

CASSIANO MAURÍCIO M. MOLOGNONI

**O USO DA FERRAMENTA “ADVANCED FAILURE MODE
AND EFFECT ANALISYS” PARA IDENTIFICAÇÃO DE
RISCOS EM PROJETOS**

Monografia apresentada junto ao curso de Pós-graduação em Gerenciamento de Projetos da Universidade Federal do Paraná, na área de concentração de Ciências Sociais Aplicadas, como requisito parcial à obtenção do título de MBA em Gerenciamento de Projetos.

Orientador: Prof. Dr. José Amaro dos Santos

Curitiba

2009

Dedico este trabalho à todos aqueles que me apoiaram nesta etapa de minha vida. Em especial, agradeço minha esposa, Carolina, que me apoiou dedicando os finais de semana ao estudo e aos meus pais que sempre me incentivaram ao estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Amaro por nos proporcionar uma visão diferente do mundo, antes não imaginada. Tenho a certeza de que minha visão de mundo mudou após a realização deste curso. Agradeço também por toda a paciência e comprometimento demonstrado para com os alunos.

Aos colegas que sempre se mostraram unidos e dispostos a enfrentar os desafios que apareceram no meio do caminho.

Ao aluno Alfredo, nosso representante de turma, que com muita paciência e dedicação organizou as confraternizações e divulgou informações do curso para todos.

Aos Professores que ministraram as disciplinas. Toda a experiência profissional e de vida que nos foi passada, ajudou-nos a moldar uma nova realidade de mundo para enfrentar com mais clareza e objetividade, os problemas dos dias atuais.

“Uma pessoa inteligente resolve um problema, um sábio o previne”.

Albert Einstein

RESUMO

No gerenciamento de projetos, existe uma área denominada gestão de riscos, a qual tem a finalidade monitorar o projeto sob uma visão crítica, para que nenhuma situação ou evento indesejável ao projeto aconteça, e caso aconteça, seja possível adotarem-se procedimentos para lidar com tal situação ou evento. Para lidar com esses eventos ou situações, neste caso precisamos identificá-los, avaliar sua criticidade, adotar tratativas corretas e monitorar a situação de risco durante o projeto.

A proposta desta monografia é discutir como a ferramenta *ADVANCED FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (AFMEA) pode ser aplicada à Estrutura Analítica do Projeto (EAP) de um projeto, para realizar a identificação e a quantificação dos riscos de um projeto.

Palavras-chave: Gestão de riscos, identificação de riscos, EAP, AFMEA e gerenciamento de projetos

ABSTRACT

Within project management there is a domain called risk management which has the aim to track the project based on a critical analysis in order identify any undesirable event or a situation to the project, and in the case it happens, procedures can be adopted to handle the event or situation. In order to handle those events or situation, it is required identify them, evaluate its criticism and adopt the right measurements and track the risk situation over the projects.

The proposal of the work is to discuss how the tool ADVANCED FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (AFMEA) can be applied to the Work Breakdown Structure (WBS) of a project in order identify and quantifies the risks.

Key-words: Risk management, risk identification, WBS, AFMEA and project management

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	11
1.2	Identificação do problema.....	12
1.3	Objetivos	14
1.3.1	Objetivos específicos	14
1.4	Metodologia	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Riscos	17
2.1.1	Gestão de riscos	18
2.1.2	Processos de gestão de riscos.....	18
2.1.3	Métodos para identificação de riscos.....	19
2.2	Introdução ao FMEA.....	22
2.2.1	História do FMEA	22
2.2.2	Tipos de FMEA	23
2.2.3	Metodologia da ferramenta FMEA.....	23
2.3	Metodologia AFMEA	25
2.4	Rede Estrutural e Rede de Funções.....	25
2.5	Relação entre a EAP e a rede de funções.....	26
2.6	Relação entre a rede de funções e a rede de falhas	28
2.7	Aplicação para projetos.....	29

2.8	Processo de quantificação dos riscos	31
2.9	Softwares existentes	31
3	PROPOSTA DE TRABALHO	32
4	ESTUDO DE CASO.....	35
4.1	Informações do termo de abertura do projeto:	35
4.1.1	Escopo do projeto:	35
4.1.2	Objetivo geral:	35
4.1.3	Objetivos específicos:	35
4.1.4	Objetivos secundários:	36
4.2	Estrutura analítica do projeto	36
4.3	Estrutura Funcional do Projeto.....	39
4.4	Identificação das funções	40
4.4.1	Identificação das funções do Componente Estrutural Nível um.....	41
4.4.2	Identificação das funções do componente Estrutural Nível dois:.....	42
4.4.3	Identificação das atividades e funções do componente Estrutural Nível três.....	43
4.5	Rede de Funções	44
4.6	Rede de falhas	46
4.7	Metodologia de análise da rede de funções e a rede de falhas.....	47
4.8	Análise quantitativa e qualitativa dos riscos do projeto.....	48
4.8.1	Análise quantitativa	48
4.9	Análise qualitativa dos riscos do projeto	48

5	COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES.....	50
5.1	Resultados quantitativos	50
5.2	Resultados qualitativos	50
5.3	Vantagens do uso	51
5.4	Desvantagens do uso	51
5.5	Conclusões	52
5.6	Propostas para estudos futuros:.....	52
6	BIBLIOGRAFIA	53
7	APÊNDICES	55
7.1	Apêndice A – Lista de atividades e funções do componente estrutural nível dois.....	55
7.2	Apêndice B – Redes de funções.....	56
7.2.1	Rede da função “Substituir processo atual por processo otimizado”	56
7.2.2	Rede da função “Aumentar produtividade em 20%”.....	56
7.2.3	Rede da função “Atender demandas do mercado”	57
7.2.4	Rede da função “Atingir ROI inferior a 12 meses”	58
7.2.5	Rede da função “Disponibilizar documentação do projeto completa ao final do projeto”	58
7.2.6	Rede da função “Assegurar processo de acordo com normas de qualidade”	58
7.2.7	Rede da função “Assegurar processo de acordo com normas trabalhistas”	59
7.2.8	Rede da função “Assegurar gastos abaixo de R\$60.000,00”	59
7.3	Apêndice C - Rede de falhas.....	59
7.3.1	Rede de falha “Não substituir processo atual por processo otimizado”	59

7.3.2	Rede de falha “Não aumentar produtividade em 20%”	59
7.3.3	Rede de falha “Não atender demandas do mercado”	60
7.3.4	Rede da falha “Não iniciar atividades até a CW15 de 2009”	60
7.3.5	Rede da falha “Não atingir ROI inferior a 12 meses”	61
7.3.6	Rede da falha “Não disponibilizar documentação do projeto completa ao final do projeto”	61
7.3.7	Rede da falha “Não assegurar processo de acordo com normas de qualidade”	61
7.3.8	Rede da falha “Não assegurar processo de acordo com normas trabalhistas”	62
7.3.9	Rede da falha “Gastos acima de R\$60.000,00”	62
7.4	Apêndice D - Quadros de análise	63
7.4.1	Fase Conceitual	63
7.4.2	Fase Planejamento	65
7.4.3	Fase Implementação	66
7.4.4	Fase Finalização	67
7.5	Apêndice E - Tabelas de classificação dos modos de falha	68
7.5.1	Classificação da severidade	68
7.5.2	Classificação da detecção	69
7.5.3	Classificação da ocorrência	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O constante aumento da demanda por produtos e serviços tem levado organizações a modificarem sua forma de trabalhar.

O fator mais importante para definir o sucesso ou o fracasso de uma organização é a estratégia adotada. Todos os tipos de organizações são colocados em prova para atender às necessidades do mercado, dos clientes e tendências de mercado (CHARVAT, 2002 p. 9).

O gerenciamento de projetos aparece como uma estratégia que vem sendo adotada por todos os tipos de organizações para se manterem competitivas no mercado de trabalho (KERZNER, 2000 p. 31)

O gerenciamento de projetos caracteriza-se pela reestruturação das organizações em termos de estrutura e técnicas de gerenciamento com o objetivo de obter maior controle e uso dos recursos disponíveis (KERZNER, 2000 p. 1).

As mudanças do mercado ocorrem de maneira tão rápida, que as organizações tradicionais com suas configurações ultrapassadas, não conseguem responder a tempo as mudanças e isto provoca a uma perda de competitividade. O gerenciamento de projetos é uma forma gerencial que vem sendo aplicada pelas organizações a fim de *otimizar* os recursos disponíveis, para que os projetos tenham sucesso e assim, seja possível que elas se mantenham competitivas no mercado de trabalho. (KERZNER, 2000 p. 1).

O sucesso dos projetos depende de alguns fatores que servem para mensurar alguns indicadores dos projetos. Como exemplo, podemos citar: entregar as funcionalidades acordadas, cumprir os prazos estabelecidos e atender ao orçamento planejado (SANTOS, et al., 2005 p. 32).

Dentre todas as áreas do gerenciamento de projetos, existe uma área que mostra as incertezas que acompanham a execução de um projeto. Esta área é denominada gestão de riscos.

A gestão de riscos trata de possíveis cenários que podem ocorrer e comprometer o sucesso de um projeto. Muitas vezes, estes cenários não são identificados de maneira adequada, o que favorece uma tomada de decisão que pode comprometer os objetivos do projeto.

Uma adequada identificação de cenários pode ser feita através de técnicas para identificação de riscos, porém, cada técnica tem suas particularidades e suas limitações, o que às vezes pode comprometer o resultado do projeto.

1.2 Identificação do problema

Com o uso do conceito de Gerenciamento de Projetos, muitas ferramentas foram desenvolvidas para que uma boa organização do projeto seja realizada em termos de planejamento e controle de atividades. Com o uso destas ferramentas, visa-se o sucesso do projeto. Entretanto, somente um bom planejamento e organização não são suficientes para o sucesso do projeto.

Segundo Martins (2005 p. 66), é necessário que todas as incertezas de um projeto, identificadas pela equipe, sejam documentadas e tratadas de forma sistemática. Este tratamento sistemático das incertezas chama-se Gestão de Riscos, o qual tem como função avaliar as incertezas e planejar respostas em termos de comportamento do projeto para cada uma delas. Entretanto uma equipe de projeto somente pode lidar com incertezas conhecidas.

Todo o projeto está imerso em uma área de concentração relacionada à sua natureza e, portanto estará sujeitos aos riscos inerentes a esta área e também aos riscos externos ao projeto, tais como a Economia, Leis, Regulamentações, etc.

A identificação de riscos é um processo que pode e deve ser desenvolvida para um projeto desde sua fase inicial até a conclusão deste. Este processo visa identificar tudo que venha a atrapalhar o atendimento dos objetivos do projeto. Este processo de análise é qualitativo e quantitativo, uma vez que podemos qualificar e quantificar os riscos através de ferramentas adequadas. Na Figura 1, podemos observar a importância da identificação adequada de riscos e o gerenciamento dos mesmos em projetos.

A quantidade de riscos é mais elevada nas fases iniciais do projeto e vai decaindo à medida que o projeto é executado. Em contrapartida, a quantidade valor envolvido aumenta à medida que o projeto é executado, ou seja, qualquer risco pode comprometer o resultado do projeto com um grau de contribuição maior, à medida que o projeto é executado. Pode-se concluir que quanto mais precisa for a identificação de riscos, maiores são as chances de sucesso do projeto.

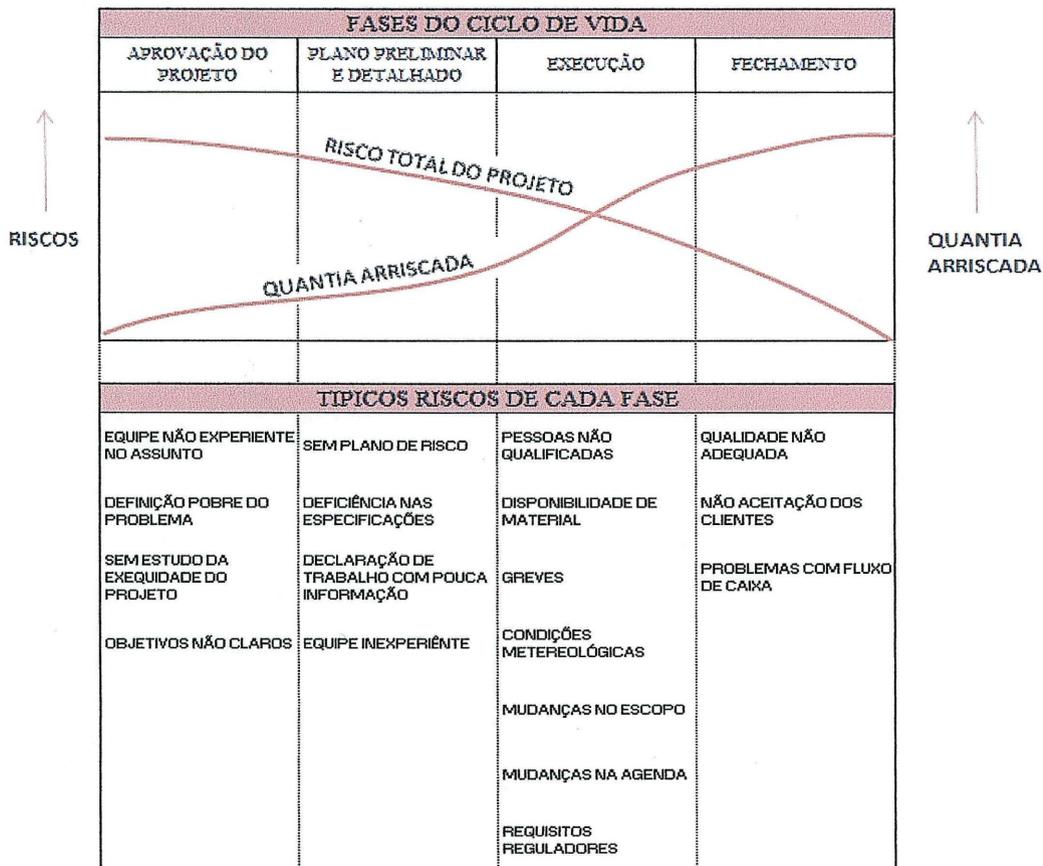


FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE RISCO DO PROJETO E VALOR ARRISCADO

Os métodos para identificação de riscos são inúmeros. As fontes para a identificação podem ser objetivas ou subjetivas (KERZNER, 2000 p. 916). Também segundo Kerzner (2000 p. 916) qualquer fonte de informação que permite a identificação de um potencial de risco, pode ser usada para tal.

Dentre as fontes objetivas de identificação podemos citar como exemplo: as lições aprendidas, avaliação de documentação ou desempenho atual. Dentre as fontes de identificação subjetivas podemos citar como exemplo *brainstorming*, técnica DELPHI, entrevistas, análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) e *check-list*.

Portanto, a identificação de riscos é um processo que deve ser desenvolvido durante todo o ciclo de vida do projeto, visto que novos riscos podem ser identificados a qualquer momento. A identificação de riscos “determina os riscos que podem afetar o projeto e documenta suas características” (PMBOK, 2004, p. 243).

1.3 Objetivos

Apresentar uma proposta para identificação de riscos em projetos, utilizando a ferramenta *Advanced Failure Mode and Effect Analysis* (AFMEA), que se baseia em uma rede de funções e uma rede de falhas do projeto.

1.3.1 Objetivos específicos

- Apresentar um método que busca a causa raiz dos problemas que podem acontecer em um projeto;
- Promover uma visão mais detalhada da influência da má realização de uma atividade em um projeto nos pacotes de trabalho, de forma a comprometer os objetivos do projeto;
- Apresentar as principais vantagens e desvantagens em relação aos métodos usuais de análise de risco em projetos.

1.4 Método de pesquisa

O método de análise de risco consiste no uso da ferramenta AFMEA e no uso da rede de funções e rede de falhas. Esse método é amplamente utilizado para a análise de risco em processos de manufatura e de design de produtos.

Tanto um processo, um produto e um projeto, possuem objetivos que devem ser cumpridos. Cada um deles possui uma série de atividades que precisam ser cumpridas a fim de que o sucesso seja atingido. Entretanto caso alguma coisa aconteça de errado durante o percurso, certamente ocorrerá um problema para que se tenha sucesso.

Será utilizado o conceito de rede de funções e rede de falhas na estrutura do projeto, ou seja, a EAP, a fim de identificar dentro de todas as funções de cada uma das partes que compõem a EAP e como estas funções interconectam-se para o atendimento do sucesso do projeto. A partir das funções, será analisada a rede de falhas destas funções e como estas falhas, propagando-se até a falha principal do projeto, podem ser identificadas e se necessário, tratadas.

Este trabalho será embasado no uso da ferramenta AFMEA baseando-se na rede de funções e rede de falhas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Toda inovação que se deseja colocar em prática passará certamente por um processo de desenvolvimento da idéia, introdução e conclusão. Este processo poderá ser tratado como um projeto. Para isto vamos deixar clara a definição de projeto.

Um projeto é caracterizado pela união de esforços de recursos humanos, materiais e financeiros, que organizados de forma inovadora para realizar um tipo único de atividade, dentro de especificações de tempo e custos com o objetivo de trazer uma mudança benéfica para o seu solicitante, definida por objetivos qualitativos e quantitativos. (SANTOS, et al., 2005 p. 16).

Entretanto, para que o projeto tenha êxito é necessário que um gerenciamento adequado seja realizado. O gerenciamento é realizado através da aplicação e da integração dos seguintes processos de gerenciamento de projetos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento. Para que este caminho seja atravessado com maior sucesso, aplicamos o conceito de gerenciamento de projetos (PMBOK, 2004 pp. 9-10).

