

Utilização da FMEA como Ferramenta de Apoio ao Gerenciamento de Riscos em Projetos de Inovação Tecnológica.

Marcos Gabriel (UTFPR) marcos.gabriel05@hotmail.com
Prof. Dr^a. Eloisa Aparecida Ávila de Matos (UTFPR) elomatos@utfpr.edu.br

Resumo

Uma série de transformações da economia mundial tem sido vivenciada nas últimas décadas, com extraordinários impactos sobre as nações, as empresas e no comércio mundial. Neste ambiente a inovação tecnológica tem papel fundamental no aumento da competitividade de países e organizações. Entretanto a inovação tecnológica pressupõe lidar com riscos e incertezas, e o gerenciamento destes se torna um fator de fundamental importância para o sucesso dos projetos de inovação tecnológica. Este artigo tem como objetivo principal realizar uma análise sobre a importância da ferramenta FMEA no apoio ao gerenciamento de riscos em projetos de inovação tecnológica. Para alcançar a proposta deste estudo realizou-se uma revisão bibliográfica, a qual possibilitou analisar as características dos projetos de inovação tecnológicas, suas ferramentas e técnicas para gerenciamento de riscos, a ferramenta FMEA e sua aplicabilidade em projetos de inovação tecnológica. Concluiu-se que a ferramenta FMEA é um importante apoio ao gerenciamento de riscos em projetos de inovação tecnológica principalmente se utilizada na fase inicial do projeto. Em virtude de seu caráter preventivo quando utilizado nesta fase pode aumentar a qualidade e reduzir o custo e o prazo do projeto, possibilitando assim o atendimento de seu objetivo.

Palavras-chaves: Projetos, Riscos, Inovação Tecnológica, FMEA

Use of the FMEA as Tool to Support Risk Management of Technological Innovation Projects.

Abstract

A series of changes in world economy has been experienced in recent decades, with extraordinary impacts on nations, companies and world trade. In this environment, technological innovation plays a key role in increase the competitiveness of countries and organizations. But technological innovation involves dealing with risks and uncertainties, and management yours becomes a crucial factor for the success of technological innovation projects. This article's main objective is to perform an analysis on the importance of FMEA tool to support the risk management of technological innovation projects. To achieve the purpose of this study was carried out a literature review, which made it possible to analyze the characteristics of technological innovation projects, his tools and techniques to risk management, FMEA tool and its applicability to technological innovation projects. It was concluded that the FMEA is an important tool to support risk management in projects of technological innovation if mainly used in the initial phase of the project. Because of its preventive nature when used in this phase can increase quality and reduce the cost and duration of the project, thus enabling the fulfillment of your goal.

Key Words: Projects, Risk, Technological Innovation, FMEA

1. Introdução

Uma série de transformações da economia mundial tem sido vivenciada nas últimas décadas, com extraordinários impactos sobre as nações, as empresas e no comércio mundial. Assim, a difusão das novas tecnologias, juntamente com a maior globalização da economia mundial, vem impondo importantes mudanças no comércio internacional, nas relações entre nações e nas estruturas produtivas. Nesse ambiente a inovação tecnológica vem sendo crescentemente utilizada como estratégia para redimir empresas, regiões e nações de suas crônicas aflições econômica e para promover o seu desenvolvimento sustentável.

Segundo Porter (1999), a competitividade de um país depende da capacidade de seus setores industriais inovarem e melhorarem. Por sua vez as indústrias somente atingiram a tão sonhada vantagem competitiva através de iniciativas de inovação e a manutenção de dessa vantagem somente sedar-se-á através de um rigoroso processo de melhoria contínua.

A busca dessa vantagem competitiva, fator de fundamental importância no mundo globalizado, faz com que muitas organizações busquem na inovação tecnológica a forma de ampliar sua produtividade, rentabilidade e atingir a sustentabilidade do negócio. A metodologia normalmente encontrada pelas organizações para implantarem a inovação tecnológica em seus processos, produtos ou serviços é através de projetos, que são denominados Projetos de Inovação Tecnológica.

A inovação tecnológica pressupõe lidar com riscos e incertezas, entretanto normalmente risco é compreendido como algo negativo, gerador de mudanças inesperadas e indesejáveis. Segundo Salles Jr. et al (2006), a administração de riscos surgiu como uma forma de controlar e mensurar as incertezas, atribuindo-lhe um valor através da probabilidade. Afinal só é possível gerenciar aquilo que pode ser mensurado. No entanto Teixeira (1983) afirma que em projetos de inovação tecnológica, esta situação se torna muito mais complicada devido à natureza das incertezas da inovação, as quais dificultam ou mesmo impossibilitam a avaliação por meio de probabilidades.

