

**UNISA-UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO CAMPUS III**

**PROJETO INTEGRADOR I**

**CAROLINA DOS REIS CARREIRO  
ELIEZER DO NASCIMENTO FRANCISCO  
SUELEN CORREIA DA SILVA**

**São Paulo  
2015**

**UNISA-UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO CAMPUS III**

**PROJETO INTEGRADOR I**

**CAROLINA DOS REIS CARREIRO  
ELIEZER DO NASCIMENTO FRANCISCO  
SUELEN CORREIA DA SILVA**

Trabalho da disciplina Projeto Integrador I apresentado ao Curso de Tecnologia em Segurança do Trabalho da Universidade de Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do Projeto Integrador I. Orientador: Prof.<sup>a</sup> Elaine Alcântara Freitas Peixoto.

**São Paulo  
2015**

*Este trabalho vem para fortalecer as nossas escolhas, e mostrar que nunca é tarde para mudar ou renovar o nosso conhecimento. Dedicamos aos nossos pais, pois sem eles, aliás, sem a força de vida deles e os empenhos a nós dedicados não estaríamos aqui para dar o nosso melhor a nós e a nossa própria família. Eis aqui a primeira de muitas vitórias o conhecimento adquirido.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao nosso Senhor por nos permitir ter a dádiva da vida e com ela do conhecimento e do raciocínio.

Nós agradecemos ao nosso corpo Docente pela gama de conhecimento transmitido, a cada um deles pela forma de ensinar e semear/despertar a vontade do querer mais, sabemos que aqui é só o começo. O nosso muito obrigado por nós tornar hoje um ser humano melhor, sabemos que o conhecimento é empírico, portanto aos nossos “mestres” nossa eterna gratidão.

Aos colegas e amigos de classe, sem eles seríamos somente uma fonte de conhecimento sem sentimento. Aos amigos adquiridos que nos apoiaram e lutaram dia a dia, lado a lado. Nosso muito obrigado de coração.

## RESUMO

Nosso trabalho tem como intuito mostrar a aplicabilidade das ferramentas Análise de Árvore de Falhas (AAF) onde é técnica dedutiva que tem por objetivo identificar as causas potenciais de acidentes e de falhas (eventos indesejáveis – topo) num determinado sistema, a partir da combinação lógica das falhas dos diversos componentes do sistema, além de permitir a estimativa da probabilidade ou frequência de ocorrência de uma determinada falha ou acidente (obtenção da probabilidade de ocorrência do evento indesejado). Análise Preliminar de Perigos (APP) é uma técnica que foi desenvolvida especificamente para aplicações nas etapas de planejamento de projetos, visando a uma identificação precoce das situações indesejadas, o que possibilita a adequação do projeto antes que os recursos de grande monta tenham sido comprometidos. E a ferramenta “E Se” (WHAT IF) é uma Técnica utilizada na determinação de eventuais cenários que envolvem situações de falha na operação do equipamento, de operadores, dos materiais utilizados e fatores externos associados.

**Palavras chaves:** APP, AAF, WHAT IF, Ferramentas, Técnicas, Como aplica nas empresas.

## Lista de Figuras

- Figura 1** – Símbolos utilizados em uma árvore de falhas
- Figura 2** - Estrutura de uma árvore de Falhas
- Figura 3** - Exemplo genérico de uma árvore de falhas
- Figura 4** - Esquema para elaboração da árvore de falhas para falha de uma luminária
- Figura 5** – Árvore de falhas para falha de uma luminária.
- Figura 6** – Árvore de falhas para um congressista que não consegue chegar a tempo à conferência
- Figura 7** - Árvore de Falhas de um Compressor
- Figura 8** – Matriz de classificação de risco – APP
- Figura 9** – Exemplo de apresentação do resultado final da APP.
- Figura 10** – Matriz de classificação de risco – APP.
- Figura 11** – Matriz de classificacao de risco – APP.

