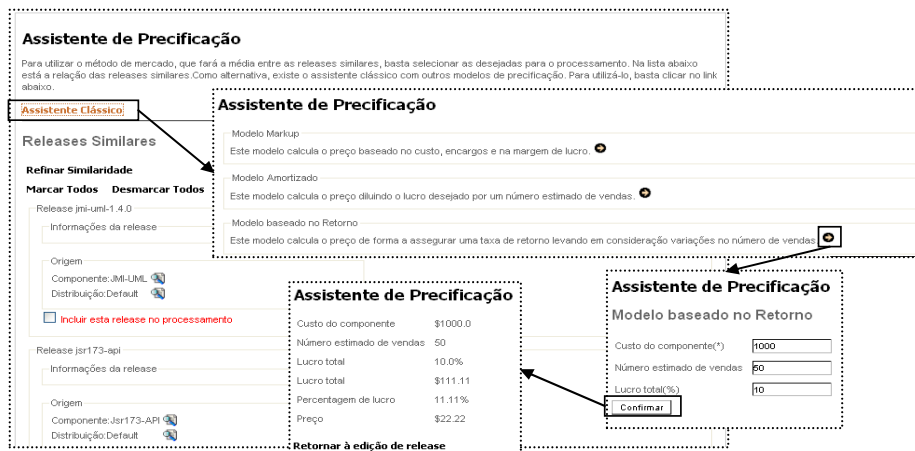


Figura 4 – Modelo de Precificação Clássica na *Brechó*

A partir disso, o produtor deve selecionar os artefatos que considere realmente similares, podendo consultar a documentação de cada um deles (ícones *Detalhes*). Ao confirmar a seleção, informações extraídas de dados históricos dos artefatos similares

são exibidas, como explicado na Seção 3.3 (e.g., *preço médio*), contribuindo para a construção da *similaridade de mercado* (de acordo com a *credibilidade* do produtor), e o produtor pode aceitar ou não o preço sugerido. Com relação à atividade de aquisição, a Figura 6 mostra um consumidor no momento imediatamente anterior à recuperação do componente *Odyssey MDA 2.0*. Nesta ocasião, o consumidor pode consultar os componentes similares, refinando este conjunto por um *grau* baseado na *similaridade histórica*. Assim, após verificar a sua proposição de valor, o consumidor associa uma licença e adiciona o componente ao *carrinho de compras* (ícone *Meu Carrinho*).

