

RF-1024

CBR RISK – RISK IDENTIFICATION METHOD USING CASE BASED REASONING

Thiago Ramos Trigo (Universidade de Pernambuco, Pernambuco, Brasil) – thiagort@gmail.com
Cristine Gusmão (Universidade de Pernambuco, Pernambuco, Brasil) – cristine@dsc.upe.br
Arthur Lins (Universidade de Pernambuco, Pernambuco, Brasil) – arthurlins@gmail.com

Companies and organizations of the most diverse sectors process an enormous amount of information every day. A relevant question is the concern with the improvement of its products/services and competitiveness, especially in the software development market. The handling of that diversity of information is fundamental to improving processes and/or even the quality of the final product. In the Project Management context, in particular, project risk management, the most relevant information at the beginning of a new project is the information about past projects. The need to store past knowledge is undeniable. This knowledge can be used both in the estimates of costs and deadlines as in other processes such as the process of risk assessment, as a way to learn from the past experiences. Most of the techniques used for risk identification and risk analysis make use of the past experience of people involved in the identification process. Based on these initial considerations, CBR Risk method was developed in mid-2007, as a method for automatic risk identification. This method has the fundamental premise of "similar software projects have similar risks." For a new project, the CBR Risk tries to find similar projects in a database from which the risks can be adapted to the new project. This work presents the evaluation of the functioning of the model through studies and experimental results analysis, promoting an evolution of the concepts used and improvements.

Keywords: Project Risk Management, Risk Identification Techniques, Similarity between Projects, Case Based Reasoning, Risks.

CBR RISK – MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Empresas e organizações, dos mais diversos setores, processam uma enorme quantidade de informação diariamente. Uma questão relevante é a preocupação com a melhoria de seus produtos/serviços e a competitividade, principalmente nos mercados de desenvolvimento de software. A manipulação dessa diversidade de informações é fundamental para a melhoria de processos e/ou até mesmo da qualidade do produto produzido. No contexto da Gerência de Projetos, em especial, do gerenciamento de riscos de projetos, as informações mais relevantes no início de um novo projeto são as informações sobre projetos passados. A necessidade de armazenar o conhecimento passado é inegável. Esse conhecimento pode ser utilizado tanto nas estimativas de custos e prazos quanto em outros processos como, por exemplo, o processo de avaliação de riscos, uma forma de aprender com as experiências passadas. A maioria das técnicas utilizadas para identificação e análise de riscos faz uso da experiência passada das pessoas envolvidas no processo de identificação. Com base nessas considerações iniciais, em meados de 2007 foi desenvolvido o método CBR Risk. O CBR Risk é um método para avaliação automática de riscos que tem como premissa fundamental "projetos de software semelhantes têm riscos semelhantes". Para um novo projeto, o CBR Risk tenta encontrar projetos similares numa base de dados a partir dos quais os riscos podem ser adaptados ao novo projeto. O presente trabalho tem o objetivo de apresentar uma avaliação do funcionamento do modelo através de conjunto de atividades realizadas através da coleta de dados, estudos experimentais e análise dos resultados, promovendo uma evolução dos conceitos utilizados e propondo melhorias.

Palavras-chave: Gerência de Riscos de Projetos, Técnicas de Identificação de Riscos, Similaridade entre Projetos, Raciocínio baseado em casos, Riscos.

1 INTRODUÇÃO

No atual estágio da globalização as empresas de desenvolvimento de software conseguem clientes em todas as partes do globo e, da mesma forma, concorrem com empresas de qualquer parte do mundo. Para conseguir sobreviver nesse mercado empresas precisam não só oferecer produtos de qualidade aos seus clientes, mas também produzir o produto dentro do prazo e custo estimados.

Nesse contexto, a disponibilidade de informações para tomada de decisão dos gestores é imprescindível. Desta forma, a Gerência de Projetos torna-se uma disciplina essencial e crucial para toda e qualquer organização/empresa moderna. Muitas são as contribuições da comunidade acadêmica e profissional, no sentido de evoluir as práticas para melhor gerenciar projetos.

O Guia PMBOK (Project Management Body of Knowledge Guide) é uma destas iniciativas, tendo sido elaborado pelos membros do PMI (Project Management Institute) (PMI 2004, Zanetti et al 2006). Num cenário ideal um projeto que seguisse as boas práticas da gerência de projetos seria um projeto bem sucedido, mas o mundo é repleto de incertezas e o projeto está sujeito a variadas adversidades. Essas adversidades, conhecidas como riscos, podem estar relacionadas a situações ou eventos que geram um impacto negativo, podendo culminar com o fracasso do projeto (Lins 2007).

Uma das formas de promoção de melhoria nos ambientes organizacionais de desenvolvimento de software, quando é preciso conhecer e avaliar riscos, é através do uso de ferramentas, métodos e técnicas. Essas têm por objetivo acelerar processos, produzir estimativas precisas e garantir a qualidade do processo e do produto, dentre outros.

O presente trabalho apresenta uma avaliação, através da realização de experimentos, do *CBR Risk Method*, com o objetivo de identificar pontos positivos e negativos, contribuindo para sua evolução.

O texto que se segue inicialmente revê a área de Gerência de Riscos de Projetos, em seguida é apresentada a proposta de avaliação do *CBR Risk Method*, que foi adotada na pesquisa empírica realizada. Em seguida são apresentados os resultados obtidos e com eles a proposta de melhoria, com o intuito de atingir um desempenho satisfatório ao se desenvolver sistemas de suporte à decisão aplicados à identificação de riscos de projeto.

2 RISCOS EM PROJETOS DE SOFTWARE

As incertezas fazem parte do cotidiano humano. Desde os primórdios o homem procura a sobrevivência defendendo-se dos riscos que o cercam, galgando níveis de satisfação das necessidades básicas, de segurança e culminando nas necessidades de cunho puramente profissional.

Deste modo, tem-se que as incertezas incutem, geram e implicam em variadas situações de risco. Por sua vez, risco é definido como a probabilidade ou possibilidade da ocorrência de valores para determinados eventos e fenômenos, não desejáveis e, ou, adversos. Isto leva a estabelecer a convivência contínua e inevitável com inúmeros tipos de riscos.

Porém, entende-se que esta convivência precisa ser explicitada, ou mesmo, elucidada. Fato que propiciará a identificação, análise e quantificação da intensidade dos riscos. Este conhecimento proporcionará o estabelecimento de estratégias que visem ações de prevenção, minimização e, ou, mitigação dos efeitos associados aos riscos, não obstante a reutilização do acúmulo de conhecimento através das situações vivenciadas.

Os riscos possuem diferentes significados, como os de ordem física, estrutural, econômica, social e ambiental. Podendo estes, desdobrarem-se em diversos componentes e sucessivos níveis de detalhamento.

Atualmente todos os ramos da atividade humana dependem de alguma forma da utilização de software para operar, dar suporte, controlar equipamentos e fluxos de informações, gravar ou processar atividades. A área de Engenharia de Software tem promovido vários estudos com a finalidade de produzir modelos de melhoria, processos, métodos e ferramentas para aumentar a probabilidade de sucesso na execução de projetos de software, garantindo a qualidade de seus produtos e minimizando possíveis problemas associados (SEI 2001, PMI 2004). Portanto, na capacidade de prevenir e controlar essas variáveis pode estar o diferencial para gerir os riscos de projetos na indústria de software.

Todo projeto de software enfrenta problemas de qualidade, de cronograma, e de custo que estão sendo afetados por riscos que são inesperados, não planejados ou ignorados simplesmente pela falta de conhecimento.

2.1 Incerteza, Oportunidade e Risco

A incerteza é um fator comum que provoca preocupação na análise de projetos e no seu investimento. Normalmente surge como uma das conseqüências da falta de controle absoluto dos eventos que acontecerão num futuro próximo. Pode-se fazer a previsão sobre o comportamento de determinados eventos, mas não se pode determinar exatamente quando e em que intensidade eles irão ocorrer. Alguns exemplos desses tipos de eventos são os comportamentos futuros da economia de um país, as vendas futuras de determinados produtos e sua aceitação no mercado, o desgaste e custos de manutenção de equipamentos, entre outros.

