

**GERENCIAMENTO DE RISCO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE**
*RISK MANAGEMENT APPLIED TO SOFTWARE DEVELOPMENT***Mateus Henrique Basso Macedo^a; Eduardo Gomes Salgado^a**^a **Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)** - Alfenas, MG, Brasil - Instituto de Ciências Exatas**Resumo**

O risco presente na condução do desenvolvimento de software é um assunto que sempre foi uma preocupação para a engenharia de software. Muito tem sido feito para que os projetos sejam entregues de acordo com o cronograma, mas incertezas sempre existirão no decorrer do tempo. Isso mostra que a área de gerenciamento de risco tem uma importância significativa no projeto de desenvolvimento de software. O gerenciamento de risco colabora com a redução e mitigação dos riscos do projeto por meio de sua identificação e análise para que seja tratado e controlado. Além disso, se o gerenciamento de riscos for aplicado adequadamente, pode resultar na melhoria do produto e no aumento da produtividade do processo de desenvolvimento de software. Dessa forma, esta pesquisa tem por objetivo analisar a incorporação do gerenciamento de riscos no processo de desenvolvimento de software no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). As etapas de análise qualitativa de riscos e o planejamento de medidas frente aos riscos fornecem uma maior precisão quanto aos prazos e a identificação das atividades críticas que podem surgir durante o desenvolvimento de um software nessa empresa.

Palavras-chave: Engenharia de software; desenvolvimento de software; gerenciamento de riscos.**Abstract**

The risk present in driving the software development is a subject that always been a concern to the Software Engineering. Much has been done to ensure that projects are delivered according to the schedule, but there will always be uncertainties over the time. This shows that the area of risk management has a significant importance in the project of software development. Risk management contributes to the reduction and mitigation of project risks through its identification and analysis to be treated and controlled. Furthermore, if risk management is applied properly can result in product improvement and increasing the productivity of the software development process. Thus, this research aims to analyze the incorporation of risk management in the process of software development at the Laboratory of Research and Development, Federal University of Alfenas (UNIFAL-MG). The steps of qualitative risk analysis and the planning measures forward the risks provide greater accuracy concerning deadlines and identification of critical issues that may arise during the development of one software in this company.

Keywords: Software engineering, software development, risk management.**1. INTRODUÇÃO**

Segundo Martins (2010), pode-se definir projeto como um trabalho que visa a criação de um produto ou a execução de um serviço que é do tipo específico, temporário em que há certo grau de incerteza em sua realização cujas atividades precisam ser planejadas, programadas e, quando executadas, necessitam ser controladas. Essa definição vai ao encontro da definição de projeto preconizada pelo o PMI (2004).

Um projeto deve ter um ciclo de vida definido composto por um início, intermediário e término. Os custos e a quantidade de recursos alocados são baixos no início do projeto e aumentam à medida que este avança. Já em relação ao risco, percebe-se que este é bastante alto no início devido à grande incerteza do projeto e diminui de forma progressiva à medida que se adquire mais conhecimento (Kerzner, 2006). Segundo Keil *et al.* (1998), os projetos de *software* têm dificuldades na gerência e muitos deles acabam em insucesso.



Para o gerenciamento de projetos (PMI, 2004), necessita-se aplicar um conjunto de conhecimentos, ferramentas, habilidades e técnicas às atividades do projeto tendo como objetivo atender os seus requisitos. Para tal, deve-se inicialmente definir e autorizar o projeto; logo após, deve-se definir e refinar os objetivos, o planejamento e a estratégia de implementação, além de programar as atividades, prazos, custos e riscos.

Ainda segundo o mesmo autor, devem-se coordenar pessoas e recursos para a execução de um projeto. Deve-se também medir e monitorar regularmente o progresso do projeto tentando assim identificar os desvios em relação ao planejamento, de forma que se possam propiciar medidas corretivas para trazer o projeto ao seu caminho planejado. Para se encerrar o projeto, deve-se finalizar a aceitação dos produtos e serviços entregues ou qualquer outro resultado significativo do projeto ou de alguma de suas fases.

Controlar riscos constitui-se em um programa que previne perdas e reduz a frequência e a severidade dos acidentes. Ele é de fundamental importância, pois elimina ou reduz efetivamente a maioria dos riscos acidentais. Devemos ressaltar que o risco não é por definição ruim, sendo essencial para o progresso. As falhas também podem servir como parte de um processo de aprendizado, sendo, portanto, levada para o lado positivo (Zamith, 2007, Schuyler, 2001).

Analisar os riscos consiste em um processo de avaliação e identificação dos fatores de riscos presentes e de forma antecipada no ambiente organizacional, possibilitando, dessa forma, uma visão do impacto negativo causado aos negócios. Essa análise deve ser feita sempre que se for realizar algum investimento para que os planos originais possam se concretizar, devendo ser feita em tempo mínimo.

Segundo Karolak (1996), existem muitos problemas em processos de desenvolvimento de *software* e produtos, por exemplo: as incertezas na estimativa de tamanho do projeto, cronograma, qualidade e na determinação da alocação de recursos.

O objetivo desse trabalho é identificar e analisar os riscos no desenvolvimento de *software* no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento (LP&D) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) por meio do estudo de caso e verificar as ações corretivas e preventivas propostas. No caso desse artigo, a exemplificação se trata apenas de riscos qualitativos. Essa avaliação consiste na identificação, análise estabelecendo o grau de impacto e probabilidade e planejamento de ação preventiva e corretiva.

As pesquisas realizadas por Dominguez (2009) mostraram que a análise, o planejamento e outros fatores

que influenciam os projetos de *software* possuem pontos de falhas. Para amenizar esses pontos, novos métodos, modelos de processos e experiência adquiridos no desenvolvimento de *software* podem servir como guia para que gerentes de projetos ou outros que passem por situações semelhantes possam utilizar as medidas adequadas a fim de obterem sucesso no desenvolvimento de seus projetos.