É sugerido que o gerenciamento de projetos seja segregado em nove áreas de conhecimento, que seguem o projeto em todo o seu ciclo de vida, conforme demonstrado na Figura. 2.

As áreas de concentração são: gerenciamento do escopo do projeto, gerenciamento de tempo do projeto, gerenciamento de custos do projeto, gerenciamento da qualidade do projeto, gerenciamento de recursos humanos do projeto, gerenciamento das comunicações do projeto, gerenciamento de riscos do projeto e gerenciamento de aquisições do projeto (PMBOK, 2004 pp. 9-10).

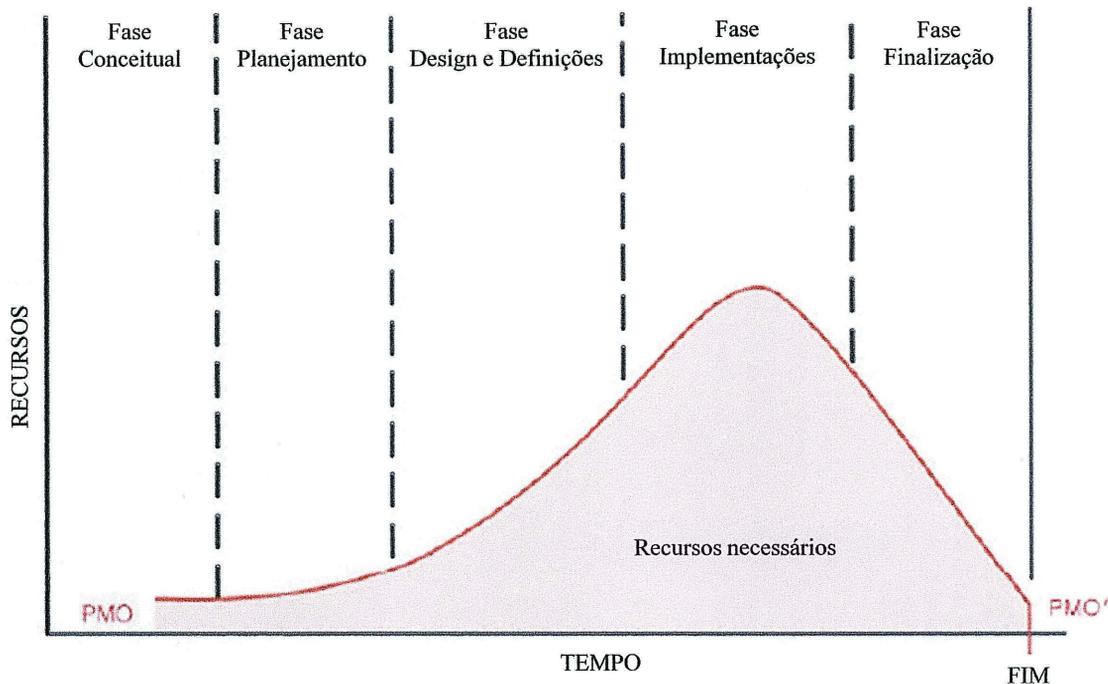


FIGURA 2 - CICLO DE VIDA DE UM PROJETO

FONTE: KERZNER (2000 P. 83) TRADUZIDO PELO AUTOR

2.1 Riscos

A única certeza que temos em nossas vidas é de que um dia vamos deixá-la e que até este dia chegar, o tempo será sempre o tempo com a sua velocidade. Todo o resto são incertezas que estão a nossa volta e contribuem positiva ou negativamente na realização de projetos.

Todo risco pode ser definido como qualquer evento que possa prejudicar, total ou parcialmente, as chances de sucesso do projeto, isto é, as chances realizar o que foi proposto dentro do prazo e fluxo de caixa que foram estabelecidos. Portanto, risco é a probabilidade de que um fator de risco tome um valor ou uma proporção que seja prejudicial ao projeto, reduzindo suas chances de sucesso (ALENCAR, 2006 p. 18).

2.1.1 Gestão de riscos

A gestão de riscos consiste em lidar com os riscos aos quais um projeto está exposto. Este gerenciamento consiste em executar etapas como planejar os riscos, identificar e analisar os riscos, propor alternativas e monitorar os riscos durante o ciclo de vida do projeto (KERZNER, 2000 p. 917).

2.1.2 Processos de gestão de riscos

O gerenciamento de riscos pode ser definido como um conjunto de Seis etapas conforme mostrado na Figura 3. (MICROSOFT)

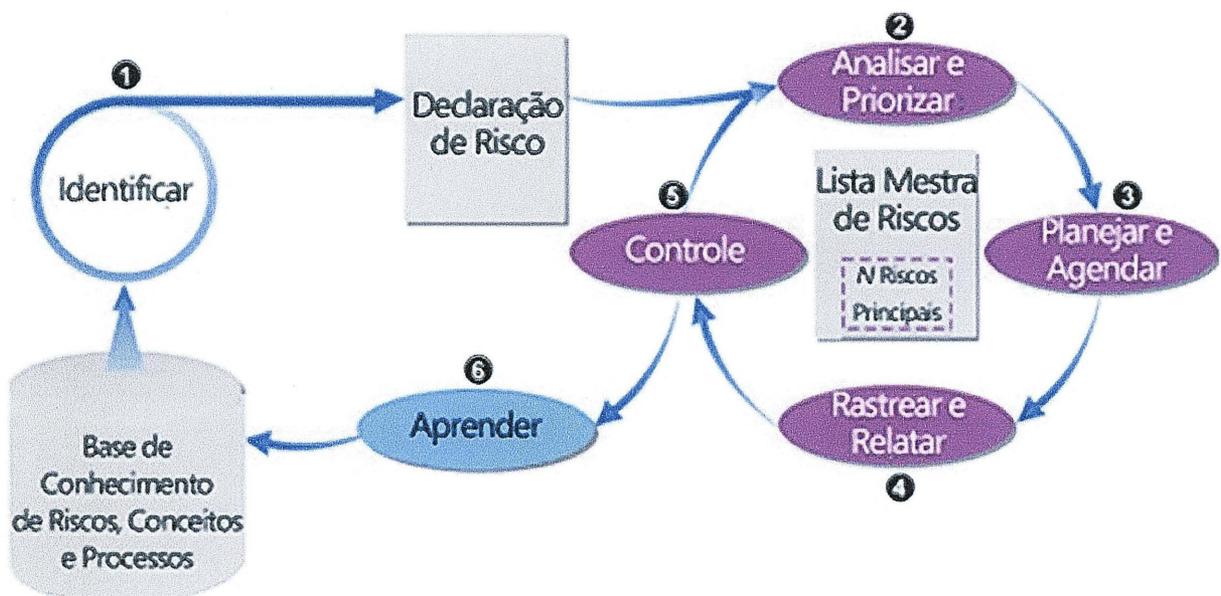


FIGURA 3 - PROCESSO PARA GERENCIAMENTO DE RISCOS

FONTE: MICROSOFT

Cada uma das etapas mostradas na Figura 3 tem a sua contribuição para o bom gerenciamento dos riscos.

Entretanto, quando lidamos com riscos, temos que conhecer os riscos inerentes ao projeto. Isto nos leva a dar uma maior importância ao processo de identificação dos riscos, pois ele mostrará aos envolvidos no projeto, quais são os riscos e os fatores de risco para o projeto. É de vital importância para o sucesso de um projeto que os riscos sejam o máximo possível identificado para que possam ter o tratamento adequado (KERZNER, 2000 p. 915).

Vale ressaltar que é importante, nesta fase da gestão de riscos, verificar os riscos que pode ser considerados como pontos fracos ao projeto ou oportunidades para o projeto.

2.1.3 Métodos para identificação de riscos

Existem diversos métodos utilizados para realizar a identificação de riscos em projeto. A identificação pode ser tanto quantitativa quanto qualitativa dependendo do método empregado. Cada método possui suas vantagens e desvantagens, ora pela sua rapidez na resposta ora pela profundidade que ele aborda o projeto. Dentre os métodos mais utilizados podemos citar (MORANO, et al., 2006):

- *Brainstorming*: A técnica consiste em uma geração de idéias pelo grupo visando sempre banir qualquer crítica e encorajar o grupo a contribuir com idéias. O processo divide-se em três etapas onde na primeira etapa deve-se requisitar do grupo sugestões que são escritas, em um segundo momento estas sugestões são agrupadas por similaridade e em um terceiro momento uma análise crítica é feita para eleger as melhores sugestões. Para a gestão de projetos, as sugestões são os erros do projeto e as ações corretivas;
- *Brainstorming* eletrônico: Praticamente igual ao *Brainstorming* tradicional, ele garante o anonimato, pois as sugestões são feitas através de terminais de computadores;
- Técnica DELPHI: técnica para a busca de um consenso de opinião de um grupo de especialistas a respeito de eventos futuros;
- Entrevista/Julgamento de Especialistas: as pesquisas podem acontecer de forma livre com os membros da equipe ou através de formulários estruturados;

- **Identificação de Causas:** Processo que busca a investigação e caracterização das causas potenciais julgadas pela equipe onde em quatro etapas conclui-se o trabalho de coleta de dados, diagramação das causas determinadas, identificação da causa raiz e propostas com recomendações e ações de implementação;
- **Análise SWOT:** Acrônimo de *Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*, que em português significa Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças. Ferramenta utilizada para tomada de decisão que consiste em uma análise sob estas quatro perspectivas para um dado fato do projeto. Através do levantamento dos principais eventos do projeto, a equipe realiza uma análise que acontece em forma de quadrante e baseado nos resultados, toma-se a decisão;
- **Checklist:** Este método consiste em uma lista de itens pré-determinados que são julgados através da resposta sim ou não por cada membro da equipe. Após a avaliação, uma análise crítica é realizada e as conclusões determinadas;
- **Diagrama causa efeito:** Também conhecido por diagrama de “Ishikawa” ou espinha de peixe, este método consiste em realizar o levantamento das causas potenciais para um dado problema através da representação gráfica com uma espinha de peixe, onde o problema em questão está na ponta da espinha de peixe (lado direito) e as causas são listadas e anexadas na espinha dorsal. Após uma análise crítica, determina-se quais causas potenciais serão tratadas;
- **Criação de cenários:** Este método consiste em criar cenários hipotéticos para o projeto. Para cada um dos cenários criados, realiza-se um levantamento dos riscos e após, é determinado através de similaridade quais os riscos que são comuns entre os cenários;
- **Pondering:** Este método é realizado através da análise crítica de apenas uma pessoa que possui muita experiência no tipo de projeto em questão e tem a capacidade de realizar a identificação dos riscos sozinha. O método é utilizado quando não se tem tempo para a aplicação de outra técnica;

- FMEA: Metodologia que consiste na análise dos modos de falha e causas potenciais da falha. Caracteriza-se o grau de severidade do efeito gerado pelo modo de falha, o grau de ocorrência da causa potencial e também o grau de detecção da causa potencial. Um índice definido como *Risk Priority Number* (RPN) é determinado para classificação de quais modos de falha serão tratados buscando reduzir a ocorrência, a detecção ou ambas;
- AFMEA: Metodologia onde tem-se uma análise sistemática baseada em um modelo de comportamento do projeto à fim de identificar de forma lógica a origem das falhas e os seus efeitos no modelo (KMENTA, et al., 1998).

Através do Quadro 1, é possível comparar os métodos supracitados segundo os critérios: Visão Sistêmica, Senso Coletivo, Identificação da Causa Raiz e Revisão da EAP (Elaborado pelo Autor).

QUADRO 1 - COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

	Visão Sistêmica	Senso coletivo	Identificação da Causa Raiz	Revisão da EAP
Brainstorming	Não	Sim	Não	Parcial
Brainstorming eletrônico	Não	Não	Não	Parcial
Técnica DELPHI	Parcial	Sim	Parcial	Parcial
Entrevista/Julgamento de Especialistas	Não	Não	Não	Parcial
Identificação de causas	Parcial	Sim	Sim	Parcial
Análise SWOT	Não	Sim	Não	Parcial
Checklist	Não	Não	Não	Parcial
Diagrama Causa Efeito	Não	Sim	Sim	Parcial
Criação de cenários	Parcial	Sim	Parcial	Parcial
Pondering	Não	Não	Não	Parcial
FMEA	Não	Sim	Sim	Parcial
AFMEA	Sim	Sim	Sim	Sim

Observa-se que o método AFMEA possui “sim” para todas as características.

2.2 Introdução ao FMEA

A ferramenta FMEA é caracterizada por uma metodologia sistematizada que busca identificar e avaliar problemas, riscos e erros em sistemas, design, processos e serviços (STAMATIS, 2003 p. 24).

Esta busca vem ao encontro da necessidade de reduzir os desperdícios (atrasos, gastos desnecessários, não atendimento aos requisitos dos *stakeholders*, etc. Através da prevenção dos problemas que podem vir a acontecer em um projeto.

2.2.1 História do FMEA

As primeiras publicações e referências bibliográficas sobre a ferramenta FMEA são de 1949, através do Exército Norte Americano com o procedimento US MIL-P-1629 intitulado *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*, visando determinar quais seriam os efeitos das falhas de sistemas e equipamentos e sua classificação quanto ao impacto sobre o sucesso das missões militares, e sobre a segurança das pessoas e equipamentos.

Na década de sessenta o FMEA começou a ser utilizado pelas indústrias e agências de pesquisa aeroespacial no desenvolvimento do projeto Apollo. Entretanto o uso mais massivo da ferramenta se tornou expressivo quando a *Ford Motor Company* iniciou a difusão do uso da ferramenta na área de manufatura através do fomento entre os seus fornecedores e sua própria organização.

Mais tarde, um grupo de trabalho formado pela *Chrysler Corporation*, *Ford Motor Company* e *General Motors Corporation*, desenvolveu no final da década de oitenta a norma americana QS 9000 que define o sistema da qualidade exigido por estas três grandes companhias pelos fornecedores internos e fornecedores externos, para produção e fornecimento de materiais e componentes, tendo por base a FMEA. Na Europa surgiram normas semelhantes à QS 9000 com o mesmo objetivo. Com o intuito de uniformizar os critérios existentes, o *International Automotive Task Force* (IATF), iniciou em 1995, o desenvolvimento de um referencial comum, que incluísse os requisitos dos vários fabricantes e que fosse reconhecido por todos. Desta forma, surgiu, em 1999, a Especificação Técnica ISO/TS 16949, a qual foi submetida à ISO, para aprovação e publicação. (International Standard Office, 2002).

2.2.2 Tipos de FMEA

Pode-se classificar a ferramenta FMEA em dois grupos (Pereira, 2008 p. 11):

- **FMEA de Projeto:** Realiza-se uma análise para verificação de todo o tipo de falha que possa a vir acontecer com o produto. Esta análise acontece durante a fase de design do produto antes do seu lançamento e todas as especificações realizadas pelos clientes precisam ser exaustivamente analisada;
- **FMEA de Processo:** Realiza-se uma análise para verificação de todo e qualquer mau funcionamento de toda a cadeia de manufatura de um produto, evitando que qualquer falha ocorra ocasionando em um não atendimento aos requisitos determinadas pelos clientes.

2.2.3 Metodologia da ferramenta FMEA

Esta metodologia caracteriza-se por identificar os modos de falha que podem ocorrer e as suas causas. Ambos os modos de falha como as causas da falha vão gerar um distúrbio no produto final, conhecido como o efeito da falha. Logo, cada modo de falha é classificado com um índice denominado *Risk Priority Number* (RPN) que é composto por três critérios:

$$RPN = Severidade \times Ocorrência \times Detecção$$

- Severidade: Qual o impacto do efeito causado no produto final;
- Ocorrência: Qual a probabilidade de uma causa ocorrer;
- Detecção: Qual é a dificuldade de detectar o modo de falha ou a causa.

Estes critérios podem ser pontuados em uma escala, onde cada valor corresponde à situação de detecção, ocorrência ou severidade.

Estes critérios quando multiplicados resultam em um RPN para o modo de falha em questão, que será avaliado pelo time de trabalho e definido se alguma ação será estabelecida para que ou a ocorrência da falha seja reduzida ou a detecção do modo de falha seja elevada, pois, muitas vezes os requisitos do produto não podem ser alterados (severidade). Resumindo, podemos dividir a ferramenta em etapas que devem ser seguidas para que o resultado seja satisfatório. As etapas podem ser citadas como (STAMATIS, 2003 p. 22):

- Identificar modos de falha em potencial;
- Identificar a causa e o efeito dos modos de falha;
- Priorizar os modos de falha através de seu RPN;
- Realizar revisões e ações corretivas para os modos de falha priorizados.

O Quadro 2 mostra a disposição das informações geradas durante a elaboração de um FMEA, seja ele de processo ou design. As principais informações contidas na tabela são a falha potencial, a qual é composta de:

- Modo de falha: característica do processo/produto que é afetada;
- Efeito da falha: maneira como a falha é percebida;
- Causa da falha: ponto de partida da falha.

QUADRO 2 - FORMULÁRIO PARA ELABORAÇÃO DE UM FMEA DE PROCESSO OU DESIGN

FONTE: PEREIRA (2008 P. 15) ADAPTADO PELO AUTOR

Nome do Processo	Função do processo	Falha Potencial			Medidas de controle	Índices				Ação Recomendada	Medidas Aplicadas
		Modo	Efeito	Causa		S	O	D	RPN		

Legenda:

S - Severidade

O - Ocorrência

D - Detecção

RPN - Risk Priority Number (Número de Risco de Prioridade)

2.3 Metodologia AFMEA

A metodologia AFMEA utilize a técnica de modelar o comportamento de um sistema através de comportamentos desejados.