Drucker (1994) afirma que os inovadores que obtiveram êxito em seus projetos de inovação tecnológica, não são os que assumiram cegamente os riscos, mas sim aqueles que procuraram definir os riscos que se tem que incorrer em todo processo de inovação tecnológica, minimizá-los no que for possível, ou até mesmo transformá-los em eventos positivos. Degen (1989) defende que o “empreendedor, por definição, tem de assumir riscos, e seu sucesso depende da sua capacidade de conviver com eles e sobreviver”. Embora os autores discordem sobre o ponto de vista que um empreendedor de sucesso deve ou não assumir riscos, eles concordam em um ponto fundamental: a necessidade do gerenciamento de riscos em projetos de inovação tecnológica.

Para evitar que falhas em projetos tragam graves conseqüências futuras, que riscos negativos minimizem as chances de sucesso de um projeto, que oportunidades passem despercebidas, os gerentes de projetos devem fazer uso de ferramentas, técnicas e metodologias para identificar, analisar, documentar, priorizar, monitorar e traçar ações de respostas aos riscos detectados (PMBOK, 2008).

Essas ferramentas podem ser classificadas como:

- a) Indutivas, são caracterizadas por analisar os casos individuais para se obter uma conclusão sobre o funcionamento geral. Se considerarmos um determinado sistema e nós analisarmos uma falha individual ou condição inicial e a partir desta tentamos descobrir seu efeito no sistema como um todo em operação, estaremos fazendo uma análise indutiva;
- b) Dedutivas, são caracterizadas por analisar do geral para o específico. Se considerarmos que

um determinado sistema falhou e a partir desta falhar tentamos descobrir como um componente contribuiu para mesma, estaremos fazendo uma análise dedutiva (VESELY e GOLDBERG, 1981).

Diante do cenário abordado o objetivo deste artigo é realizar uma análise sobre a importância utilização da ferramenta indutiva FMEA (Failure Mode And Effect Analysis), no apoio aos gerentes de projetos na identificação, análise, priorização e monitoramento dos riscos em projetos de inovação tecnológica.

2. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto optou-se por realizar uma revisão de literatura sobre a temática, utilizando como fonte de pesquisa os anais do ENEGEP, ABNT, IMETRO, periódicos, dissertações, teses, livros didáticos e navegação na internet.

Realizou-se um estudo de natureza exploratória de abordagem qualitativa. Exploratório porque seu propósito, não consiste em uma exploração exaustiva de um fato, mas pelo contrário, proporcionar uma visão geral sobre o tema, (GIL, 1999).

O presente estudo tem com objetivo geral demonstrar a importância da ferramenta FMEA no apoio ao gerenciamento de riscos de projetos de inovação tecnológica, e como objetivos específicos:

- a) Apresentar um estudo sobre inovação tecnologia;
- b) Apresentar um estudo sobre a área de Gerenciamento de Riscos de Projetos de Inovação Tecnológica;
- c) Apresentar os pressupostos básicos da metodologia FMEA.

O presente estudo é de cunho exclusivamente bibliográfico, tendo como base a fundamentação teórica encontradas nas fontes pesquisadas.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Definição de Risco e Risco de Projetos

Um tema com grande número de literaturas é o risco. Existem conotações de risco financeiras, operacionais, científicas, estatísticas, matemáticas, econômicas, administrativas, de projetos, etc.

Segundo a Norma ISO 31000 (2009), risco é um desvio positivo ou negativo do esperado, atuante sobre os aspectos financeiros, de segurança ou ambientais; que pode ser aplicado aos níveis estratégicos, de projetos, de produtos ou de processos; caracterizado por eventos potenciais e suas conseqüências; expresso geralmente pelas conseqüências do evento e pela sua probabilidade de ocorrência.

Em sua abordagem, Santos (2002), define risco como o “grau de incerteza em relação à possibilidade de ocorrência de um determinado evento, o que, se realizado, redunde em prejuízos, ou seja, risco é a possibilidade de perda decorrente de um determinado evento”.

Segundo Olsson (2002), o risco é fundamentado pela incerteza de resultados futuros e segundo Torres (2002), só existem riscos se houverem incertezas, mas pode haver incertezas sem a existência de riscos.

Para Morgan e Henrion (1990) se faz necessário distinguir riscos de incertezas, riscos são eventos possíveis de previsão de sua ocorrência e incertezas são eventos que no momento não podemos elaborar previsões de sua ocorrência.

No contexto do grande número de literaturas sobre riscos em gerais, se faz necessário

apresentar os conceitos de risco em projetos tema de estudo deste artigo.

O Guia PMBOK (2004), define risco de um projeto com um “evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto, como tempo, custo, escopo ou qualidade”.

Ward (2000) define risco como “o efeito acumulativo da probabilidade de incerteza que pode afetar positivamente (oportunidade) ou negativamente (ameaça) um projeto”.

Segundo Rovai (2006), os riscos de projetos se distinguem dos demais riscos de modo geral devido a sua amplitude e diversidade. E são pela sua própria natureza variável de acordo com o ciclo de vida, a complexidade, a cultura, a equipe e os patrocinadores do projeto.