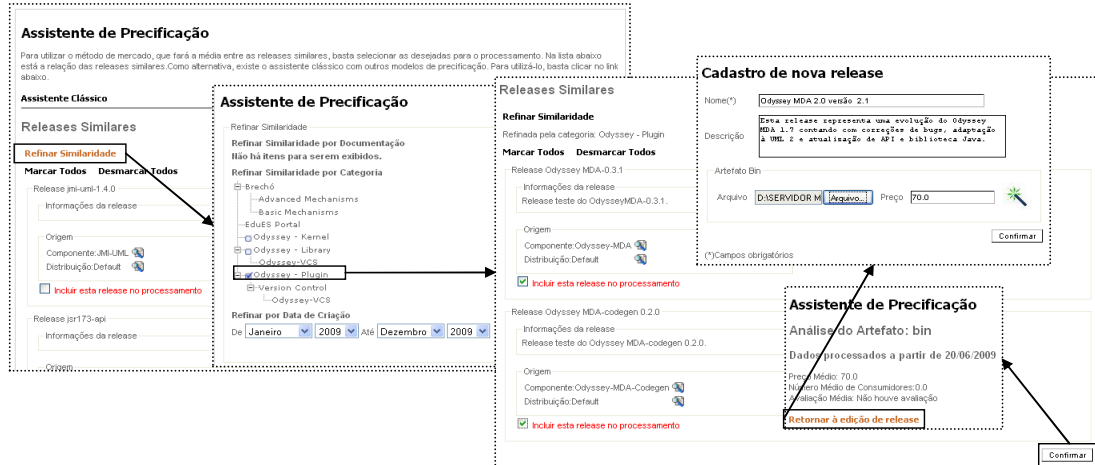


Figura 5 – Modelo de Precificação de Mercado na Brechó

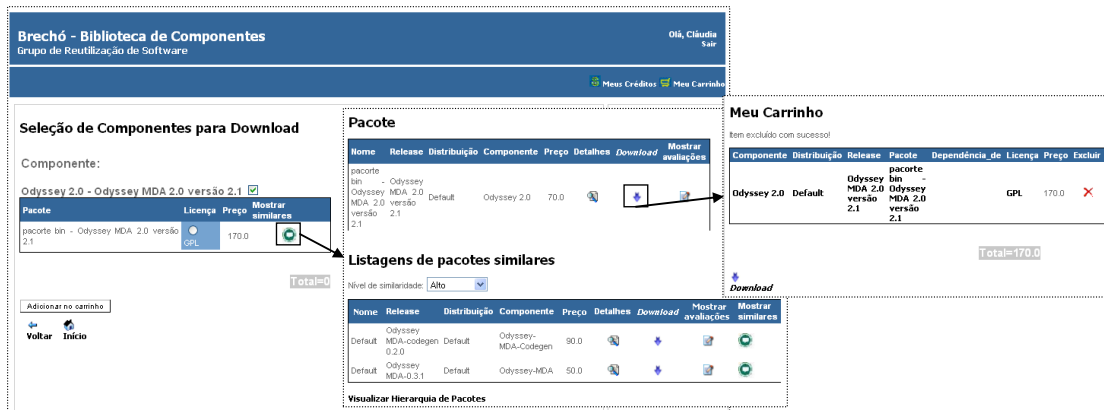


Figura 6 – Atividade de aquisição de um componente pelo consumidor

## 5. Trabalhos Relacionados

Alguns trabalhos importantes na última década tentaram investigar aspectos de análise de investimento e definição de valor para componentes [1] [12] [13] [35]. No entanto, as pesquisas possuem foco em decisões de nível mais alto e não exploram ambientes de mercado. Brereton *et al.* [10] desenvolveram uma infra-estrutura para um mercado com DBC, *CLARiFi*, que estabelece papéis e modelos para melhorar a classificação, certificação, padronização, *ranking*, seleção e visualização de componentes com base em propriedades não-funcionais. No entanto, *CLARiFi* carece de mecanismos para qualificar e quantificar as facetas de valor e não explora os SCSs. Overhage & Thomas [19] propõem um modelo de ambiente de mercado, *CompoNex*, baseado na teoria dos mercados perfeitos, na ruptura de nichos e no tratamento de dados. Apesar de melhorar o processo

de compra e venda, *CompoNex* não cria uma cadeia de valor, em que as decisões dos SCSs refletem um ambiente de mercado, e foca na busca e recuperação.

Existem alguns repositórios de componentes na forma de ferramentas *Web* e *ComponentSource* [11] é o maior exemplo de um ambiente de mercado para DBC [30], possuindo mecanismos para atrair SCSs (e.g., promoções, suporte via fórum etc.). Porém, *ComponentSource* apresenta um déficit no tratamento de dados históricos para melhorar a tomada de decisão dos SCSs (e.g., permitir análises de mercado e manipulação de *feedback*) e carece de ações para homogeneizar o mercado. Assim, a *Brechó-VCM* tenta prover soluções para alguns pontos fracos das abordagens acima ao explorar ESBV em mercados de componentes, identificando e caracterizando os SCSs e uma cadeia de valor. Além disso, a *Brechó-VCM* considera informações extraídas de dados históricos para aumentar o valor agregado e explorá-lo em tomadas de decisão.