Segundo o mesmo autor, 32% dos projetos de *software* foram entregues conforme o planejado, ou seja, no prazo, no orçamento e com funções e funcionalidades definidas em contrato. Foi relatado também que 44% dos projetos de *software* mostraram estar atrasados, seja sobre o orçamento e/ou com menos funcionalidades que o planejado e 24% dos projetos foram encerrados antes de sua conclusão, ou seja, nunca foram entregues.

Outros estudos indicam que 15 a 35% de todos os projetos de *software* são cancelados e os projetos restantes sofrem de não cumprimento do cronograma, custos excessivos, ou falha em atender seus objetivos de projeto (Kerzner, 2006).

Projetos de *software* são atividades de alto risco, gerando resultados de desempenho variável (Charette, 2005). Segundo Johnson (2006), nas indústrias, apenas um quarto dos projetos de *software* tem sucesso imediato (ou seja, completo como previsto no orçamento) e bilhões de dólares são perdidos anualmente por meio de falhas de projeto ou projetos que não entregaram os benefícios prometidos. Assim, justifica-se a pesquisa no gerenciamento de risco em desenvolvimento de *software*, como pode ser visto nas pesquisas desenvolvidas por Hu *et al.* (2013) e Lindholm *et al.* (2014).

Dessa forma, esse artigo está estruturado com essa introdução, seguido da fundamentação teórica incluindo definição de projeto, definição de risco e planejamento e identificação de risco. Em seguida é apresentado o método de pesquisa seguido dos resultados e discussões. Por fim, temos as conclusões e as referências utilizadas nesse trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definição de projeto

Segundo Martins (2010), um projeto é empreendimento e, como tal, é um trabalho que tem como objetivo a criação de um produto ou a execução de um serviço específico, temporário, não repetitivo e que envolve certo grau de incerteza na realização. Já Kwak *et al.* (2004) dizem que um projeto trata-se de um empreendimento com objetivo bem definido, que consome recursos e opera sob pressões de custos, qualidade e prazos.



O sucesso do projeto está baseado em benefícios, que tratam do valor do produto a ser entregue, e em riscos, que tratam das incertezas de se obter o produto dentro do custo, tempo, esforço e qualidade estimada (Moynihan, 1997). Em relação a Martins (2010), um projeto bem sucedido é aquele que não extrapole o limite do prazo estabelecido no orçamento e entregar um produto final com qualidade.

O projeto pode ser definido por características distintas como temporário, único e elaboração progressiva. A característica de ser temporário é muito importante, pois todo projeto tem um início e um fim definidos. O projeto termina quando os objetivos para os quais foram criados são atingidos ou quando se torna claro que os objetivos do projeto não serão ou não poderão mais ser atingidos ou a necessidade do projeto não existe mais (PMI, 2004).

Ser único significa que todo produto ou serviço gerado por um projeto é diferente de outros produtos e serviços. Os projetos envolvem a realização de algo jamais realizado anteriormente e logo são únicos. Um projeto é progressivo porque, à medida que é compreendido, maior é o detalhamento das características peculiares que o distinguem como único (PMI, 2004).

Os projetos são instrumentos fundamentais para qualquer atividade de mudança e geração de produtos e serviços. Eles podem envolver desde uma única pessoa a milhares de pessoas, organizadas em times, e ter a duração de alguns dias ou vários anos (Torreão, 2005).

2.2 Definição de risco

Segundo Zamith (2007, p.47), risco é a probabilidade de ocorrer uma perda no presente ou no futuro que traz como resultado final um aumento do valor do orçamento do *software*. Já Charrete (2005) o define como sendo o evento ou o estado que pode causar danos, perda, ou atraso em um projeto de *software*. Karolak (1996) define risco como sendo problema que possa ocorrer durante o projeto.

A gestão de risco é fundamental para a gestão de projetos, sendo uma das áreas do conhecimento em gerenciamento de projetos, conforme PMBOK (PMI, 2005), e é um dos processos-chave, conforme definido no *Capability Maturity Model Integration (CMMI)*, além de suportar o *Control Objectives for Information and related Technology (COBIT)* (Amid et Moradi, 2013).

Em suma, os riscos são compostos por três componentes: a probabilidade de ocorrência, o impacto causado, caso venha a ocorrer, e a exposição, derivada das duas anteriores. Estes servem como base para o monitoramento e controle das condições de risco dos projetos.

Boehm (1991) define um *ranking* de 10 fatores de riscos de *software*:

- As deficiências de pessoal;
- Cronogramas e orçamentos irrealistas;
- Desenvolvimento de funções e propriedades do *software* incoerentes;
- Desenvolvimento da interface com o usuário incorreto;
- *Gold-plating* (adicionar ao escopo do projeto funcionalidades ou entregas que não foram solicitadas pelo cliente);
- Fluxo contínuo de mudanças de requisitos;
- Deficiências de desempenho em tempo real;
- Deficiências em tarefas realizadas externamente;
- Esforço de fundamentos da Ciência da Computação;
- Falhas em componentes fornecidos externamente;

Na maioria dos projetos de *software*, os riscos ocorrem devido a cinco razões principais: a utilização de novas tecnologias, os requisitos de *software*, arquitetura do sistema, o desempenho do sistema, e requisitos não funcionais (Schuyler, 2001). Neves *et al.* (2014) verificaram as técnicas da gestão do conhecimento na análise dos riscos no desenvolvimento de *software* em incubadoras de empresa, sendo que o principal risco para os gestores e desenvolvedores são escopo e metas indefinidas. Para Islam *et al.* (2014), a fase inicial do gerenciamento de riscos auxilia nos problemas que possam existir em um projeto, e isso contribui para o sucesso geral do projeto.

2.3 Planejar o gerenciamento de riscos

O plano de gerenciamento de riscos documenta a estratégia e os procedimentos que serão utilizados no projeto. Este deve ser coerente com a estratégia da empresa e do negócio para tratamento de riscos. Alguns tipos de negócios e produtos apresentam risco de vida para os usuários, enquanto que outros podem apresentar grande risco financeiro. Quanto maior for o risco do negócio, mais completo, abrangente e preciso deverá ser o plano de gerenciamento de riscos (Martins, 2000).