Segundo Kerzner (1998), risco é a combinação da probabilidade e do impacto de não se alcançar os resultados previstos ou propostos no projeto; nesse sentido risco constituiu a incerteza dos eventos que possam ocorrer no futuro. Para o autor risco tem de três componentes: evento, probabilidade de ocorrência e impacto.

Devido a sua complexidade, transitoriedade e abrangência os riscos de projetos tem que ser identificados, analisados e tratados durante todo o seu ciclo de vida, através do uso de técnicas e ferramentas específicas, que serão abordadas no próximo tópico deste trabalho.

3.2 Gerenciamento do Risco do Projeto

Para Torres (2002) apud Rovai, gerenciamento de riscos de um projeto é a ciência e a arte de identificar, avaliar, responder e controlar os riscos do projeto, de modo sistemático durante todo ciclo de vida do mesmo, procurando proativamente antecipar os acontecimentos de riscos, e não simplesmente esperar que eles ocorram para reativamente tomar providencia.

O Guia PMBOK (2004), trata o gerenciamento de riscos de um projeto como o processo de planejamento, identificação, análise, respostas e controle dos riscos do projeto. Esse processo muitas vezes deve ser atualizado durante todo ciclo de vida do projeto, e tem como objetivo, maximizar a probabilidade e os impactos de eventos positivos e minimizar a probabilidade e o impacto de eventos negativos.

Ainda segundo o Guia PMBOK (2004) os processos de gerenciamento de riscos de um projeto são:

- a) Planejamento do gerenciamento de riscos: decisão de como abordar, planejar e executar as atividades de gerenciamento de riscos de um projeto;
- b) Identificação de riscos: determinação dos riscos que podem afetar o projeto e a documentação de suas características;
- c) Análise qualitativa de riscos: priorização dos riscos para análise, ou ação adicional subsequente, através de avaliação da combinação de sua probabilidade de ocorrência pelo seu impacto aos objetivos do projeto;
- d) Análise quantitativa de riscos: análise numérica dos efeitos dos riscos identificados sobre os objetivos gerais do projeto;
- e) Planejamento de respostas a riscos: desenvolvimento de opções e ações para aumentar as oportunidades e reduzir as ameaças aos objetivos do projeto;
- f) Monitoramento e controle de riscos: acompanhamento dos riscos identificados, monitoramento dos riscos residuais, identificação dos novos riscos, execução de planos de respostas a riscos e avaliação da sua eficácia durante todo o ciclo de vida do projeto.

Esses processos interagem entre si e também com processos de outras áreas do

conhecimento, acontecendo pelo menos uma vez durante o ciclo de vida do projeto, necessitando do esforço de uma ou mais pessoas da equipe. Eles podem interagir de várias formas ou sobre vários objetivos do projeto, tornando o gerenciamento de riscos do projeto uma importante ferramenta para o sucesso do projeto.

Após abordarmos riscos, riscos de projetos e gerenciamento de riscos de projetos, nos próximos tópicos abordaremos inovação tecnológica e projetos de inovação tecnológica.

3.3 Inovação Tecnológica

As empresas para sobreviverem num ambiente atualmente caracterizado pela complexidade, dinamicidade e incertezas crescentes, precisam buscar a satisfação de seus clientes antecipando suas necessidades e desejos, estarem posicionada adequadamente em seu mercado e a frente dos seus principais concorrentes. A gestão da qualidade que deveria ser um fator de diferenciação, hoje esta consolidada na maioria das organizações, elevando-as a um patamar de eficiência operacional e profissionalismo similar. O uso de técnicas como qualidade total, seis sigmas e outras, colabora para o aumento da produtividade, confiabilidade e redução de custos, deixando as estratégias e o desempenho operacional muito parecido e não suficiente para sustentar desempenho superior e crescimento acima de seus concorrentes. Dentro deste contexto a necessidade da busca diária pela inovação em seus produtos, processos ou serviços passou a ser um fator primordial para obtenção da vantagem competitiva (SCHERER, 2009)

As empresas atingem a vantagem competitiva através da inovação, buscando novas tecnologias para fabricar seus produtos, novos desenhos de produtos, novas formas de marketing ou novas técnicas de prestação de serviços (PORTER, 1999). Segundo Scherer (2009) as inovações mudam as expectativas dos clientes gerando novos mercados, mudam as bases competitivas e transformam setores industriais. Em decorrência destes fatos a organização que detém o controle da inovação garante um monopólio temporário que lhe renderá altos ganhos de capital e competitividade.

A importância da inovação como fator preponderante de competitividade tem gerado um grande número de literaturas sobre o assunto, entretanto alguns conceitos devem ser analisados para entendermos a inovação. Começando por compreendermos a definição de tecnologia que segundo Rosenthal (1995) é o conhecimento aplicado a fabricação de produtos utilizáveis ou solução de problemas que atingem toda forma de interação do homem com seu ambiente material e social. Na mesma linha Fleury (1990) define tecnologia como pacote de informações organizadas de forma científicas ou empírica, provenientes de descobertas científicas, patentes, livros ou manuais, obtidas através de diferentes métodos de pesquisa e utilizado na produção de bens e serviços. Finalmente para Gonçalves (1994), tecnologia consiste em um conjunto integrado de conhecimentos, técnicas, ferramentas e procedimentos de trabalho aplicados na produção econômica de bens e serviços.