## **Lista de Quadros**

**Quadro 1** – Informações necessárias para a elaboração da APP

**Quadro 2** – Modelos de planilhas para a elaboração da APP

**Quadro 3** – Modelos de planilhas para apresentação final da APP

**Quadro 4** – Exemplo de apresentação do resultado final da APP.

**Quadro 5** – Categorias de frequência da APP.

**Quadro 6** – Categorias de severidade da APP

## **Lista Tabelas**

**Tabela 1** – Categorias de frequências de ocorrência dos cenários.

**Tabela 2** – Categorias de frequências de ocorrência dos cenários.

## Lista de Siglas

<b>AAF</b>	Análise de Árvore de Falhas
<b>AMFE</b>	Análise de Modos de Falhas e Efeitos
<b>AND</b>	E
<b>APP</b>	Análise Preliminar de Perigo
<b>APR</b>	Análise Preliminar de Risco
<b>APT</b>	Análise Preliminar de Tarefas
<b>CETESB</b>	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
<b>E</b>	Existente
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>FMEA</b>	Failure Modes and Effects Analysis (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos)
<b>FTA</b>	Fault Tree Analysis
<b>Hazop</b>	Hazard and Operability ( Perigo e Operabilidade)
<b>INPUT LOWER</b>	Entrada Inferior
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration – Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço
<b>OR</b>	Ou
<b>OUTPUT HIGHER</b>	Saída Superior
<b>WHAT IF</b>	“E Se”

## Sumário

INTRODUÇÃO.....	13
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.1 ANÁLISE DA ÁRVORE DE FALHAS .....	14
1.2 MÉTODO DA ANÁLISE DAÁVORE DE FALHAS.....	23
1.3 ÁRVORE DE FALHAS DE UM COMPRESSOR .....	25
1.4 ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO.....	26
1.5 WHAT IF .....	37
2 MÉTODO .....	40
2.1 TIPO DE PESQUISA .....	40
2.2 LOCAL DE BUSCA DA PESQUISA .....	41
2.3 PEÍODO DE BUSCA DA PESQUISA .....	41
2.4 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA BUSCA DOS ARTIGOS DA PESQUIS.....	41
2.5 PALAVRAS CHAVES.....	41
3 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	42
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	42
REFERÊNCIAS .....	43

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho mostraremos as ferramentas Análise de Árvore de Falhas (AAF), Análise Preliminar de Perigo (APP) e “E Se” (What IF) no período de 1999 a 2015 utilizado em algumas empresas, com método de avaliativo, corretivo e qualitativo. Iremos explicar a sua importância e a funcionalidade de cada uma delas, seus pontos fortes e fracos. Sabemos que ainda existe uma falta de controle ou até mesmo falta de fiscalização nas empresas com a segurança do trabalho, ou até mesmo o jeitinho brasileiro de “dar um jeito” numa ferramenta/máquina, esquecendo-se do maior bem que temos que é a vida. Nosso objetivo é descrever de forma clara e objetiva a aplicabilidade das ferramentas com embasamento de profissionais da área, livros e artigos relacionados ao assunto. Discutir paradigmas sobre as ferramentas, ou seja, cada empresa pode usar ou criar sua ferramenta à qual se adapte melhor.

Com os levantamentos de dados e pesquisa realizada, iremos explicar as ferramentas APP, AAF e What If, como cada uma foi descoberta, como surgiram, como usa-las, como aplica-las, e quais resultados podemos obter das mesmas. Este levantamento tem a finalidade de mostrar a importância da realização de controle sobre qualquer tarefa ou ferramenta de trabalho, para assim evitar futuras perdas ou até mesmo desperdício de material ou pessoas. Nosso trabalho tem como objetivo pontuar as ferramentas Análise de Árvores de Falhas (AAF), Análise Preliminar de Perigo (APP) e “E Se” (What If) que visam à qualidade, segurança, saúde, meio ambiente, cuidados e prevenções de acidente do meio ambiente do trabalhador

## 1 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Análise de Árvore de Falhas (AAF)

Para Amorim (2013 citado por Alves 2015 p. 64)