A preparação de um plano para um projeto precisa ter por base a história. A gerência de riscos incentiva-nos a olhar para o futuro e a tentar antecipar o que pode dar errado, elaborando assim alternativas estratégicas capazes de reduzir essa carga de riscos (Kerzner, 2006).

O CMMI (*Capability Maturity Model Integration for Software*) provê um *framework* para a implantação e melhoria do processo de *software* das organizações. A gerência de riscos é conduzida pelo estabelecimento e manutenção de uma estratégia para identificar, analisar e



mitigar riscos. Normalmente, isto é documentado em um plano de gestão de riscos. A estratégia refere-se às ações específicas e à abordagem utilizada para aplicar e controlar o gerenciamento do risco, composto pela identificação das fontes do risco, categorização dos riscos e os parâmetros usados para avaliar, limitar e controlar riscos para uma manipulação eficaz (Gusmão et Moura, 2003).

2.4 Identificar os riscos

O processo de identificar os riscos fornece as ferramentas e meios para que sejam identificados os riscos relacionados ao projeto. Quaisquer riscos ignorados durante esse processo podem ser mais difíceis de serem solucionados mais tarde. Neste processo, participam o time do projeto, especialistas nos assuntos abordados pelo mesmo, os *stakeholders* e outros gerentes de projeto (Kwak et Stoddardb, 2004, Barros, 2004).

O objetivo por trás de identificar o risco é considerá-los antes que eles se tornem problemas e incorporar esta informação no processo de gerenciamento de projetos. Qualquer pessoa que esteja trabalhando em um projeto pode identificar riscos, pois cada indivíduo tem algum conhecimento especial sobre diferentes partes do projeto. Durante essa identificação, incertezas e questões de extrema importância para o projeto são transformadas em diferentes riscos que podem ser descritos e medidos (Zamith, 2007).

Segundo o mesmo autor, durante esta função, todos os riscos são escritos com o formato de duas partes na qual a primeira é a declaração do risco, escrito como uma declaração consistente, clara e que contém as informações para a melhor compreensão da causa, da preocupação e do seu impacto. Já a segunda parte inclui outros detalhes de apoio na forma de um contexto.

Existem muitos métodos para a identificação de riscos. Dentre eles, temos: *check-list*, comparação análoga, análise de premissas, entrevista com especialistas, fatores de risco e técnicas Delphi. Estes métodos citados são os que podem ser aplicados a todas as saídas do projeto que são o custo, esforço, prazo e qualidade.

O MPS.BR visa o aumento da qualidade dos processos de desenvolvimento de software em organizações que não possuem tantos recursos para investimento em qualidade. Este modelo não define novos conceitos, mas adequam as estratégias de implementação à realidade brasileira, sendo que o nível C abrange a gerência de risco (Webber et al. 2004).

Para o CMMI, a identificação de potenciais situações que poderiam afetar negativamente o projeto é a base para a gerência de risco bem sucedida. O uso de categorias e parâmetros desenvolvidos na estratégia de gerenciamento dos riscos, juntamente com as fontes identificadas de

risco, pode fornecer disciplina e otimização apropriadas à identificação do risco (CMMI, 2002)

2.4.1 Check-list

O *check-list* pode ser desenvolvido com base nos dados históricos e no conhecimento acumulado dos projetos atuais ou passados. Esta identificação é feita pelos *stakeholders* que utilizam de listas prontas (PMI, 2004).

As principais vantagens de se usar um *check-list* é que a identificação dos riscos é rápida e simples (PMI, 2004). As grandes desvantagens são a impossibilidade da montagem de um *check-list* completo com todos os riscos e a possibilidade do usuário limitar a identificação nas categorias e nos fatores de riscos listados. Cuidados deveriam ser tomados para explorar fatores que não aparecem no *check-list* (Machado, 2002).

2.4.2 Comparação análoga

Esse método consiste na identificação dos riscos baseado na ideia de que nenhum projeto representa um sistema totalmente inovador, independente do quão avançado ou único ele seja. Para tanto, o método prevê a identificação de projetos similares, de modo que os dados destes projetos possam ser utilizados pelo projeto corrente para a sua revisão ou para a sua própria elaboração. A identificação de projetos similares envolve a determinação de características que sejam comuns aos mesmos, por exemplo, tecnologia, funcionalidade, estratégia de contrato e processo de desenvolvimento (Machado, 2002).

A grande vantagem é a facilidade de uso. Como grande desvantagem tem-se a dependência dos dados históricos, da interpretação desses dados e do nível de detalhe em que estão descritos.

2.4.3 Análise de premissas

Cada projeto é criado e desenvolvido com base em um conjunto de suposições ou premissas. Esta é uma técnica que explora as incertezas do projeto pela existência de algumas premissas que foram assumidas e podem ser incorretas. Essas premissas imprecisas, inconsistentes ou incompletas deverão ser identificadas e descritas para, posteriormente, poderem ser avaliadas (PMI, 2004).

2.4.4 Entrevista com especialistas

O primeiro passo consiste na identificação dos entrevistados e na preparação da agenda e das perguntas que serão feitas durante a entrevista. Posteriormente,



as entrevistas são realizadas a partir das perguntas preparadas pelo entrevistador. As vantagens desse método são a obtenção de diferentes visões dos riscos, pois os entrevistados podem ter perfis distintos, contribuindo na identificação dos variados aspectos relacionados aos riscos, e a facilidade para a sua implementação. Dentre as desvantagens, temos a necessidade do entrevistador definir as perguntas de modo que não limite a entrevista, além do fato deste método ser fortemente dependente do entrevistador e do entrevistado (PMI, 2004).

