

# **EFEITO DA APLICAÇÃO DO FMEA NA PRIORIZAÇÃO DE RISCOS DE PROJETOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE – PRODUTO**

Roberto Carlos Bonanomi<sup>1</sup>, Wesley Vieira da Silva<sup>2</sup>, Ubiratã Tortato<sup>3</sup>,  
Daniela Torres da Rocha<sup>4</sup>

RESUMO: Este artigo tem por objetivo propor uma forma alternativa para priorização dos riscos em projetos de desenvolvimentos de software, no âmbito do desenvolvimento de produto. Este trabalho fez um estudo de caso em uma organização de desenvolvimento de *software* para analisar os riscos levando-se em conta projetos passados. Foram usados os métodos tradicionais (probabilidade *versus* impactos) e o uso do *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Os resultados apresentam mais acerto para o uso do método FMEA no gerenciamento dos riscos em projetos de software.

PALAVRAS-CHAVE: FMEA. Riscos de Projetos. Desenvolvimento de Softwares.

## **EFFECT OF THE APPLICATION OF THE FMEA WHEN PRIORITIZING RISKS OF SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECTS – PRODUCT**

ABSTRACT: This paper aims at proposing an alternative way to prioritize risks in software development projects within the scope of product development. This work is a case study in a software development organization that assesses the risks taking into account past projects. It was used traditional methods (probability versus impacts) and the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). The results present more matches for the use of the FMEA method when managing risks in software projects.

KEYWORDS: FMEA. Projects risks. Software development.

### **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil é o 10º mercado mundial, conforme pesquisa do Banco Mundial 2011 (CGI - Global Competitiveness Report, p. 20). Está posição faz com que todos os setores

---

1 Mestre em Administração pela PUCPR.

2 Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC.

3 Doutor em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da USP.

4 Doutoranda em Administração pela PUCPR.

demandem produtos e serviços da indústria de informática, conforme pesquisa da Price Waterhouse Coopers (Abril/2009). Com o tamanho de 17 Bilhões de dólares em produtos e serviços a Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES, 2010), avaliou o mercado brasileiro de software, colocando-o em 11º colocado no mundo.

Este mercado bilionário de software só no Brasil faz com que a indústria de software que precise gerir muito bem os recursos aplicados ao desenvolvimento dos produtos e serviços. Desta forma, esta indústria, vem aplicando o conhecimento gerado em gerenciamento de projeto para produzir e entregar software dentro das pressões exigidas pelo mercado como escopo, prazo, custo e qualidade. O Estudo de *Benchmarking* em Gerenciamento de Projetos Brasil (PM SURVEY, 2011), pesquisou 765 empresas, destas 67,3% das áreas internas de TI (Tecnologia da Informação) usam gerenciamento de projetos nas suas atividades. A pesquisa ainda mostra que do total pesquisado, 21% são da indústria de software (TI).

Assim, a preocupação com a forma certa de gerir projetos é tema recorrente na tanto na indústria quanto no meio acadêmico. Para o PMBOK (2008, p. 5) “Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. Devido a seu caráter “exclusivo”, faz com que os projetos tenham facetas desconhecidas ao gerir os recursos, aumentando a possibilidade de incertezas nas entregas. A pesquisa da The Standish Group (2004) indica que as empresas que usam gerenciamento de projeto são mais bem-sucedidas em seus projetos. Desta forma o gerenciamento de riscos do projeto é uma ferramenta essencial para que os projetos sejam bem-sucedidos.

A área de gerenciamento de riscos inclui os processos e as atividades que tratam do planejamento, de técnicas de identificação, análise, respostas, monitoramento e controle de riscos em um projeto (PMBOK, 2008). O risco é a combinação da probabilidade de um evento ocorrer e de suas consequências (impacto) para o projeto (ABNT ISO/IEC Guia 73:2005) e (PMBOK, 2008). Usando esta combinação se pode priorizar os riscos e gerenciar suas consequências para atingir os objetivos do projeto. Uma alternativa a esta forma de priorização é o uso da técnica FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

O FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é um método de análise que consiste em na identificação de eventuais falhas e determinar seus efeitos sobre um sistema, seja ele um produto ou um processo (STAMATIS, 1995). Este método possui um processo de priorização dos eventos que leva em consideração três variáveis, Ocorrência, Severidade, e Detecção.

O objeto deste trabalho é usar o FMEA com forma alternativa de priorização de riscos de projetos de desenvolvimento de software. Observar seus resultados em uma empresa de desenvolvimento de software em projetos já encerrados e avaliar se esta priorização poderia ser melhor que a recomendada pela combinação da probabilidade e impacto.

Este artigo está organizado em cinco seções que podem ser resumidas da seguinte forma: a primeira refere-se a parte introdutória; a segunda trata do referencial teórico-empírico; a terceira refere-se a metodologia utilizada na pesquisa; a quarta trata da apresentação e análise dos resultados e a quinta refere-se as considerações finais e recomendações.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-EMPÍRICO

O gerenciamento de projetos, enquanto disciplina mais formal, tem sua origem relacionada ao setor militar no período pós-segunda guerra (CRAWFORD, 2002). A partir de então, tem sido cada vez mais utilizado, estando sua implantação em evidência a partir de meados da década de 1990. Vale ressaltar que uma das grandes vantagens do gerenciamento de projetos é que ele não é restrito a projetos gigantescos. Ele pode ser empregado em projetos de qualquer complexidade, orçamento e tamanho em qualquer linha de negócios (VARGAS, 2003).

As técnicas de gerenciamento de projeto, rapidamente espalharam-se para todos os tipos de indústria. Logo, líderes de projeto procuraram novas estratégias e ferramentas para gerenciar seu crescimento e o dinamismo das mudanças em um mundo competitivo. As teorias gerais do sistema da ciência então começaram a serem aplicadas às interações do negócio (KERZNER, 2002).