Levando em consideração que a definição de risco está associada à possibilidade de dano, perda ou estrago, alguns autores fazem uma distinção teórica entre o risco e incerteza. Marshall (Marshall 2002) e Knight (Knight 1921) diferenciam risco – resultados que, embora não certos possuem probabilidades quantificáveis pela experiência ou dados estatísticos e para a qual é possível fazer uma estimativa – de incerteza, quando a ausência de experiências ou ocorrências anteriores impossibilita quantificar adequadamente o resultado. No entanto, conforme M. H. Simonsem (Simonsem 1994), em seu livro Dinâmica Macroeconômica (1994: p. 399), “Risco é quando a variável aleatória tem uma distribuição de probabilidades conhecida e, Incerteza, quando essa distribuição é desconhecida”.

No contexto da Gerência de Projetos, o risco de projeto pode ser definido como o efeito cumulativo das incertezas que adversamente afetam os objetivos do projeto. Em outras palavras, é o grau de exposição dos objetivos do projeto a eventos negativos e a probabilidade de ocorrência e seu impacto, expressos em termos de escopo, custo, prazo e qualidade.

A finalidade da Gerência de Riscos de Projeto é, conhecendo as possíveis situações de risco, afastar as incertezas relacionadas aos riscos e direcionar os projetos para oportunidades.

2.2 Gerência de Riscos e a Tomada de Decisão

A incerteza é um fator que pode dificultar a tomada de decisão racional, sobretudo quando o que está incerto tem uma grande parcela de dúvida associada. A maioria das decisões, sobretudo aquelas importantes, está baseada em algum tipo de estimativa ou métrica, colocando a incerteza como elemento do processo decisório. E mesmo que a situação não exija estimativa, deve-se considerar a insuficiência das informações para a

tomada de decisão. Logo, torna-se importante fazer uma análise do grau de incerteza existente no processo de decisão, ou seja, procurar uma estimativa que mostre o grau dos riscos envolvidos.

O desenvolvimento das organizações, a complexidade das demandas dos mercados e o processo de globalização tornaram a utilização das práticas das finanças, as estratégias e o *marketing* cada vez mais desafiantes. Dominar e compreender a aplicação de técnicas de análise de oportunidade e incerteza, quantitativamente ou qualitativamente, é imposição real para a sobrevivência organizacional, quer pelas implicações do trabalho assalariado, quer pelas operações de compra e venda, quer pelos investimentos e decisões associadas.

Geralmente, quando se fala em correr riscos, pensa-se logo em perdas ou sacrifícios financeiros. Muitos riscos fazem parte de nosso dia-a-dia de tal forma, que mal os levamos em consideração, ao invés disso, as reações muitas vezes são subconscientes.

Ao atravessar uma rua, o pedestre deve olhar para ambos os lados e quando não houver tráfego, atravessará. Caso esteja com pressa, pode assumir riscos e atravessar entre os veículos, quando aparecer uma chance. Se o trânsito estiver pesado, prudentemente, deve se dirigir às áreas de cruzamento de pedestre, garantindo sua passagem com segurança.

2.3 Atividades da Gerência de Riscos

Não existe um consenso sobre quantas ou quais atividades são necessárias para um efetivo gerenciamento de riscos. Vários modelos disponibilizados na literatura de Engenharia de Software (Higuera 1994, Kontio 2001, SEI 2001, PMI 2004), enfatizam que todas as atividades são baseadas e centradas na comunicação, devendo ser realizadas de forma cíclica e contínua dentro do processo de Gerência de Riscos utilizado.

De uma forma geral, as atividades encontradas nesses modelos são:

Planejar a Gerência de Riscos - Esta atividade tem a finalidade de definir a estratégia da gestão de riscos, dos recursos necessários para a realização do processo e por fim, da efetivação das ações consideradas necessárias no plano de Gerência de Riscos.

Identificar Riscos - A identificação dos riscos é a atividade inicial de um projeto de software. Objetiva um levantamento preliminar de todas as possibilidades de riscos existentes no projeto. O aspecto mais importante da atividade de identificação de riscos é compor uma documentação formalizando os dados coletados.

Analisar Riscos - Nesta atividade são caracterizados os aspectos mais importantes de cada risco, com a finalidade de explorar as melhores estratégias de mitigação (eliminação). Em regra, os riscos são categorizados e priorizados, segundo algum critério específico estabelecido, para tornar a gerência concentrada nos riscos considerados prioritários.

Planejar Respostas aos Riscos - O planejamento é uma atividade, da Gerência de Riscos, que envolve, em geral, a determinação dos riscos a serem gerenciados, dos planos de ação para os riscos sob controle da gerência e dos planos de contingência para os riscos que se encontram além das capacidades de mitigação.

Monitorar Riscos - O monitoramento dos riscos é a observação da efetividade dos planos de ação na execução do desenvolvimento do projeto de software. O objetivo é prover informações precisas e contínuas para habilitar a Gerência de Riscos a atuar de forma preventiva e não reativa aos eventos adversos. Como benefício desta atividade, tem-se a melhor compreensão do andamento do projeto por parte dos membros das equipes de desenvolvimento. Cada risco monitorado possui um ciclo de atualização próprio. A frequência de atualização depende dos recursos disponíveis e da rapidez com que o produto se desenvolve.

Controlar Riscos - A atividade de controle dos riscos avalia a situação corrente para determinar eventuais desvios do planejado. O controle dos riscos envolve alteração das estratégias de mitigação, quando se fizer necessário; utilização de ações previamente planejadas de contingência; encerramento de trabalhos relacionados a um determinado risco, quando este deixar de existir, entre outras. A utilização de cronogramas é essencial para a atividade de controle na Gerência de Riscos, pois o controle explícito de tarefas de mitigação de riscos facilita o acompanhamento do progresso e da eficácia destes planos.

Comunicar os Riscos - A comunicação entre as equipes e membros do projeto de software é um dos fatores mais importantes para a realização bem sucedida da gerência de riscos. Riscos, problemas e crises podem aparecer, quando a estrutura de comunicação é debilitada em uma organização (Humphrey 1990).

2.4 Identificação e Análise de Riscos: Principais Técnicas

A identificação de riscos, como já visto, é um dos processos que compõem a Gerência de Riscos e é fator essencial para o êxito de qualquer projeto. Na literatura da Engenharia de Software, há uma enorme diversidade de técnicas utilizadas na identificação de riscos. O PMI, em 2006, após pesquisa, listou as técnicas mais utilizadas na identificação de riscos, conforme a Figura 1.

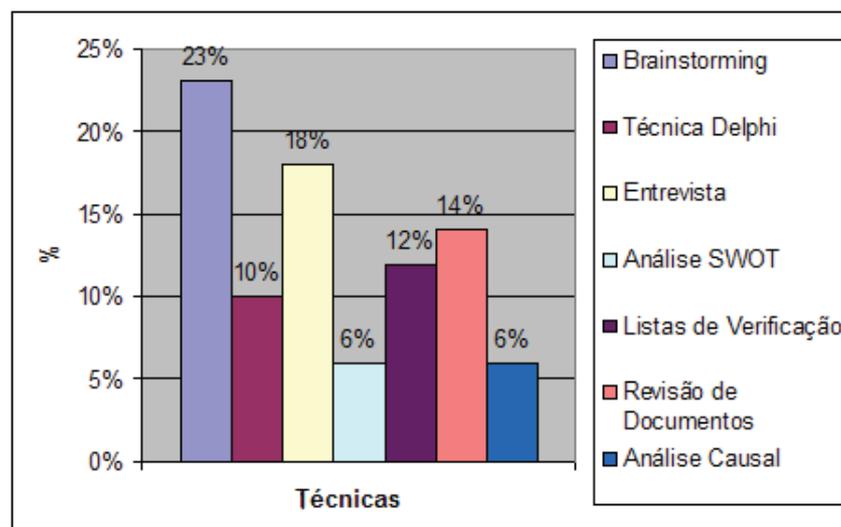


Figura 1. Percentual de Uso das Técnicas de Identificação de Riscos (Gusmão 2007)

Existem diversas técnicas de suporte ao processo de identificação de riscos. A seguir são apresentadas algumas das mais relacionadas na literatura de Engenharia de Software (Gusmão 2007):

- *Brainstorming* – a meta dessa técnica é obter uma lista abrangente de possíveis riscos. Normalmente é realizada com um conjunto multidisciplinar de especialistas que não fazem parte da equipe de desenvolvimento;
- Entrevista – é uma das principais fontes de coleta de dados. As entrevistas são realizadas com os participantes mais experientes do projeto, com partes interessadas e com especialistas;

- Revisão de documentos – uma revisão estruturada da documentação do projeto é realizada. Problemas com premissas e requisitos podem ser indicadores de riscos para o projeto;
- Lista de verificação – são desenvolvidas com base nas informações históricas e no conhecimento que foram acumulados a partir de projetos anteriores semelhantes. Normalmente são utilizadas para embasar os resultados obtidos em outras técnicas, como o *Brainstorming*, por exemplo;
- Técnica Delphi – esta técnica tenta obter um consenso entre especialistas. Um questionário é distribuído entre os especialistas e os mesmos os respondem anonimamente. Um facilitador recolhe os questionários e o redistribui para que possíveis comentários sejam adicionados. Após algumas repetições deste processo o consenso é alcançado;
- Análise causal – este método é baseado na análise entre um efeito e sua possível causa para que seja identificada a origem do risco;
- Análise SWOT – também é conhecida como análise dos pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças (do inglês *Strength and Weakness, Opportunity and Threats*) esta técnica procura aferir questões positivas e negativas da organização através dos pontos fortes e fracos encontrados.