Podemos observar que tecnologia refere-se à aplicação de um conhecimento adquirido para a produção de bens e serviços que atendem as necessidades do homem. Outro ponto importante de se destacar é a diferenciação entre invenção e inovação. Scherer (2009) relata que Schumpeter criou uma linha divisória entre os dois tipos de descoberta, quando estabeleceu que inovação esta vinculada a um resultado econômico e invenção simplesmente a um novo conhecimento. Já Freeman (1975) complementa dizendo que a inovação só se completa quando se produz a primeira transação comercial ligada a este novo produto, processo ou serviço.

Caracterizando-se tecnologia e inovação passaremos a entender inovação tecnológica que segundo Rosenthal (1995) é a aplicação de uma nova tecnologia ao processo produtivo,

resultando em novos processos ou produtos que poderá alterar a lucratividade e a participação no mercado da empresa inovadora. Segundo Reis (2004) é através da inovação tecnológica que são incluídos em nosso cotidiano produtos, processos e serviços novos ou aperfeiçoados.

A inovação tecnológica pode se realizar em produtos ou em processos. A inovação de produtos está relacionada a novos produtos ou serviços lançados para atender as necessidades de seus clientes. A inovação de processo esta relacionada a novos elementos, ou novas formas de gestão inserida às áreas de produção ou operação de serviços de uma organização, como, por exemplo, novos equipamentos utilizados para a fabricação de um produto ou para prestar um serviço (AFUAH, 2003).

Tendo como base que inovação tecnológica terá que apresentar como resultado um produto ou serviço superior economicamente pode-se classificar a inovação como radical ou incremental:

- a) A inovação radical é aquela que resulta em um produto ou serviço novo, superior em relação aos existentes, tornando-o mais competitivo. Um novo produto ou serviço pode ser caracterizado como superior quando seu custo é mais baixo ou seus atributos são superiores em relação aos existentes em determinado mercado;
- b) A inovação incremental é aquela que resulta da melhoria de um produto ou serviço já existente, tornando-o superior em relação aos seus concorrentes diretos, e conseqüentemente mais competitivo. (AFUAH, 2003).

Em resumo inovação tecnológica é algo novo que trás resultado econômico para a empresa e pode ser vista não somente como um novo produto, mas também como um novo serviço, novos modelos de negócios, novas formas de gestão, novos processos produtivos ou novas linhas de distribuição.

Considerando a importância fundamental do processo de inovação tecnológica para o alcance da vantagem competitiva e o conseqüente crescimento da organização, é importante salientar que seu processo deve ser continuado, estruturado, gerenciado e conduzido através de ferramentas específicas que tragam os melhores resultados.

Um processo de inovação tecnológica se inicia pela geração de novas idéias, seguindo pelo refinamento dessas idéias quanto a sua viabilidade técnica de aplicação, avaliação dos riscos e incertezas da nova tecnologia e se concretiza com a implantação da inovação. Após a seleção e o refinamento das idéias entramos em uma fase crucial do processo que é a implantação. Devido aos altos índices de riscos e incertezas inerentes da própria inovação em si, geralmente os processos de implantação desta inovação é concebido através da metodologia de projetos, criando-se assim os projetos de inovação tecnológica.

3.4 Projetos de Inovação Tecnológica

Para melhor entendimento do termo projetos de inovação tecnológica começaremos por definir projetos sob a abordagem de alguns autores, na seqüência definiremos inovação tecnológica, para posteriormente formar o conceito de projetos de inovação tecnológica objeto de estudo deste artigo.

Rabechini e Carvalho (1999) nos relatam que o conceito de projetos tem sido aprimorado com a finalidade de estabelecer um entendimento comum nas organizações que trabalham com projetos. Para o Project Management Body of Knowledge do Project Management Institute (PMBOK, 2004), projeto é “um esforço temporário realizado para criar um produto ou serviço único”. Temporário significa que tem começo e final definido, e único que tem caráter exclusivo gerando um único resultado, ou seja, produto ou serviço.

Ampliando o conceito e incorporando aspectos de recursos financeiros e qualidade, a norma NBR ISO 10006 (2000) define projeto como sendo um processo único, constituído de um grupo de atividades coordenadas, com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos.

Vargas (2005) nos auxilia incorporando em sua definição de projeto um fator de relevada importância, a equipe de projetos, relatando que projeto é uma atividade não repetitiva, caracterizada por uma seqüência clara e lógica de eventos (início, meio e fim), que se destina a atingir um objetivo único e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade (VARGAS, 2005).