Relacionando seus componentes através de um método que baseia-se em uma rede estrutural, uma rede de funções e uma rede de falhas, o método busca a identificação da causa raiz de um problema para o projeto.

2.4 Rede Estrutural e Rede de Funções

A rede estrutural pode ser definida como sendo a representação de todos os elementos que compõem um sistema e como eles se relacionam para formar o sistema final, o qual pode ser denominado como as entregas do projeto. Na Figura 4 temos como exemplo, a representação gráfica da rede estrutural de um secador de cabelos. Notamos que o secador de cabelo é composto de quatro elementos (linha pontilhada), que por sua vez são compostos por diversos sub-elementos. (KMENTA, et al., 1998 p. 3).

No lado esquerdo da Figura 4 temos a rede funcional que mostra todas as funções que precisam ser executadas, para que a função principal do secador (secar cabelo) seja concluída com sucesso. No lado direito temos a rede estrutural com todos os componentes que formam o conjunto.

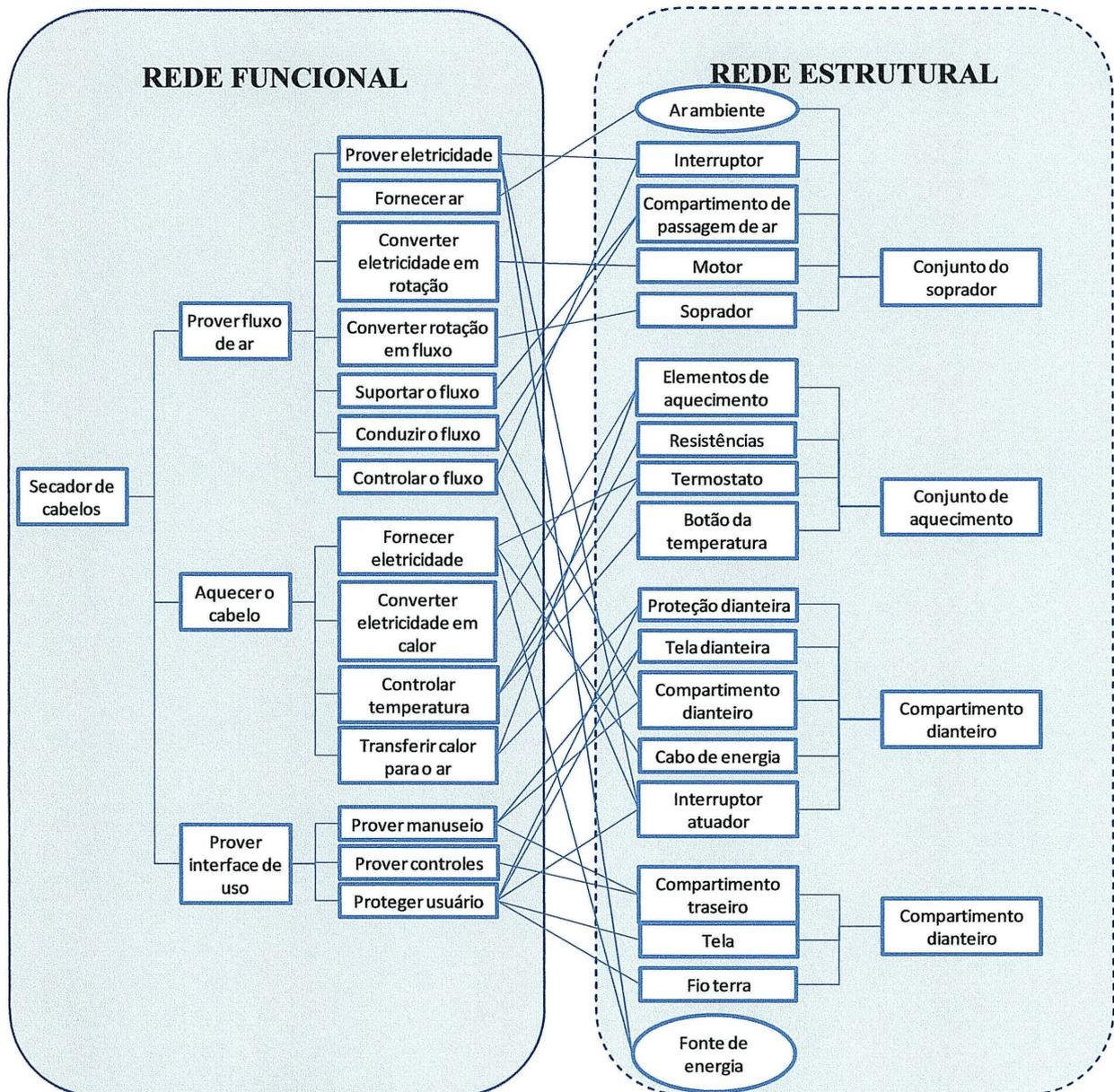


FIGURA 4 - REDE ESTRUTURAL E REDE DE FUNÇÕES

FONTE: KMENTA ET AL (1998 P. 3) TRADUZIDO E ADAPTADO PELO AUTOR

2.5 Relação entre a EAP e a rede de funções

Quando surge a necessidade de um projeto, um dos elementos que o compõem é a EAP. A EAP mostra de forma clara aos interessados no projeto, o produto final que será o resultado bem como os processos que deverão ser realizados para tal. (PMI, 2001 p. 3).

Podemos classificar a EAP como sendo a estrutura funcional do projeto, pois é constituída de diversos elementos necessários para a sua execução e atendimento das especificidades determinadas pelos *stakeholders*.

Durante a elaboração da EAP, a equipe do projeto se reúne e determina quais pacotes de trabalho e atividades serão necessários para que os objetivos do projeto sejam atingidos, conforme mostrado na figura 5. Podemos dividir a EAP em níveis, de acordo com o grau de complexidade e necessidade do projeto para um melhor gerenciamento.

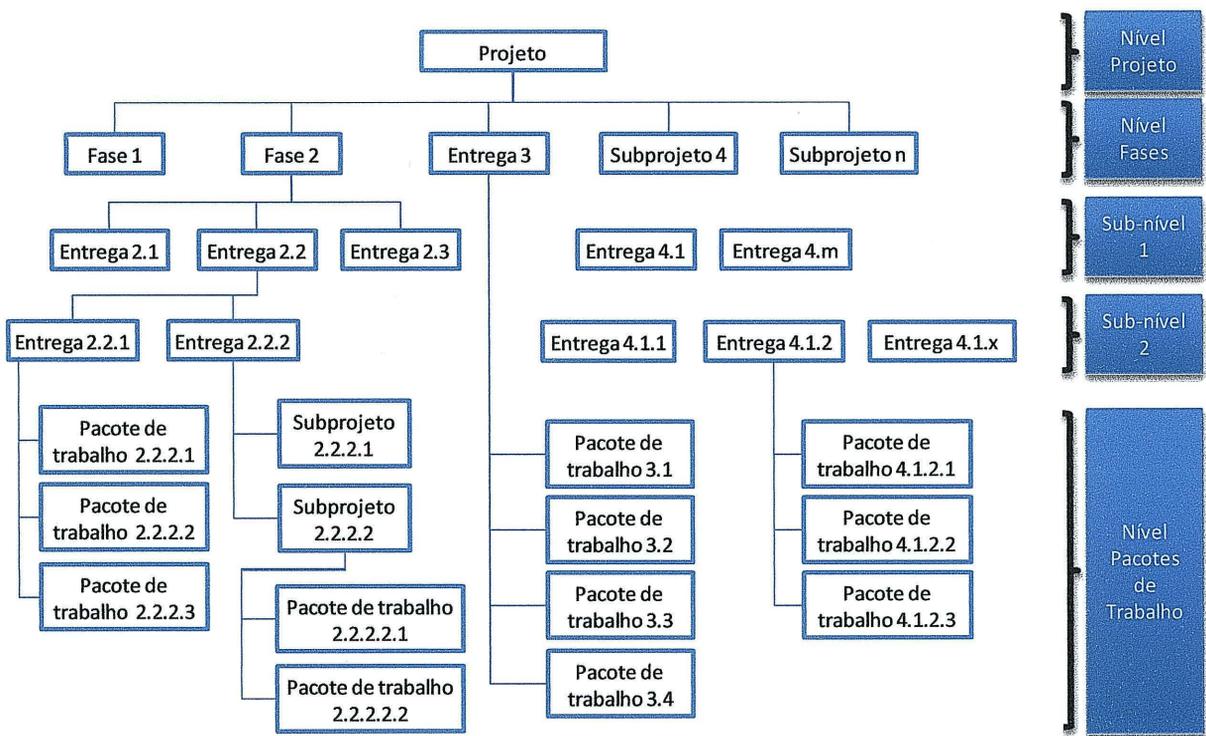


FIGURA 5 - EXEMPLO DE REPRESENTAÇÃO DE UMA EAP DE UM PROJETO

FONTE: PMBOK (2004 P. 114) ADAPTADO PELO AUTOR

Cada pacote de trabalho ou atividade possui a sua razão por existir, ou seja, sua função dentro do projeto. Caso as funções de todos os elementos que formam a estrutura da EAP não sejam devidamente realizadas, podemos ter uma deficiência no atendimento das metas e objetivos definidos para o projeto.

Como resultado da análise de funções baseada na EAP do projeto, tem-se um conjunto de funções das atividades do projeto, as quais formam uma rede lógica. Esta rede lógica é chamada de rede de funções, a qual serve de base para a rede de falhas do projeto.

2.6 Relação entre a rede de funções e a rede de falhas

Uma vez que a rede de funções está definida para o sistema, a rede de falhas representa todos os modos de falha das funções que compõem a rede de funções.

Toda a falha é decorrente de uma causa raiz potencial que provém de um evento ocorrido no nível mais elementar da rede de funções. Na Figura 6 pode-se ver como a rede de funções se relaciona com a rede de falhas, bem como os eventos que são a causa raiz da falha. Entre parênteses, temos a função do elemento e ao lado de cada parênteses temos a negação da função (*not*) que seria o não cumprimento da função, ou seja, seu modo de falha. No final da cadeia, é mostrado ao lado direito as causas potenciais que podem desencadear o modo de falha da função e comprometer o funcionamento do sistema. Este é o conceito que embasa a utilização da ferramenta AFMEA. (KMENTA, et al., 1998 p. 3)

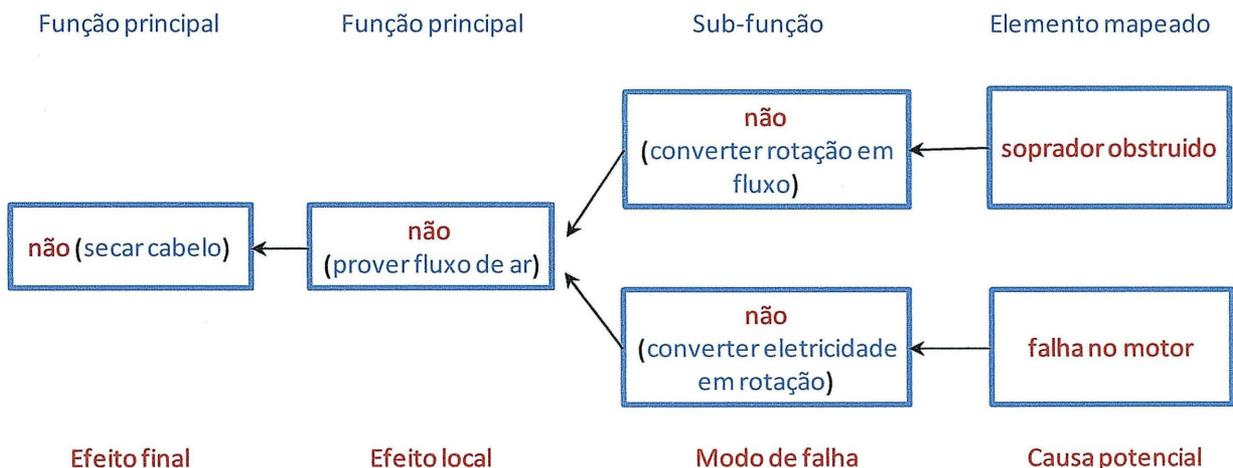


FIGURA 6 - RELAÇÃO REDE DE FUNÇÕES X REDE DE FALHAS

FONTE: KMENTA ET AL (1998 P. 3) TRADUZIDO PELO AUTOR

2.7 Aplicação para projetos

Os conceitos de rede estrutural, rede de funções e rede de falhas podem ser aplicados como um método para identificação de riscos para qualquer tipo de projeto. Uma vez que o método foca na identificação de funções e modo de falhas para as funções a estrutura de um processo ou produto, pode-se aplicar esta ferramenta na EAP de um projeto, pois assim como a estrutura de um processo ou produto, a EAP contém todas as atividades e pacotes de trabalho necessários para que se obtenha êxito no projeto.

Uma vez definida a EAP e aceita por todos os integrantes do projeto, podemos realizar um levantamento de qual é a contribuição do projeto, dos pacotes de trabalho e atividades para o projeto. Esta contribuição, nada mais é do que as funções de cada pacote de trabalho e atividade.

Para o elemento principal do projeto, o qual é o resultado do projeto em si, as funções serão aquelas que foram definidas pelo gerente do projeto e pelos *stakeholders* no escopo do projeto, as quais se podem definir como os entregáveis do projeto. Estas funções, por serem mais gerais para o projeto, deverão contemplar funções sob a ótica da qualidade, do custo, do prazo, das normas e leis.

Para o levantamento de funções, o gerente do projeto juntamente com a equipe irá determinar funções do tipo:

- Entregar o projeto no prazo de 10 semanas (ou data específica);
- Atender normas ambientais;
- Orçamento com variação real máxima 5%;
- Assegurar aumento da produtividade em 20%;
- Entre outros.

Este mesmo processo de determinação de funções se repete para os demais elementos da estrutura da EAP até chegarmos aos níveis elementares, onde se tem o início de um modo de falha, ou seja, a causa raiz do modo de falha. Quanto mais básico for o elemento, mais básica será a sua função e conseqüentemente mais básica será a causa raiz da falha.

O desafio é identificar de forma adequada a estrutura do projeto, suas funções e os modos de falha de cada função. Quanto maior a precisão na identificação destes elementos, mais consistente será a identificação dos riscos do projeto, otimizando a gestão dos riscos. Na figura 7 é possível ver um exemplo de como uma falha em um nível elementar pode chegar a afetar o projeto.

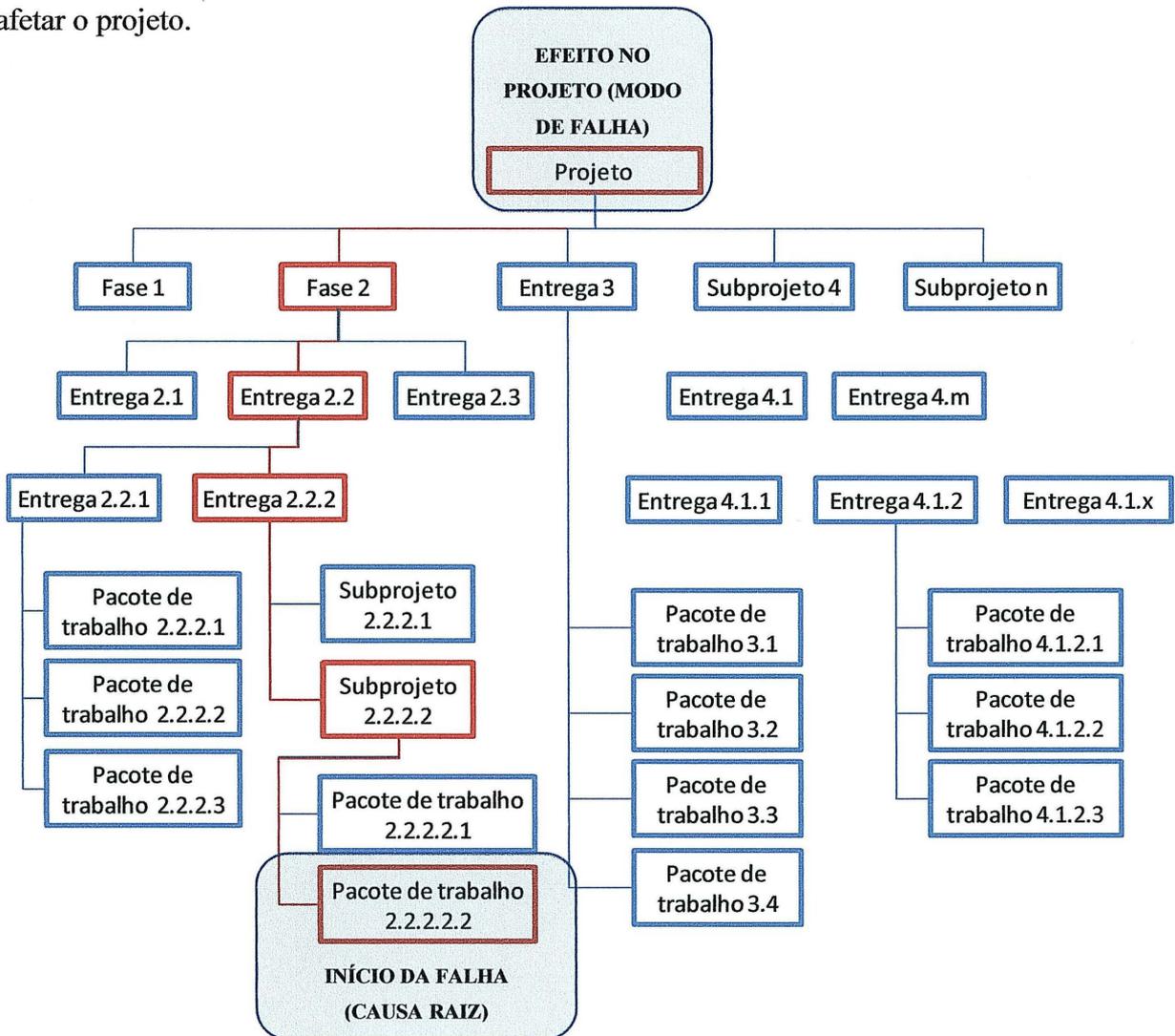


FIGURA 7 - PROPAGAÇÃO DE UMA FALHA NA ESTRUTURA DO PROJETO

FONTE: PMBOK (2004 P. 114) ADAPTADO PELO AUTOR

Ao momento que uma falha em uma função acontece, esta falha tende a se propagar até chegar à estrutura principal do projeto. Entretanto, caso uma análise de identificação de riscos baseada na ferramenta AFMEA seja realizada, é possível determinar de forma sistêmica, quais são os modos de falha e suas causas raiz, evitando através de medidas de prevenção ou detecção, que a falha ocorra e conseqüentemente reduza a possibilidade de sucesso do projeto. A partir desta identificação dos modos de falha, causas raiz e impactos, gera-se medidas de segurança para mitigar, transferir ou simplesmente aceitar o risco.