É interessante observar que um elemento comum a quase todas as técnicas, ou mesmo todas, é o uso da experiência no processo. Não há como negar que o conhecimento sobre o passado seja o principal responsável não só pela identificação de riscos, mas também pela escolha de ações contingenciais.

Outro fato interessante é que mesmo com bastante conhecimento sobre projetos passados, a “arte” de identificar riscos não se leva a efeito sem muito custo ou esforço. Normalmente, os riscos estão associados a eventos cuja certeza da ocorrência inexistente. Fica evidente que uma ferramenta que fosse capaz de, dado um novo projeto, identificar alguns de seus prováveis riscos, seria de grande valia, não necessariamente eliminando o uso das outras técnicas e sim servindo como ferramenta de suporte à decisão.

Não obstante se levar em consideração os aspectos da analogia entre projetos é preciso também considerar o aspecto contextual de cada empresa e de cada ambiente. Desta forma, muitas vezes é possível que o ambiente de desenvolvimento tenha condições de receber um novo projeto e, em um outro momento, não.

3 CBR RISK: UM MÉTODO PARA AVALIAÇÃO AUTOMÁTICA DE RISCOS

Como visto na seção anterior a identificação de riscos é um processo fundamental para a Gerência de Riscos e esta, por sua vez, é fundamental à Gerência de Projetos — atividade vital para o sucesso de qualquer projeto.

O *CBR Risk* é um método que objetiva auxiliar gerentes de projetos nas suas atividades de gerenciamento de riscos. O auxílio vem em forma de suporte à identificação de riscos para novos projetos, utilizando critérios de analogia entre projetos.

Ao longo desta seção será feita uma breve descrição da técnica Raciocínio Baseado em Casos e seus elementos básicos - representação do conhecimento, cálculo de similaridade e recuperação de casos - e como o *CBR Risk* utiliza cada um desses elementos.

3.1 Raciocínio Baseado em Casos

Raciocínio Baseado em Casos (RBC) (Case-based Reasoning – CBR) é uma técnica que tenta encontrar soluções para novos problemas tomando como base soluções de problemas passados similares. Partindo da premissa de que projetos de softwares similares têm riscos similares o *CBR Risk* foi desenvolvido. Dada uma base de projetos passados e um novo projeto, o *CBR Risk*, através de seus cálculos de similaridade, sugere projetos similares ao novo e assim seus riscos poderão ser pré-identificados. O *CBR Risk* funciona como ferramenta de suporte no processo de identificação de riscos.

Três elementos básicos compõem o conjunto de requisitos do método *CBR Risk*. O primeiro deles é a Representação do Conhecimento. Esse é um aspecto essencial de um sistema de raciocínio baseado em casos. Nesse tipo de sistema o conhecimento é representado na forma de casos, onde cada caso é composto basicamente por um problema e sua solução. O problema descreve a situação, o contexto ou características do caso, enquanto a solução é uma descrição de uma ação tomada ou qualquer informação útil ao usuário sobre o problema (Wangenheim e Wangenheim 2003).

O segundo aspecto é o Cálculo de Similaridade. As soluções para novos problemas são apresentadas através da similaridade entre o novo problema e os demais problemas existentes no sistema.

O terceiro e último é a Recuperação de casos. É considerada a etapa mais importante dos sistemas de raciocínio baseado em casos. Depois de definir como as informações serão representadas e como a similaridade entre elas será calculada, tem-se um processo para recuperar as informações consideradas importantes pelo sistema.

Com as informações iniciais relativas aos principais componentes de um sistema RBC, será apresentado nas seções seguintes como esses três componentes foram modelados no contexto do *CBR Risk*.

3.2 Representação do Conhecimento no CBR Risk

O *CBR Risk* representa projetos de software, ou seja, cada caso representa um projeto. O tipo de representação utilizado é a atributo-valor (conjunto de tuplas <nome do atributo, valor> utilizados para representar informações de um determinado domínio) na caracterização de atributos que representam os projetos de software.

Os atributos definidos para o *CBR Risk* são os seguintes:

- **Tamanho da equipe** – este atributo apresenta valores que correspondem a composição da quantidade de pessoas na equipe do projeto;
- **Distribuição Geográfica** – este atributo traz valores relativos a localização dos membros da equipe do projeto e seus ambientes de trabalho;
- **Experiência da equipe de desenvolvimento** – o conhecimento da equipe é variável muito importante para desenvolvimento de um projeto, principalmente quando se trata de projetos de inovação tecnológica;
- **Tamanho do projeto** – este atributo mensura o tamanho do projeto em termos de investimento.
- **Tipo de projeto** – este atributo tem a finalidade de representar a classe de projeto que está em avaliação; e

- **Plataforma tecnológica** – a tecnologia utilizada no desenvolvimento de novos projetos é uma variável muito importante, pois limita recursos (pessoas, hardware e software) de uma forma geral.

Como o *CBR Risk* utiliza uma representação do tipo atributo-valor, cada um dos atributos listados anteriormente têm um conjunto de valores possíveis associados, com exceção dos atributos Tipo de projeto e Plataforma tecnológica.

Todos os valores definidos para os atributos estão de acordo com os critérios definidos no Modelo de Adaptação de Processo de Software (MAPS) (Coelho 2003) e são válidos para empresas pequenas e médias. Dado a grande quantidade de possibilidades existentes de valores possíveis os atributos Tipo de projeto e Plataforma tecnológica não têm valores pré-definidos. O usuário tem liberdade para preencher esses atributos da forma que lhe for mais adequada.

O atributo Tamanho da equipe pode assumir os valores conforme Tabela 1.

Tabela 1 Atributo Tamanho da Equipe

Descrição	Possível valor
I – Muito pequena	1 – 6 pessoas
II – Pequena	7 – 20 pessoas
III – Média	21 – 50 pessoas
IV – Grande	51 – 100 pessoas
V – Muito grande	+ de 100 pessoas

O atributo Distribuição geográfica pode ter como valores os listados na Tabela 2.

Tabela 2 Atributo Distribuição Geográfica

Possível valor
I – Mesma sala
II – Mesmo prédio, diferentes salas
III – Mesma cidade, mesma empresa, prédios diferentes
IV – Mesma cidade, empresas diferentes
V – Cidades diferentes

O atributo Experiência da equipe de desenvolvimento é composto pela Experiência no processo, Experiência no domínio da aplicação e Experiência técnica. Cada um dos três sub-atributos pode assumir os valores de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 Atributo Experiência da Equipe de Desenvolvimento

Possível valor
I – Nenhum projeto
II – 1 projeto
III – 2 a 3 projetos
IV – 4 a 5 projetos
V – Mais de 5 projetos

O atributo Tamanho do projeto pode assumir os valores conforme Tabela 4.

Tabela 4 Atributo Tamanho do projeto

Possível valor
I – Até R\$ 50.000,00
II – Entre R\$ 50.000,00 e R\$ 150.000,00
III – Entre R\$ 150.000,00 e R\$ 1.000.000,00
IV – Entre R\$ 1.000.000,00 e R\$ 3.000.000,00
V – Acima de R\$ 3.000.000,00

Após a explicação dos atributos que representam o conhecimento na base de casos do *CBR Risk*, a seção seguinte apresenta como é realizado o cálculo de similaridade entre os projetos.