Para finalizar nossa explanação sobre projetos, Rabechini (2002) nos relata que uma das mais completas e convincentes definições de projeto diz que:

(...) um projeto é uma organização de pessoas dedicadas visando atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações únicas ou empreendimentos de altos riscos no qual tem que ser completado numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo todos os projetos necessitam de terem seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas (TUMAN, 1983 APUD RABECHINE, 2002,).

Após finalizarmos a explanação sobre projetos, iniciaremos o nossa abordagem sobre inovação tecnológica, pelo Decreto 5.798, de 7 de junho de 2006, que regulamenta a Lei 11.196 (mais conhecida como Lei do Bem), que define inovação tecnológica como sendo “a concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique em melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado”.

Sendo considerada referência mundial na abordagem do tema inovação tecnologia o Manual de Oslo da OECD (2004) descreve que “Inovações Tecnológicas em Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos existentes”.

Para Drucker (1994) inovação é um termo não somente técnico, mas principalmente econômico e social, devido à capacidade de poder alterar o rendimento dos recursos. A inovação tecnológica é a mudança que pode conceber ou alterar um novo produto, processo ou serviço, possibilitando a ele ter vantagem competitiva ou conquistar novos mercados.

A Inovação Tecnológica não precisa necessariamente envolver atividades de pesquisa e desenvolvimento, ela ocorrer pela difusão tecnológica, pela transferência de tecnologia, pela aquisição de um equipamento novo, ou outras atividades inovadoras. Entretanto, em muitos setores, inovação tecnológica vem se tornando cada vez mais fator determinante de competitividade, de preservação de empregos e de sobrevivência das empresas (WEISZ, 2009).

Analisando a literatura acima mencionada, podemos presumir que projetos de inovação tecnológica é um esforço temporário, para criar um novo produto, processo ou serviço; ou agregar novas funcionalidades e características a um produto, processo ou serviço existente, que impliquem em melhorias incrementais com efetivo ganho de qualidade, produtividade ou custo, através da difusão tecnológica, transferência tecnológica, aquisição de um novo equipamento ou outra atividade inovadora, com o objetivo de ter maior competitividade no mercado.

Em se tratando de projetos de inovação tecnológica, a única certeza é que o resulta nunca será

igual aquele descrito na primeira declaração de escopo do projeto, e sim, aquele que surgirá no decorrer do seu ciclo de vida, e quanto mais cedo ele surgir, mais rápido a empresa adquirirá a vantagem competitiva.

As empresas que implantam as inovações tecnológicas por meio de projetos, utilizando para seu gerenciamento técnicas e ferramentas de gestão de projetos podem aperfeiçoar seus investimentos em inovação. Devido à complexidade da gestão de riscos em projetos de inovação tecnológica, sugere-se neste trabalho a adoção da metodologia FMEA e conjunto com as boas práticas do guia PMBOK como ferramenta de apoio no gerenciamento de projetos de inovação tecnológica.

3.5 Metodologia FEMEA

O FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) surgiu em 1949 para análise de falha de equipamentos do exército americano e foi aprimorado pela NASA na década de 60 com o objetivo de melhorar a qualidade e confiabilidade dos programas aeroespaciais. Em 1972 foi introduzido na indústria automobilística pela Ford, que difundiu o seu uso para toda sua rede de fornecedores através da norma QS 101. Atualmente ele é utilizado por indústrias de diferentes ramos como: química, automotiva, alimentícia, etc. A utilização do FMEA faz parte da lista de documentos exigidos pela norma ISO/TS 16949:2002, que tem divulgado e difundido seu uso por muitas organizações em todas as partes do planeta.

Segundo a norma ISO/TS 16949:2002 FMEA é um conjunto de atividades que tem por objetivo:

- a) Reconhecer e avaliar falhas potenciais em produtos ou processos e seus efeitos;
- b) Identificar ações que podem eliminar ou reduzir a chance da falha potencial vir a ocorrer;
- c) Documentar o processo de análise.

Segundo Hammet (2000), FMEA é uma ferramenta de gerenciamento de risco que tem por objetivo identificar as falhas potenciais de um dado produto ou processo, suas respectivas causas prováveis, seus possíveis efeitos sobre os clientes e através de procedimentos preventivos apropriados reduzirem ou eliminarem a chance de tais falhas virem a ocorrer.

Em resumo FMEA é uma técnica que procura listar todas as possíveis falhas de produto ou do Processo e suas possíveis causas para que sejam analisadas e tomadas as ações preventivas necessárias.

Segundo Jakuba (1997) existem vários tipos de FMEA, porém os mais conhecidos são:

- a) FMEA de Projeto: Utilizado para identificar as falhas potenciais devido às deficiências do projeto do produto. Geralmente é feito durante a execução do projeto do produto. Sua aplicação se estende a componentes isolados, subconjuntos principais e ao próprio produto;
- b) FMEA de Processo: Utilizado para identificar as falhas potenciais devido às deficiências do processo de fabricação do produto. Deve ser feito durante todo o processo de manufatura do produto.