2.8 Processo de quantificação dos riscos

Após todos os riscos terem sido identificados e as conseqüências destes riscos ao projeto final, podemos determinar para o projeto qual será a:

- Severidade de cada modo de falha;
- Detecção de cada modo de falha;
- Probabilidade de ocorrência para cada causa raiz do modo de falha.

Através da pontuação, a equipe do projeto irá determinar quais riscos serão evitados, mitigados ou aceitos para o projeto.

A saída da análise de identificação de riscos é um quadro conforme já mostrado no item 2.2.3. A informação contida neste quadro irá orientar a equipe do projeto na tomada de decisão é o índice RPN.

2.9 Software existente

Existem diversos softwares disponíveis no mercado destinados à análise de risco através do uso da ferramenta FMEA e AFMEA.

Para a área de fabricação e design de novos produtos existe o software *APIS IQ-RM Pro* da empresa alemã *APIS-Informationstechnologien GmbH*. Este software possui uma interface bastante amigável para se trabalhar e contém diversas ferramentas para os assunto de qualidade que envolvem a ferramenta FMEA.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

O método proposto por este trabalho tem a finalidade de promover a identificação de riscos em projetos através da aplicação da ferramenta AFMEA.

Como entrada para aplicação do método, necessita-se do termo de abertura do projeto com todas as definições realizadas pelo líder do projeto e os *stakeholders*.

Como saída do método, tem-se um documento contendo a análise de risco do projeto com o objetivo de orientar uma tomada de decisão em relação ao tratamento dos riscos, a ser realizada pelo líder do projeto e sua equipe.

O método utiliza como base, a estruturação do projeto em três redes que podem ser definidas por:

- **Rede estrutural:** É a forma de representação da EAP e reflete em 100% sua estrutura. Contém todas as atividades que precisam ser cumpridas para o atendimento dos objetivos do projeto. Estas atividades possuem a mesma conexão entre si que está representada na EAP do projeto;
- **Rede de funções:** É a representação da relação entre todas as funções de cada componente do projeto. Esta relação tem como caminho de conexão, a rede estrutural do projeto. Nesta fase, através de *brainstorming*, a equipe do projeto reflete sobre a contribuição de cada componente estrutural do projeto bem como a necessidade de mudança na rede estrutural do projeto;
- **Rede de falhas:** Depois de definida a rede de funções, faz-se uma análise de modos de falha de cada uma das funções, ou seja, como o projeto pode ser prejudicado caso uma determinada função não seja cumprida adequadamente, e como elas relacionam-se nos vários níveis da rede estrutural. A rede de falhas utiliza a rede de funções como base para conexão das falhas.

Após ter-se definido todas as falhas do projeto, realiza-se a classificação de cada uma das falhas nos quesitos abaixo:

- **Severidade da falha:** Baseado em uma tabela de classificação de grau de severidade, a qual pode variar de 1 a 10 dependendo da criticidade da falha, a equipe do projeto realiza a classificação dos modos de falha. Esta tabela pode ser construída baseada na experiência de cada um dos membros. Como fatores de definição do grau de severidade, pode-se utilizar:
 - Quesito subjetivo: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto, Muito Alto;
 - Quesito objetivo: % de atraso do projeto, % de não atendimento dos custos do projeto, não cumprimento de normas e leis, etc.

Cabe à equipe de projeto montar esta tabela.

- **Ocorrência da falha:** Também se baseia em uma tabela chamada de “Tabela de Ocorrência”, onde a equipe do projeto define uma tabela de classificação, de 1 a 10, do grau da ocorrência do modo de falha. Este grau pode ser determinado com base na experiência dos membros da equipe do projeto;
- **Deteção da falha:** Também através do uso de uma tabela de classificação de 1 a 10, a equipe do projeto necessita elaborar uma tabela classificatória para o nível de deteção de um modo de falha.

Com posse de todos os modos de falha e causas das falhas classificados, é definido um índice RPN e determina-se:

- Valor de RPN abaixo do qual o risco será aceito;
- Faixa de valor de RPN para mitigar o risco;
- Valor de RPN acima do qual o risco será evitado através de medidas.

Com todos os modos de falha avaliados com suas causas de falha, faz-se a análise crítica dos riscos identificados e através de reuniões com a equipe de projeto ou até mesmo com os *stakeholders* do projeto, o gerente de projeto determina qual será a tratativa à ser adotada em relação aos riscos. Podemos resumir a aplicação do método através do fluxograma mostrado na Figura 8:

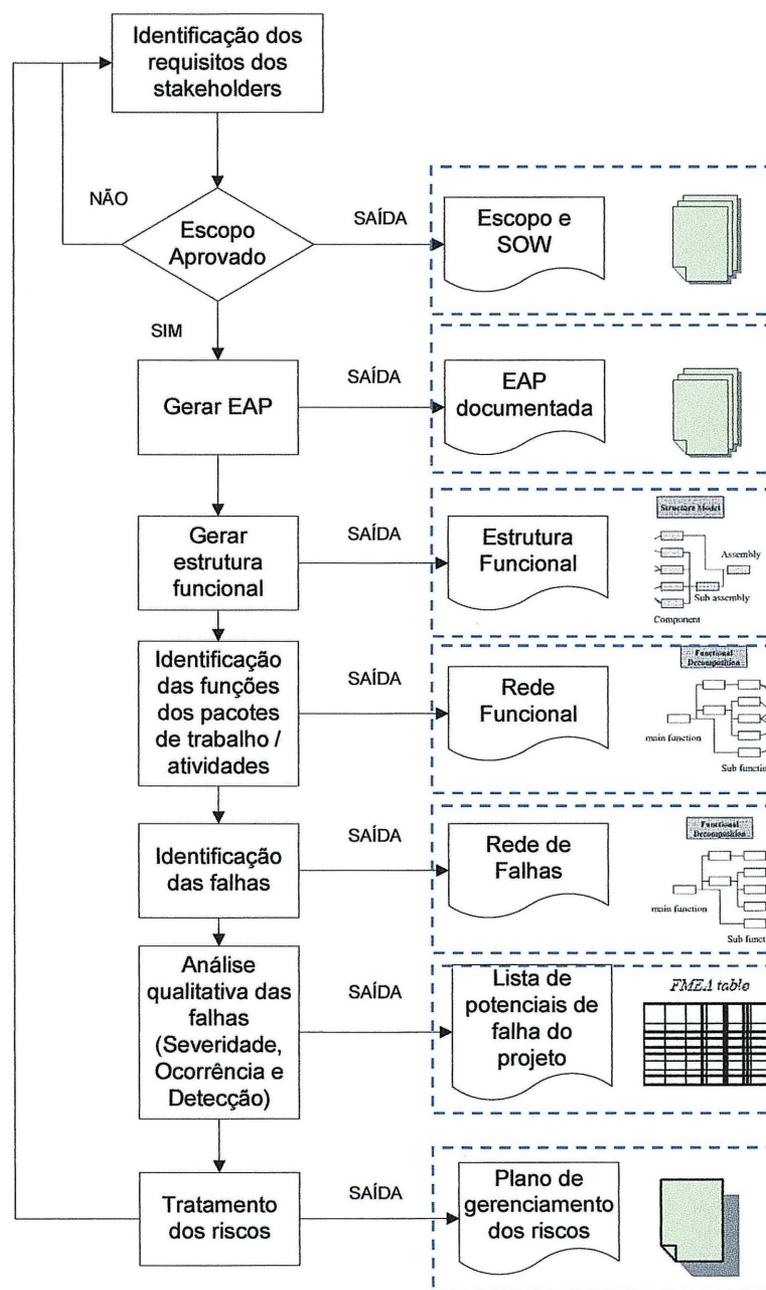


FIGURA 8 - FLUXOGRAMA PARA IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS UTILIZANDO A FERRAMENTA AFMEA

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

Através desta metodologia é possível identificar e tratar de riscos do projeto de maneira mais ampla e sistêmica.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso que será apresentado mostra o uso do conceito de rede de funções e rede de falhas para embasar o uso da ferramenta AFMEA.

Será apresentado o uso da ferramenta AFMEA para a identificação de riscos de um projeto de mudança de tecnologia na indústria de manufatura de componentes eletrônicos da empresa Alfa do setor automobilístico da região metropolitana de Curitiba.

4.1 Informações do termo de abertura do projeto:

Nesta seção serão apresentados brevemente os requisitos técnicos e legais do projeto, com o objetivo de embasar a preparação do processo de identificação dos riscos.

4.1.1 Escopo do projeto

O projeto consiste em substituir uma tecnologia de fabricação, utilizada para fabricação de componentes eletrônicos, por uma tecnologia mais avançada e capaz de atender aos novos níveis de demanda gerados pelo mercado consumidor do setor automobilístico.

4.1.2 Objetivo geral

Substituição de um processo de fabricação, considerado em seu estado atual como gargalo para a produção, através de sua remodelação para um processo automatizado com uma tecnologia mais avançada e capaz de atender os níveis de demanda que estão negociados com os clientes da indústria automobilística.

4.1.3 Objetivos específicos

- Desenvolver e introduzir o novo processo em um período de 3 meses;
- Atender as novas demandas de mercado: 15% acima da demanda atual;
- Aumentar a produtividade do processo em 20%;
- Ter-se o retorno sobre o investimento inferior a 12 meses;
- Gastos não devem ultrapassar R\$ 60.000,00.

4.1.4 *Objetivos secundários*

- Processo introduzido de acordo com a norma ISO 9000;
- Processo introduzido de acordo com a norma ISO TS de segurança do trabalho;
- Processo introduzido de acordo com a norma regulamentadora NR17 de ergonomia.

4.2 **Estrutura analítica do projeto (EAP)**

Quando é utilizada a técnica de EAP, a equipe responsável pelo planejamento e execução do projeto utiliza seus conhecimentos, os quais são baseados na experiência adquirida, para determinar quais atividades/pacotes de trabalho precisam ser realizados para o total atendimento dos objetivos do projeto.

Estas atividades/pacotes de trabalho possuem um determinado grau de contribuição para o atendimento dos objetivos e metas determinados no termo de abertura do projeto, portanto cada uma destas atividades/pacotes de trabalho precisa ser determinadas e cumpridas adequadamente para que o projeto seja concluído.

Para o dado problema, foi utilizada a técnica de ciclo de vida do projeto, que divide o projeto em etapas. O estudo de caso foi está dividido em quatro etapas:

- Fase conceitual;
- Fase planejamento;
- Fase implementação;
- Fase finalização.

Através de um *brainstorming*, a equipe do projeto levantou todas as atividades necessárias para a finalização de cada uma das fases do projeto, a fim de atingir os objetivos e metas do projeto. O Quadro 3 mostra o resultado do *brainstorming* com as atividades necessárias identificadas pela equipe do projeto.

QUADRO 3 – LISTA DE ATIVIDADE QUE COMPÕEM O PROJETO “AUMENTO DE CAPACIDADE - LINHA X”

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

PROJETO IMPLEMENTADO			
Fase Conceitual	Fase Planejamento	Fase Implementação	Fase Finalização
Modelar do sistema atual	Definir equipe	Parar produção para receber as modificações	Acompanhar desempenho após modificações
Estudar tecnologias disponíveis	Custos do projeto	Implementar modificações	Elaborar documentação
Definir solução a ser utilizada	Preparar cronograma	Realizar testes para liberar a produção	Realizar auditoria para o treinamento dos operadores
Modelar sistema otimizado	Planejar verba para o investimento	Iniciar operações com novo processo	Formalizar término do projeto
Realizar testes preliminares	Elaborar treinamento para os colaboradores envolvidos		
	Criar estoque intermediário para parada da produção		
	Planejar parada da produção		

Estas atividades são a base para formação da EAP para este projeto, conforme é mostrado na figura 9.

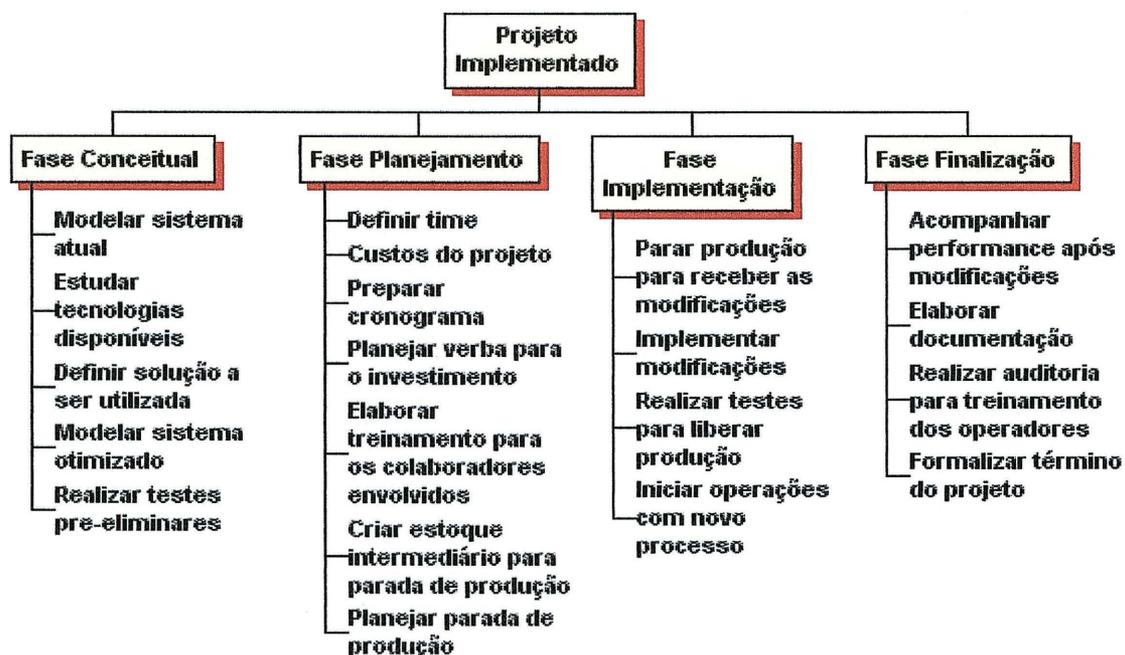


FIGURA 9 – EAP DO PROJETO “AUMENTO DE CAPACIDADE - LINHA X”

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

Esta EAP é a estrutura do projeto e contém todas as etapas que precisam ser concluídas. É comum realizar modificações na estrutura do projeto durante a fase de identificação das funções das atividades, pois através do processo de identificação de funções, a equipe do projeto realiza uma análise crítica das atividades e pacotes de trabalho previamente definidos.

4.3 Estrutura Funcional do Projeto

A estrutura funcional de um projeto é uma cópia fiel da EAP e é construída à partir das mesmas informações. A diferença é a forma gráfica de representação gráfica.