3.3 Cálculo da Similaridade

O cálculo da similaridade no *CBR Risk* é executado em duas etapas. A primeira etapa, denominada cálculo da similaridade local, consiste em calcular a similaridade atributo a atributo, por exemplo, comparar os valores do atributo Tamanho da Equipe em dois projetos dados. A segunda etapa, denominada cálculo da similaridade global, utiliza-se da similaridade local calculada entre todos os atributos para calcular a similaridade entre dois projetos.

Os atributos tamanho da equipe, distribuição geográfica, experiência da equipe de desenvolvimento e tamanho do projeto, cujos valores já foram definidos, têm sua representação feita através de símbolos ordenados e sua similaridade é calculada baseada na distância entre os mesmos através de uma medida numérica que utiliza valores de 1 a 5 (Lins 2007).

Os atributos Tipo de Projeto e Plataforma Tecnológica poderão assumir dois valores 0 (zero) ou 1 (um) indicando se os atributos são diferentes ou iguais, respectivamente.

A similaridade local entre dois atributos é dada pela Equação 1. Onde, S representa a similaridade local (entre atributos), N representa a quantidade de valores que o atributo pode assumir, Vp e Vc são os valores dos atributos pertencentes aos projetos que estão sendo comparados, projeto atual e projeto da base de dados respectivamente, como mostra a Equação 2.

$$S = (N - 1) - |Vp - Vc|$$

Equação 1 Expressão para o cálculo da similaridade local

A similaridade global é dada pela expressão apresentada na Equação 2.

$$Sg = w_1S_1 + w_2S_2 + w_3(S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3})^2 + w_4S_4 + w_5S_5 + w_6S_6$$

Equação 2 Expressão para o cálculo da similaridade global

Onde, Sg é a similaridade global entre dois projetos, w_n com $n = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ é o peso de cada atributo, os pesos foram introduzidos no modelo com a finalidade de dar maior flexibilidade, tornando algum atributo mais relevante. S_1 , S_2 , $S_{3,1}$, $S_{3,2}$, $S_{3,3}$, S_4 , S_5 e S_6 são, respectivamente, as similaridades locais dos atributos tamanho da equipe, distribuição geográfica, experiência no processo, experiência no domínio da aplicação,

experiência na tecnologia, tamanho do projeto, tipo do projeto e plataforma tecnológica. Quanto maior o valor de S_g , maior será a similaridade entre os projetos.

Uma vez conhecidos a forma de representação do conhecimento e o cálculo de similaridade entre os projetos, a seção seguinte trata de como recuperar informações sobre projetos passados de acordo com os dados de um novo projeto.

3.4 Recuperação de Casos

O objetivo da recuperação de casos é encontrar um caso ou um pequeno conjunto de casos, na base de casos (projetos), que contenha uma solução útil para o problema ou situação atual (Wangenheim e Wangenheim 2003).

O *CBR Risk* recupera casos em sua base de casos de forma seqüencial. A recuperação seqüencial consiste em aplicar o cálculo da similaridade entre o novo projeto e todos os projetos da base de dados, após essa etapa, é criada uma lista ordenada pela similaridade e os n projetos mais bem classificados são sugeridos ao usuário e com eles o registro dos riscos. Esse registro retrata o grau dos riscos avaliados no projeto passado, ora identificado como similar ao novo projeto.

4 ESTUDOS EXPERIMENTAIS

Uma vez definido o modelo a ser utilizado pelo método *CBR Risk* era preciso simular sua execução e analisar os resultados obtidos. A forma escolhida para a realização desta atividade foi a através da realização de estudos experimentais.

A experimentação é um dos elementos que auxiliam à tomada de decisão na engenharia e na ciência. Através de análises de resultados de experimentos é possível dizer se um método apresenta um desempenho melhor ou pior que outro. Nesta seção é descrito o processo experimental utilizado na avaliação do método *CBR Risk*, desde sua coleta de dados até a definição dos critérios de avaliação de desempenho, incluindo a definição dos experimentos.

4.1 O Viés experimental

É notório que a investigação através de meios experimentais é um dos elementos do processo científico que verifica teorias (Wohlin et al 2000). Na Engenharia de Software e na Gerência de Projetos a experimentação pode acontecer basicamente de quatro maneiras (Travassos et al 2002):

- **Método científico** – através da observação do mundo, sugere um modelo ou teoria de comportamento para tentar explicar algum fenômeno e avaliar se o modelo realmente representa o fenômeno observado. Esta abordagem é muito utilizada para a construção de modelos. É uma abordagem empírica.
- **Método de engenharia** – esta abordagem é orientada à melhoria evolutiva. Ele analisa as soluções existentes, sugere soluções melhores, desenvolve, mede e analisa e repete até não conseguir nenhuma melhoria adicional.
- **Método experimental** – esta é uma abordagem orientada à melhoria revolucionária. O método experimental sugere o modelo, desenvolve o método, aplica um experimento, mede e analisa, avalia o modelo e repete o processo. O processo começa com o levantamento de um novo modelo, não necessariamente baseado em um modelo existente, e tenta estudar o efeito do processo ou produto sugerido pelo novo modelo.

- **Método analítico ou matemático** – este método sugere e desenvolve uma teoria formal, deriva os resultados e, se possível, compara-a com as observações empíricas.

Avaliando os métodos anteriores foi visto que, de acordo com as características dos experimentos para avaliação do *CBR Risk*, o método experimental é o que mais se adequa, pois considera a proposição e avaliação do modelo com os estudos experimentais.

4.2 Coleta de Dados

A avaliação de uma proposta de modelo necessita de dados reais, mesmo que em um número reduzido, para simular a aplicabilidade do método em construção – *CBR Risk*. Desta forma, um dos principais meios de coleta de dados qualitativos é o questionário. Através de questionários pode-se obter informações de forma específica e direcionada. Não existe uma metodologia para a criação de questionários, porém existem diversas recomendações de vários autores para a boa formulação de um questionário (FECAP 2007).

O questionário utilizado foi distribuído nas versões escrita e digital, a versão digital foi desenvolvida na linguagem de programação PHP e utilizou o banco de dados MySQL (Muto 2004). As imagens das telas de preenchimento da versão digital do questionário podem ser vistas no apêndice A e o questionário em si pode ser encontrado no sítio <http://trigos.to.md/QuestionarioTCC/>. A versão escrita é idêntica à versão digital.

4.3 Definição dos Experimentos

Inicialmente o escopo dos estudos experimentais levavam em consideração a realização dos experimentos no método *CBR Risk* em sua versão original, com o objetivo de avaliar seu desempenho. Porém, após uma análise detalhada de seus mecanismos de cálculo de similaridade foi definido a criação de variações dos algoritmos utilizados para esse cálculo no *CBR Risk* e comparar os desempenhos.

A **Equação 2** (Seção 3.3) apresenta a expressão utilizada no cálculo da similaridade global. A expressão leva em consideração as similaridades locais e seus respectivos pesos. Nessa expressão, o atributo Experiência da Equipe de Desenvolvimento (S_3) é a segunda potência do somatório de outros três atributos (Experiência no processo, Experiência no Domínio da Aplicação e Experiência Técnica).

Se for utilizado um peso $w = 1$ para todos os atributos, tem-se os seguintes valores máximos e mínimos para a similaridade global, respectivamente: $S_{gMáximo} = 158$ e $S_{gMínimo} = 0$.

É importante observar o efeito de cada um dos atributos sobre o valor máximo atingido. Os atributos S_1 a S_4 têm valor máximo igual a 4 (quatro) e os atributos S_5 e S_6 têm valor máximo igual a 1 (um), isso pode ser conferido na seção 3.3 quando tratamos do cálculo da similaridade local. Logo,

- S_1 contribui com $4/158 = 2,53\%$, aproximadamente;
- S_2 contribui com $4/158 = 2,53\%$, aproximadamente;
- $S_3 = (S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3})^2$ contribui com $144/158 = 91,14\%$, aproximadamente;
- S_4 contribui com $4/158 = 2,53\%$, aproximadamente;
- S_5 contribui com $1/158 = 0,63\%$, aproximadamente;
- S_6 contribui com $1/158 = 0,63\%$, aproximadamente.

Após analisar o efeito de cada atributo no valor da similaridade global fica evidente que a expressão proposta tem a tendência de distorcer os resultados. A intenção da proposta inicial (o atributo S_3 como uma segunda potência de um somatório de atributos) era dar maior relevância nos cálculos aos projetos que tivessem equipes com experiências parecidas. A razão por trás disso é que as equipes com um bom domínio e conhecimento na aplicação e no processo utilizado gerenciam melhor os riscos associados ao projeto em desenvolvimento.