A metodologia do FMEA utiliza-se de um raciocínio botton-up (de baixo para cima), propondo a quebra de sistemas complexos em componentes mais simples, em seguida propõe uma análise estruturada destes componentes ou subsistemas, com o objetivo de evidenciar suas principais falhas potenciais e quais suas conseqüências no nível superior, assim evitando que estas falhas potenciais cheguem ao produto ou processo (SIVA, TIN E OLIVEIRA, 1997).

O princípio básico da metodologia FMEA é o mesmo independente do tipo (produto ou

processo) e da aplicação (novos produtos ou já existentes). A análise consiste basicamente na formação de uma equipe multifuncional para encontrar as funções e as características dos produtos ou processos estudados. Com base nesta análise identificam os tipos de falhas potenciais, suas possíveis causas e seus efeitos. Em seguida as falhas potenciais, suas causas e seus efeitos são avaliados e pontuados por índices seguindo os critérios de severidade, ocorrência e detecção, gerando desta forma o RPN (Número de Prioridade do Risco), resultado da multiplicação dos índices (MADDOX, 2005 apud MIGUEL e SEGISMUNDO, 2008). Os riscos com maiores índices são priorizadas e tomadas às ações necessárias para sua eliminação aumentando assim a confiabilidade e a qualidade dos produtos ou processos.

Segundo Toledo e Amaral (2006), a metodologia FMEA segue as seguintes etapas para sua aplicação: planejamento, análise de falhas em potencial, avaliação de riscos, melhoria e continuidade.

Analisando os processos do FMEA pode-se concluir que ele é baseado no ciclo de melhoria contínua PDCA idealizado por Shewhart e mais tarde aplicado por Deming, composto pelas fases Plan, do, Control e Action, para correlacionar os componentes da estrutura do gerenciamento de riscos, Dando a eles um sentido de melhoria contínua.

3.6 Utilização da FMEA para Gestão de Riscos em Projetos de Inovação Tecnológica

Gerenciamento de projetos de inovação tecnologia nunca é similar ao gerenciamento de projetos operacionais devido à normalmente implicarem em alto custo, por isso, requer extraordinários cuidados no gerenciamento do risco (COSTA NETO, 2007). Devido ao alto grau de incerteza, o desenvolvimento de novos produtos ou processos necessita de flexibilidade para lidar com as mudanças. Segundo Turner et al.(2009) os projetos com alto grau de incerteza são especialmente difíceis de definir e estabelecer objetivos realísticos quanto a prazo, custo e qualidade. Para que houvesse esta definição clara, seria necessária uma descrição minuciosa do produto ou processo a ser desenvolvido, contendo os requisitos que definam sua função e outras características, entretanto a maior dificuldade encontrada é a ausência de dados que auxiliem essa descrição (CASTELLANO, 1996).

Segundo Scherer (2008) um projeto de inovação tecnológica passa por quatro etapas durante seu ciclo de vida:

- a) Idealização é a primeira etapa de um projeto de inovação tecnológica e consiste na captação de idéias geradas internamente o externamente a organização, a respeito do novo produto ou processo a ser desenvolvido;
- b) Conceituação é a etapa de seleção e desenvolvimento das idéias geradas para que elas possam se transformar no produto ou processo a ser desenvolvido através do projeto de inovação tecnológica;
- c) Experimentação é a etapa destinada a promover teste para avaliar a real desempenho do conceito já refinado na etapa anterior. Nesta fase realiza-se um projeto piloto em menor escala do produto ou processo a ser desenvolvido, com objetivo de sanar todas as incertezas existentes com menor custo e prazo possível. Normalmente este processo consiste de tentativa e erro até o surgimento da melhor solução para o produto ou processo.
- d) Implementação é a última etapa do projeto de inovação tecnológica e consiste em transformar as idéias que foram geradas, refinadas e experimentadas em produtos ou processos inovadores. A figura 3 abaixo demonstra o fluxo de um projeto de inovação tecnológica segundo Scherer (2009).

A conceituação é a etapa que mistura realidade e abstração. A abstração é necessária para a busca de conceitos inovadores, fora do convencional, porém se faz necessário sistematizar esse processo devido à importância de se trabalhar com um grande número de informações. O uso sistematizado dessas informações é de relevância fundamental para aumentar as chances de sucesso do projeto. Quanto maior o número de informações for analisadas e tratadas maior será a chance de sucesso do projeto (IAROSINSKI NETO, 2003).

Segundo Back e Forecine (2000), na fase de conceituação de um projeto estima-se que seja realizado 20% do trabalho deste, porém nela são definidos 80% do seu custo. Devido a esse contexto, esta fase se torna um ponto crítico para o sucesso do projeto. Nela esta concentrada os esforços na concepção do projeto e suas interfaces com os stakeholders, onde as idéias selecionadas serão submetidas às avaliações e combinações com as soluções técnicas existentes. Essas avaliações levam em consideração as questões custos, stakeholders e possibilidade de manufatura (ULRICH et all, 1995 apud IAROSINSKI NETO, 2003).