2.4.5 Técnica Delphi

O objetivo desta técnica é obter um consenso entre especialistas em relação a um determinado assunto, como exemplo os riscos. Especialistas em riscos são identificados, mas participam de forma anônima. Usa-se um questionário para requisitar informações importantes sobre riscos. As respostas obtidas são apresentadas e circulam para que sejam inseridos comentários adicionais. O consenso quanto aos principais riscos pode ser atingido com poucas rodadas quando utilizado esse processo. A principal vantagem é que esta técnica ajuda a minimizar desvios nos dados, mantendo o equilíbrio de influências dos especialistas. Como desvantagem, há uma dependência em relação ao questionário formulado, o que pode limitar a troca de ideias (PMI, 2004).

2.4.6 Fatores de risco

Este método consiste na determinação de fatores que possam resultar em um aumento das estimativas de custo, visando cobrir antecipadamente esse risco. Apesar desta definição focar o risco de custo, esse método pode ser empregado também para prazo, esforço e qualidade do projeto. Como vantagem, tem-se a usabilidade fácil, pois os fatores de risco já vêm associados ao modelo. Geralmente, esses fatores de riscos originam-se numa análise estatística dos históricos dos projetos, o que determina os fatores de maior relevância. Como desvantagem, tem-se a dependência da criação e da qualidade da base histórica dos fatores de risco (Machado, 2002).

No próximo tópico, dar-se-á destaque ao procedimento metodológico a ser utilizado para dar cabo dos objetivos propostos pelo presente projeto de pesquisa.

3. MÉTODO DE PESQUISA

A identificação e análise dos riscos no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento (LP&D) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) foram realizadas pelo método de estudo de caso. Para Martins (2010), os métodos de pesquisa mais apropriados para conduzir uma pesquisa qualitativa são: estudo de caso e pesquisa-ação.

Para Voss *et al.* (2002), existem muitos desafios na condução de um estudo de caso: ele consome muito tempo, necessita de entrevistadores com habilidade e conhecimento, e é necessário muito cuidado na generalização das conclusões a partir de um limitado conjunto de casos e na garantia do rigor da pesquisa. Apesar disso, os resultados de um estudo de caso podem ter um forte impacto e levar a novas e criativas percepções e a se desenvolver novas teorias.

Segundo Yin (2005), a investigação de estudo de caso enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo; e, como outro resultado, beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

O critério adotado para a identificação de riscos utilizados durante o projeto foi:

- Entrevistas: entrevistar participantes experientes do projeto e especialistas no assunto.

Os principais riscos encontrados durante o desenvolvimento do projeto no LP&D podem ser divididos nas seguintes categorias (Karolak, 1996):

- Riscos de projeto: são os riscos que afetam o planejamento ou recurso do projeto;
- Risco de produto: são os riscos que afetam a qualidade ou desempenho do sistema;
- Risco de negócio: são os riscos que afetam o processo de negócio e a organização que está desenvolvendo o *software*;

Segundo Boehm (1991), as principais técnicas identificadas e usadas pelos gerentes de projeto para solucionar os itens de riscos são: formação de equipes de projeto, treinamento, desenvolvimento incremental e iterativo, reuso de código de *software* e simulação.

Os riscos encontrados durante o projeto no LP&D estão presentes nos resultados. Estes são interdependentes e dinâmicos, qualquer ação tomada com o objetivo de mitigar ou evitar um deles pode afetar outro. A estratégia adotada foi focar em ações preventivas e corretivas simples e efetivas, buscando mitigar e evitar os possíveis riscos que necessitam intervenção.

3.1 Análise qualitativa dos riscos

É o processo que, através da análise dos riscos, estima a probabilidade de ocorrência e o grau de impacto. A análise deve identificar os riscos, probabilidades e atitudes de cada uma das partes interessadas em relação a eles. A realização



desse processo é frequentemente a maneira mais rápida e econômica de planejar as respostas aos riscos (PMI, 2004).

Os riscos são analisados basicamente através da probabilidade e impacto. A probabilidade é a possibilidade de ocorrência, que é a razão do número de chances pela qual um evento de risco pode acontecer (ou não acontecer) pela soma das chances do acontecimento (ou não acontecimento). O impacto pode ser positivo ou negativo nos objetivos planejados dependendo do evento. A análise

de impacto inclui a quantificação de suas respectivas severidades de impacto, probabilidade e sensibilidade de mudanças (Charette, 2005, Schuyler, 2001).

O processo de análise qualitativa de riscos avalia a probabilidade e o grau de impacto dos riscos identificados segundo a Tabela 1, que é a matriz de probabilidade e grau de impacto, que é um jeito usual de se determinarem os riscos que devem ser tratados ou não, considerando as duas variáveis da tabela.

Tabela 1: Matriz de probabilidade e grau de impacto

Probabilidade					
Muito alta					
Alta					Evitar
Média	Aceitar				
Baixa				Mitigar	
Remota					
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
	Grau de impacto				

Fonte: PMI (2004)

As categorias da probabilidade são divididas entre: Remota, Baixa, Média, Alta e Muito Alta, e do grau de impacto são divididos entre: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto.

Com base na Tabela 1, determina-se qual é a estratégia mais indicada para o planejamento do gerenciamento dos riscos segundo seu grau de impacto e probabilidade nos objetivos do projeto. Depois, são selecionadas as categorias que deverão ter os fatores de riscos mitigados, quais deverão ter os fatores de risco evitados e quais serão aceitos (Martins, 2010).

Os riscos e as estratégias na avaliação qualitativa de riscos são usados para o processo de planejamento de respostas aos riscos, no qual serão constituídas ações preventivas ou corretivas.

O controle de riscos é bastante flexível, permitindo vários jeitos de ações. Segundo Kerzner (2006), existem três categorias de atitudes a serem tomadas no controle de riscos:

- Aceitar o Risco: O risco está identificado, sabe-se da sua consequência e probabilidade, mas não é realizada nenhuma medida preventiva e/ou corretiva, pois o custo das medidas é maior que o benefício que delas resultam.
- Mitigar o risco: Procura reduzir a consequência do risco. Realizar ações preventivas e/ou corretivas

para reduzir o impacto no projeto é mais eficaz que tentar reparar as consequências depois de ocorrido o problema.