A representação da EAP de forma estrutural pode ser vista na Figura 10:

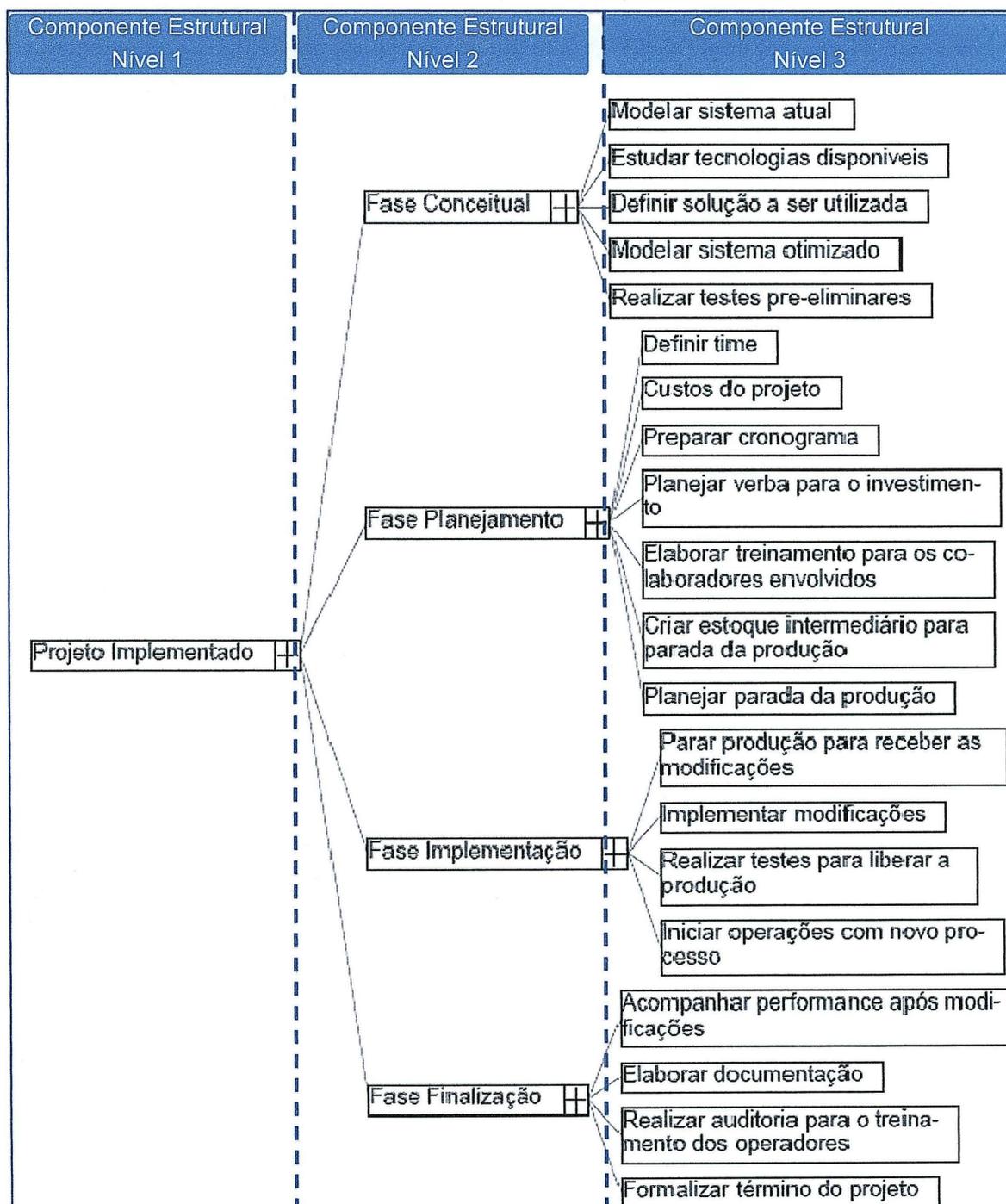


FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA ESTRUTURA DO PROJETO

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

Adotou-se para esta abordagem que a rede estrutural do projeto está dividida em componente estrutural nível um, nível dois e nível três, conforme está mostrado na Figura 10.

Definida a estrutura funcional, pode-se avançar para o próximo passo que é a identificação das funções de cada uma das atividades do projeto.

4.4 Identificação das funções

Nesta etapa, inicia-se o uso da ferramenta de rede de funções do projeto. A equipe responsável pelo projeto determina quais são as funções das atividades/ pacotes de trabalho que serão realizadas para execução do projeto. A função de uma atividade/ pacote de trabalho é a sua importância para a realização do projeto.

Reflete-se sobre a real necessidade das atividades propostas e verifica-se a falta de alguma atividade. Este trabalho pode ser realizado através do uso da técnica de *brainstorming*.

4.4.1 Identificação das funções do componente estrutural nível um

O componente estrutural nível um representa o resultado final do projeto, que é designada por Projeto Implementado.

As funções que compõem este componente estrutural devem refletir as informações contidas no escopo e objetivos do projeto, bem como os demais objetivos implícitos que podem ser abordados.

O Quadro 4 mostra as funções desta componente estrutural

QUADRO 4– FUNÇÕES DA COMPONENTE ESTRUTURAL PRINCIPAL

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

Projeto Implementado	COMPONENTE ESTRUTURAL
Substituir processo atual por processo otimizado	FUNÇÕES
Aumentar produtividade em 20%	
Atender demandas do mercado	
Iniciar atividades até a CW15 de 2009	
Atingir ROI inferior a 12 meses	
Disponibilizar documentação do projeto completa ao final do projeto	
Capacitar Mão de obra para operar processo	
Assegurar processo de acordo com normas de qualidade	
Assegurar processo de acordo com normas trabalhista	

4.4.2 Identificação das funções do componente estrutural nível dois:

Adotou-se para esta abordagem que as fases do ciclo de vida do projeto compõem o componente estrutural nível dois.

Cada uma das fases do ciclo de vida do projeto é considerada para o estudo como um pacote de trabalho. Cada pacote de trabalho tem a sua razão de existir para este projeto, que são representados em forma de funções do ciclo de vida do projeto. O Quadro 5 mostra a lista de funções de cada uma das fases do ciclo de vida do projeto.

QUADRO 5 – LISTA DE FUNÇÕES DAS FASES DO CICLO DE VIDA DO PROJETO

FONTES: ELABORADO PELO AUTOR

Fase Conceitual	Fase Planejamento	Fase Implementação	Fase Finalização	COMPONENTE ESTRUTURAL NÍVEL DOIS
Assegurar uso de tecnologia capaz	Assegurar orçamento dentro do especificado	Assegurar implementação do novo processo	Assegurar desempenho do processo implementado	FUNÇÕES
Assegurar acordo dos <i>stakeholders</i> para o uso da tecnologia	Assegurar liberação da mão-de-obra para treinamento	Assegurar estabilidade do processo implementado	Assegurar mão-de-obra capacitada	
Assegurar uso de conceito de acordo com as leis e normas trabalhistas	Assegurar implementação até a data especificada	Assegurar cumprimento de normas de segurança	Assegurar documentação do processo implementado	
		Assegurar cumprimento de normas trabalhistas		
		Assegurar introdução do processo de acordo com normas de qualidade		

4.4.3 Identificação das atividades e funções do componente estrutural nível três

O componente estrutural nível três é representado pelas atividades do projeto. Cada uma destas atividades possui suas funções, que são as contribuições destas atividades para o projeto. Observa-se no Quadro 6 as atividades e funções da componente estrutural nível três, que pertencem a componente estrutural Fase Conceitual.

QUADRO 6 - ATIVIDADES E FUNÇÕES DAS COMPONENTES ESTRUTURAIS NÍVEL 3 DA FASE CONCEITUAL
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

FASE CONCEITUAL	
Atividades	Funções
Modelar do sistema atual	Entender mudanças necessárias
	Definir performance atual do processo
Estudar tecnologias disponíveis	Identificar tecnologias que atendam a necessidade
	Identificar tecnologias compatíveis com o know-how disponível na empresa
Definir solução a ser utilizada	Definir solução com know-how conhecido
	Definir solução com performance adequada
Modelar sistema otimizado	Modelar sistema capaz de atender demanda
	Modelar sistema com gastos admissíveis
Realizar testes preliminares	Provar que tecnologia funciona
	Provar performance do sistema

As atividades e funções das demais fases do nível três estão listadas no apêndice A.

4.5 Rede de funções

A rede de funções representa a conexão entre as funções das atividades do projeto. Para melhor entendimento, pode-se dizer que esta conexão entre as funções mostra o conjunto de determinadas funções que precisa acontecer para que uma função principal do projeto tenha êxito. Este conjunto de funções forma a rede de funções. É importante salientar que a conexão deve ocorrer para entre funções da mesma rede estrutural. Como exemplo, pode-se colocar que não se pode conectar funções de atividades da rede estrutural nível três da fase Conceitual, com funções da rede estrutural nível três da fase Execução.

As conexões das funções devem ocorrer entre os níveis estruturais, partindo do nível mais elementar (nível três) para o nível principal (nível um). As funções devem conectar-se respeitando a sua rede estrutural. Isto quer dizer que uma função do nível estrutural três que está conectada estruturalmente ao nível dois “Fase Conceitual”, não pode se conectar à uma função do nível dois “Fase Execução”.

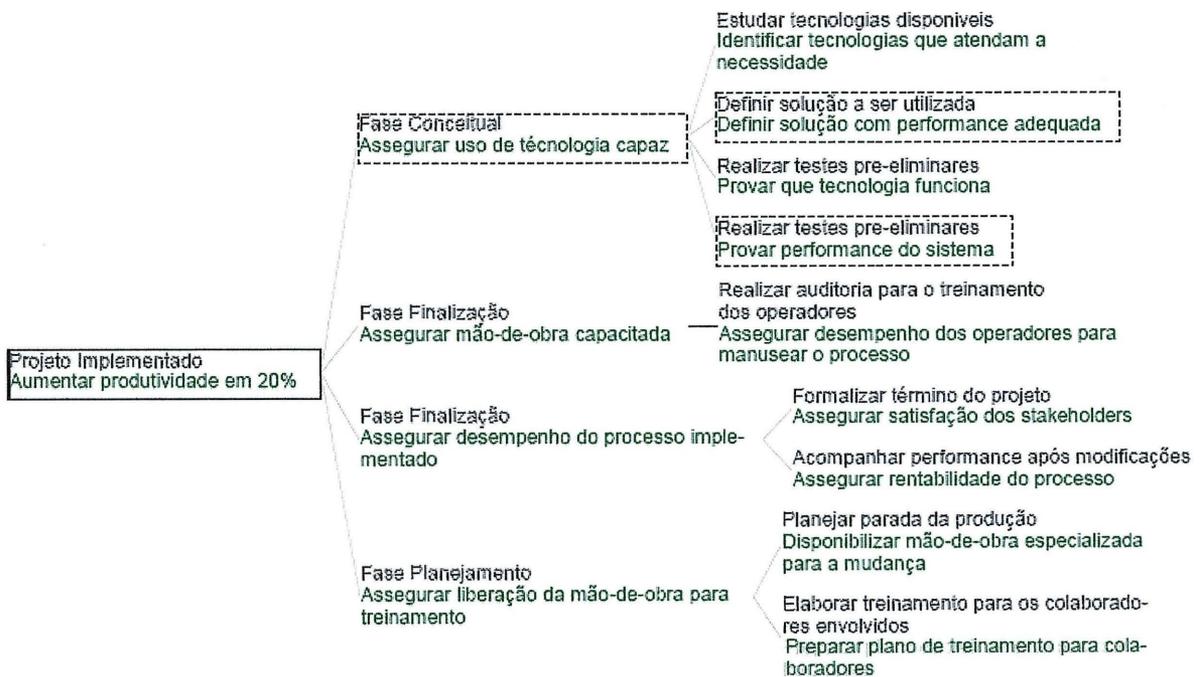


FIGURA 11 – REDE DE FUNÇÕES DA ATIVIDADE PROJETO IMPLEMENTADO

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

A base para elaboração da rede de funções é a rede estrutural. A rede estrutural utilizada para demonstrar a rede de funções é constituída pelas atividades identificadas como formadoras da rede estrutural conforme mostrado na cor preta na Figura 11.

Vê-se também representado na cor verde na Figura 11, a seqüência lógica do processo de criação da rede de funções para uma das funções principais do projeto, que é “Aumentar produtividade em 20%”.

Verifica-se na Figura 11 que para se ter um aumento na produtividade de 20%, que é uma das funções principais do projeto, é necessário que várias funções do nível dois e do nível três, quais sejam:

- Assegurar uso de tecnologia capaz;
- Assegurar mão-de-obra capacitada;
- Assegurar implementação do novo processo;
- Assegurar desempenho do processo implementado.

No entanto, para que estas funções do nível dois sejam cumpridas, é necessário que as funções do nível três sejam cumpridas, quais sejam:

- Identificar tecnologias que atendam a necessidade;
- Definir solução com performance adequada;
- Provar que tecnologia funciona;
- Provar performance do sistema;
- Assegurar desempenho dos operadores para manusear o processo;
- Assegurar satisfação dos *stakeholders*;
- Assegurar rentabilidade do processo;
- Disponibilizar mão-de-obra especializada para a mudança;
- Preparar plano de treinamento para colaboradores.

Caso estas funções não sejam cumpridas, uma das funções principais do projeto, que é o aumento da produtividade em 20%, não será atendida adequadamente.

Uma vez determinada a rede funções, têm-se a base para iniciar a construção da rede de falhas do projeto. As demais redes de funções estão disponíveis no apêndice B.

4.6 Rede de falhas

A rede de falhas é gerada a partir da rede de funções do projeto. A rede de falhas contém todos os modos de falha que podem comprometer as funções do projeto. Assim como a rede de funções é a baseada na rede estrutural, a rede de falhas é baseada na rede de funções. Isto quer dizer que a rede de falhas representa como a rede de funções pode ser prejudicada.

A conexão entre os modos de falha também parte do modo de falha mais elementar (causa raiz do modo de falha) acompanhando a rede de falhas até o nível principal, acompanhando a rede de funções. A Figura 12 mostra uma análise de rede de falhas para uma das funções principais do projeto.

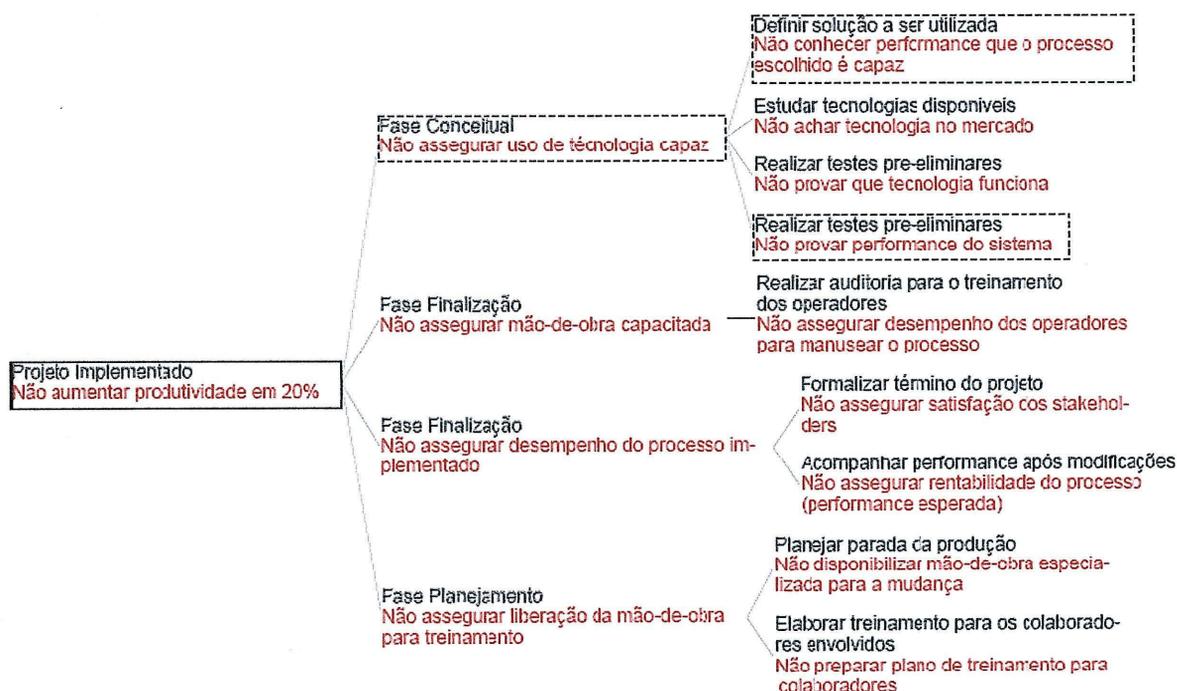


FIGURA 12 - REDE DE FALHAS
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

A análise da rede de funções apresentada na Figura 12 mostra que, para esta parte da rede funções, é necessário que nenhum dos modos de falha apresentados na rede de falhas ocorra, caso contrário, a atividade principal será prejudicada.

O diferencial do método é identificar a causa raiz da falha de forma lógica ao invés de suposições. Este processo de identificação de falhas se repete para todas as funções do projeto e ao final têm-se a rede de funções para o projeto. As demais redes de funções estão disponíveis no apêndice C.