A pesquisa da The Standish Group (2004) revela que em 1994, 16% dos projetos de software bem-sucedido, 10 anos depois, em 2004 este percentual subiu para 29% devido ao uso adequado de gerenciamento de projetos. Nesta pesquisa, para ser considerado um projeto bem-sucedido, os objetivos do projeto como escopo, prazo, e custos precisam atendidos conforme o planejado.

A definição do que é um projeto é amplamente discutido por diversos autores. Para Vargas (2006) projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade. Na visão de Kerzner (2005), projeto é um empreendimento com objetivo claramente identificável, consumindo recursos e operando sob pressões de prazo, custo e qualidade. Já Maximiano (2004) define projeto como um empreendimento temporário ou uma sequência de atividades com começo, meio e fim programados, que tem por objetivo fornecer um produto dentro de restrições orçamentárias. Para o PMI (Project Management Institute) em sua publicação do PMBOK - *Project Management Body of Knowledge* (2008, p. 5) define projeto como “[...] um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”. Todas as definições têm pontos em comum como a questão da singularidade (ser único) e temporalidade (início e fim). Para fins deste artigo será usada a definição de Kerzner (2005), visto que pressões de mercado, o caráter “exclusivo” e aliados a prazos determinados os projetos estão cercados de incertezas e riscos.

A definição de riscos é amplamente discutida por alguns autores. Para Ward (2000) é o efeito acumulativo da probabilidade de incerteza que pode afetar positivamente (oportunidade) ou negativamente (ameaça) o projeto, o que demonstra que gerenciar riscos de forma criteriosa é fundamental para o sucesso do projeto. Já Kerzner (2005) define risco como a medida da probabilidade e consequência de não se alcançar uma meta definida do projeto. Destaca que o risco é constituído da falta de conhecimento dos eventos futuros, envolvendo a noção de incerteza. O conceito de risco com efeito positivo ou negativo, também é apresentado pela British Standard BS 6079-1:2000, que define risco como uma combinação da probabilidade ou frequência da ocorrência de uma ameaça ou oportunidade

e a magnitude das consequências desta ocorrência. Segundo Slovic (1987), não existe risco real ou objetivo. A implicação é que o risco não é algo que esteja esperando para ser medido independentemente de nossas mentes, culturas, políticas ou visões do mundo – ele é intrinsecamente subjetivo. Os riscos se manifestam na forma de incertezas que cercam os processos de um projeto e normalmente em uma probabilidade e um impacto no projeto.

Os objetivos do gerenciamento de riscos do projeto vão além de identificar e monitorar riscos, eles buscam aumentar a probabilidade e/ou o impacto dos eventos de risco positivos e diminuir a probabilidade e/ou o impacto dos eventos adversos ao projeto (PMBOK, 2008). Planejar para evitar ou minimizar eventos que possam ser danosos ao projeto. Desta forma busca antecipar-se ao que pode dar errado e procurar eliminar suas causas, e não apenas remediar supostas inevitabilidades é uma postura bastante oportuna em termos de foco estratégico no gerenciamento de projetos.

Segundo Pritchard (2005); PMBOK (2008); Wideman (1992); Chapman e Ward (1997); Schuyler (2001) a análise de riscos tem três fatores principais:

- a probabilidade de ocorrência de um evento de riscos;
- o impacto da ocorrência no projeto;
- julgamento subjetivo baseado nos dois primeiros fatores.

Os benefícios da gerência de risco são claros, segundo Boehm (1989), afirma que a gerência de risco é importante principalmente porque ajuda as pessoas a evitar desastres, re-trabalho, evitar o cancelamento de projetos e estimular uma situação de sucesso nos projetos de software.

Conforme PMBOK (2008), a análise dos riscos pode ser subdividida em duas fases, qualitativa e quantitativa. Na análise qualitativa é feito uma avaliação subjetiva da lista de riscos, podendo, conforme cada organização ser uma matriz conforme representada pela Figura 1, escala numérica, ou usando letras, já que é uma análise subjetiva conforme apresentado na Figura 2 na forma de escala relativa.

A Figura 1 mostra um exemplo de matriz de probabilidade *versus* impacto e considera uma escala para impacto de 0,05, 0,10, 0,20, 0,40 e 0,80 e para probabilidade de 0,1 a 0,9.

		Matriz de Ameaças					Matriz de Oportunidades				
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05
Probabilidade	0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05
	0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04
	0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03
	0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02
	0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01
		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80	0,80	0,40	0,20	0,10	0,05
		<b>Impacto</b>									

FIGURA 1 – Exemplo de matriz *versus* probabilidade (escala numérica)

Fonte: Adaptado PMBOK - Project Management Institute. A guide to the project management body of knowledge. 4. ed. Newton Square, PA, US: Project Management Institute (PMI). 2008

Na Figura 1 o uso da equação (1) determina os valores da matriz, cada organização pode escolher os valores de impacto que melhor representam a escala. Para os valores da probabilidade, estes devem estar entre 0 e 1.

Já na Figura 2, podem-se usar letras para representar o fator de probabilidade e o impacto de forma relativa. A letra B seria um fator de probabilidade ou impacto baixo, a letra M um fator médio e a letra A um fator alto.

<b>Fator de Probabilidade</b>	Alto	AA	AM	AB
	Médio	MA	MM	MB
	Baixo	BA	BM	BB
		Alto	Médio	Baixo
		<b>Impacto</b>		

FIGURA 2 – Exemplo de matriz *versus* probabilidade (escala relativa)

Fonte: DINSMORE, P.; CAVALIERI A. Como se tornar um profissional em Gerenciamento de Projeto: livro-base de preparação para certificação PMP. Rio de Janeiro: QualityMark. 2003.