- Evitar o risco: É mudar a forma do desenvolvimento da atividade, usando medidas preventivas e/ou corretivas para eliminar o risco ou a condição ou para proteger os objetivos da atividade desses perigos. Embora não seja possível eliminar todos os eventos de risco, alguns riscos específicos podem ser evitados.

Dessa forma, essa pesquisa foi baseado em dois projetos do LP&D, que são:

- Projeto analisado foi a criação de um portal para o Laboratório de Biologia Animal Integrativa (*LABAInt*). A ideia é ter um site, usando a tecnologia *drupal*, para os membros do *LABAInt* gerenciarem e inserirem conteúdos. O portal terá informações sobre a equipe, a infraestrutura dos laboratórios, os projetos e linhas de pesquisa, algumas notícias sobre a biologia, sobre congressos e eventos na área. O portal está armazenado no servidor da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Os membros envolvidos na equipe são:

- Uma pessoa do LP&D como desenvolvedor;

- Dois professores que atuam no *LABAInt* como clientes;



- Uma pessoa do *LP&D* como gerente do projeto;
- Outro projeto analisado foi a criação de um site para a Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação (PRPPG), que tem informações sobre a Pró-reitora, pós-graduação, pesquisa, legislação, eventos e notícias. Também foram criados formulários *online* de solicitação de verba de Programa de Apoio à Pós (PROAP) para a PRPPG. Os formulários são:
 - Alunos em eventos no país;
 - Coleta de dados;
 - Membros de banca externa;
 - Participação de coordenadores em eventos;
 - Professores em eventos no país;
 - Professores visitantes no programa;
 - Demais naturezas de despesas;
 - Participação de alunos em cursos;
 - Prestação de contas;

Este segundo projeto de desenvolvimento do site em conjunto com os formulários estão armazenados no servidor da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Os membros envolvidos na equipe são:

- Duas pessoas do *LP&D* como desenvolvedores;
- Uma pessoa da *PRPPG* como cliente
- Uma pessoa do *LP&D* como gerente do projeto;

Nos dois projetos, não consta com um gerenciamento de riscos. Os riscos são tratados somente quando aparece no decorrer do projeto. Alguns são tratados e outros são ignorados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante duas semanas do mês de Agosto/2012, no *LP&D*, realizou-se entrevistas com os desenvolvedores e o gerente de projeto nos dois projetos para poder identificar os riscos presentes nesses projetos. A maioria dos riscos identificados são os que tinham mais aparecido nos projetos, na qual não era adotada nenhuma análise ou tratamento destes.

Após a identificação dos riscos, foram realizadas as análises dos riscos. Durante uma semana no *LP&D*, foram realizadas entrevistas com os desenvolvedores e o gerente de projeto nos dois projetos para analisar os riscos levantados na identificação. Todos os riscos foram analisados um por um.

O total de riscos levantados durante a entrevista foram 32 riscos, sendo apresentados em seguida:

1. **Requisitos do projeto mal entendidos:** Esse risco se dá quando, após o cliente explicar o requisito do projeto, os membros da equipe não entendem o que o cliente realmente queria. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é médio. Ação corretiva para este risco é validação junto ao cliente sobre os requisitos, o responsável é da equipe envolvida com o projeto. As ações preventivas são reunião com o cliente para melhorar entendimento – a responsável é a equipe envolvida com o projeto – e elaboração de protótipos para validação junto ao usuário – o responsável é a equipe envolvida com o projeto.
2. **Introdução de Nova tecnologia:** Esse risco se dá quando uma tecnologia é adotada durante o projeto. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é médio. A ação corretiva para este risco é treinamento para a equipe sobre o assunto novo – o responsável é o gerente de projeto. A ação preventiva é atribuir papéis e responsabilidades para os membros da equipe – o responsável é o gerente de projeto.
3. **Mudança de membros da equipe:** Esse risco se dá quando algum membro da equipe sai do projeto ou alguma pessoa é contratada para entrar no projeto. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
4. **Cronograma fora da realidade:** Esse risco ocorre quando o cronograma do projeto extrapola o cronograma real do projeto. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é alta e o grau de impacto é médio. A ação corretiva é possuir uma base sobre cronogramas de projetos anteriores – a responsável é a equipe envolvida com o projeto. A ação preventiva é estabelecer um procedimento para estimar prazo e custo dos projetos – o responsável é o gerente de projeto.
5. **Criação de requisitos pela equipe de desenvolvimento:** Adicionar funcionalidades no projeto que não foram solicitadas pelo cliente. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é baixo. Não possui ações preventivas e corretivas.
6. **Desenvolvimento errado dos requisitos:** O desenvolvimento do requisito não é de acordo com o que o cliente queria. A orientação é evitar, segundo



a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é muito alto. A ação corretiva é marcar reunião diária com os membros envolvidos do projeto – a responsável é a equipe. A ação preventiva é garantir que a comunicação entre a equipe está boa – o responsável é o gerente de projeto.

7. **Falha de comprometimento do cliente:** Esse risco ocorre quando o cliente não está comprometido com o projeto, por exemplo, falta de reuniões com a equipe. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
8. **Falta de motivação da equipe:** A equipe não tem motivação durante o projeto. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
9. **Pessoal insuficiente:** A quantidade de pessoas na equipe não é suficiente para o projeto. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é muito alto. Ação corretiva é atribuir mais funções para cada pessoa do projeto – o responsável é o gerente de projeto. A ação preventiva é contratar mais pessoas para a equipe do projeto – o responsável é o gerente do projeto.
10. **Sem definição de função dos membros da equipe:** As pessoas do projeto não possuem funções definidas. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é baixo. Não possui ações preventivas e corretivas.
11. **Mudança de requisito:** Esse risco se dá quando a equipe desenvolve um requisito e este muda o seu entendimento ou não é mais necessário ser adotado no projeto. A orientação é evitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é muito alta e o grau de impacto é alto. A ação corretiva é usar os métodos ágeis para o desenvolvimento do projeto – o responsável é o gerente do projeto. As ações preventivas são reunião entre a equipe do projeto e o cliente, definir de pronto o requisito e validação com o cliente após o término de um requisito. Os responsáveis pelas ações preventivas são o gerente de projeto e a equipe.
12. **Falta de Cooperação dos usuários:** Os usuários não cooperam com o projeto, por exemplo, não fazem testes para poder avaliar se está certo ou não os

requisitos desenvolvidos. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.