## 6. Conclusões

Considerando que DBC não pôde ser avaliado quanto aos benefícios preconizados, devido às carências de mercados maduros e bem estabelecidos e de informações que viabilizem a definição de valor para componentes, este artigo apresentou a *Brechó-VCM*, uma abordagem baseada em valor para apoiar um mercado de componentes calcado na evolução de repositórios para bibliotecas de referência que explorem e mantenham dados históricos relevantes. A *Brechó-VCM* explora a visualização de informação produzida pelas ações dos SCSs desse mercado, bem como busca manter uma cadeia de valor em canais de distribuição. Incorporando conceitos de ESBV, a *Brechó-VCM* almeja maximizar a percepção de valor dos SCSs, bem como a expressão de suas proposições de valor em cada uma das atividades relacionadas às instâncias da cadeia de valor de um mercado de componentes. Assim, a *Brechó-VCM* propõe uma solução para os pontos fracos encontrados nos trabalhos relacionados no que diz respeito à qualificação e quantificação do valor em suas múltiplas facetas em direção à reutilização caixa-preta e caixa-branca com um mercado de componentes homogêneo.

Além disso, a *Brechó-VCM* amplia o contexto do *Projeto Brechó* e transforma a biblioteca *Brechó* em uma biblioteca de referência para efetivamente construir um apoio ao mercado de componentes, conforme exemplificado com o uso do *mecanismo de precificação*. Como trabalhos futuros, um estudo de caso em um cenário industrial está sendo planejado, com o objetivo de explorar movimentos de mercado e transações comerciais, instanciando atividades da cadeia de valor. Assim, será possível calibrar a abordagem, verificando a aplicabilidade dos mecanismos por meio de observações dos SCSs na visualização e utilização das informações extraídas de dados históricos. Dessa forma, acredita-se que a *Brechó-VCM* possa contribuir para explorar estratégias que favoreçam a exposição de DBC aos desafios de um mercado de componentes, além de abrir oportunidades de pesquisa para a definição de valor para serviços de software.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq e à FAPERJ pelo apoio financeiro para este trabalho.

## Referências

1. Abts, C.; Boehm, B. W.; Clark, E. B. (2000) "COCOTS: A COTS Software Integration Lifecycle Cost Model: Model Overview and Preliminary Data Collection Findings". Tec. Rep. 00 03 31, UCLA, 10p.