4.7 Metodologia de análise da rede de funções e a rede de falhas

Após determinar a rede de funções e a rede de falhas, faz-se uma análise através de softwares para este fim baseando-se no princípio descrito na Figura 13:

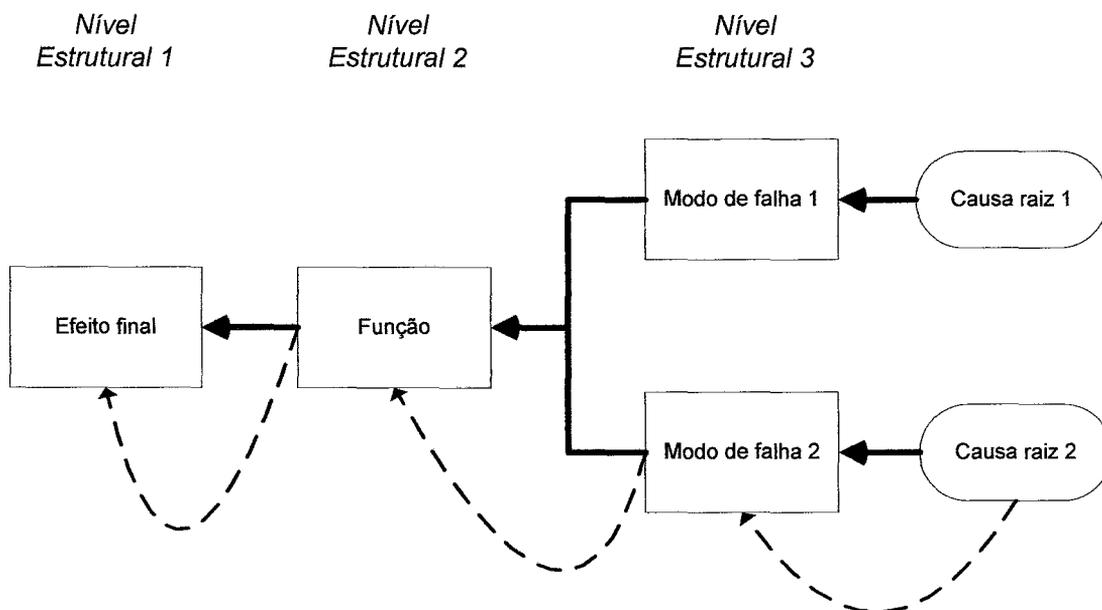


FIGURA 13 – METODOLOGIA DE ANÁLISE DO EFEITO FINAL DE UM MODO DE FALHA
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

A ferramenta consiste em analisar como uma causa raiz gera um modo de falha no nível estrutural três, que por sua vez fará com que uma função do nível estrutural dois não seja atendida o que irá gerar um efeito final no nível estrutural um. Como o nível estrutural um é composto pelos objetivos do projeto, têm-se o impacto dos riscos identificados, no nível estrutural três para com os objetivos do projeto.

Softwares especializados trazem um quadro que contém todas as informações supracitadas de forma organizada. O apêndice D contém os quadros de análise do projeto.

4.8 Análise quantitativa e qualitativa dos riscos do projeto

4.8.1 Análise quantitativa

A análise quantitativa mostra todos os modos de falha do projeto e como eles interferem no resultado final.

Fase	Funções	Modos de Falha	Efeitos gerados	Causa de falha
Fase Conceitual	3	3	4	13
Fase Planejamento	3	3	4	10
Fase Implementação	5	5	5	7
Fase Finalização	4	4	4	6

TABELA 1 – ANÁLISE QUANTITATIVA DE RISCOS DO PROJETO

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

A Tabela 1 mostra de forma resumida, a quantificação de modos de falha, funções, efeitos e causas de falha para o projeto. Esta análise dá uma visão geral de qual fase do projeto merece uma maior atenção nos que diz respeito à quantidade de riscos que o projeto oferece.

4.9 Análise qualitativa dos riscos do projeto

Conforme mostrado no item anterior, o resultado da análise de risco ainda é parcial, pois a equipe do projeto deve iniciar nesta próxima etapa, uma análise qualitativa dos riscos. Esta análise consiste em determinar o RPN de cada modo de falha através da classificação com um valor numérico para os itens Severidade, Detecção e Ocorrência. Têm-se uma tabela de classificação para cada um dos itens: Severidade, Ocorrência e Detecção. As tabelas de classificação estão disponíveis no Apêndice E.

Para aplicação das tabelas de classificação, algumas perguntas devem ser feitas para o modo de falha em questão:

- Análise da Severidade: Qual é a consequência do modo de falha?

Esta pergunta deve avaliar o efeito deste modo de falha sobre o resultado final do projeto e determinar um valor de severidade.

- Análise da Detecção: Como este modo de falha é percebido pela equipe do projeto, ou seja, como ele se manifesta?

Esta pergunta deve avaliar se existem mecanismos para detectar que o modo de falha ou mesmo a causa raiz do problema ocorram. Durante esta análise, a equipe do projeto deverá ter em mente toda e qualquer atividade do projeto que sirva como ação de detecção para do modo de falha, pois caso haja algum mecanismo para detectar o problema, a pontuação será ligeiramente menor. Vale lembrar que se adota o valor de detecção 10 quando não há nenhum mecanismo para detectar o modo de falha. Isto implica em um valor mais alto de RPN, ou seja, um risco maior para o projeto.

- Análise de Ocorrência: Qual é a taxa de ocorrência da causa raiz da falha?

Esta pergunta deve ser realizada para a causa raiz que desencadeia o problema. Na mesma linha que a análise de detecção, aqui também a equipe do projeto deve-se perguntar quais são os mecanismo de prevenção para que não ocorra a causa raiz. Adota-se também o valor 10 quando não há nenhum mecanismo para prevenção da causa raiz.

Após determinar estes valores para todos os modos de falha do projeto, inicia-se uma análise decisória sobre quais riscos serão mitigados, evitados ou aceitos pela equipe do projeto. A Tabela 2 mostra a qualificação dos modos de falha do projeto.

Fase	Causa de falha	RPN < 50	51 <RPN < 125	RPN > 125
		Aceitar	Evitar	Mitigar
Fase Conceitual	13	9	0	4
Fase Planejamento	10	7	0	3
Fase Implementação	7	1	0	6
Fase Finalização	6	3	2	1
Total	36	20	2	14

TABELA 2 – QUALIFICAÇÃO DOS RISCOS IDENTIFICADOS NO PROJETO

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

Neste ponto finaliza-se a utilização do método AFMEA para identificação de riscos em projetos. O próximo passo é o gerenciamento dos riscos identificados, porém este não é o objetivo do trabalho apresentado. O resultado está disponível no Apêndice D.

5 COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

A utilização do método AFMEA baseado na rede de funções e rede de falhas de um projeto, é amplamente utilizada para processo de fabricação e design de produto. Esta metodologia proporciona uma visão ampla de todo o projeto, desde a sua atividade mais macro até as suas atividades mais elementares. O método apresentado para identificação de riscos em projetos apresenta uma visão diferenciada, que transmite uma visão ampla e objetiva do efeito de uma causa de falha elementar no resultado final do projeto.

Através deste método, foi possível identificar de maneira clara, a origem dos problemas que podem vir a comprometer os resultados finais do projeto. Desta forma, conclui-se que quanto mais clara é a visão da equipe de projeto sobre os potenciais problemas, mais objetivas serão as ações tomadas para mitigar os potenciais problemas que oferecem riscos ao projeto.

5.1 Resultados quantitativos

Observa-se na Tabela 1 que a fase conceitual apresenta treze causas de falha. Este fato é esperado visto que o projeto visa a introdução de uma nova tecnologia, ou seja, um projeto totalmente novo e que depende da fase conceitual bem definida para um bom sucesso. Em segundo lugar, observa-se que a fase de planejamento possui dez causas de falha, o que mostra que um bom planejamento é composto de diversas atividades, o que leva a uma grande quantidade de funções e, portanto a uma grande quantidade de causas de falha.

5.2 Resultados qualitativos

Observa-se que na Tabela 2 se tem um total de 36 causas de falha para o projeto, ou seja, a análise de risco mostra que é necessário observar o comportamento do projeto referente às falhas. Dentre estas causas, 14 modos de falha apresentam um índice RPN acima de 125, o que representam riscos que devem ser mitigados, pois apresentam um risco alto ao projeto. Os riscos identificados entre os valores de RPN 51 e 125 devem ser evitados e os riscos com valor de RPN abaixo de 50 podem ser aceitos devido ao baixo grau de risco.

Os riscos apresentados na Tabela 2 são baseados em um valor de prevenção e detecção para a causa de falha. Isto significa que, as ações que serão adotadas devem visar à redução do valor de prevenção, detecção ou ambos com o objetivo de reduzir o índice RPN do modo de falha.

5.3 Vantagens do uso

- Visão global e sistêmica do projeto, pois através da rede de falhas e a rede de funções, a equipe do projeto visualiza a inter-relação entre todas as atividades do projeto para que os objetivos finais do projeto sejam atendidos;
- Maior precisão sobre reais necessidades do projeto (tarefas), evitando desperdícios, pois através da geração da rede de funções, a equipe do projeto reflete sobre a real necessidade das tarefas planejadas e a falta de tarefas que não foram planejadas;
- Proporciona uma maneira organizada para tomada de decisão em relação ao tratamento dos riscos do projeto, pois através da priorização e da rede de falhas, é possível visualizar qual será o impacto final do projeto, caso o modo e falha ocorra.

5.4 Desvantagens do uso

- Maior dedicação da equipe do projeto, pois o tempo necessário para elaboração do método é superior aos métodos tradicionais;
- Necessidade de softwares para este fim, pois o nível de complexidade da rede de funções e de falhas exige que ferramentas adequadas sejam usadas;
- Maior grau de maturidade da equipe de projeto para adequação das atividades e definição dos modos de falhas e causa raiz dos problemas.

5.5 Conclusão

As pequenas causas às vezes passam despercebidas para o gerente do projeto. Entretanto elas podem desencadear outras causas que podem atingir o sucesso dos objetivos do projeto.

Através de uma visão sistêmica e ampla do projeto como um todo, que parte dos inputs do projeto (termo de abertura, EAP, etc.), tem-se uma ferramenta que consegue determinar uma quantidade grande de riscos ao projeto, pois se faz uma análise em todos os níveis do projeto baseada em um pensamento lógico através do uso da rede de funções e da rede de falhas de um projeto.

O uso da ferramenta estende-se para todo tipo de projeto que se queira, pois ela é baseada nas informações usuais de um projeto. Pode ser utilizada para projeto de grande porte ou de pequeno porte, entretanto é recomendado o uso desta ferramenta quando se tem projetos complexos que precisam de um monitoramento constante e, onde não se têm todos os envolvidos no projeto com o mesmo conhecimento técnico relacionados ao comportamento das atividades que o projeto contém.

5.6 Propostas para estudos futuros

Existem diversas variações de estudo para aplicação da ferramenta AFMEA para projetos através da utilização de outras ferramentas do gerenciamento de projetos com o objetivo de aperfeiçoar o seu uso.

- Pode-se realizar um estudo para se determinar tabelas de Severidade, Detecção e Ocorrência otimizada para determinadas áreas de projetos levando em consideração, por exemplo, custos, prazo e escopo do projeto;
- Pode-se realizar um estudo para o uso da estatística para classificação das tabelas de Severidade, Ocorrência e Detecção;
- Aplicar a metodologia de rede de falhas com a ferramenta PERT/COM;
- Avaliar o impacto na redução dos custos de retrabalho em projetos a partir da melhor identificação da causa raiz dos problemas.

6 BIBLIOGRAFIA

ALENCAR, José Juarez. 2006. *Análise de Risco em Gerência de Projetos*. s.l. : Brasport, 2006. p. 18.

CHARVAT, Jason. 2002. *Project Management Nation: Tools, Techniques and Goals for the New and Practicing IT Project Manager*. New York : John Wiley & Sons, Inc., 2002. p. 9.

GASNIER, Daniel G. 2006. *GUIA PRÁTICO PARA GERENCIAMENTO DE PROJETOS Manual de sobrevivência para os profissionais de projetos*. São Paulo : IMAM, 2006.

International Standard Office. 2002. ISO 16949:2002. Março de 2002.

KERZNER, Harold. 2000. *A Systems Approach To Planning, Scheduling, and Controlling, Seventh Edition*. Ohio : John Wiley & Sons, Inc., 2000.

KMENTA, Steve e Ishii, Kosuke. 1998. ADVANCED FMEA USING META BEHAVIOR MODELING. *1998 ASME Design Engineering Technical Conferences*. 13 - 16 de September de 1998.

LAKATOS, Eva Maria e MARCONI, Marina de Andrade. 1992. *Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo : Atlas S.A., 1992.

MARTINS, José C. Cordeiro. 2005. *Gerenciando Projetos de Desenvolvimento de Software com PMI, RUP e UML*. s.l. : BRASPORT, 2005.

MICROSOFT. Microsoft. *Microsoft*. [Online] [Citado em: 07 de Março de 2009.] http://www.microsoft.com/brasil/corporativo/connect/news_content/mof.msp.

MORANO, Cássia Andréa Ruotolo, MARTINS, Claudia Garrido e FERREIRA, Miguel Luiz Ribeiro. 2006. Aplicação das técnicas de identificação de risco em empreendimentos de E&P. *ENGEVISTA*, v. 8, n. 2. Dezembro de 2006, pp. 120-133.

Pereira, Nuno Felipe. 2008. *Gestão e Metodologia da construção de um edifício - Sistema integrado de Controlo de Prazos e Qualidade*. Lisboa : s.n., 2008.

PMBOK. 2004. PMBOK. Newtown Square : PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Inc., 2004, p. 243.

PMI. 2001. *PRACTICE STANDARD FOR WORK BREAKDOWN STRUCTURES.* Newton Square : PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Inc., 2001.

2005. RBC. *REFERENCIAL BRASILEIRO DE COMPETÊNCIAS EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS.* Janeiro de 2005.

SANTOS, José Amaro dos e CARVALHO, Hélio Gomes de. 2005. *Referencial Brasileiro de Competências em Gerenciamento de Projetos.* Curitiba : s.n., 2005.

SEVERINO, Antônio Joaquim. 2007. *METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO.* Perdizes : CORTEZ EDITORA, 2007.

SNOOKE, Neal e PRICE, Chris. 1998. Hierarchical functional reasoning. *Knowledge-Based SYSTEMS.* 16 de July de 1998, pp. 301-309.

STAMATIS, D. H. 2003. *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to Execution, Second Edition.* Milwaukee : AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY, 2003.

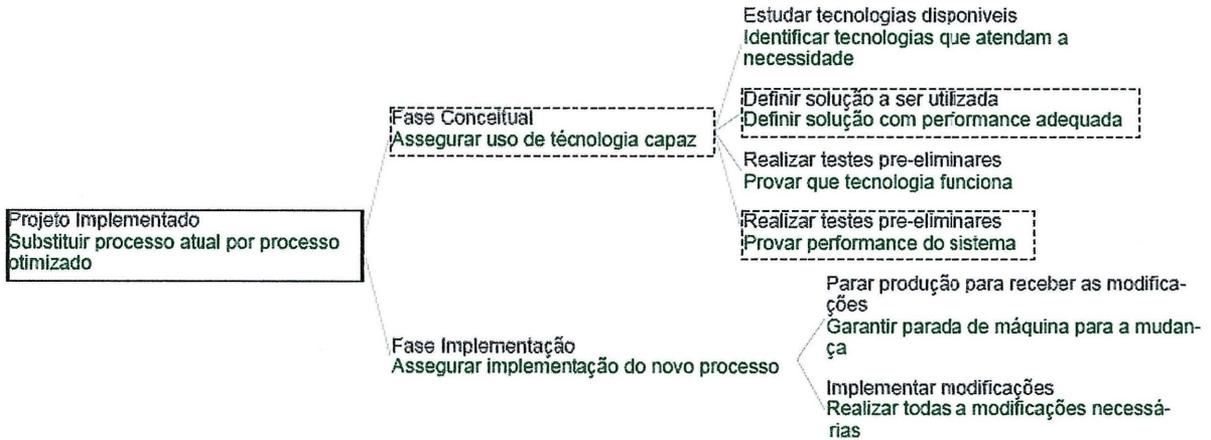
7 APÊNDICES

7.1 Apêndice A – Lista de atividades e funções do componente estrutural nível dois

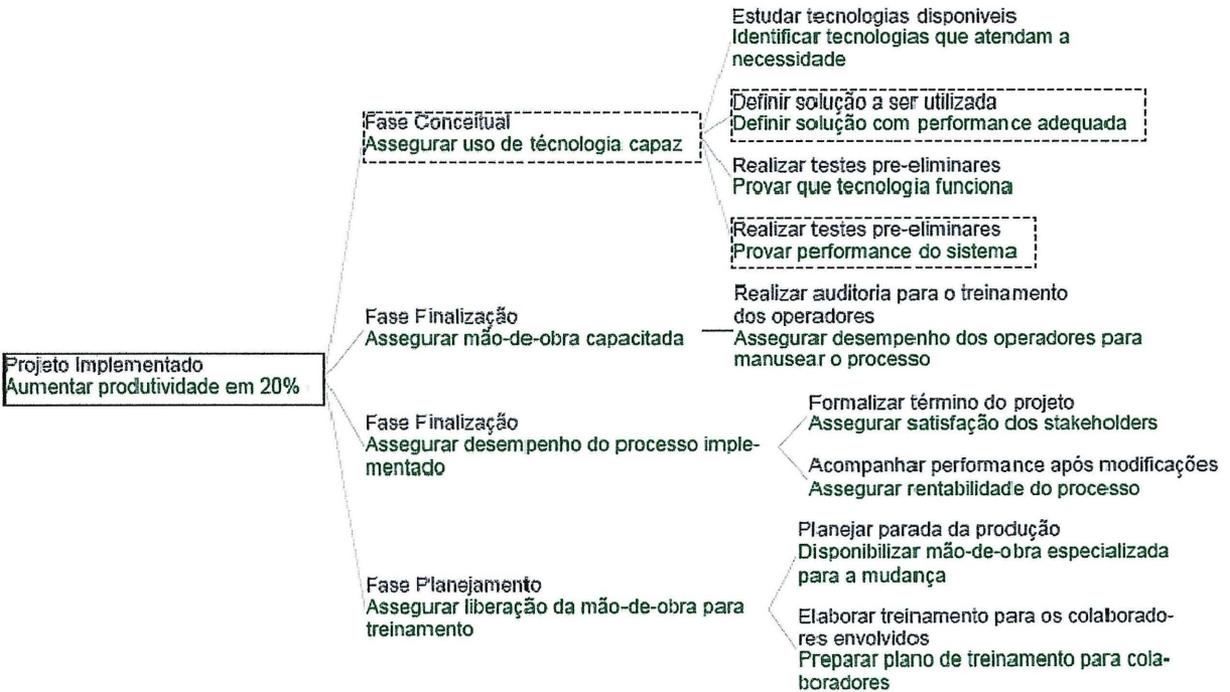
FASE CONCEITUAL		FASE PLANEJAMENTO		FASE EXECUÇÃO		FASE ENCERRAMENTO	
Atividade	Funções	Atividade	Funções	Atividade	Funções	Atividade	Funções
Modelar do sistema atual	Entender mudanças necessárias	Definir time	Disponibilizar time de trabalho	Parar produção para receber as modificações	Garantir parada de máquina para a mudança	Acompanhar performance após modificações	Assegurar rentabilidade do processo
	Definir performance atual do processo		Acordar carga horária com gestores	Implementar modificações	Realizar todas a modificações necessárias	Elaborar documentação	Garantir suporte para manutenção
Estudar tecnologias disponíveis	Identificar tecnologias que atendiam a	Custos do projeto	Orçar projeto dentro do permitido	Realizar testes para liberar a produção	Realizar modificações respeitando	Garantir suporte para futuros treinamentos	Garantir suporte para futuros treinamentos
	Identificar tecnologias compatíveis com		Adequar execução para o período desejado	Realizar testes para liberar a produção	Assegurar funcionamento do sistema	Realizar auditoria para o treinamento dos operadores	Assegurar desempenho dos operadores para
Definir solução a ser utilizada	Definir solução com know-how conhecido	Preparar cronograma	Definir responsabilidades	Realizar testes para liberar a produção	Garantir condições de trabalho segura para os	Realizar auditoria para o treinamento dos operadores	Assegurar satisfação dos stakeholders
	Definir solução com performance adequada		Provisionar verba para o projeto	Realizar testes para liberar a produção	Assegurar continuidade do fornecimento	Formalizar término do projeto	Realizar auditoria referente aos quesitos de qualidade
Modelar sistema otimizado	Considerar leis e normas trabalhistas	Elaborar treinamento para os	Preparar plano de treinamento para colaboradores	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção
	Modelar sistema capaz de atender demanda		Prover estoque durante a mudança	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção
Realizar testes pre-eliminares	Modelar sistema com gastos admissíveis	Planejar parada da produção	Garantir peças para teste (Garantir continuidade do	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção
	Provar que tecnologia funciona		Disponibilizar mão-de-obra especializada para a mudança	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção
	Provar performance do sistema			Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção
					Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção	Realizar testes para liberar a produção