Nestes dois exemplos de matriz de impacto *versus* probabilidade que gera a exposição a risco, pode-se ser calculada usando-se a equação 1.

$$E = P \times I \tag{1}$$

Onde:

E: exposição aos riscos;

P: probabilidade (ou fator de probabilidade) da ocorrência;

I: impacto nos objetivos do projeto.

Em projetos um evento que é considerado um risco, deve-se ter uma perda (ou ganho) associado e uma chance ou alguma escolha (CHARETTE, 1990), ou seja, o risco pode ser modificado por uma ação pensada e planejada. Para o efetivo gerenciamento dos riscos é associado algumas informações como descrição deste risco, um responsável por monitorar, planos de ação caso ocorra, categorias e o gatilho do risco, ou seja, como pode perceber que o risco está próximo ou prestes a acontecer.

Colocando-se os riscos em ordem (do maior para o menor) de sua exposição, pode-se obter uma lista ordenada. A organização deve focar sua atenção nos riscos com maior exposição, visto que sua probabilidade e/ou impacto são grande. Desta ela minimiza seus esforços em gerenciar os riscos, sempre buscando atenuar ou eliminar os riscos de maior poder devastador.

O PMBOK (2008) recomenda que sejam usados alguns riscos classificados com alta exposição para então fazer uma análise quantitativa. Esta análise deve usar diversas técnicas de cálculo, tais como simulação de Monte Carlo, árvore de decisão e valor monetário esperado.

Avaliando outras formas de se classificar riscos, a literatura e a indústria, apresentam a método chamado FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). O FMEA é um método de engenharia utilizada para definir, identificar potenciais falhas, problemas, erros e outras de um sistema, projeto, processo ou serviço evitando que chegue ao cliente. Para este fim, os riscos de cada modo de falha identificados, precisam ser avaliados e priorizados a fim de que as ações corretivas apropriadas possam ser tomadas antecipadamente.

Esta técnica surgiu em 1949 para avaliar equipamentos no exercito americano e segundo Puente *et al.* (2001), no início da década de 60, durante o projeto Apollo, a NASA aprimorou a técnica inicial com método para identificar e classificar, de forma sistemática, as falhas potenciais em sistemas (produto ou processos) antes que as mesmas ocorressem. Mais tarde, em 1972 a *Ford Motor Company* introduziu o FMEA de processo na indústria automobilística e difundiu seu uso para toda rede de fornecedores com a norma QS 101.

Atualmente, o FMEA é usado nas mais diversas atividades, desde indústria química, biológica, ambiental, alimentícia, etc. Em seu trabalho, Vandebande (1998), demonstra que com algumas adaptações pode-se usar esta ferramenta de avaliação de riscos nas mais diversas áreas. A lógica aplicada por Vandebande (1998), será usada aqui, para prevenção de riscos em projetos de desenvolvimento de *software*, prevenindo problemas com todas as fases de desenvolvimento do *software*.

Os benefícios do desenvolvimento e manutenção dos FMEAs eficazes são elencados por Palady (2004), entre eles: a economia nos custos e tempo de desenvolvimento serve como guia para o planejamento de testes mais eficientes, fornece uma rápida referência para a resolução de problemas, reduz mudanças na engenharia, aumenta a satisfação do cliente, captura e mantém o conhecimento do produto e do processo na organização, reduz eventos não previstos durante o planejamento de um processo, identifica as preocupações de segurança a serem abordadas entre outros.

O FMEA considera as variáveis três variáveis para calculo da priorização. A severidade (S) das falhas, a frequência como as mesmas ocorrerem (O) e, como eventualmente estas falhas poderiam ser detectadas (D), antes de chegarem as reclamações dos clientes. Assim, com base nestes três índices: severidade, ocorrência e detecção, o método leva a uma priorização de quais modos de falha do produto podem causar maior risco aos clientes e à própria organização. A equação (2) apresenta o calculo desta priorização.

As variáveis acima citadas podem ser classificadas em tabelas conforme cada indústria ou projeto onde serão aplicadas. Os Quadros de 1 até 3 mostram estas classificação conforme padrão usado pela Ford Motor Company. A Severidade de um evento está apresentada no Quadro 1.

Severidade	Critério: Severidade do efeito	Índice de Falha
Perigoso	É muito perigosa, risco a vida ou não conformidade com legislação. Sem aviso prévio	10
Sério	É muito perigosa, risco a vida ou não complacente com legislação. Com aviso prévio	9
Importante	Produto inoperável, com perdas das funções básicas	8
Impactante	Desempenho do produto sofre impacto, podendo não operar	7
Significativo	Desempenho do produto é degradado. Funções podem não operar.	6
Moderado	Moderado efeito sobre o produto, requerendo reparos	5
Baixo	Pequeno defeito no desempenho do produto, não necessitando de reparos	4
Insignificante	Efeito insignificante no produto, não necessitando de reparos	3
Desprezível	Efeito insignificante no produto, não necessitando de reparos, notado pelo cliente	2
Muito desprezível	Efeito desprezível no produto, não necessitando de reparos	1

QUADRO 1 – Critério de análise para severidade das falhas

Fonte: Adaptado - FORD MOTOR COMPANY. - Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual. 1988.

O Quadro 1 representa a classificação da severidade de um risco onde número 1 é considerado muito baixo e o número 10 altamente perigo.

As classificações para Ocorrência da falha ou risco são apresentadas no Quadro 2.

Ocorrência de falha	Taxas possíveis de falha	Índice de Ocorrência
Extremamente alta	≥ 1 em 2	10
Alta	1 em 3	9
	1 em 8	8
	1 em 20	7
Moderada	1 em 80	6
	1 em 400	5
Baixa	1 em 2.000	4
	1 em 15.000	3
	1 em 150.000	2
Quase impossível	1 em 1.500.000	1

QUADRO 2 – Critério de análise para índice de ocorrência das falhas

Fonte: Adaptado - FORD MOTOR COMPANY. - Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual. 1988.