A Análise de Árvore de Falhas (AAF) (Failure Tree Analysis – FTA) foi desenvolvida por H. A. Watson, nos anos 1960, para os Laboratórios Bell Telephone, no âmbito do projeto do míssil Minuteman, sendo posteriormente aperfeiçoada e utilizada em outros projetos aeronáuticos da Boeing. A AAF é um método excelente para o estudo dos fatores que poderiam causar um evento indesejável (falha) e encontra sua melhor aplicação no estudo de situações complexas. A AAF é uma técnica dedutiva que tem por objetivo identificar as causas potenciais de acidentes e de falhas (eventos indesejáveis – topo) num determinado sistema, a partir da combinação lógica das falhas dos diversos componentes do sistema, além de permitir a estimativa da probabilidade ou frequência de ocorrência de uma determinada falha ou acidente (obtenção da probabilidade de ocorrência do evento indesejado).

Ainda segundo Amorim (2013 citado por Alves 2015 p. 65)

Portanto, é um método que possibilita uma Análise Quantitativa e Qualitativa. A AAF consiste na construção de um processo lógico dedutivo que, partindo de um evento indesejado predefinido (hipótese acidental), busca as suas possíveis causas. O processo segue investigando as sucessivas falhas dos componentes até atingir as chamadas falhas (causas) básicas, que não podem ser desenvolvidas, e para as quais existem dados quantitativos disponíveis. O evento indesejado é comumente chamado de “Evento-Topo”. A construção do processo lógico dedutivo é efetuada com o auxílio da Álgebra Booleana. *“Álgebra Booleana: ramo da matemática que descreve o comportamento de funções lineares ou variáveis binárias: on/off; aberto/fechado; verdadeiro/falso. Todas as árvores de falhas coerentes podem ser convertidas numa série equivalente de equações “booleanas”. Para proceder ao estudo quantitativo da AAF, é necessário conhecer e lembrar algumas definições da Álgebra de Boole. A Álgebra Booleana foi desenvolvida pelo matemático George Boole para o estudo da lógica”*. Para a construção da árvore de falhas, a partir de um determinado “evento-topo”, três perguntas são consideradas fundamentais para a identificação dos eventos intermediários e básicos e de suas relações lógicas; são elas:

Que falhas podem ocorrer?  
Como essas falhas podem ocorrer?  
Quais são as causas dessas falhas?

Pode-se também determinar caminhos críticos, sequências de eventos com maior probabilidade de levar ao evento indesejado (denominado evento-topo, por situar-se no topo, ou no tronco de uma árvore invertida, cujas bifurcações são as raízes).

Observações: pode ser realizada em diferentes níveis de complexidade. Ótimos resultados podem ser conseguidos apenas com a forma qualitativa de análise. Completa-se excelentemente com a Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE).

Alguns significados básicos:

**Evento:** desvio, indesejado ou esperado, do estado normal de um componente do sistema;

**Evento-Topo:** evento indesejado ou hipótese acidental. Localizado no topo da árvore de falhas, é desenvolvido até que as falhas mais básicas do sistema sejam identificadas, por meio de relações lógicas que estabelecem as relações entre as falhas;