13. **Falta de metodologia efetiva para o gerenciamento do projeto:** Nos dois projetos, não consta uma metodologia definida para o gerenciamento de projeto. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é alto. A ação corretiva é definir a metodologia que será realizada durante o projeto – o responsável é o gerente de projeto. A ação preventiva é definir no começo do projeto, qual metodologia será adotada até o final – o responsável é a equipe envolvida com o projeto.
14. **Falta de habilidade na gerência do projeto:** O gerente de projeto não tem habilidade para exercer a função na gerência. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é alto. A ação corretiva é treinamento para o gerente de projeto. A ação preventiva é definir a pessoa da equipe que possui maior habilidade para ser o gerente do projeto – a responsável é a equipe envolvida com o projeto.
15. **Ferramentas impróprias para o desenvolvimento:** No desenvolvimento do projeto, a equipe utiliza ferramentas que não precisam realmente ser utilizadas. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
16. **Componentes do projeto desenvolvidos externamente:** Componentes do projeto não foram desenvolvidos pela equipe envolvida com o projeto. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é baixo. Não possui ações preventivas e corretivas.
17. **Custo mal estimado:** O custo do projeto no início não é o realmente o preço real. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é baixo. Não possui ações preventivas e corretivas.
18. **Doença em algum membro da equipe que impede a participação do mesmo no projeto:** Esse risco é quando um membro da equipe adquire alguma doença e não participa do projeto até o mesmo estar



recuperado. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.

19. **Quebra de Equipamento:** Quando um equipamento no ambiente da equipe quebra ou danifica ou para de funcionar. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é muito alto. A ação corretiva é reparar o equipamento ou comprar um novo – o responsável é o gerente do projeto. A ação preventiva é realizar manutenção dos equipamentos esporadicamente – o responsável é o gerente do projeto.
20. **Erros de Digitação:** Esse risco é quando alguma funcionalidade contem erros de ortografia. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
21. **Cliente insatisfeito com o produto:** Após a equipe mostrar para o cliente o produto após ser desenvolvido, o cliente não fica satisfeito com o trabalho da equipe. A orientação é evitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é muito alto. A ação corretiva é negociar solução com o cliente – os responsáveis são a equipe envolvida com o projeto e o cliente. A ação preventiva é participação do cliente durante todo o projeto – os responsáveis são a equipe envolvida com o projeto e o cliente.
22. **Perda de dados do documento de requisitos:** Esse risco se dá quando o documento de requisitos do projeto perde alguns dados para o desenvolvimento do projeto. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é muito alto. A ação corretiva é realizar nova reunião com o cliente para recuperar os dados perdidos – a responsável é a equipe envolvida com o projeto. A ação preventiva é realizar *back-up* do documento de requisitos – a responsável é a equipe envolvida com o projeto.
23. **Queda de energia para o desenvolvimento do projeto:** Esse risco ocorre quando, no desenvolvimento do projeto, acontece uma queda de energia, impossibilitando o trabalho da equipe. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
24. **Sem acesso a internet:** Esse risco é quando a internet do ambiente de trabalho não funciona. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é baixo. Não possui ações preventivas e corretivas.
25. **Falta de realização de testes durante o desenvolvimento do projeto:** No projeto, não consta a realização de testes durante o seu desenvolvimento. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é média e o grau de impacto é alto. As ações corretivas são realizar treinamento de testes para a equipe e inserir alguma metodologia que usa testes para a validação das funções desenvolvidas. A responsável pelas ações corretivas é a equipe envolvida com o projeto. A ação preventiva é definir a fase de realização de testes no planejamento do projeto – o responsável é a equipe envolvida com o projeto.
26. **Crescimento de requisitos não previstos:** Os requisitos que não foram previstos durante o início do projeto, aparecem ao decorrer do projeto. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixa e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.
27. **Entrega prematura do produto:** A equipe entrega para o cliente o produto incompleto, faltando algumas funcionalidades. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é muito alto. As ações corretivas são definir junto ao cliente a definição de pronto do requisito e verificar junto ao cliente se o requisito está pronto. A responsável pelas ações corretivas é a equipe envolvida com o projeto e o cliente. A ação preventiva é definir os requisitos essenciais do produto – os responsáveis são a equipe envolvida com o projeto e o cliente.
28. **Atrito entre os desenvolvedores:** Esse risco ocorre quando os desenvolvedores discutem entre si ou não tem afinidade uns com os outros. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é baixo. Não possui ações preventivas e corretivas.
29. **Mudança do ambiente do desenvolvimento do projeto:** Esse risco é quando a equipe muda o local de trabalho. A orientação é aceitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é médio. Não possui ações preventivas e corretivas.



30. Desenvolvimento com baixa qualidade:

Funcionalidades do projeto não são desenvolvidas com qualidade. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é baixo e o grau de impacto é alto. As ações corretivas são realizar novamente o requisito e inspecionar o requisito que está sendo implementado para verificar se não está com baixa qualidade. A responsável pelas ações corretivas é a equipe envolvida com o projeto. A ação preventiva é definir um número máximo de requisitos que um membro da equipe possa desenvolver em um tempo – a responsável é a equipe envolvida com o projeto.