No Quadro 2, tem-se ainda a classificação da ocorrência de um risco pode ser representada por taxa de falhas onde 1 é considerado quase impossível e 10 extremamente provável que ocorra.

Os critérios de classificação para Detecção das falhas estão listados no Quadro 3 mostrando os índices de falhas de 1 a 10.

Detecção	Possibilidade de detecção da falhas	Índice de Falha
Totalmente incerta	Quase impossível detectar a falha	10
Muito remota	Chance muito remota de detectar a falha	9
Remota	Chance remota de detectar a falha	8
Muito baixa	Chance muito baixa de detectar a falha	7
Baixa	Chance baixa de detectar a falha	6
Moderada	Há moderada chance de detectar a falha	5
Moderadamente alta	Moderadamente alta de se detectar a falha	4
Alta	Alta chance de se detectar a falha	3
Muito alta	Há chance muito alta de se detectar a falha	2
Quase certa	É quase certo que a falha será detectada	1

QUADRO 3 – Critério de análise para índice de detecção das falhas

Fonte: Adaptado - FORD MOTOR COMPANY. - Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual. 1988.

Assim, o Quadro 3 apresenta a classificação sobre a possibilidade de detectar uma falha ou risco antes que ocorra, variando de 1, quase certa (facilmente detectada) até 10 que será considerado quase impossível de ser detectada (muito difícil).

Um risco é considerado alto quando o impacto for significativo no produto ou no cliente, juntamente com uma ocorrência provável e baixa capacidade de ser detectado antes de seu efeito ser percebido pelo cliente. O procedimento mais utilizado para se medir o risco associado à cada modo de falha é a multiplicação da pontuação obtida para as classificações da severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D), conforme equação (2). Com isso, tem-se uma escala que vai de 1 até 1000 pontos, sendo número 1 para baixíssimo risco e o número 1000 um risco altamente crítico. Esta pontuação é chamada de número (ou grau) da prioridade do risco (NPR) ou do inglês *Risk Priority Number* (RPN). Será adotada a sigla original *RPN* para este trabalho.

$$RPN = O \times S \times D \quad (2)$$

Onde:

*RPN*: Risk Priority Number,

O: ocorrência;

S: severidade;

D: detecção.

Um ponto importante a ser considerado depois da construção do FMEA é a fase de acompanhamento. Para fazer o acompanhamento, outras ferramentas de suporte à qualidade e confiabilidade devem ser usadas. Geralmente os dados devem ser analisados utilizando-se de métodos estatísticos. Se não houver a capacidade de utilizar as ferramentas de suporte e o compromisso com o acompanhamento dentro da equipe, pouco ou nenhum benefício pode ser esperado do FMEA, restam somente formulários para simples auditoria

por parte da indústria. É, portanto, um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa (STAMATIS, 2003).

Há uma série de autores que criticam a forma com que é calculado o *RPN*, tais como Franceschini e Galetto (2001), Gilchrist (1993), Bowles (1998) e Chin *et al.* (2007). Para minimizar estes impactos, autores ou instituições como Gilchrist (1993), Bem-Daya e Raouf (1996), KEMA (1996), Puente (2001), Chang *et al.* (2001) propuseram novas forma de cálculo do *RPN*, que não serão apresentadas neste estudo.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa visa realizar um levantamento dos principais riscos envolvidos em projetos de desenvolvimento de *software* na Empresa Alpha (*proxy* para empresa analisada) objetivando a proposição de uma forma diferenciada para classificar os riscos destes projetos.

Assim, como na Empresa Alpha, a maioria das organizações desenvolvedoras de *software*, 92%, conforme pesquisa PMI (2007), que gerenciam riscos utiliza-se de uma forma clássica para se avaliar riscos atualmente, que leva em consideração a probabilidade de um evento ocorrer multiplicado pelo seu impacto, conforme visto na equação (1). Esta multiplicação gera o fator de exposição ao risco e por consequência a lista de risco a ser priorizada.

Para realização deste trabalho pode-se observar no Quadro 4, de forma resumida a metodologia usada.

Suporte Instrumental	Planilha eletrônica Excel	
Suporte Metodológico da Pesquisa	Classificação da pesquisa	Abordagem: Quantitativa Quanto à natureza: Pesquisa Aplicada Quanto aos objetivos: Explicativa Quanto aos procedimentos: Estudo de caso Quanto aos meios: Pesquisa ex-post facto Quanto ao aspecto temporal: Corte Transversal Quanto aos meios de investigação: Documental Quanto aos métodos de amostragem: Não probabilístico
	Campo de aplicação	Gerenciamento de Riscos em projetos de desenvolvimento de software da organização ALPHA.

QUADRO 4 – Metodologia utilizada neste trabalho

No Quadro 4, conforme destaca Yin (2005), os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Os estudos de caso podem ainda serem utilizados em pesquisas exploratórias, quanto descritivas ou explicativas.

**Quanto aos meios de investigação** refere-se a uma **pesquisa de análise documental**, visto que serão avaliadas as informações arquivadas dos projetos finalizados ou em andamento no período supracitado.

**Quanto ao método de amostragem**, esta pesquisa utiliza-se do **processo de amostragem não probabilístico ou não aleatória**, visto que serão selecionados todos os projetos de desenvolvimento de *software* da empresa Alpha de forma intencional no período previamente considerado.

A amostra coletada caracteriza-se como não probabilística por conveniência, em função da proximidade do autor da pesquisa com a organização pesquisada, bem como, em razão do seu conhecimento a respeito das técnicas de gerenciamento de projetos.

A empresa Alpha possui ferramenta de GED – Gerenciamento Eletrônico de Dados, que é um *software* comercial da própria empresa, onde são armazenados todos os tipos de documentos. Os documentos de gerenciamento dos projetos (inclusive a planilha de riscos de cada projeto) de desenvolvimento de *software* também são armazenados nesta ferramenta. E esta será a base usada para levantamento dos dados.