**Evento Intermediário:** evento que propaga ou mitiga um evento iniciador (básico) durante a sequência do acidente;

**Evento Básico:** um evento é considerado básico, quando nenhum desenvolvimento a mais é julgado necessário;

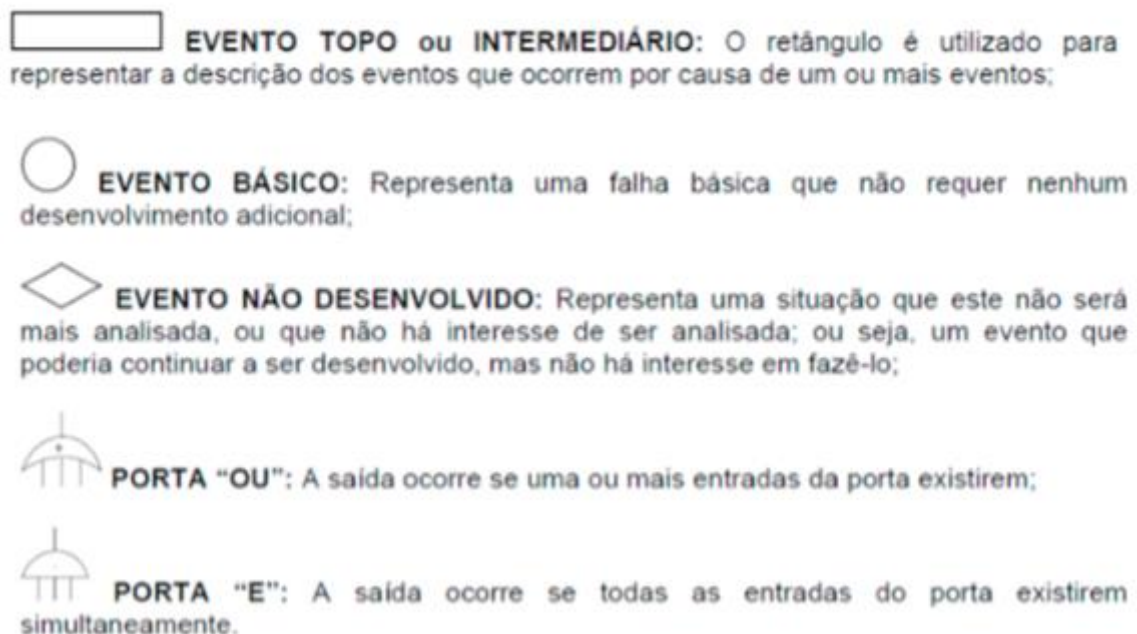
**Evento Não Desenvolvido:** evento que não pode ser desenvolvido porque não há informações disponíveis.

**Porta Lógica (Comporta Lógica):** forma de relacionamento lógico entre os eventos de entrada (input-lower) e o evento de saída (output-higher). Esses relacionamentos lógicos são normalmente representados como portas E (AND) ou OU (OR).

A diagramação lógica da árvore de falhas com bifurcações sucessivas é feita utilizando-se símbolos e comportas lógicas, indicando o relacionamento entre os eventos considerados. As duas unidades básicas ou comportas lógicas envolvidas são os operadores E e OU, que indicam o relacionamento casual entre eventos dos níveis inferiores que levam ao evento-topo. As combinações sequenciais desses eventos formam os diversos ramos da árvore.

Conforme Amorim (2013 citado por Alves 2015 p.65)

A relação lógica entre os eventos-topo, intermediária e básica é representada por símbolos lógicos, cujos principais são:



**Figura 1 – Símbolos utilizados em uma árvore de falhas**

Fonte: Amorim (2013 p.66)

Segundo Helman (1995 citado por Pessoa 2010),

A AAF é aplicável para projetos/plantas em operação e indica claramente os **pontos fracos** do Sistema.

1. É interessante fazer o FMEA antes da Árvore de Falha
2. Funciona do Sistema / Fronteira / FMEA / Eventos / Árvore de Falha

**Deve se utilizada com as seguintes finalidades:**

1. Estabelecer um método padronizado de análise de falhas ou problemas, verificando como ocorre em um equipamento ou processo;
2. Análise da confiabilidade de um produto ou processo;
3. Compreensão dos modos de falha de um sistema de maneira dedutiva;
4. Priorização das ações corretivas que serão tomadas;
5. Análise e projeto de sistemas de segurança ou sistemas alternativos;
6. Compilação de informações para manutenção de sistemas alternativos de procedimentos de manutenção;
7. Indicação clara e precisa de componentes mais críticos ou condições críticas de operação;
8. Compilação de informações par treinamento na operação de equipamentos;
9. Compilação de informações para planejamento de testes e inspeção;
10. Simplificação e otimização de equipamentos.

### **Fluxograma da Sequência de Procedimentos para a FTA**

- Definir a equipe responsável pela execução;
- Selecionar o *evento topo* para análise;
- Coleta de dados;
- Definir quais são as interfaces ou fronteiras do sistema;
- Análise detalhada do sistema;
- Montagem preliminar da árvore de falhas;
- Revisão da árvore de falhas;
- Cálculo da probabilidade do *evento de topo*;

- Análise de recomendações;
- Reflexão sobre o processo.