Após esta análise preliminar e prevendo um possível fraco desempenho do modelo foi decidido formular variações das expressões de cálculo de similaridade do *CBR Risk*. Foram propostos três novos algoritmos para o cálculo de similaridade, um deles considerando o atributo Experiência da Equipe de Desenvolvimento como a composição de outros três, mas substituindo a elevação à potência por uma curva mais suave — curva que não produz variações muito grandes em valores próximos. Os outros dois são modelos que consideram todos os atributos de forma independente, não havendo fatores multiplicadores.

4.3.1 Fonte de dados utilizados

Os dados utilizados nos experimentos foram coletados através de questionários. Estes questionários foram preenchidos presencialmente ou via internet. O versão digital foi encaminhada para listas de discussão de Gerência de Projetos. A versão escrita do questionário foi aplicada em grupo de estudos do Guia PMBOK, através de entidades certificadores e grupos autônomos de estudo.

Infelizmente, em ambos os casos, os resultados não foram muito satisfatórios pois a quantidade de informação coletada foi muito abaixo da esperada, mas mesmo assim ela foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. No total foram coletados, em tempo hábil, 18 questionários completos que representavam informações sobre 18 projetos de software. Para cada um desses projetos estavam disponíveis informações sobre: a classificação da empresa (pequena, média ou grande), os atributos apresentados na Seção 3.2 e a descrição de alguns dos riscos associados aos projetos. Apenas dois projetos não tinham riscos associados, mesmo assim foram utilizados nos experimentos.

4.3.2 Experimento 1: Logaritmo Neperiano ao invés da potência ao quadrado

$\text{Ln}(S_3) * (S_3)$ ao invés de $(S_3)^2$

Afim de suavizar o impacto de S_3 no valor da similaridade global e de permanecer com uma maior relevância nesse atributo foi trocada a elevação a segunda potência pelo produto $\text{Ln}(S_3) * (S_3)$. A Figura 2 apresenta um gráfico comparativo onde pode-se notar que a curva $\text{Ln}(S_3) * (S_3)$ é mais suave, o que evita as distorções produzidas pelo modelo original.

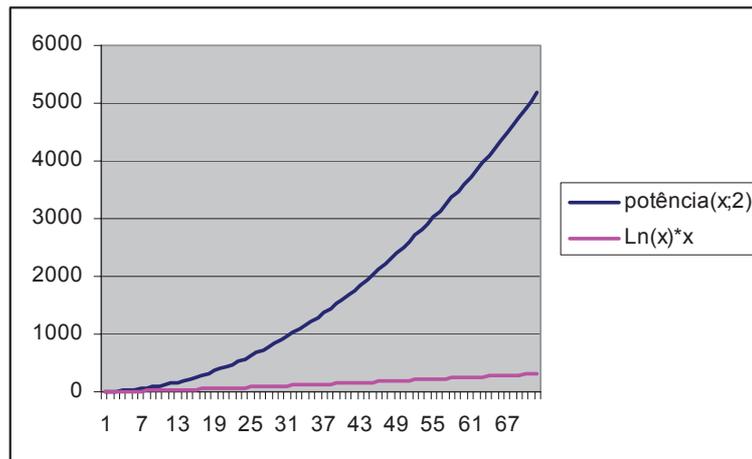


Figura 2 x^2 versus $\text{Ln}(x)*x$

Com essa alteração a similaridade global passa a ser calculada pela seguinte Expressão, conforme Equação 3:

$$S_g = w_1 S_1 + w_2 S_2 + w_3 \text{Ln}(S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3}) * (S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3}) + w_4 S_4 + w_5 S_5 + w_6 S_6$$

Equação 3 Expressão para o cálculo da similaridade global do *CBR Risk Ln*

Esse primeiro estudo experimental do *CBR Risk* foi chamado de *CBR Risk Ln*. Seguindo o mesmo raciocínio apresentado no modelo original, os valores máximo e mínimo para a Similaridade Global foram, respectivamente $S_{g\text{Máximo}} = 43,8188$ e $S_{g\text{Mínimo}} = 0$. E os efeitos de cada atributo na similaridade global são:

- S_1 contribui com $4/43,8188 = 9,13\%$, aproximadamente;
- S_2 contribui com $4/43,8188 = 9,13\%$, aproximadamente;
- $S_3 = \text{Ln}(S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3}) * (S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3})$ contribui com $29,82/43,8188 = 68,05\%$, aproximadamente;
- S_4 contribui com $4/43,8188 = 9,13\%$, aproximadamente;
- S_5 contribui com $1/43,8188 = 2,28\%$, aproximadamente;
- S_6 contribui com $1/43,8188 = 2,28\%$, aproximadamente.

Com isso foi preservada a idéia do modelo original que era dar maior relevância aos projetos que tivessem equipes com experiências parecidas.

4.3.3 Experimento 2: Retirada da elevação ao quadrado

(S3) ao invés de $(S3)^2$

Esse segundo estudo experimental difere do original pela retirada da elevação a segunda potência no atributo Experiência da Equipe. Com isso, os três atributos que compunham o atributo Experiência da Equipe são agora três atributos independentes, mas

ambos têm o mesmo peso. Para esse caso a similaridade global é dada como pode ser visto na Equação 4:

$$S_g = w_1S_1 + w_2S_2 + w_3 (S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3}) + w_4S_4 + w_5S_5 + w_6S_6$$

Equação 4 Expressão para o cálculo da similaridade global do *CBR Risk* Plano

Esse segundo estudo experimental do *CBR Risk* foi chamado de *CBR Risk* Plano. Através desse experimento os valores máximo e mínimo obtidos para a Similaridade Global foram, respectivamente: $S_{gMáximo} = 26$ e $S_{gMínimo} = 0$. A influência de cada atributo na similaridade global foi:

- S_1 contribui com $4/26 = 15,38\%$, aproximadamente;
- S_2 contribui com $4/26 = 15,38\%$, aproximadamente;
- $S_3 = (S_{3,1} + S_{3,2} + S_{3,3})$ contribui com $12/26 = 46,15\%$, aproximadamente;
- S_4 contribui com $4/26 = 15,38\%$, aproximadamente;
- S_5 contribui com $1/26 = 3,85\%$, aproximadamente;
- S_6 contribui com $1/26 = 3,85\%$, aproximadamente.

Todos os pesos utilizados foram iguais a 1, os atributos $S_{3,1}$, $S_{3,2}$ e $S_{3,3}$ podem ser considerados como três atributos independentes, cada um com efeito igual a 15,38%.

4.3.4 Experimento 3: Distância euclidiana

Nesta variação ao invés de utilizar o cálculo em duas etapas (similaridade local e similaridade global) o cálculo da similaridade é feito em apenas uma etapa, essa etapa consiste em calcular a distância euclidiana entre todos os atributos. Para isso a seguinte expressão é utilizada, conforme a Equação 5:

$$S_g = \sqrt{\sum w_i(q_i - c_i)^2}$$

Equação 5 Expressão para o cálculo da similaridade global no *CBR Risk* Distância Euclidiana

Onde, S_g é a similaridade global, q_i são os valores dos atributos do projeto atual, c_i são os valores dos atributos do projeto da base de dados, e w_i são os pesos de cada atributo. Diferentemente das outras variações e até mesmo do método original, o método da distância euclidiana faz a classificação pelas menores distâncias encontradas. Esse estudo experimental foi denominado *CBR Risk* Distância Euclidiana.

Neste experimento a similaridade global mínima é que será almejada. $S_{gMínimo} = 0$ (projetos idênticos) e $S_{gMáximo} = 9,8995$ (pior caso). Segue abaixo os valores da influência de cada atributo na similaridade global:

- S_1 contribui com $16/98 = 16,3265\%$, aproximadamente;
- S_2 contribui com $16/98 = 16,3265\%$, aproximadamente;
- $S_{3,1}$ contribui com $16/98 = 16,3265\%$, aproximadamente;
- $S_{3,2}$ contribui com $16/98 = 16,3265\%$, aproximadamente;
- $S_{3,3}$ contribui com $16/98 = 16,3265\%$, aproximadamente;
- S_4 contribui com $16/98 = 16,3265\%$, aproximadamente;
- S_5 contribui com $1/98 = 1,020\%$, aproximadamente;
- S_6 contribui com $1/98 = 1,020\%$, aproximadamente.