A metodologia de gerenciamento de projetos da empresa Alpha prevê que todo projeto tenha sua documentação publicada na ferramenta GED. Dentro desta documentação está a lista de riscos identificados no início do projeto e seu acompanhamento ao longo do mesmo, conforme Figura 3. Esta lista é usada na empresa para avaliar e planejar ações para gerenciamento dos riscos potencialmente danosos ao projeto. Este trabalho prevê usar esta lista de riscos e outras documentações do projeto (planos e atas de reunião) para selecionar uma lista de riscos e acompanhar sua situação ao longo do projeto.

LISTA DE RISCOS DE AMEAÇAS DO PROJETO									
ID	Descrição do Evento do Risco	Data Lev: 02/01/2012		Gatilho	Linha Base			Estratégia de Resposta	Responsável
		Categoria			Probabilidade	Impacto	Exposição		
N01	Baixa capacitação da equipe para entrega do pacote de trabalho A32	Técnico		Avaliação por parte da equipe. Atrasos não previstos para a entrega do pacote já no início da execução	0,50	7,00	3,50	Mitigar	Ana
N02							0,00		
N03							0,00		
N04							0,00		
N05							0,00		
N06							0,00		
N07							0,00		
N09							0,00		
N20							0,00		
N21							0,00		
Exposição Total - Linha Base							3,50		

FIGURA 3 – Exemplo de lista de riscos da empresa Alpha

Fonte: Autor com base nos documentos da empresa Alpha e PMBOK (2008)

Na figura 3 pode ser visualizado como a empresa Alpha tem seu levantamento de riscos em uma planilha. Depois de levantados todos os riscos de cada projeto, estes são qualificados conforme sua Categoria (tabela interna da empresa), uma descrição do Gatilho de Riscos, avaliado o valor da Probabilidade (P) e um número representativo do impacto (I) do risco para o projeto. Com base nestas informações é calculada a coluna Exposição a Risco, conforme equação (1). Depois de todos os riscos forem qualificados, há uma ordenação (do maior para o menor) da coluna de Exposição para verificar qual risco deve ser priorizado

e tomado as ações de resposta mais rapidamente. Esta lista de riscos ordenada orienta o gerente de projeto e a equipe sobre quais riscos devem ter atenção mais rapidamente.

A Matriz de Exposição usada pela empresa Alpha está mostrada na Figura 4. Para ser criada esta matriz é necessário definir as tabelas de probabilidade (P) e impacto (I).

Probabilidade	0,9	0,9	2,7	4,5	6,3	8,1
	0,7	0,7	2,1	3,5	4,9	6,3
	0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
	0,3	0,3	0,9	1,5	2,1	2,7
	0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
		1	3	5	7	9
		Impacto				

FIGURA 4 – Matriz de exposição a riscos

Fonte: Autor com base nos documentos da empresa Alpha e PMBOK (2008)

A Figura 4 define uma tabela de Probabilidade de 0,1 a 0,9 e a tabela de impacto de 1 a 9.

Como instrumento de pesquisa, será criada uma planilha eletrônica, conforme Figura 5, onde serão levantados todos os riscos existentes nos projetos selecionados. Nos índices de P x I (Probabilidade x Impacto), foi colocada uma coluna (#P x I) para salvar a posição relativa do risco (1 para mais alto até 28 para mais baixo). Pode ser observado que o instrumento de pesquisa possui as colunas relativos as variáveis do FMEA, conforme referencial teórico. Para que se tenham a priorização dos riscos do FMEA, foi também criado uma coluna com a posição relativa dos riscos para este método. Ao final do instrumento foi avaliado e colocado a ordem com que os riscos aconteceram nos projetos. Assim temos como comparar os acertos de cada método de ordenação de riscos.

				Ordenar PdI	Ordenar RPN			Ordem					
				Índices P x I			Índices FMEA						
ID	Evento de risco	Descrição impacto	Gatilhos	Probabi- lidade	Impacto	Exposição e Riscos	# P x I	Ocorrência	Seriedade	Deteção	RPN	# FMEA	Ordem Real acontecime ntos de Risco
2	Não envolvimento de Clientes nos requisitos	Não aceitação das entregas, retrabalhos e perda de tempo.	Não aprovação das entregas pelo cliente, retrabalhos de requisitos	0,8	9	7,20	1	8	9	3	216	10	10
1	Baixa capacitação da equipe do projeto na aplicação a ser desenvolvida	Baixa produtividade, atrasos nas entregas, troca de recursos da equipe ou necessidade de treinamento	As tarefas são executadas na sua maioria acima da estimativa atual, informações da equipe de desconhecimento na aplicação	0,7	9	6,30	2	7	9	4	252	7	2

FIGURA 5 – Exemplo da planilha de operacionalização da pesquisa

Fonte: Autor com base nas informações do referencial teórico

Na Figura 5 está sendo mostrados também três botões para ordenar a exposição a riscos, no caso do FMEA o RPN e a situação de quando os riscos ocorreram. Será feito a equalização dos índices mostrados acima onde:

Ocorrência = Probabilidade (multiplicar por 10 para equalizar com Quadro 2)

Severidade = Impacto

Deteccção = Gatilho (será analisado para adequar ao Quadro 3)

Com todos os riscos levantados e avaliados usando probabilidade x impacto, passam a ser avaliados conforme definição da técnica FMEA, onde será calculado o *RPN*, conforme equação (2), para cada risco. Da mesma forma, serão ordenados do maior número (*RPN*) para o menor. Ao final, pretende-se comparar a ordenação das duas formas de priorizar riscos com a ordem em que os riscos tornaram-se um fato, sendo necessárias ações para de alguma forma eliminar o problema ou diminuir o impacto gerado.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A empresa Alpha foi fundada na década de 70 para atender as necessidades de software da região de Joinville. Logo se tornando líder de mercado na região. Os anos 80 representaram a expansão para sul e sudeste do país. Com parcerias de fornecedores de ferramentas de desenvolvimento, logo se instalou por todo país. Ao final dos anos 90 já possuía clientes por todo o continente americano, chegando a um faturamento em R\$ 100 milhões. Em 2007 o faturamento chegava a R\$ 450 milhões.