Segundo Scherer (2009) apenas analisar e tratar as informações inovadoras não é o suficiente, um elemento chave dos projetos de inovação tecnológica é a experimentação estruturada para testar as hipóteses, reduzir riscos, acelerar aprendizado e acertar a estratégia que leva ao resultado financeiro.

A ferramenta FMEA devido a seu caráter preventivo quando usada na fase de conceituação pode prever os pontos críticos do projeto conceitual através das análises dos modos de falhas e efeito, fazendo com que a equipe possa priorizar as informações com maior potencialidade de sucesso. Arcadiano, Campatelli e Citti (2003), Complementam que o FMEA quando utilizado em conjunto com outras técnicas na fase inicial de um projeto de inovação tecnológica, reduz consideravelmente muitos modos de falhas, facilitando e diminuindo os esforços na construção dos protótipos de experimentação.

A aplicação do FMEA na fase de conceituação possui a grande vantagem de detectar as anomalias do projeto mais cedo, e conseqüentemente resolve-las com menor esforço e custo possível. Outro fator relevante é o fato de antecipar algumas atividades da fase de experimentação, passando para fase de conceituação, com objetivo de estabelecer critérios mais tangíveis e menos subjetivos para seleção de concepções para experimentação, reduzindo o número de experimentações e conseqüentemente o tempo e o custo do projeto.

Para Scherer (2009), projetos de inovação tecnológica são apostas no futuro, onde os níveis de incertezas e ambigüidades são elevados. Uma mentalidade de experimentação, descoberta e aprendizado são preponderantes para se atingir o resultado esperado. Para isso é necessária a sistematização do processo de aprendizado sobre as questões desconhecidas, para que elas sejam esclarecidas o mais breve possível, levando ao sucesso do projeto e a conquista da vantagem competitiva, dentro deste contexto a aplicação da ferramenta FMEA quanto mais cedo utilizada mais rápidos se chegará aos resultados esperados.

4. Considerações Finais

A magnitude dos riscos e incertezas em projetos de inovação tecnológica demonstra a importância e a necessidade do gerenciamento de riscos como forma de maximizar suas chances de sucesso, acelerar a detecção e correção de seus pontos críticos, reduzindo assim o ciclo de vida de um projeto e antecipando o lançamento do novo produto, processo ou serviço. O alto risco de projetos de inovação tecnológica funciona com barreira para o inovador, portanto aquele que gerenciar adequadamente este risco terá conseguido a tão sonhada vantagem competitiva. Segundo Scherer (2009) a organização que detém o controle dessa vantagem competitiva garante um monopólio temporário que lhe renderá altos ganhos de capital e competitividade.

Em um ambiente onde não é possível ter conhecimento de todos os fatos futuros, o gerenciamento de riscos é a melhor forma de mensurar e controlar estas incertezas. Por isso, ele é uma atividade que deve ser realizada durante todo o ciclo de vida do projeto, mas principalmente na fase inicial, quando as ações são planejadas e sua viabilidade é estudada. Quanto mais cedo os riscos forem identificados, monitorados e controlados menor será seu impacto no objetivo final do projeto.

O FMEA mostrou-se uma ferramenta simples, porém baseada em conceitos sólidos. Sendo um importante apoio ao gerenciamento de riscos de projetos de inovação tecnológica, principalmente na sua fase inicial, onde sua utilização devido ao seu caráter preventivo pode aumentar a qualidade e reduzir o custo e o prazo do projeto. Esse fato fica evidenciado quando da utilização do FMEA na fase de conceituação do projeto, onde pode se prever várias anomalias do projeto que só seriam conhecidas na fase de experimentação, diminuindo assim os esforços e os custos com a construção de protótipos.

A ferramenta FMEA é requerida obrigatoriamente por algumas certificações, fazendo dela uma ferramenta com um alto grau de desenvolvimento e maturidade. Ela foi criada com um enfoque genérico, a fim de cobrir as mais diversas áreas e situações, não somente a projetos. Entretanto, devido sua flexibilidade associada às suas sólidas bases e conceitos facilitam sua compreensão, implantação e sua completa compatibilização com a área de projetos.

Apesar de a proposta apresentada neste trabalho ser genérica o suficiente para ser utilizada em qualquer tipo de projeto de inovação tecnológica, a ferramenta FMEA não deve ser adotado como única técnica para gerenciamento de riscos em grandes projetos. Nestes casos, sempre se deve utilizar outras ferramentas em conjunto com o proposto, como simulação de Monte Carlo ou Técnica Delphi.

Referências

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas: *NBR ISO 10006: 2000. Gestão da Qualidade – Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de Projetos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas: *NBR ISO 31000: 2009. Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes.* Rio de Janeiro, ABNT: 2009.