2. Amazon (2009) "Amazon.com: Online Shopping", <http://www.amazon.com>.
3. Bass, L.; Buhman, C.; Comella-Dorda, S.; Long, F.; Robert, J.; Seacord, R.; Wallnau, K. (2000) "Market Assessment of Component-Based Software Engineering". Tec. Rep. CMU/SEI-2001-TN-007, 33p.
4. Biffel, S.; Aurum, A.; Boehm, B. *et al.* (2006) "Value-Based Software Engineering". Springer, 388p.
5. Boehm, B. (2003) "Value-Based Software Engineering". Software Eng. Notes 28, 2 (March), 1-12.
6. Boehm, B. (2006) "A View of 20th and 21st Century Software Engineering", In: 28th International Conference on Software Engineering, Shanghai, China, 12-29.
7. Boehm, B.; Huang, L. G. (2003) "Value-Based Software Engineering: A Case Study". IEEE Computer 36, 3 (March), 33-41.
8. Boehm, B.; Jain, A. (2007) "Developing a Process Framework Using Principles of Value-Based Software Engineering: Research Sections". Soft. Proc.: Improvements and Practice 12, 5 (Sep.), 377-385.
9. Brechó (2009) "Projeto Brechó", <http://reuse.cos.ufrj.br/brecho>.
10. Brereton, P.; Linkman, S.; Thomas, N.; Boegh, J.; De Panfilis, S. (2002) "Software Components – Enabling a Mass Market", In: 10th International Workshop STEP, Washington, USA, 169-176.
11. ComponentSource (2009) "ComponentSource", <http://www.componentsource.com>.
12. Erdogmus, H.; Vandergraaf, J. (1999) "Quantitative Approaches for Assessing the Value of COTS-centric Development", In: 6th Int. Symp. on Software Metrics, Boca-Raton, USA, 279-290.
13. Favaro, J. M.; Favaro, K. R.; Favaro, P. F. (1998) "Value-Based Software Reuse Investment". Annals of Software Engineering 5, January, 5-52.
14. Ferreira, C. A.; Werner, C. M. L.; Barros, M. O. (2006) "Gerência de Carteiras de Componentes: Uma Abordagem Baseada em Valor", In: VI WDBC, Recife, Brasil, 22-29.
15. Guo, J.; Luqi (2000) "A Survey of Software Reuse Repositories", In: 7th IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems, Edinburgh, UK, 92-100.
16. Hull, J. C. (2008) "Options, Futures and Other Derivatives". Prentice Hall, 7. ed., 744p.
17. MercadoLivre (2009) "MercadoLivre Brasil", <http://www.mercadolivre.com.br>.
18. MPS.BR (2009) "Guia de Implementação – Parte 3: Fundamentação para Implementação do Nível E do MR-MPS". Sociedade SOFTEX, Maio de 2009.
19. Overhage, S.; Thomas, P. (2004) "A Business Perspective on Component Trading: Criteria, Immaturities, and Critical Success Factors", In: 30th Euromicro Conference, Rennes, France, 108-117.
20. Ovum (2009) "Ovum Componentware: building it, buying it, selling it", <http://www.ovum.com>.
21. Ravichandran, T.; Rothenberger, M. A. (2003) "Software Reuse Strategies and Component Markets". Communications of the ACM 46, 8 (August), 109-114.
22. Sametinger, J. (1997) "Software Engineering with Reusable Components". Springer, 1. ed., 272p.
23. Santos, R. P.; Werner, C. M. L. (2008) "Uma Abordagem Baseada em Valor para Mercados de Componentes e Serviços de Software", In: XIII WTES, XXII SBES, Campinas, Brasil, 31-36.
24. Santos, R. P.; Werner, C. M. L.; Silva, M. A. (2009) "Incorporating Information of Value in a Component Repository to Support a Component Marketplace Infrastructure", In: 10th IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, Las Vegas, USA (to appear).
25. Scaffidi, C.; Shaw, M (2007) "Toward a Calculus of Confidence", In: 1st Int. Work. on the Economics of Software and Computation, 29th Int. Conf. on Software Engineering, Minneapolis, USA, 7 (3p.).
26. Segaran, T. (2007) "Programming Collective Intelligence". O'Reilly, 1. ed., 334p.
27. Shneiderman, B.; Plaisant, C. (2004) "Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction". Addison-Wesley, 4. ed., 672p.
28. SOFTEX (2007) "Perspectivas de Desenvolvimento e Uso de Componentes na Indústria Brasileira de Software e Serviços". Relatório SOFTEX-MCT-DPCT/Unicamp, 40p.
29. Ströbel, M. (2003) "Engineering Electronic Negotiations". Springer, 388p.
30. Szyperski, C.; Gruntz, D.; Murer, S. (2002) "Component Software – Beyond Object-Oriented Programming". Addison-Wesley & ACM Press, 2. ed., 589p.
31. Téboul, J. (2006) "Service is Front Stage: Positioning Services for Value Advantage". Palgrave, 176p.
32. Traas, V.; Hillegersberg, J. (2000) "The Software Component Market on the Internet Current Status and Conditions for Growth". ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 35, 1 (January), 114-117.
33. Ulkuniemi, P.; Seppänen, V. (2004) "COTS Component Acquisition in an Emerging Market". IEEE Software 21, 6 (November), 76-82.
34. Werner, C. M. L.; Murta, L. G. P.; Lopes, M. A. M. et al. (2007) "Brechó: Catálogo de Componentes e Serviços de Software", In: XXI SBES, Sessão de Ferramentas, João Pessoa, Brasil, 24-30.
35. Yang, Y.; Bhuta, J.; Boehm, B.; Port, D. N. (2005) "Value-Based Processes for COTS-Based Applications". IEEE Software 22, 4 (July-August), 54-62.