A organização possuía em seu *portfolio* de projetos de desenvolvimento no momento da pesquisa 261 projetos. Os dados foram levantados desde o ano de 2002 até 2008 usando a ferramenta GED. Isso não quer dizer que antes desta data não se gerenciava projetos, mas sim que existiam outras formas de armazenamento da informação dos projetos. Para efeitos dessa pesquisa, fez-se um corte em termos temporais.

Como características básicas para esta pesquisa, os projetos selecionados possuem os seguintes fatores:

- possuir mais de 2.000 horas em desenvolvimento de *software*;
- ter como base desenvolvimento em alguma tecnologia nova, neste caso, serão usadas projetos com inovação tecnológica na interface com usuário e voltados para WEB (uso via internet). Atualmente, este é o grande marco de inovação para produtos tipo *commodities* como são os ERP – *Enterprise Resource Planning*.

Com base nos fatores de corte citados acima, foram selecionados 27 projetos, entre os que já foram encerrados, suspensos e aqueles que estão em fases de fechamento (mais de 75% do projeto concluído), tal número como pode ser visto na Tabela 1. Todos estes projetos são projetos de desenvolvimento de *software* para compor o produto *ERP* – *Enterprise Resource Planning*, não sendo considerados pacotes específicos ou algum projeto de ajuste para algum cliente. Estes projetos têm o objetivo comum de tratar a interface gráfica com nova tecnologia, usando como base o *ERP* já pré-existente.

TABELA 1: Número de projetos da organização Alpha para a pesquisa

Situação Projeto	Número de Projetos	Percentual
Em Desenvolvimento	3	11%
Encerrados	22	81%
Suspensos	2	7%

Fonte: Autor com base nas informações disponibilizadas pela organização

Com o uso do instrumento de pesquisa apresentado na metodologia, foram levantados 28 riscos considerados relevantes para o trabalho. O quadro completo com todos os 28 riscos levantamentos e esta pesquisa estão descritos no Apêndice A. Com base neste instrumento de pesquisa foi feita análise de comparação entre as priorizações entre os métodos e o momento quando ocorreram.

A Tabela 2 apresenta à análise comparativa dos métodos de priorização avaliados, mostra certa vantagem para a priorização feita pelo método FMEA. Mas, há de se destacar que em 54% dos eventos de riscos não houve acerto por nenhum dos métodos usados.

TABELA 2: Análise comparativa dos métodos de priorização avaliados

Método de Priorização	Número Acertos	% Acerto
Probabilidade <i>versus</i> Impacto (Exposição)	6	21%
FMEA	8	29%
Não houve acerto	15	54%

Fonte: Autor com base no cálculo usando o instrumento de pesquisa e nos dados levantados.

O uso do método FMEA para priorização de riscos, apresentada nesta pesquisa e resumida na Tabela 2, melhorou em até 8% o acerto da priorização dos riscos e relação a priorização pelo método Exposição a Risco.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A crescente preocupação com o gerenciamento de riscos tem um grande motivo, a globalização e competitividade entre organizações. Isto faz com que as pesquisas acadêmicas devam realizar estudos relevantes para aprimorar o gerenciamento de riscos. Melhorias nas ferramentas e na forma de priorizar e analisar riscos pode assegurar que o gerenciamento de riscos continuará a se desenvolver contribuindo para o sucesso dos projetos onde são efetivamente usados. Este trabalho se propôs a este fim.

O uso do FMEA para fazer a priorização de riscos em projetos de desenvolvimento de software é novo e requer um uso mais intensivo. O estudo de caso apresentado foi um levantamento de dados ocorridos *ex-post fact*, analisando os riscos encontrados e refazendo os cálculos de priorização. A aplicação deste método desde o início do gerenciamento do projeto pode contribuir para avaliar mais efetivamente os resultados encontrados.

Este estudo de caso mostrou que, usando o FMEA como ferramenta de priorização de riscos, obteve-se um ganho em termos de acerto na classificação dos riscos. O percentual de acerto 8% maior em relação ao modo chamado de tradicional na priorização de riscos de projetos de software é um avanço. As organizações precisam estar dispostas a inovar usando formas alternativas disponíveis para melhorar a sua assertividade no gerenciamento de riscos.

Como esta pesquisa foi realizada em uma única organização não há como fazer qualquer tipo de generalização em relação aos dados obtidos. Organizações têm graus de amadurecimento diferentes em gerenciamento de projetos e mais especificamente em gerenciamento de riscos, assim, esta pesquisa está delimitada a uma organização que tem cerca de 10 anos de experiência em gerenciamento de projetos, mas somente próximo de cinco anos em gerenciamento de riscos nos projetos.

Este estudo pode ser aplicado a projetos de outras organizações de desenvolvimento de *software*. Estas organizações possuem níveis de amadurecimento diferentes e, portanto, resultados precisam levar em conta tal amadurecimento. Estes estudos podem validar ou não os resultados aqui obtidos.

## REFERÊNCIAS

ABES. **Mercado Brasileiro de Software** – Panorama e tendências - 2011; Disponível em: <[http://www.abes.org.br/UserFiles/Image/PDFs/Mercado\\_BR2011.pdf](http://www.abes.org.br/UserFiles/Image/PDFs/Mercado_BR2011.pdf)>. Acesso em: jul. 2012.

BOWLE, John B.; BONNELL, Ronald D. **Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis** ( What It Is and How To Use It ). Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1998.

CHANG, C.; LIU, P.; WEI, C. Failure mode and effects analysis using *Grey* theory. **Integrated Manufacturing Systems**. v.12, n.3, 2001, p. 211-216.