Para estes experimentos o valor utilizado para todos os pesos foi igual a 1.

4.4 Definição dos Critérios de Avaliação do Desempenho

De posse dos dados e resultados dos métodos avaliados era preciso definir os critérios de avaliação do desempenho. A finalidade do CBR Risk é identificar riscos em projetos, logo, primeiramente, foram verificados quais projetos continham pelo menos um risco associado. Essa avaliação foi feita manualmente através da correlação entre as situações identificadas. Os riscos foram considerados similares quando apresentavam descrições tratando do mesmo tema. A 0 apresenta uma árvore que foi criada para facilitar esse agrupamento.

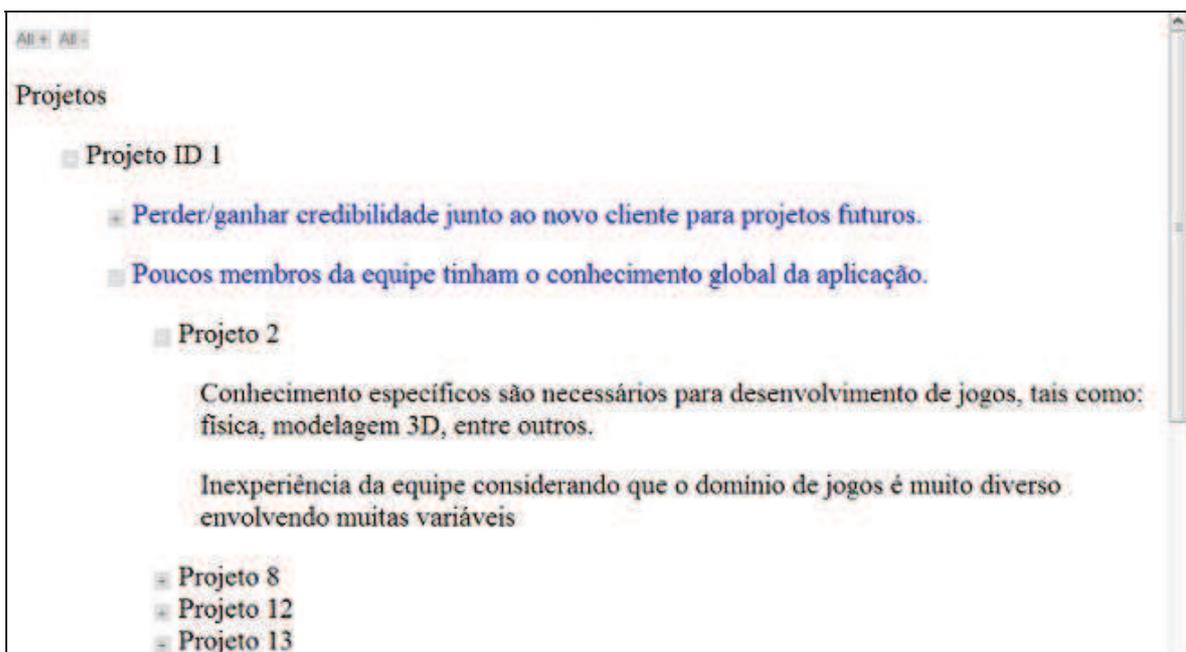


Figura 3 Descrição de Riscos Similares

A 0 mostra que o projeto de identificador 1 está sendo analisado. Ele tem todos os seus riscos listados (texto em azul) e para cada risco há os projetos onde pode-se encontrar um risco semelhante (Projeto 2, por exemplo). A definição dessa árvore de projetos foi muito importante. Para todos os projetos catalogados foi possível identificar quais projetos deveriam ser sugeridos pelo *CBR Risk* quando algum dos projetos existentes fossem aplicados a ele, através do cálculo da similaridade.

Sendo assim, o critério de avaliação selecionado foi a porcentagem da quantidade de projetos retornados corretamente em relação a quantidade de projetos que deveriam ser retornados, esse critério foi chamado de % A. Por exemplo, suponha que após a análise da descrição dos riscos de cada projeto tenha sido observado que determinado Projeto X teve 8 projetos com riscos parecidos e que após utilizar alguma versão do *CBR Risk* para identificar os projetos similares foram retornados 6 projetos, sendo que desses 6, apenas 4 estavam certos, logo, o Projeto X terá $\% A = 4/8 = 0,5 = 50\%$.

Como já foi dito anteriormente, o *CBR Risk* ao processar um novo projeto faz uma classificação, uma lista ordenada, com os outros projetos existentes na banco de dados com base na similaridade global, sendo assim, foi necessário criar filtros para evitar que projetos que apresentassem baixa similaridade global fossem selecionados.

Para cada um dos estudos experimentais realizados, seções 4.3.1 a 4.3.4, foram utilizados 3 filtros, esses filtros foram definidos a partir de médias dos possíveis valores da similaridade global em cada método. A Tabela 5 apresenta os filtros definidos.

Tabela 5 Filtros para cada variante do método

	CBR Risk	CBR Risk Ln	CBR Risk Plano	CBR Risk Dist. Euclid.
Filtro1	79	21,90944	13	4,9497
Filtro 2	49	18,30509	-	5,954181
Filtro 3	70,5955	28,01661	20,61765	5,07270

Note que para o *CBR Risk* Plano não há o Filtro 2, isso aconteceu pois os métodos utilizados para a definição do filtro produziram o Filtro 1 = Filtro 2, nesse caso. A partir dos filtros definiu-se o critério chamado de % B que era a porcentagem da quantidade de projetos retornados corretamente em relação a quantidade de projetos retornados após a filtragem. Para o exemplo citado para o critério % A teríamos o valor de $\% B = 4/6 = 0,667\%$.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base na seção anterior, onde foram apresentados os estudos experimentais realizados para a avaliação do *CBR Risk*, foi realizado estudo analítico com a seguinte estrutura para análise dos resultados:

- Melhores resultados %A, independente do filtro e para cada variação — pode ser que o *CBR Risk* Ln tenha melhor resultado com o Filtro 1 e o *CBR Risk* Plano tenha melhor resultado com o Filtro 2, nessa análise isso não será levado em consideração;
- Melhores resultados %B, independente do filtro e para cada variação;

- Melhores resultados com o filtro mais rigoroso — o filtro tem como função nivelar o grau de similaridade dos projetos que são retornados, o filtro mais rigoroso é aquele mais difícil de ser atingido, portanto, que vai retornar uma quantidade menor de resultados;
- Desempenho da melhor variação — para a melhor variação do método encontrada analisaremos os resultados em termos de porcentagem de riscos efetivamente identificados.

5.1 Melhores resultados %A

A 0 sintetiza as melhores médias de acerto para o critério % A. É importante observar que o *CBR Risk* na versão plano (Seção 4.3.3) obteve quase 100% de acerto, esse valor foi questionado, pois deu um falso sentimento de ser o melhor método. Essa margem de acerto foi conseguida por que o seu filtro não era suficientemente bom, então, muitos projetos eram retornados nos dando uma grande quantidade de informação desnecessária.

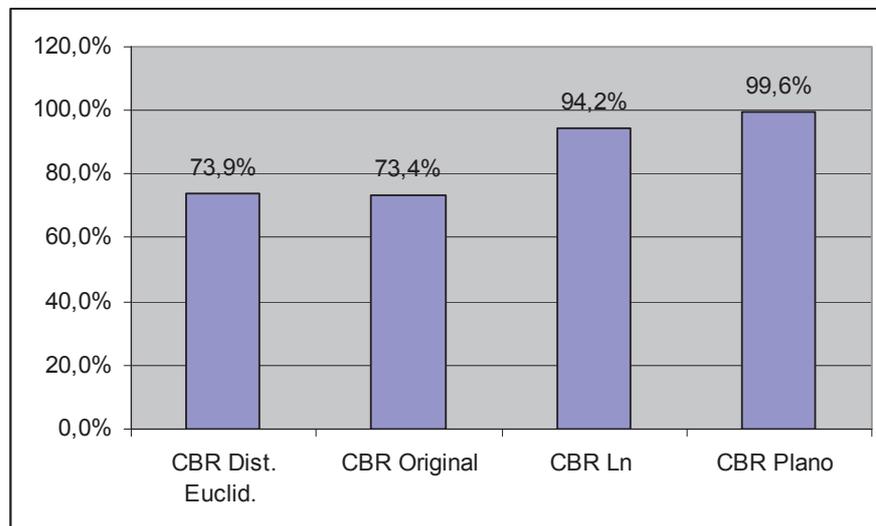


Figura 4 Melhores médias de acerto do %A

Por ser passível de provocar tais erros de interpretação o critério % A não foi mais analisado.