7.2 Apêndice B – Redes de funções

7.2.1 Rede da função “Substituir processo atual por processo otimizado”



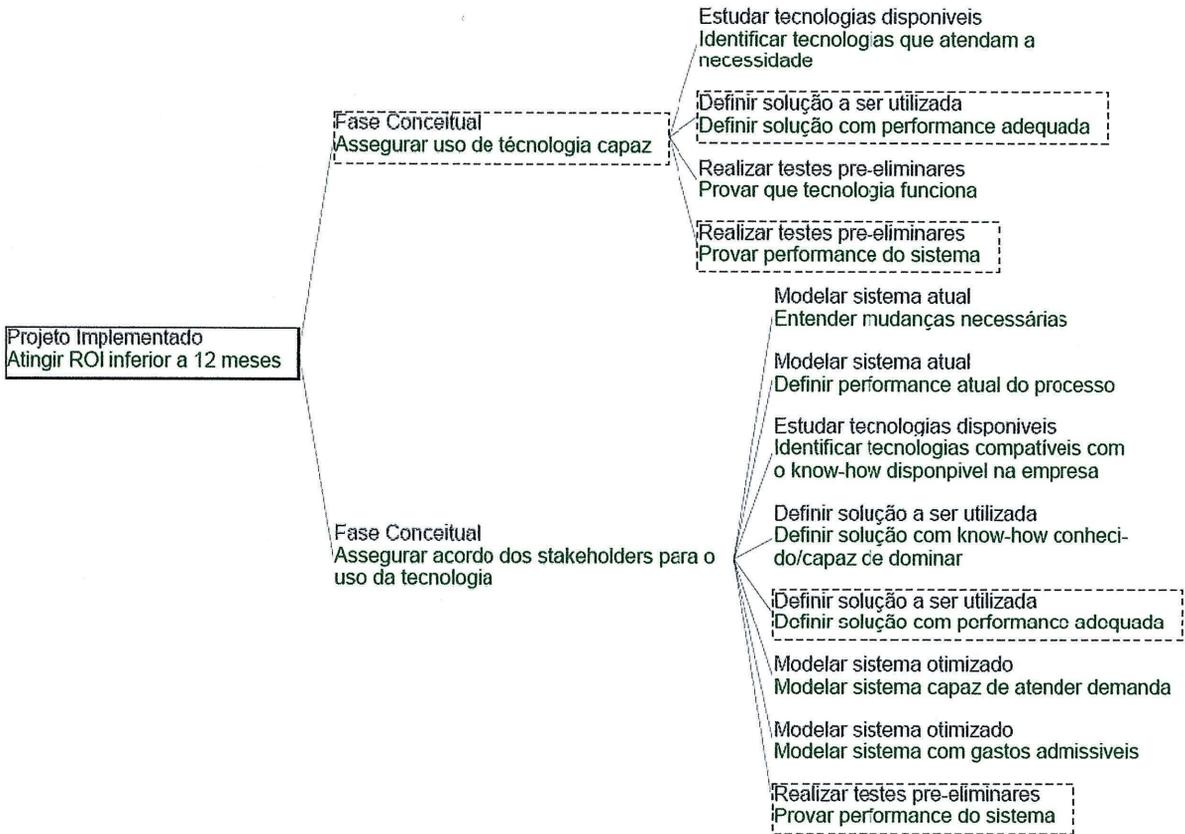
7.2.2 Rede da função “Aumentar produtividade em 20%”



7.2.3 Rede da função “Atender demandas do mercado”



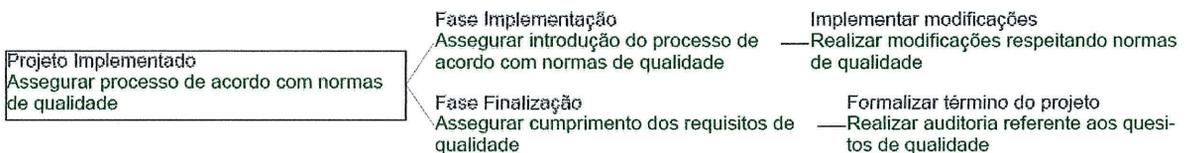
7.2.4 Rede da função “Atingir ROI inferior a 12 meses”



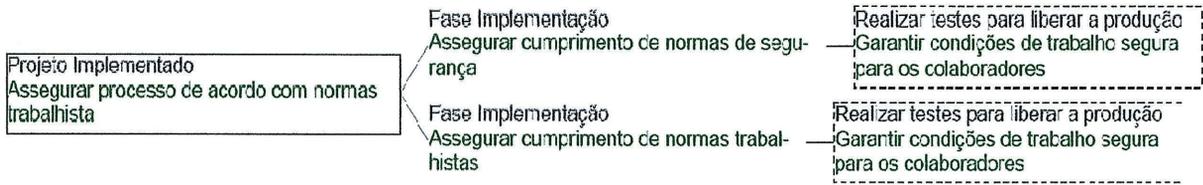
7.2.5 Rede da função “Disponibilizar documentação do projeto completa ao final do projeto”



7.2.6 Rede da função “Assegurar processo de acordo com normas de qualidade”



7.2.7 Rede da função “Assegurar processo de acordo com normas trabalhistas”



7.2.8 Rede da função “Assegurar gastos abaixo de R\$60.000,00”

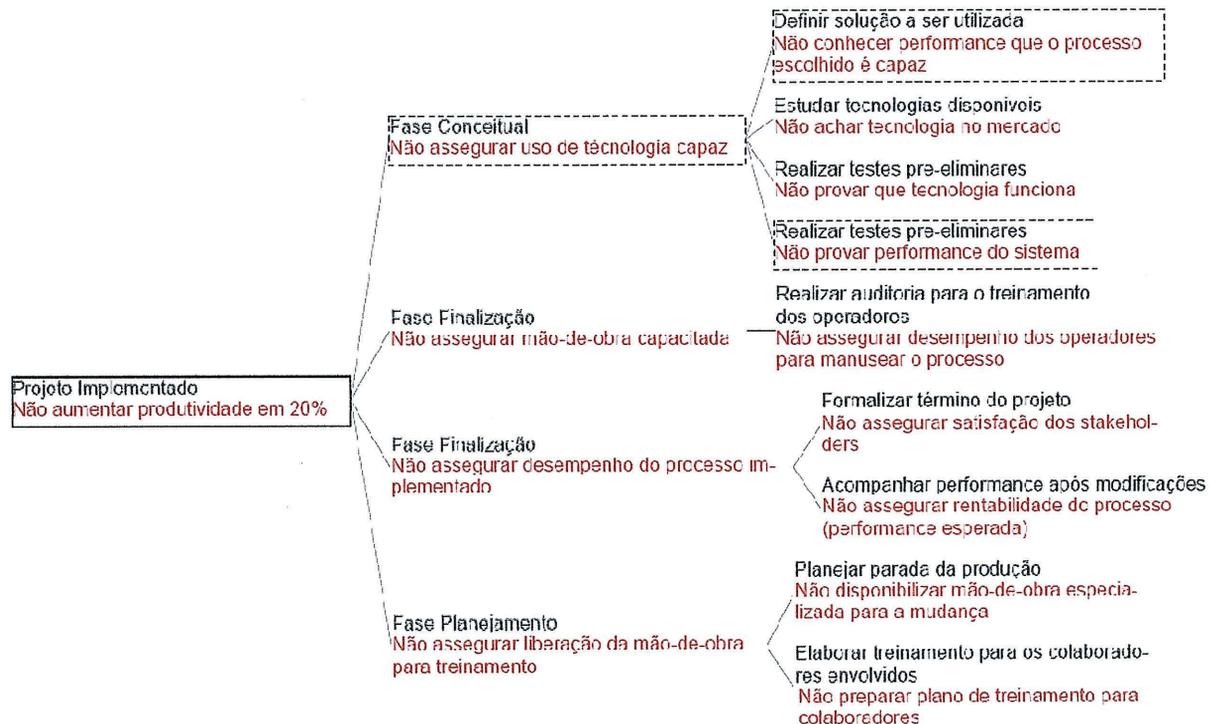


7.3 Apêndice C - Rede de falhas

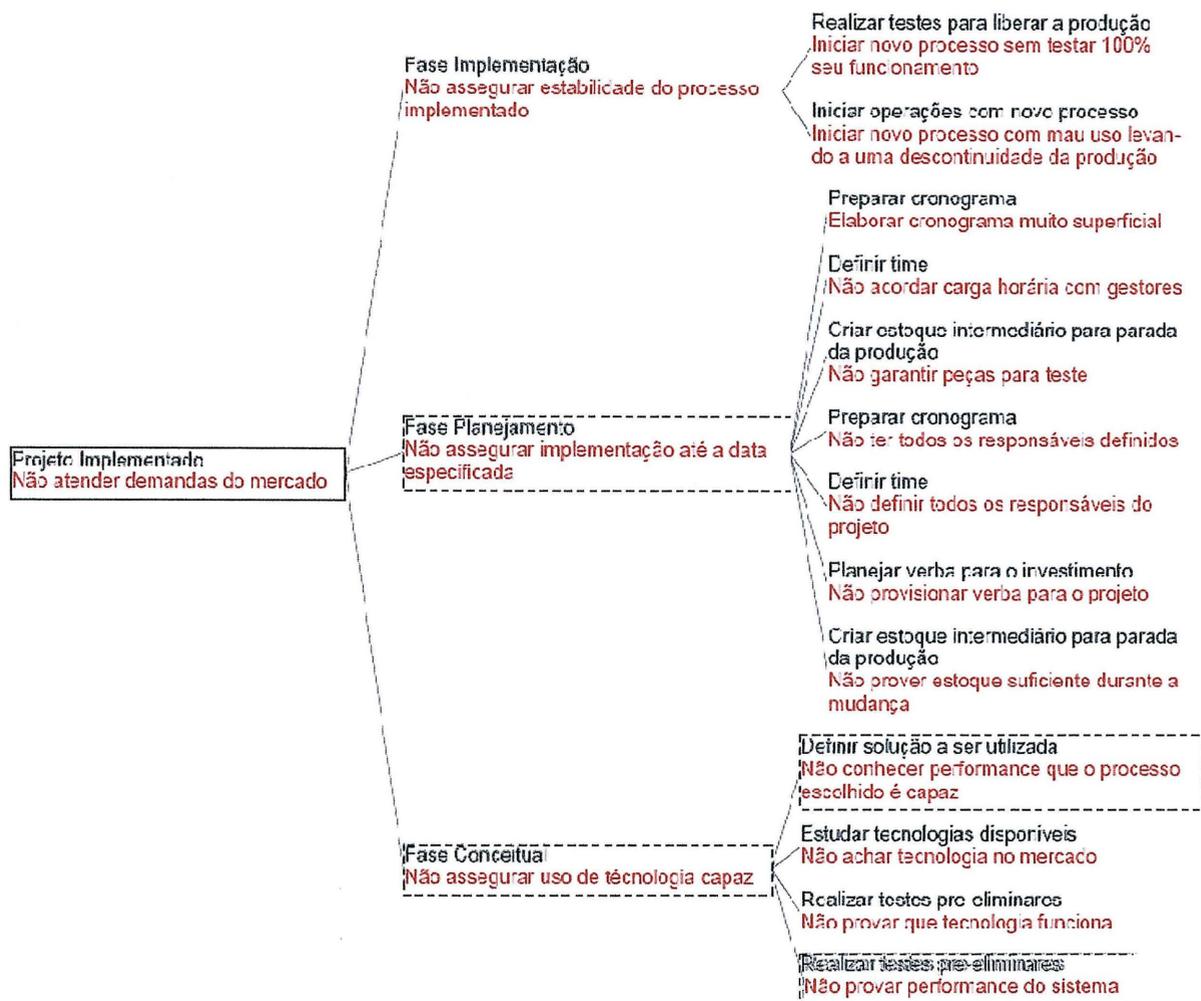
7.3.1 Rede de falha “Não substituir processo atual por processo otimizado”



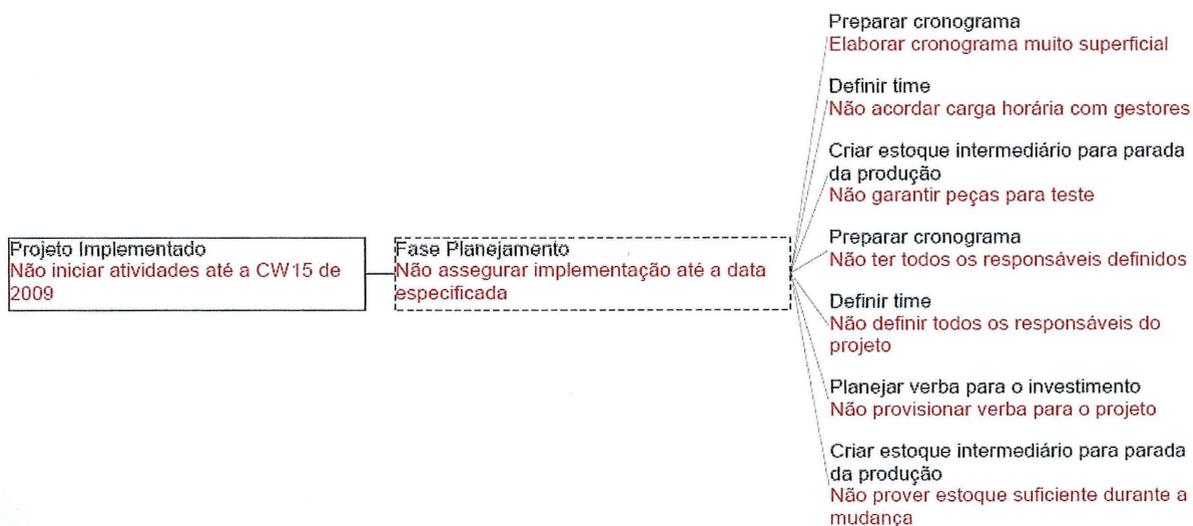
7.3.2 Rede de falha “Não aumentar produtividade em 20%”