CHAPMAN, C.; WARD, S. **Project Risk management: processes, techniques and insights**. New York: John Wiley & Sons, 1997.

CHARETTE, R. **Application Strategies for Risk Analysis**. New York: MultiScience Press. 1990, p. 17-21.

CLELAND, David I.; IRELAND, Lewis R. **Gerência de projetos**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

CRAWFORD, J. K. **The Strategic Project Office: A Guide to Improving Organizational Performance**. New York: Marcel Dekker Inc, 2002.

DINSMORE, P.; CAVALIERI A. **Como se tornar um profissional em Gerenciamento de Projeto**: livro-base de preparação para certificação PMP. Rio de Janeiro: QualityMark. 2003.

Estudo de Benchmarking em Gerenciamento de Projetos Brasil – 2011. PM SURVEY com apoio do PMI - Project Management Institute e Chapters Brasileiros. Disponível em: <<http://pmsurvey.org/>>. Acesso em: 02 jul. 2012.

FORD MOTOR COMPANY. **Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)** Reference Manual. 1988.

FRANCESCHINI, Fiorenzo; GALETTO, Maurizio. A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA. **International Journal of Production Research**. v. 29, n. 13, 1991, p. 2991-3002.

GILCHRIST, W. Modeling failure modes and effects analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v. 10, n. 5, 1993, p. 16-23.

Global Competitiveness Index 2011–2012. World Economic Forum, Geneva. 2011. Disponível em: <[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GCR\\_Report\\_2011-12.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCR_Report_2011-12.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2012.

HELDMAN, Kim. **Gerência de Projetos**: Guia para o exame oficial do PMI. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

KEMA, **International Standard for ISO 13488**, KEMA Co. 1996.

KERZNER, Harold. **Gestão de projetos**: as melhores práticas. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

PALADY, Paul. **FMEA Análise dos Modos de Falha e Efeitos**. 3. ed. São Paulo: IMAM, 2004.

PMBOK - Project Management Institute. **A guide to the project management body of knowledge**. 4. ed. Newton Square, PA, US: Project Management Institute (PMI). 2008.

PMI – Project Management Institute. Disponível em: <<http://www.pmi.org/AboutUs/Pages/Articles-of-Interest.aspx#project>>. Acesso em: 27 ago. 2008.

PRICE WATERHOUSE COOPERS AUDITORES. **Fusões e Aquisições no Brasil**. 2009. Disponível em: <[http://www.pwc.com/pt\\_BR/br/estudos-pesquisas/assets/rel-fusoes-aquisicoes-mai-09.pdf](http://www.pwc.com/pt_BR/br/estudos-pesquisas/assets/rel-fusoes-aquisicoes-mai-09.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2009.

PRITCHARD, Carl L. **Risk management, concepts and guidance**. 3. ed., Virginia, ESI International, 2005.

PUENTE, J; et al. A decision support system for applying failure mode and effects analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**. v. 19, n 2, 2002, p. 137-150.

SCHUYLER, J. **Risk and decision Analysis in Projects**. Project Management Institute, 2. ed. 2001.

STAMATIS, D.H. **Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution**. Milwaukee, Wisconsin, ASQC Quality Press, 1995.

The Standish Group. **Chaos Report. 2004**. Disponível em: <<http://www.standishgroup.com>>. Acesso em: 02 ago. 2008.

VANDENBRANDE, W. W. How to use FMEA to reduce the size of your quality toolbox. **Quality Progress**. v. 31, n.11,1998, p.1822-1835.

WIDEMAN, R. Max. **Project and program risk management: a guide to managing project risks and opportunities**. Upper Darby (USA): Project Management Institute, 1992.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3. ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

## APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE RISCOS – DADOS COMPLETOS – ORGANIZADOS PELO METODO FMEA (RPN)