5.2 Melhores resultados %B

A 0 apresenta gráfico mostrando as melhores médias de acerto obtidas com o critério % B. O critério % B possibilitou a visualização do real desempenho do sistema utilizando em sua análise não só as melhores médias obtidas, mas também o desvio padrão obtido no cálculo dessas médias, conforme Figura 6. Esse conjunto de índice foi utilizado para encontrar o filtro mais estável.

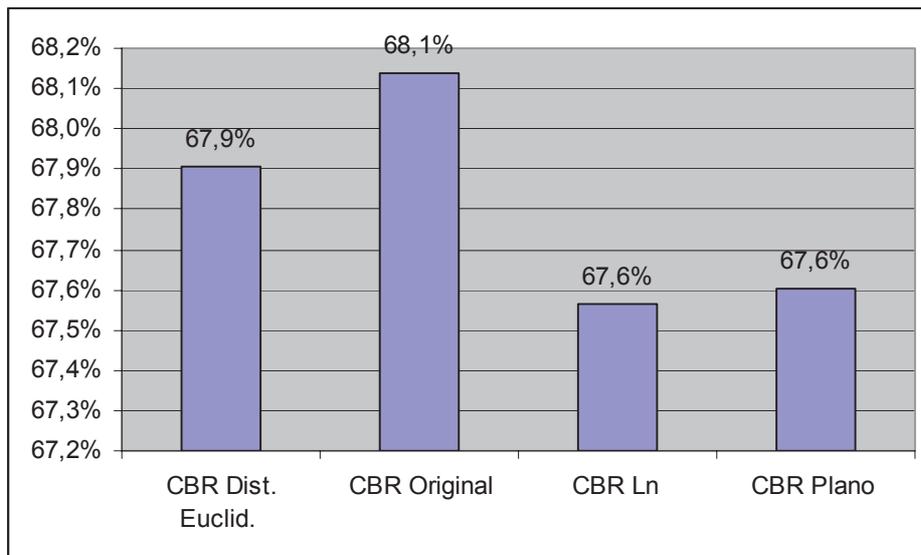


Figura 5 Melhores médias de acerto do %B

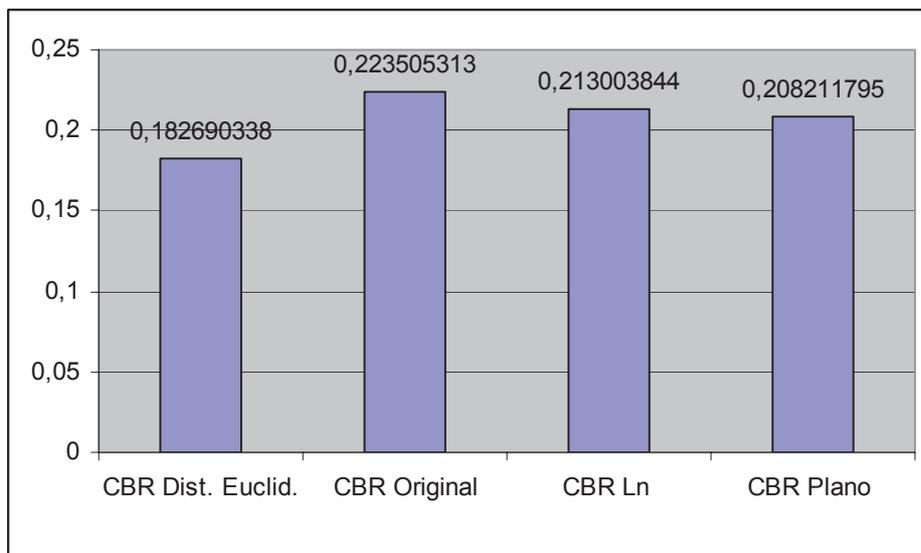


Figura 6 Desvio padrão das similaridades obtidas pelo critério %B

Dos gráficos expostos nas 0 e 0 nota-se que os resultados são bem parecidos, mas que o CBR com a Distância Euclidiana apresenta o melhor par <Média de Acerto, Desvio Padrão>.

5.3 Melhores resultados com o filtro mais rigoroso

O *CBR Risk* é uma ferramenta de suporte à decisão na identificação de riscos de projetos de software, logo, sua principal função é auxiliar os gestores de projetos. Imagine que, ao se iniciar um novo projeto ele utilize a ferramenta para colher sugestões sobre os prováveis riscos associados ao novo projeto e o sistema o forneça uma miríade de projetos similares, tanta informação dificultará ainda mais o processo. Desta forma surgiu a necessidade de analisar os melhores resultados para o filtro mais rigoroso. Coincidentemente os melhores resultados obtidos no % B foram todos com os filtros mais rigorosos, para o CBR Distância Euclidiana e para o CBR Original o filtro mais rigoroso é

o Filtro 1 (ver Tabela 5), enquanto que para o CBR Ln e o CBR Plano o filtro mais rigoroso é o Filtro 3 (ver Tabela 5).

Ainda como prova de que o critério % A era ineficiente através da θ pode-se visualizar um comparativo das melhores médias obtidas com o % A e as médias obtidas com os Filtros mais rigorosos para cada variação do método.

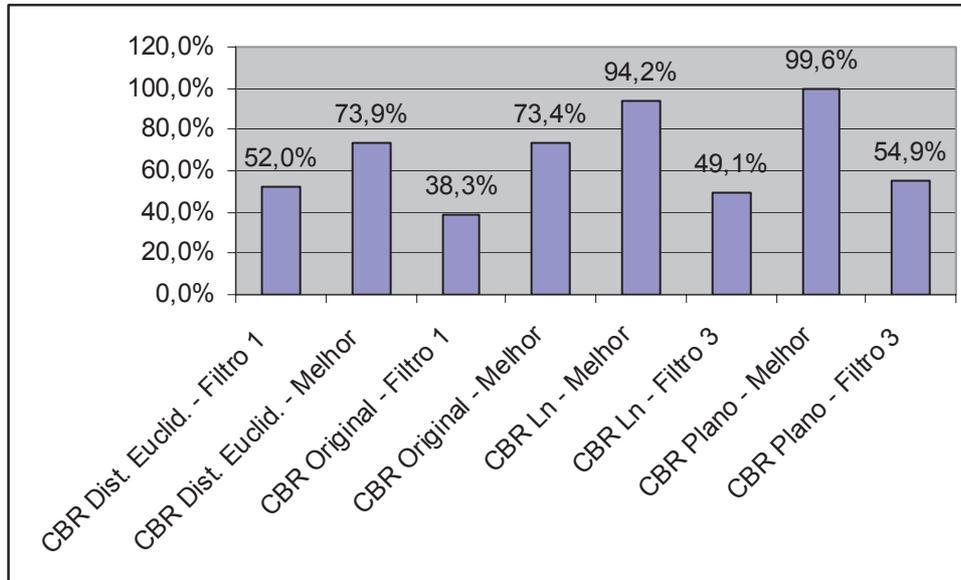


Figura 7 Melhores Médias versus Filtro Mais Rigoroso

Isso só ratifica que realmente muita informação inútil poderia ser trazida se fosse considerado o desempenho dado pelo critério % A, onde a maior diferença é encontrada no *CBR Risk Ln* com quase 48% de diferença entre os resultados.

5.4 Desempenho da melhor variação

O *CBR Risk Distância Euclidiana* foi escolhido como melhor método analisado, essa escolha foi baseada nas análises descritas nas seções anteriores. Uma última análise foi feita com o método escolhido, a idéia era observar qual a porcentagem de riscos que poderiam ser identificados em cada projetos e qual a porcentagem de riscos que seriam identificados com a utilização do *CBR Risk Distância Euclidiana*.

Dentro desse contexto, a θ mostra um gráfico comparativo entre a quantidade de riscos que poderiam ter sido identificados e a quantidade de riscos que foram identificados com os projetos sugeridos pelo *CBR Risk Distância Euclidiana*.