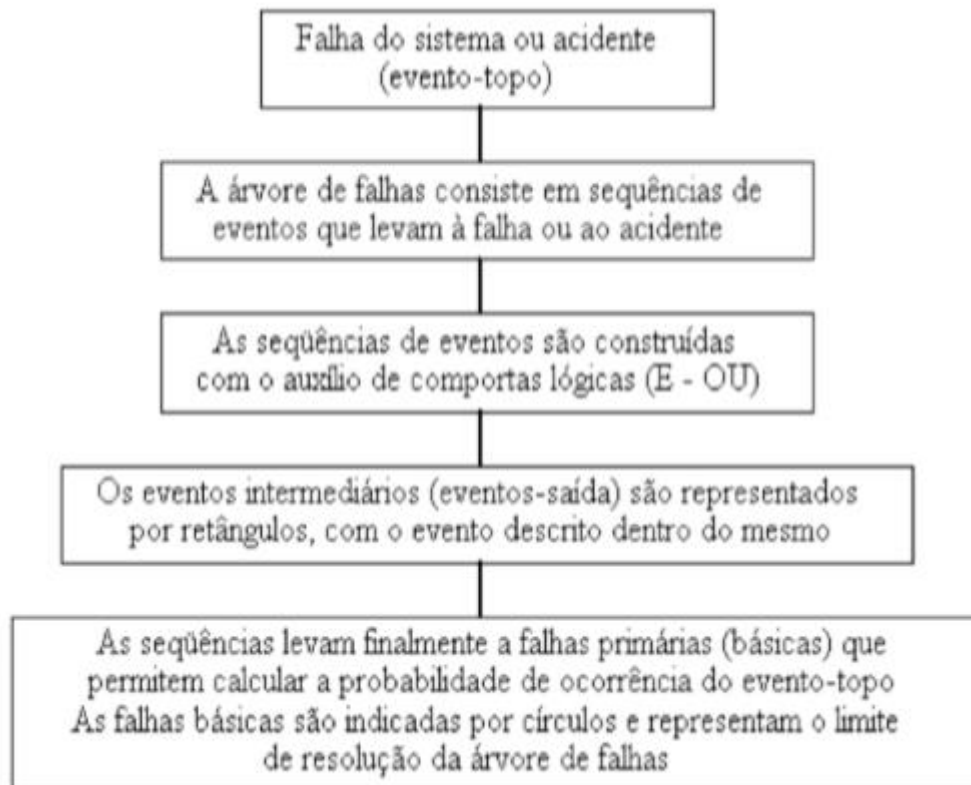
De forma geral, a sequência para o desenvolvimento de uma árvore de falhas contempla as seguintes etapas:

- Seleção do evento indesejável ou falha, cuja probabilidade de ocorrência deve ser determinada. Seleção do “Evento-Topo” na aplicação em estudos de análise de riscos, normalmente o evento-topo é definido a partir de uma hipótese acidental, identificada anteriormente, pela aplicação de técnicas específicas, como Análise Preliminar de Perigos, Hazop, Análise de Modos de Falhas e Efeitos e What-If, entre outras;
- Revisão dos fatores intervenientes: ambiente, dados do projeto, exigências do sistema etc., determinando as condições, eventos particulares ou falhas que possam vir a contribuir para ocorrência do evento-topo selecionado;
- Construção da árvore de falhas, determinando os eventos que contribuem para a ocorrência do evento-topo, estabelecendo as relações lógicas entre os mesmos;
- Montagem, através da diagramação sistemática, dos eventos contribuintes e falhas levantadas na etapa anterior, mostrando o inter-relacionamento entre esses eventos e falhas, em relação ao evento-topo. O processo inicia com os eventos que poderiam, diretamente, causar tal fato, formando o primeiro nível o nível básico;
- Seguir esse procedimento para os eventos intermediários até a identificação dos eventos básicos em cada um dos “ramos” da árvore;
- À medida que se retrocede, passo a passo, até o evento topo, são adicionadas as combinações de eventos e falhas contribuintes. Desenhada a árvore de falhas, o relacionamento entre os eventos é feito através das comportas lógicas;
- Realizar uma avaliação qualitativa da árvore elaborada, dando especial atenção para a ocorrência de eventos repetidos;
- Através de Álgebra Booleana são desenvolvidas as expressões matemáticas adequadas, que representam as entradas da árvore de falhas. Cada comporta lógica tem implícita uma operação matemática, podendo ser traduzidas, em última análise, por ações de adição ou multiplicação;
- Aplicação das probabilidades ou frequências nos eventos básicos;