ID	Evento de risco	Descrição impacto	Gatilhos	Índices P x I			Índices FMEA				# FMEA	Ordem Real Acionamentos de Risco	
				Probabi- lidade	Impacto	Exposição a Riscos	# P x I	Ocorrência	Severidade	Deteção			RPN
6	Tecnologia de programação do RIA (Rich Interface Architecture) é nova para	Uso de ferramentas muito novas do mercado que contenham limitações pode fazer com que o	Equipe para problemas na ferramenta e demora no suporte da empresa fornecedora de	0,52	7	3,64	12	6	7	9	378	1	3
7	Complexidade do projeto e impossível sub-divisão	Dificuldade em gerenciar o projeto, muitos participantes,	Muitas tarefas pendentes, perda de controle das entregas,	0,60	7	4,20	6	6	7	8	336	2	6
17	Pouca autoridade destinada ao gerente de projeto, típico de	Perda de credibilidade e poder do gerente de projetos perante ao	A equipe do projeto não aceita o gerenciamento do projeto pelo	0,55	7	3,85	8	6	7	8	336	3	5
3	Instabilidade do ambiente de desenvolvimento	Baixa produtividade, atrasos nas entregas e conflito com equipes	Atraso nas entregas, equipe parada.	0,80	7	5,60	3	8	7	5	280	4	4
5	Pouca facilidade de acesso aos fabricantes das ferramentas usadas no desenvolvimento	Baixa produtividade, atrasos nas entregas e conflito entre equipes internas e externas	Informações da equipe de desenvolvimento e demora no ajuste da ferramenta - avaliação	0,50	9	4,50	5	5	9	6	270	5	1
1	Baixa capacitação da equipe do projeto na aplicação a ser desenvolvida	Baixa produtividade, atrasos nas entregas, troca de recursos da equipe ou necessidade de treinamento	As tarefas são executadas na sua maioria acima da estimativa atual, informações da equipe de desconhecimento na aplicação	0,70	9	6,30	2	7	9	4	252	6	2
8	Comprometimento da equipe com projeto	O baixo comprometimento com o projeto irá afetar as entregas,	Avaliação das entregas: comunicação com equipe,	0,58	7	4,06	7	6	7	6	252	7	8
22	Há concorrência de recursos com outros projetos em	Interrupções no projeto por deslocamento de recursos para	Saída de pessoal alocado ao projeto para trabalhar em	0,40	7	2,80	17	4	7	9	252	8	18
11	Mudanças estruturais da organização	Mudanças de gerentes, coordenadores e diretores ligados	Avaliar se há mudanças das gerências na organização, bem	0,67	5	3,35	14	7	5	7	245	9	14
2	Não envolvimento de Clientes nos requisitos	Não aceitação das entregas, retrabalhos e perda de tempo.	Não aprovação das entregas pelo cliente, retrabalhos de	0,80	9	7,20	1	8	9	3	216	10	10
12	Falta de objetos (estrutura básica) no "framework" de desenvolvimento	Dificuldade em desenvolver processos básicos e elementos que um Framework pode fazer -	Atrasos nas tarefas, conflito entre áreas, não entrega no prazo.	0,64	5	3,20	15	7	5	6	210	11	9
14	Conflitos com objetivos de outros projetos em andamento	A perda de recursos, humanos e financeiros faz com que as entregas sejam postergadas, ou	Retirada ou substituição de recursos importantes do projeto, causando atrasos, baixa produtividade.	0,55	5	2,75	18	6	5	7	210	12	16
4	Baixa capacitação da Equipe na tecnologia empregada	Baixa produtividade, atrasos nas entregas e conflito na equipe e	Atraso nas entregas	0,70	7	4,90	4	7	7	4	196	13	13
28	A data de entrega do projeto foi decidida por conveniência para	O projeto prevê um tempo muito pequeno para o escopo	Desmotivação da equipe por não atender os prazos e esforço	0,35	5	1,75	23	4	5	9	180	14	23
13	Pouca experiência do Gerente de Projetos em projetos	Controle do projeto, conflitos não resolvidos, problemas com	Equipe sem controle/conflitos	0,70	5	3,50	13	7	5	5	175	15	12
9	Falha nas ferramentas para acompanhamento do projeto	Impede acompanhamento, maior esforço por parte do gerente de	Falhas nas ferramentas com muita frequência impactando no	0,55	7	3,85	9	6	7	4	168	16	7
10	Clareza na dependências do produto de outros sistemas	Retrabalho e dificuldade de desenvolvimento do projeto - atrasos nas entregas	Dificuldade em executar a definição interna, não aceitação do cliente, atrasos nas tarefas de detalhamento	0,54	7	3,78	10	6	7	4	168	17	11
16	Problemas nas Instalações Físicas	Paradas inesperadas nos servidores e por consequencia nos projetos e nos testes do	Parada de equipamentos mais do que o planejado. Necessidade de recuperação de	0,53	7	3,71	11	6	7	4	168	18	24
23	Baixo apoio do patrocinador ao projeto	Projeto com pouco sucesso pela falta do principal apoio no projeto - descredito do projeto,	Atrasos no projeto não são penalizados. Não há interesse do patrocinador em reuniões do	0,32	5	1,60	24	4	5	8	160	19	19
20	Processo de desenvolvimento não está maduro	Para o desenvolvimento do produto, o processo a ser seguido não está claro, há pouca informação a equipe. Mudanças ou processos novos são	A equipe do projeto não sabe o que fazer em determinado ponto do projeto (inspeções) ou foram de desenvolvimento que sejam padronizados. Há informações	0,60	3	1,80	22	6	3	8	144	20	17
25	Requisitos incompletos e instáveis	Mudanças constantes no projeto. Atrasos nas entregas planejadas.	Muitas mudanças no projeto. Reclamações sobre definições	0,50	5	2,50	19	5	5	5	125	21	21
18	Disponibilidade de ferramentas de desenvolvimento	As ferramentas de produtividade do projeto não estão disponíveis	O projeto pode ter como premissa o uso de ferramentas	0,35	7	2,45	20	4	7	3	84	22	15
21	Dificuldade de modelagem do produto	O desconhecimento do produto ou de técnicas de desenvolvimento de modelagem aumentam o prazo de entrega, caso o GP e equipe não estejam	Nível de solicitação de suporte a equipes de apoio aumentando. Dificuldades na aplicação das técnicas de modelagem do produto.	0,70	3	2,10	21	7	3	4	84	23	26
19	Exposição virus de computador	O ambiente de desenvolvimento pode ser afetado por virus de computador, causando problemas	Infecção de virus em alguma equipamento individual que pode afetar outros	0,45	7	3,15	16	5	7	2	70	24	22
15	Baixo envolvimento da alta administração	Desmotivação das equipes dos projetos. O não cumprimento de prazos não acarreta	Alta administração apática ao projeto, não motiva as equipes por não são avaliados seus	0,20	5	1,00	27	2	5	5	50	25	25
24	Baixa produtividade da equipe por conflitos internos (egos)	Produtividade baixa, atrasos nas entregas, conflitos internos entre	Conflitos entre os integrantes da equipe, baixa produtividade,	0,30	5	1,50	25	3	5	3	45	26	27
27	Baixa produtividade da equipe por conflitos externos (egos)	Produtividade baixa, atrasos nas entregas, conflitos internos e externos da equipe. Não aceitação de soluções entre as	Conflitos entre os integrantes da equipe e outras pessoas externas ao projeto, baixa produtividade, poucas idéias	0,20	3	0,60	28	2	3	4	24	27	28
26	Indisponibilidade de membros da equipe do projeto	Atrasos nas tarefas do projeto, necessidade de substituição/capacitação de pessoal.	Saída de pessoal alocado ao projeto. Troca de pessoas no projeto causando problemas com conhecimento sobre o	0,40	3	1,20	26	4	3	2	24	28	26