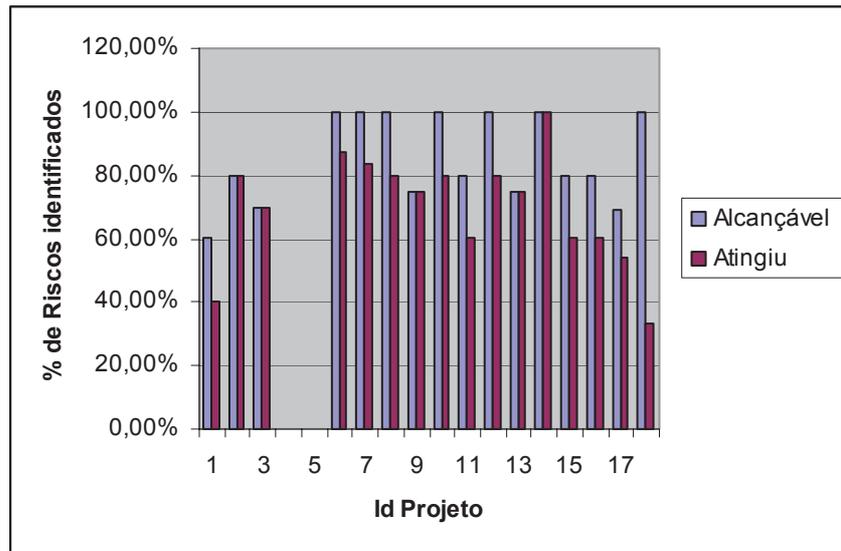


Figura 8 Percentual de Riscos Identificados *versus* % de Riscos que poderiam ter sido identificados

Ainda na 0 pode-se observar que, para a maioria dos projetos selecionados pelo algoritmo, quase todos os riscos que poderiam ter sido identificados, o foram. Esse fato traz uma certa garantia quanto a eficiência do método.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve a finalidade de avaliar o desempenho do método *CBR Risk* através da definição de estudos experimentais do mesmo. Acredita-se que com este conjunto de estudos experimentais foi dado um grande primeiro passo no sentido de melhorar este método e torná-lo uma ferramenta de auxílio aos gerentes de projeto.

Essa seção tem o objetivo de discutir as contribuições alcançadas, dificuldades encontradas, trabalhos relacionados e por fim, trabalhos já em andamento para permitir a evolução do estudo aqui iniciado.

6.1 Contribuições

O objetivo do *CBR Risk* é auxiliar os gerentes de projetos durante o processo de identificação de riscos, sugerindo, de antemão, alguns possíveis riscos baseando-se em projetos passados, ou seja, utilizando analogia. A variação denominada *CBR Risk* Distância Euclidiana foi a que apresentou os melhores resultados e será utilizada no *CBR Risk 2.0*. Além da definição do novo mecanismo de cálculo de similaridade também foi definido um valor para o filtro, garantindo assim que projetos com grau de similaridade muito pequeno não sejam sugeridos ao usuário.

Outro ponto importante a ser citado é a definição do mecanismo de avaliação do método, com a definição do critério de avaliação do desempenho que poderá ser utilizado em futuros estudos do método.

6.2 Dificuldades encontradas

O desenvolvimento deste trabalho não se deu de forma simples. A falta de dados reais para realização dos experimentos foi um grande fator de risco que poderia ter causado um grande impacto negativo nas experimentações, esse risco foi minimizado com os dados coletados pela aplicação dos questionários.

Outro fator complicador foi a falta de uma metodologia pré-definida para a avaliação do método, tendo a mesma que ser elaborada à medida que o estudo foi evoluindo, partindo de pesquisas semelhantes.

A quantidade de variações realizadas durante os experimentos exigiu atenção e repetição de atividades, o que, às vezes, tornava o trabalho fadigante, podendo também, ser fonte de riscos.

6.3 Trabalhos relacionados

No decorrer dos estudos foram encontrados dois trabalhos que seguem a mesma linha – experimentos, engenharia de software e riscos em projetos de software. Um deles é um relatório técnico “Introdução à Engenharia de Software Experimental” (Travassos et al 2002) e o outro é “Risicare: Uma ferramenta para apoiar a avaliação de riscos de uma carteira de projetos de software”, este último voltado para a análise financeira de projetos de desenvolvimento de software (Costa et al 2007).

6.4 Situação atual e Trabalhos Futuros

Apesar de muito ter sido feito no sentido de avaliar o modelo existem alguns pontos que devem ser considerados futuramente:

1. Transformar o intervalo dos atributos Tipo de Projeto e Plataforma Tecnológica em intervalos compatíveis com os dos demais atributos e realizar experimentos com variações nos pesos afim de obter melhores resultados, lembrando que para a Distância Euclidiana os pesos funcionam de forma inversa ao método proposto originalmente;
2. Os resultados do *CBR Risk Ln* foram do mesmo nível que os do *CBR Risk Distância Euclidiana*, como os pesos deste modelo funcionam da mesma forma que no modelo original seria interessante realização de mais experimentos com ele;
3. Realizar estudos em ambientes de desenvolvimento de projetos através do uso da ferramenta definida *CBR Risk*, coletando dados reais e analisando as respostas obtidas.

Atualmente o *CBR Risk* vem sendo revisto de acordo com o trabalho 1 exposto na lista anterior. A nova versão do protótipo está em fase final de desenvolvimento, passando pela fase de testes e podendo ser visualizada através do sítio <http://pma.dsc.upe.br>.

Referências Bibliográficas

- Coelho, C. C. MAPS: um Modelo de Adaptação de Processos de Software. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2003.
- Costa, H. R. ; Barros, M. de O. ; Travassos, G. H. . RISICARE: uma ferramenta para apoiar a avaliação de riscos de uma carteira de projetos de software. In: XIV Sessão de Ferramentas - XXI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 2007, João Pessoa.

- Anais da XIV Sessão de Ferramentas - XXI SBES. Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Computação, 2007. v. 1. p. 47-53.
- FECAP – Fundação Escola de Comércio Álvares penteadó – Disponível na URL: <http://www.fecap.br/adm_online/art11/animal.html>, acessado em 7 de Agosto de 2007.
- Gusmão, C. M. G.. Um Modelo de Processo de Gestão de Riscos para Ambientes de Múltiplos Projetos de Desenvolvimento de Software – Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.
- Higuera, P.R. An Introduction to Team Risk Management, Technical Report. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. USA. 1994.
- Humphrey, W. S. Managing the Software Process. Addison – Wesley. pp 9-17. 1990.
- Knight, F.H. Risk, Uncertainty and Profit. Houghton Mifflin Company, Boston. pp 22-24. 1921.
- Kontio, J. Software Engineering Risk Management: A Method, Improvement Framework and Empirical Evaluation. Tese de Doutorado. Universidade de Tecnologia de Helsinki. Finlândia. 2001.
- Lins, A. V. Um modelo para identificação de riscos de projeto utilizando raciocínio baseado em casos – Trabalho de conclusão de curso, Universidade de Pernambuco, 2007.
- Marshall, C. Medindo e gerenciando riscos operacionais em instituições financeiras. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2002.
- Muto, C. A.. PHP e MySQL – Guia Introductório. Ed. Brasport, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.
- PMI – Project Management Institute. PMBOK Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) Terceira edição 2004 Project Management Institute. 2004.
- PMI – Project Management Institute. Best approach to identify risks Results (2006). Disponível na URL: <<http://www.pmi.org>>. Acesso em: 28.08.2006.
- SEI - Software Engineering Institute. CMMI - Capability Maturity Model Integration version 1.1 Pittsburgh, PA. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. USA. 2001.
- Simonsem, M. H. Dinâmica Macroeconômica. São Paulo: Atlas. Brasil. 1994.
- Travassos, G. H., Gurov, D., Amaral, E. A. G.. Introdução à Engenharia de Software Experimental – Relatório Técnico, Universidade do Rio de Janeiro, 2002.
- Wangenheim, C. G e Wangenheim, A. Raciocínio Baseado em Casos. Ed. Manole Ltda, São Paulo, Brasil. 2003.
- Wohlin, C.; Runeson P.; Host, M.; Ohlsson, M. C.; Regnell, B.; Wesslén, A. Experimentation in Software Engineering: an Introduction. Kluwer Academic Publishers, London. 2000.
- Zanetti, A. C., Consiglio, E. E., Ruggiero, O. S., Tio, P. S., Faquim, Wagner, Boyadjan, J. C. Gerenciando Projetos Utilizando as Práticas do Guia PMBOK – Fatec –São Paulo. 2006.