AFUAH, A., *Innovation management: strategies, implementation and profits.* New York: Oxford University Press, 2003.

ARCIDIACONO, G., CAMPATELLI, G., CITTI, P. *Systematic approach to product design using axiomatic design: Application to a diesel locomotive.* In: International Conference on Engineering Design .Estocolmo: ICED 03, 14th, 2003.

CARVALHO, M.M, RABECHINI JUNIOR, R. *Construído competências para gerenciar projetos: teoria casos.* São Paulo: Atlas, 2005.

CASTELLANO, S. *Proposição de um modelo para planejamento e desenvolvimento de projetos em empresas de alta tecnologia.* Dissertação Universidade Federal de Santa Catarina, Pós Graduação em Engenharia de Produção, 1996.

COSTA NETO, O., NUNES, F.R.M., ELIAS, S.J.B. *A Inovação Tecnológica e a criação de Valor em Processo Produtivo: Estratégia de Pesquisa de Ensino e Pesquisa.* Fortaleza: ENEGEP, 2006.

DEGEN, R. J., *O empreendedor: fundamentos da iniciativa empresarial. Colaboração de Álvaro Augusto Araújo Melo.* São Paulo: MacGraw-Hill, 1989.

DRUCKER, P. F. *Inovação e espírito empreendedor: prática e princípios.* 4°. ed. São Paulo: Pioneira, 1994.

FREEMAN, C. *La Teoría Económica de la Innovación Industrial.* Madrid: Alianza Editorial, 1975.

FREURY, A. *Capacitação tecnológica e Processo de Trabalho.* Revista de Administração de Empresas. Vol. 30. N. 4, Pag. 23-30, 1990.

GIL, A. C. *Como classificar as Pesquisas.* In: *GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa.* 4° ed.

São Paulo: Atlas, 2002.

Hammet, P., *Failure Modes and Effects Analysis*, Michigan, USA, 2000.

IAROZINSKI NETO, A., DE LIMA, E. P. *Inteligência Competitiva e Gestão do Conhecimento – Auditoria tecnológica a partir de uma abordagem sistêmica*. São Paulo: Kim Brasil, 2003.

ISO- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. *Risk assessment techniques, ISO31000*. 1°. ISO, 2009.

JAKUBA, S. J. *Opinion: FMEA; a curse or blessing?* Lanhan: RAC Journal, v.5, n.4, 1997.

KERZNER, H., *Gestão de Projetos: as melhores práticas*. 2ª. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LOZINSKY, S. *Software: Tecnologia de negócio*, Rio de Janeiro: Imago Editora, 2009.

MCT- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Lei nº 11.146 (lei do bem)*. Disponível em WWW.mct.gov.br/index.php/contentPview/8586.html acesso em 02/10/2011 às 17h19min.

MORGAN, N.G., HERION, M. *Uncertainty, a guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

OECD- ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO. *Manual de Oslo, proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. Brasília: FINEP, 2010.

PATAH, L.A. *Alinhamento Estratégico de estrutura organizacional de projetos: uma análise de múltiplos casos*. São Paulo, 2004, 205 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

PMBOK. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos*. 3°. ed. Newton Square: Project Management Institute, 2004.

PMI- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Practice standard for project risk management*. 4°. Ed. USA: Campus Boulevard Newton Square, 2004.

PORTER, M.E., *Competição: estratégias competitivas essenciais*. 13°. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

PRITCHARD, C.L. *Risk management: concepts and guidance*. USA: ESI Intl, 2001.

RABECHI JUNIOR, R., CARVALHO, M.M., LAURINDO, F.J.B. *Fatores críticos para implantação de gerenciamento de projetos: o caso de uma organização de pesquisa*. Revista Produção. Vol. 2, n. 2, p. 28-41, 2002.

ROSENTHAL, D., MEIRA, S. *Os Primeiros 15 Anos da Política Nacional de Informática: O Paradigma e Sua Implantação*. Recife: Protenic. 1995.

ROVAI, L.R., *Modelo estruturado para gestão de riscos em projetos: estudo múltiplos casos*. São Paulo, 2005, 364 páginas. Tese (Doutorado). USP.

SALLES JR., et all, *Gerenciamento de Riscos em Projetos*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

SCHERER, F.O., CARLOMAGNO, M.S. *Gestão da Inovação na Prática*. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

TEIXEIRA, D. S. *Pesquisa, desenvolvimento experimental e inovação industrial: motivações da empresa privadas e incentivas do setor público*. São Paulo: Edgard Bluncher, 1983.

TOLEDO, J.C., AMARAL, D.C. *FMEA – Análise Tipo e Efeito de Falha*. Grupo de Estudos e Pesquisas em Qualidade. Santa Catarina: UFSC, 2006.

TORRES, O.F.F., *Curso de Engenharia Econômica e Análise de Riscos no CEGP. FCAN/POLI-USP*. São Paulo, 2002.