- Cálculo das frequências dos eventos intermediários, de acordo com as relações lógicas estabelecidas, ou seja, determinação da probabilidade de falha de cada componente;
- A probabilidade de ocorrência do evento-topo será investigada pela combinação das probabilidades de ocorrência dos eventos que lhe deram origem.

Entre os principais benefícios do uso da AAF, em estudos de análise de riscos pode-se destacar:

- Conhecimento detalhado de uma instalação ou sistema;
- Estimativa da confiabilidade de um determinado sistema;
- Cálculo da frequência de ocorrência de uma determinada hipótese acidental;
- Identificação das causas básicas de um evento acidental e das falhas mais prováveis que contribuem para a ocorrência de um acidente maior;
- Detecção de falhas potenciais, difíceis de ser reconhecidas;
- Tomada de decisão quanto ao controle dos riscos associados à ocorrência de um determinado acidente, com base na frequência de ocorrência calculada e nas falhas contribuintes de maior significância.



**Figura 2 - Estrutura de uma árvore de Falhas**

Fonte: Campos (2012 p.68)



**Figura 3 - Exemplo genérico de uma árvore de falhas**

Fonte: Campos (2012 p.68)

### Exemplo 1

Segundo o Amorim ( 2013 citado por Alves 2015 p.68)

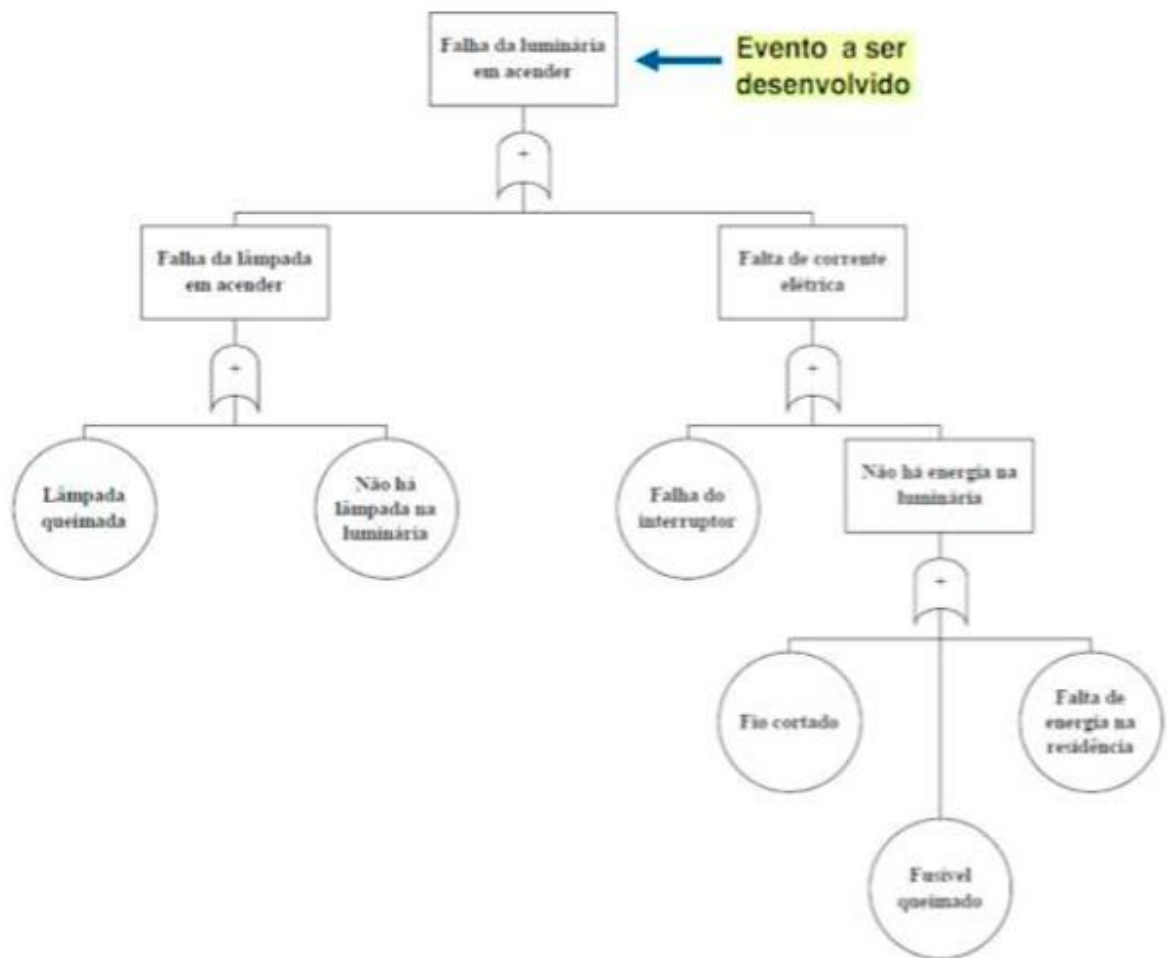
A falha catastrófica de uma luminária é: “Falha da luminária em acender”; logo, esse será o “evento-topo” da árvore de falhas. Considerando que os componentes desse sistema (luminária) são, de forma simplificada, a lâmpada, o fio, o interruptor e a corrente elétrica, o analista deve procurar identificar cada uma das possíveis causas (falhas) desses componentes, de forma a estabelecer uma relação lógica entre elas para subsidiar a elaboração da árvore de falhas; assim, as possíveis causas (falhas) que podem levar ao evento-topo (falha da luminária em acender) incluem:

- ☒ Falha da lâmpada em acender:
  - lâmpada queimada;
  - não há lâmpada na luminária.
  
- ☒ Falta de corrente elétrica na luminária:
  - falha do interruptor;
  - luminária não está conectada à tomada;
  - não há energia elétrica na tomada:
  
- ☒ fio cortado;
- ☒ fusível queimado;
- ☒ não há energia elétrica na residência.

**Figura 4 - Esquema para elaboração da árvore de falhas para falha de uma luminária.**

Fonte: Amorim (2013 p.69)

Tomando por base a identificação desses eventos (falhas), vamos estruturar a árvore de falhas para o evento-topo definido, conforme mostra a **Figura 05**.



**Figura 5 – Árvore de falhas para falha de uma luminária.**

Fonte: Amorim (2013 p.69)

## Exemplo 2

Evento indesejado para um congressista que não consegue chegar a tempo à conferência.

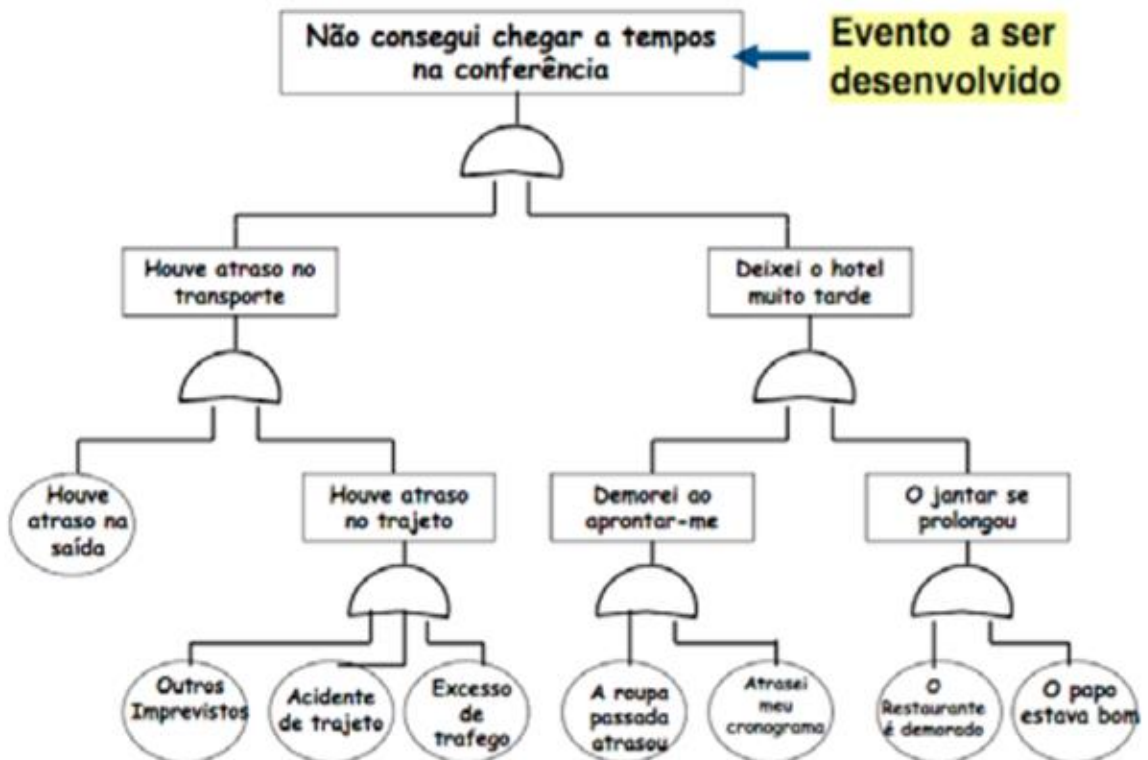


Figura 6 – Árvore de falhas para um congressista que não consegue chegar a tempo à conferência.

Fonte: Amorim (2013 p.70)

## 1.2 Método da Análise da Árvore de Falhas

Para CONTINNI (1995), citado por Sakurada (2001 p.37).

A NASA define a Análise de Árvore de Falhas como sendo um método de análise de falhas do tipo Top-down, cuja análise inicia com um evento indesejável, como uma falha ou má função, chamado evento de topo e então são determinadas todas as maneiras na qual este evento de topo pode ocorrer.

Sakurada (2001 p.37)

É uma técnica de análise de projeto de confiabilidade e segurança que parte da consideração dos efeitos de falha do sistema, referido como “evento de topo”. Após a escolha do evento de topo é feita a

determinação de como os eventos de níveis inferiores, individuais ou combinados, causaram a falha do sistema.