31. Ignorar o risco presente no projeto:

Esse risco se dá quando a equipe ignora o risco presente no projeto, não tratando ele. A orientação é mitigar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é remota e o grau de impacto é alto. A ação corretiva é verificar se o risco tem um impacto que prejudica o projeto. Caso tenha, deve ser realizada uma análise nesse risco. A responsável pela ação corretiva é a equipe envolvida

com o projeto. A ação preventiva é definir o gerenciamento de risco no planejamento do projeto, sendo responsável a equipe envolvida com o projeto.

32. Conflitos de versões do produto:

Esse risco ocorre quando uma versão do produto não é compatível com algumas funcionalidades do produto mais atualizado. A orientação é evitar, segundo a matriz de probabilidade e grau de impacto, pois a chance de probabilidade é alta e o grau de impacto é alto. A ação corretiva é padronizar as versões do produto – a responsável é a equipe envolvida com o projeto. A ação preventiva é possuir um controle de versões do produto que está sendo desenvolvido – a responsável é a equipe envolvida com o projeto.

Após a identificação e a análise, foram criadas as tabelas de ação corretiva e ação preventiva. A Figura 1 e Figura 2 exemplificam as tabelas de ações corretivas e preventivas elaboradas após a identificação dos riscos, bem como a probabilidade associada a cada risco, grau de impacto, orientação/intervenção e a ação corretiva e preventiva para cada risco, conforme está na lista de riscos levantados.

Risco	Probabilidade	Grau Impacto	Orientação intervenção	Corretiva		
				Ação	Responsável	Prazo
Requisitos do projeto mal entendidos	Média	Alto	Mitigar	Validação junto ao cliente sobre os requisitos	Equipe envolvida com o projeto	Mensalmente
Introdução de Nova tecnologia	Média	Médio	Mitigar	Treinamento para a equipe sobre o assunto novo	Gerente de projeto	1 semana
Mudança de membros da equipe	Baixa	Médio	Aceitar			
Cronograma fora da realidade	Alta	Médio	Mitigar	Possuir uma base sobre cronogramas de projetos anteriores	Equipe envolvida com o projeto	Mensalmente
Criação de requisitos pela equipe de desenvolvimento	Média	Baixo	Aceitar			
Desenvolvimento errado dos requisitos	Média	Muito Alto	Evitar	Marcar reunião diária com os membros envolvidos no projeto	Equipe envolvida com o projeto	Diariamente

Figura 1 – Exemplo da tabela de ação corretiva

Fonte: Elaborada pelos autores



Risco	Probabilidade	Grau Impacto	Orientação intervenção	Preventiva		
				Ação	Responsável	Prazo
Requisitos do projeto mal entendidos	Média	Alto	Mitigar	Reunião com o cliente para melhorar entendimento	Equipe envolvida com o projeto	Mensalmente
				Elaboração de protótipos para validação junto ao usuário	Equipe envolvida com o projeto	Mensalmente
Introdução de Nova tecnologia	Média	Médio	Mitigar	Atribuir papéis e responsabilidades para os membros da equipe	Gerente do projeto	1 dia
Mudança de membros da equipe	Baixa	Médio	Aceitar			
Cronograma fora da realidade	Alta	Médio	Mitigar	Estabelecer um procedimento para estimar prazo e custo dos projetos	Gerente do projeto	1 dia
Criação de requisitos pela equipe de desenvolvimento	Média	Baixo	Aceitar			

Figura 2 – Exemplo da tabela de ação preventiva

Fonte: Elaborada pelos autores

Os riscos mais presentes nos dois projetos foram: Introdução de nova tecnologia, mudança de membros da equipe, falta de metodologia efetiva para o gerenciamento do projeto, sem definição dos membros da equipe e conflitos de versões do produto.

Os riscos menos presentes nos dois projetos foram: Requisitos do projeto mal entendidos, desenvolvimento errado dos requisitos, falha de comprometimento do cliente, falta de motivação da equipe e pessoal insuficiente.

Os riscos, requisitos do projeto mal entendidos, mudança de requisito, introdução de nova tecnologia, cronograma fora da realidade, falha de comprometimento do cliente, cliente insatisfeito com o produto, pessoal insuficiente, criação de requisitos pela equipe de desenvolvimento, custo mal estimado, falta de cooperação dos usuários, falta de metodologia efetiva para o gerenciamento do projeto, desenvolvimento errado dos requisitos, ferramentas impróprias para o desenvolvimento, crescimento de requisitos não previstos, componentes do projeto desenvolvidos externamente, falta de realização de testes durante o desenvolvimento do projeto, desenvolvimento com baixa qualidade, sem definição de função dos membros da equipe, mudança do ambiente do desenvolvimento do projeto e falta de habilidade na gerência do projeto também foram identificados nas pesquisas de Boehm (1991), Schmidt *et al.* (2001), Charalambos *et Nakatsu*(2008) e Hartmann (2005).

Para os riscos mudança de membros da equipe, falta de motivação da equipe, doença em algum membro da equipe que impede a participação do mesmo no projeto, quebra de equipamento, erros de digitação, sem acesso a internet, conflitos de versões do produto, queda de energia para o desenvolvimento do projeto, perda de dados do documento

de requisitos, ignorar o risco presente no projeto, entrega prematura do produto e atrito entre os desenvolvedores não foram encontrados relatos na literatura.

5. CONCLUSÃO

A contribuição do gerenciamento de riscos em projeto é essencial para obter ótimos resultados no desenvolvimento de um projeto de *software* (aprender a identificar e analisar os riscos pode melhorar a execução do mesmo). Entretanto, com a aplicação das ações preventivas e corretivas, os possíveis riscos são tratados e podem não atrapalhar o desenvolvimento do projeto. Caso não possa evitar a ocorrência dos riscos, é possível minimizar o seu grau de impacto e sua consequência sobre o projeto.