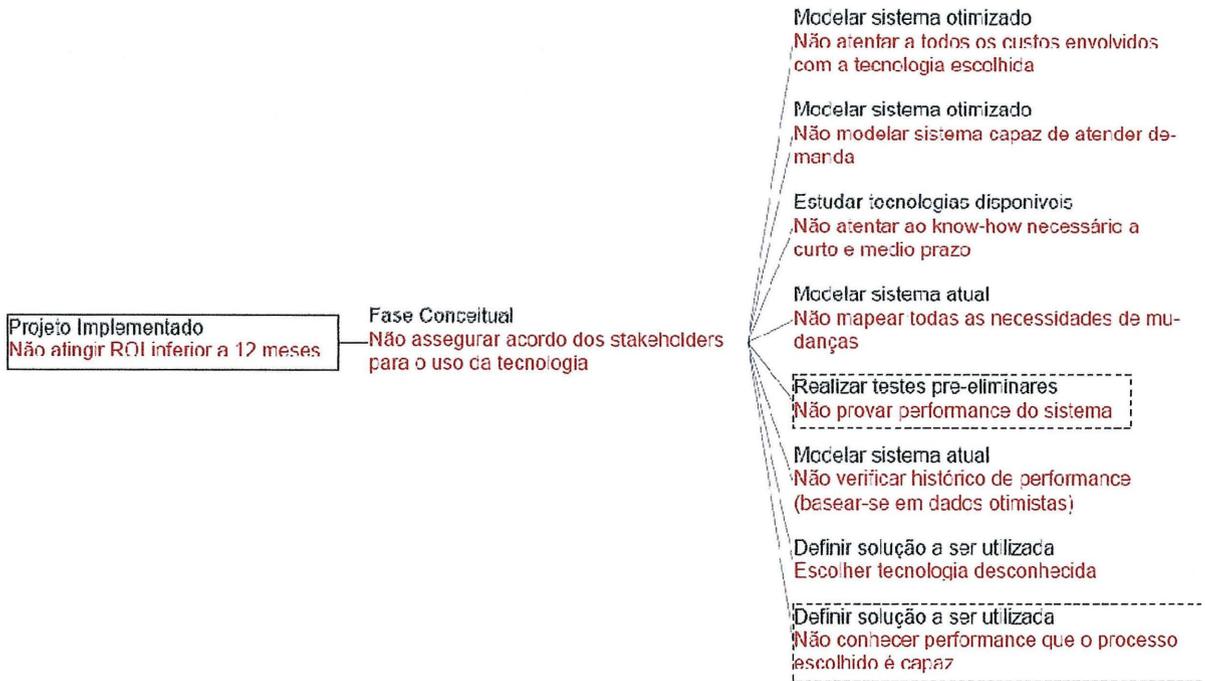
7.3.3 Rede de falha “Não atender demandas do mercado”



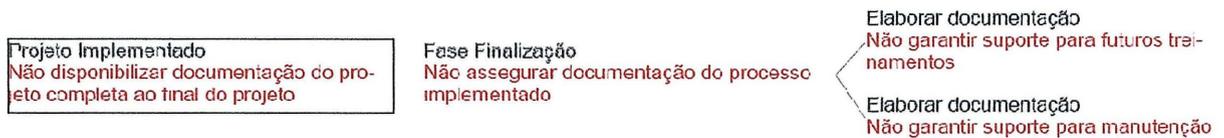
7.3.4 Rede da falha “Não iniciar atividades até a CW15 de 2009”



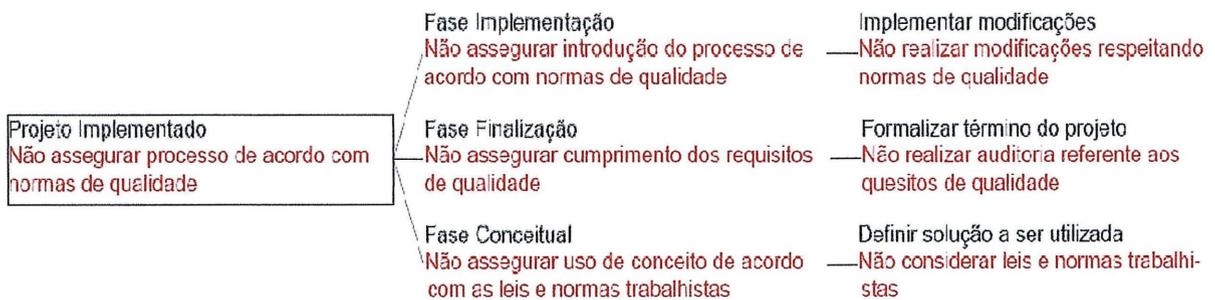
7.3.5 Rede da falha “Não atingir ROI inferior a 12 meses”



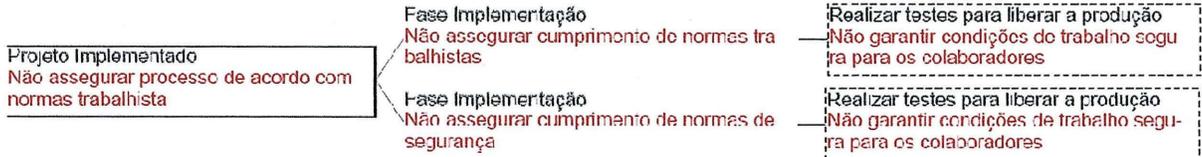
7.3.6 Rede da falha “Não disponibilizar documentação do projeto completa ao final do projeto”



7.3.7 Rede da falha “Não assegurar processo de acordo com normas de qualidade”



7.3.8 Rede da falha “Não assegurar processo de acordo com normas trabalhistas”



7.3.9 Rede da falha “Gastos acima de R\$60.000,00”



7.4 Apêndice D - Quadros de análise

7.4.1 Fase Conceitual

IQ Trial Version - For Evaluation Only

Expires on 4/6/2009

7/4/2009

APIS

Informationstechnologien GmbH

FMEA

FMEA de PROJETO

Number: 1.1
Page: 1/3

System: Subsystem: X Component:

Item: Mudança de Processo de Manufatura

Design Responsibility: Paulo Silva

Prepared By: João Pedro

Model Year(s)/Vehicle(s): Fase Conceitual

Key Date: 01.03.2009

Created: 7/4/2009 Modified: 7/4/2009

Core team:

Function	Failure Mode	Effects	S	C	Causes	O	Preventive Action	Detection Action	D	RPN	Recommended Actions	R/D	Actions Taken	S	O	D	RPN
Assegurar uso de tecnologia capaz	Não assegurar uso de tecnologia capaz	Não aumentar produtividade em 20% Não atender demandas do mercado	8		Não conhecer performance que o processo escolhido é capaz	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Relatórios de performance de outras plantas disponíveis	2	32							
			8		Não achar tecnologia no mercado	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Relatórios de performance de outras plantas disponíveis	2	32							
					Não provar que tecnologia funciona	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Relatórios de performance de outras plantas disponíveis	2	32							
					Não provar performance do sistema	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Relatórios de performance de outras plantas disponíveis	2	32							

Function	Failure Mode	Effects	S	C	Causes	O	Preventive Action	Detection Action	D	RPN	Recommended Actions	R/D	Actions Taken	S	O	D	RPN
Assegurar acordo dos stakeholders para o uso da tecnologia	Não assegurar acordo dos stakeholders para o uso da tecnologia	RUI inferior a 12 meses	7		Não atender a todos os custos envolvidos com a tecnologia escolhida	10		"Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	140	Orçamento e comparar com os gastos que a planta matriz teve durante a implementação do processo	Molognoni, Cassiano, PMO-aj, Membro de equipe	15/4/2009 untouched				
					Não modelar sistema capaz de atender demanda	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	28							
					Não atender ao know-how necessário a curto e médio prazo	2	Fase de planejamento contempla treinamento de mão-de-obra	Fase de Finalização contempla a etapa de Assegurar mão-de-obra capacitada	2	28							
					Não mapear todas as necessidades de mudanças	10	Não há	Não há	10	700	P: Solicitar mapeamento de mudanças para planta matriz para comparação D: Realizar teleconferência para discutir plano com planta matriz	Silva, Paulo, PMO, Gerente de Projeto	10/4/2009 untouched	7	3	2	(42)

Function A	Failure Modes	Effects A	S A	C	Causes Não prever	O 2	Preventive Processos já	Detection Relatórios	D 2	RPN 28	Recommended Actions	R/D	Actions Taken	S	O	D	RPN			
Assegurar acordo dos stakeholders para o uso da tecnologia	Não assegurar acordo dos stakeholders para o uso da tecnologia	Não atingir ROI inferior a 12 meses	7		performance do sistema	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	de performance de outras plantas disponíveis												
					Não verificar histórico de performance (basear-se em dados otimistas)	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Relatórios de performance de outras plantas disponíveis	2	28										
					Escolher tecnologia desconhecida	10	Não há	Reunião de "Gate de Aprovação" com Stakeholders	2	140										
					Não conhecer performance que o processo escolhido é capaz	2	Processo já implementado em outras plantas com o mesmo fim	Relatórios de performance de outras plantas disponíveis	2	28										
Assegurar uso de conceito de acordo com as leis e normas trabalhistas	Não assegurar uso de conceito de acordo com as leis e normas trabalhistas	Não assegurar processo de acordo com normas de qualidade	9		Não considerar leis e normas trabalhistas	10	Não há	Reunião de "Gate de Aprovação" com Stakeholders	2	180	P: Elaborar check-list baseado na leis e normas trabalhistas	Pedro, João, PKC-aj, Membro de equipe 22/4/2009 in progress		9	2	2	(36)			

7.4.2 Fase Planejamento

APIS Informations:technology GmbH		FMEA FMEA de PROJETO										Number: 1.2					
System: Subsystem: X Component:		Design Responsibility: Paulo Silva										Page: 1/2					
Item: Mudança de Processo de Manufatura		Key Date: 01.03.2009										Prepared By: João Pedro					
Model Year(s)/Vehicle(s): Fase Planejamento		Created: 7/4/2009										Modified: 7/4/2009					
Core Item:																	
Function	Failure Modes	Effects	S	C	Causes	O	Preventive Action	Detection Action	D	RPN	Recommended Actions	R/D	Actions Taken	S	O	D	RPN
Assegurar orçamento dentro do especificado	Não assegurar orçamento dentro do especificado	Gastos acima de R\$ 60.000,00	9		Não orçar projeto dentro do permitido (cargar para oima)	2	Valor máximo permitido já está definido	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	36							
Assegurar liberação da mão-de-obra para treinamento	Não assegurar liberação da mão-de-obra para treinamento	Não aumentar produtividade em 20%	8		Não disponibilizar mão-de-obra especializada para a mudança	3	Acordo com gestores já realizado	Participação das pessoas escolhidas durante a mudança	2	48							
					Não preparar plano de treinamento para colaboradores	10	Não há	Participação das pessoas escolhidas durante a mudança	2	160	P: Elaborar com departamento de recursos humanos o plano de treinamento com termino antes do inicio da mudança	Silva, Paulo, PMO, Gerente de Projeto 4/4/2009 in progress		8	2	2	(32)
Assegurar implementação até a data especificada	Não assegurar implementação até a data especificada	Não atender demandas de mercado	8		Elaborar cronograma muito superficial	1	FMO com experiencia em mudanças de processo como esta	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	18							
					Não iniciar atividades até a CW15 de 2009	9											

Function	Failure Modes	Effects	S	C	Causes	O	Preventive Action	Detection Action	D	RPN	Recommended Actions	R/D	Actions Taken	S	O	D	RPN
Assegurar implementação até a data especificada	Não assegurar implementação até a data especificada	Não iniciar atividades até a CW15 de 2009	9		Não acordar carga horaria com gestores	2	Gestores já estão de acordo com a liberação de mão-de-obra	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	36							
					Não garantir peças para teste	10	Não há	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	100	P: Realizar hora extra em um final de semana para fabricação de peças para testes	Silva, Paulo, PMO, Gerente de Projeto 24/4/2009 in progress		9	2	2	(36)
					Não ter todos os responsáveis definidos	2	Gestores já estão de acordo com a liberação de mão-de-obra	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	36							
					Não definir todos os responsáveis do projeto	2	Gestores já estão de acordo com a liberação de mão-de-obra	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	36							
					Não provisionar verba para o projeto	1	Verba de investimento já disponível	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	18							
					Não prover estoque suficiente durante a mudança	10	Não há	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	100	P: Realizar hora extra em um final de semana para fabricação de peças para testes	Silva, Paulo, PMO, Gerente de Projeto 24/4/2009 in progress		9			

7.4.4 Fase Finalização

APIS		FMEA										Number: 1.4					
Informationstechnologien GmbH		FMEA de PROJETO										Page: 1/2					
System: Subsystem: X Component:		Design Responsibility: Paulo Silva					Prepared By: João Pedro										
Item: Mudança de Processo de Manufatura		Key Date: 01.03.2009					Created: 7/4/2009					Modified: 7/4/2009					
Core team:																	
Function	Failure Mode	Effects	S	C	Causes	O	Preventive Action	Detection Action	D	RPN	Recommended Actions	R/D	Actions Taken	S	O	D	RPN
Assegurar desempenho do processo implementado	Não assegurar desempenho do processo implementado	Não aumentar produtividade em 20%	8		Não assegurar satisfação dos stakeholders	3	Fase de Implementação contém atividade para acompanhar performance após modificações	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	48							
					Não assegurar rentabilidade do processo (performance esperada)	3	Fase de Implementação contém atividade para acompanhar performance após modificações	Reunião de "Gates de Aprovação" com Stakeholders	2	48							
Assegurar mão-de-obra capacitada	Não assegurar mão-de-obra capacitada	Não aumentar produtividade em 20%	8		Não assegurar desempenho dos operadores para manter o processo	3	Fase de Finalização contém atividade para realizar auditorias referentes ao treinamento dos operadores	Performance do processo	3	72							
Assegurar documentação do processo implementado	Não assegurar documentação do processo implementado	Não disponibilizar documentação do projeto completa ao final do projeto	8	7	Não garantir suporte para futuros treinamentos	10	Assistir		10	700	Definir responsável na planta em coordenar as atividades de treinamento para este processo	Pedro, João.	Membro de equipe				28
					Não garantir suporte para manutenção	1	Todos os manuais estão comprados no banco	Check-list do departamento de manutenção contempla a verificação da existência de todos os manuais	2	14							
Assegurar cumprimento dos requisitos de qualidade	Não assegurar cumprimento dos requisitos de qualidade	Não assegurar processo de acordo com normas de qualidade	8		Não realizar auditoria referente aos requisitos de qualidade	2	Está escolhido um responsável da qualidade que irá acompanhar a implementação do processo	Fase de finalização possui atividade de formalização do término do projeto e qual verifica os requisitos de qualidade	3	54							

7.5 Apêndice E - Tabelas de classificação dos modos de falha

7.5.1 Classificação da severidade

Projeto			
Severidade	1	não perceptível	Não perceptível. É improvável que a falha resultará em uma mudança perceptível em termos de desempenho do projeto. O cliente não perceberá a falha.
	2	pequena	Pequena. A falha não é significativa. O cliente não sofrerá nenhum inconveniente pelo mau funcionamento do sistema.
	3	pequena	Pequena. A falha não é significativa. O cliente não sofrerá nenhum inconveniente pelo mau funcionamento do projeto.
	4	média	Média. A falha é suficientemente o bastante para incomodar ou zangar o cliente. O cliente irá perceber o mau funcionamento do projeto.
	5	média	Média. A falha é suficientemente o bastante para incomodar ou zangar o cliente. O cliente irá perceber o mau funcionamento do projeto.
	6	média	Média. A falha é suficientemente o bastante para incomodar ou zangar o cliente. O cliente irá perceber o mau funcionamento do projeto.
	7	significante	Significante. Falha significativa que causa mau funcionamento do projeto. O resultado do projeto será prejudicado.
	8	significante	Significante. Falha significativa que causa mau funcionamento do projeto. O resultado do projeto será prejudicado.
	9	muito significativa	Muito significativa. Falha significativa que causa totalmente o resultado final do projeto.
	10	muito significativa	Muito significativa. Falha significativa que causa totalmente o resultado final do projeto.

7.5.2 Classificação da detecção

Detecção	1	Muito provável	Muito provável. É improvável não detectar o modo de falha. Chances de detecção $\geq 99.99\%$
	2	Provável	Provável. É improvável não detectar o modo de falha. Chances de detecção $\geq 99.97\%$
	3	Média	Média. Chances de detectar $\geq 99.7\%$.
	4	Média	Média. Chances de detectar $\geq 99.7\%$.
	5	Média	Média. Chances de detectar $\geq 99.7\%$.
	6	Pequena	Pequena. Chances de detectar $\geq 98\%$.
	7	pequena	Pequena. Chances de detectar $\geq 98\%$.
	8	pequena	Pequena. Chances de detectar $\geq 98\%$.
	9	muito pequena	Muito pequena. Chances de detectar $\geq 90\%$.
	10	improvável	Improvável. Chances de detectar $\geq 90\%$.

7.5.3 Classificação da ocorrência

Ocorrência	1	improvável	Improvável. É improvável que a falha ocorra. Chances de falha $\leq 1/100000$
	2	muito pequena	Muito pequena. Projeto pouco diferente de outros já realizados. Chances de falha $\leq 1/20000$
	3	muito pequena	Muito pequena. Projeto pouco diferente de outros já realizados. Chances de falha $\leq 1/10000$
	4	pequena	Pequena. Projeto pouco diferente de outros já realizados os quais falharam em apenas algumas ocasiões. Chances de falha $\leq 1/2000$
	5	pequena	Pequena. Projeto pouco diferente de outros já realizados os quais falharam em apenas algumas ocasiões. Chances de falha $\leq 1/1000$
	6	pequena	Pequena. Projeto pouco diferente de outros já realizados os quais falharam em apenas algumas ocasiões. Chances de falha $\leq 1/200$
	7	média	Média. Projeto pouco diferente de outros já realizados os quais falharam em apenas algumas ocasiões. Chances de falha $\leq 1/100$
	8	média	Média. Projeto pouco diferente de outros já realizados os quais falharam em apenas algumas ocasiões. Chances de falha $\leq 1/20$
	9	alta	Alta. Este falha é certa que ira ocorrer. Chances de falha $\leq 1/10$
	10	alta	Alta. Este falha é certa que ira ocorrer. Chances de falha $\leq 1/2$