No caso estudado, foram identificados 32 riscos em dois projetos de desenvolvimento de Software no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento (LP&D) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), sendo que os riscos mais encontrados são a Introdução de nova tecnologia, mudança de membros da equipe, falta de metodologia efetiva para o gerenciamento do projeto sem definição dos membros da equipe e conflitos de versões do produto. Para esses riscos e os demais encontrados durante o estudo de caso, foi realizada a proposta de ações corretivas e/ou preventivas para responder aos riscos encontrados nos projetos.

Pelo fato do estudo de caso ser em uma instituição Pública Federal, os riscos que influenciaram durante o desenvolvimento podem ser diferentes de outras empresas privadas. Dessa forma, como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser realizada uma pesquisa para identificação dos riscos no desenvolvimento de *software* em empresas privadas e realizar uma análise quantitativa



dos riscos no processo de desenvolvimento de software nas instituições públicas. Poderia ser realizada uma pesquisa do tipo pesquisa-ação com a finalidade de identificar, analisar e dar resposta aos riscos de desenvolvimento de *software*.

6. REFERÊNCIAS

- Amid, A. e Moradi, S. (2013), "Hybrid Evaluation Framework of CMM and COBIT for Improving the Software Development Quality", *Journal of Software Engineering and Applications*, Vol.6 No.5, pp. 280-288.
- Barros, M. (2004), "Supporting risks in software project management", *Journal of Systems and Software*, Vol.7 No.1, pp. 21-35.
- Boehm, B. (1991), "Software Risk Management: Principles and Practices", *IEEE Software*, Vol. 8 No.1, pp. 32-41.
- Charalambos, L. e Nakatsu, R. (2008), "A Risk Profile of Offshore-Outsourced Development Projects", *Communications of the ACM* 51, Vol.51 No.6, pp. 89-94.
- Charette, R. (2005), "Why software fails", *IEEE Spectrum*, Vol.42 No.9, pp. 42-49.
- CMMI Product Team (2002), Capability Maturity Model Integration (CMMI SM) Version 1.1, CMMI for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing (CMMI-SE/SW/IPPD/SS, V1.1).
- Dominguez, J (2009), "The curious case of the chaos report 2009", Disponível em: <http://www.projectsmart.co.uk/the-curious-case-of-the-chaos-report-2009.php> (Acesso em 14 de maio 2014).
- Gusmão, C., Moura, P. (2003). "ISO, CMMI, and PMBOK Risk Management: a Comparative Analysis", *The International Journal of Applied Management and Technology*, Vol.1, No.1.
- Hartmann, J. (2005), Utilizando Padrões Organizacionais e Avaliação de Risco para Adaptar a Metodologia de Desenvolvimento de Software, Tese de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Hu, Y., Zhang, X., Ngai, E.W.T., Cai, R., e Liu, M (2013), "Software project risk analysis using Bayesian networks with causality constraints", *Decision Support Systems*, Vol.56, pp. 439-449.
- Islam, S., Mouratidis, H., Weippl, E. (2014), "An empirical study on the implementation and evaluation of a goal-driven software development risk management model". *Information and Software Technology*, Vol. 56, No. 2, pp. 117-133.
- Johnson, J. (2006), *My Life is Failure: 100 things you should know to be a successful project leader*. USA: The Standish Group International, Inc..
- Karolak, D. (1996), *Software Engineering Risk Management*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Califórnia.
- Keil, M., Cule, P., Lyytinen, K. e Schmidt R. (1998), "A framework for identifying software Project Risks", *Communications of the ACM*, Vol.41, No.11, pp. 80-81.
- Kerzner, H. (2006), *Gestão de Projetos - As melhores práticas*, 2 ed., Bookman, São Paulo, SP.
- Kwak, Y. e Stoddardb, J (2004), "Project risk management: lessons learned from software development environment", *Technovation*, Vol.24, No.11, pp.915-920.
- Lindholm, C., Notander, J. P. e Höst, M. (2014), "A case study on software risk analysis and planning in medical device development." *Software Quality Journal*, DOI: 10.1007/s11219-013-9222-2
- Machado, C. (2002), *A-Risk: Um método para identificar e quantificar risco de prazo em projetos de desenvolvimento de software*, Tese de Mestrado em Informática Aplicada, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR.
- Martins, J. (2010), *Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de software com PMI, RUP, UML*, 5 ed., Brasport, São Paulo, SP.
- Martins, R. (2010), "Princípios da pesquisa científica", em Miguel, P.A.C.. (Org.), *Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*, 1 ed. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier, pp. 5-29.
- Moynihan, T (1997). "How experienced project managers assess risk", *IEEE Software*, Vol.14 No.3, pp.35-41.
- Neves, S. M., Silva, C. E. Salomon, V. A. P., Silva, A. F., Sotomonte, B. E. P. (2014), "Risk management in software projects through Knowledge Management techniques: Cases in Brazilian Incubated Technology-Based Firms", *International Journal of Project Management*. Vol. 32, No. 1, pp. 125-138.
- Project Management Institute – PMI (2004), *Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos*, 3 ed., USA.
- Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M. e Cule, P. (2001), "Identifying software project risks: An international Delphi study", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 17, No. 4, pp. 5-36.
- Schuyler, J. (2001), *Risk and decision analysis in projects*, 2 ed., Newtown Square, USA.



Torreão, P. (2005), Ambiente Inteligente de Aprendizado para Educação em Gerenciamento de Projetos, Tese de Mestrado em Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

Voss, C., Tsiriktsis, N. e Frohlich, M (2002), "Case research in operations management", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.22, No.2, pp. 195-219.

Webber, K. C., Araújo, E., Machado, C., Scalet, D., Salviano, C. e Rocha, A. R. (2004), "Modelo de referência e método de avaliação para melhoria de processo de software", IV Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software.

Yin, R. (2005), Estudo de caso. Planejamento e métodos, 3ed., Bookman, Porto Alegre, RS.

Zamith, J. (2007), Gestão de riscos e prevenção de perdas: um novo paradigma para a segurança nas organizações, 1 ed., Rio de Janeiro: FGV, p.112.