É uma técnica de análise de projeto de confiabilidade e segurança que parte da consideração dos efeitos de falha do sistema, referido como “evento de topo”. Após a escolha do evento de topo é feita a determinação de como os eventos de níveis inferiores, individuais ou combinados, causaram a falha do sistema.

- Apontar os aspectos importantes do sistema para a falha de interesse;
- Fornecer auxílio gráfico para dar visibilidade às mudanças necessárias;
- Fornecer opções para análise de confiabilidade quantitativa e qualitativa;
- Permitir ao analista se concentrar em uma falha do sistema por vez;
- Facilitar o entendimento do comportamento do sistema.

p.38).

As finalidades de uma Árvore de Falhas segundo Hellman e Andery (1995), citado por Vollert (1996 ) e Sakurada (2001p.38) são:

- Analisar a confiabilidade de um produto ou processo;
- Compreender os modos de falha de um sistema;
- Priorizar as ações corretivas a serem tomadas;
- Analisar e projetar sistemas de segurança ou sistemas alternativos em produtos;
- Compilar informações para manutenção de sistemas e elaboração de procedimentos de manutenção;
- Indicar componentes mais críticos ou condições críticas de operação;
- Compilar informações para treinamento na operação de equipamentos;
- Compilar informações para planejamento de testes e inspeção;
- Simplificar e melhorar equipamentos.

### 1.3 Árvore de Falhas de um Compressor

Falha observada é uma operação intermitente do compressor. Este começa a funcionar e logo desliga. Podem existir duas possíveis causas: Eixo trancado ou protetor térmico trocado.)

Segundo SAKURADA (2001 P.42),

A falha observada é uma operação intermitente do compressor. Este começa a funcionar e logo desliga. Podem existir duas possíveis causas: Eixo trancado ou protetor térmico trocado.

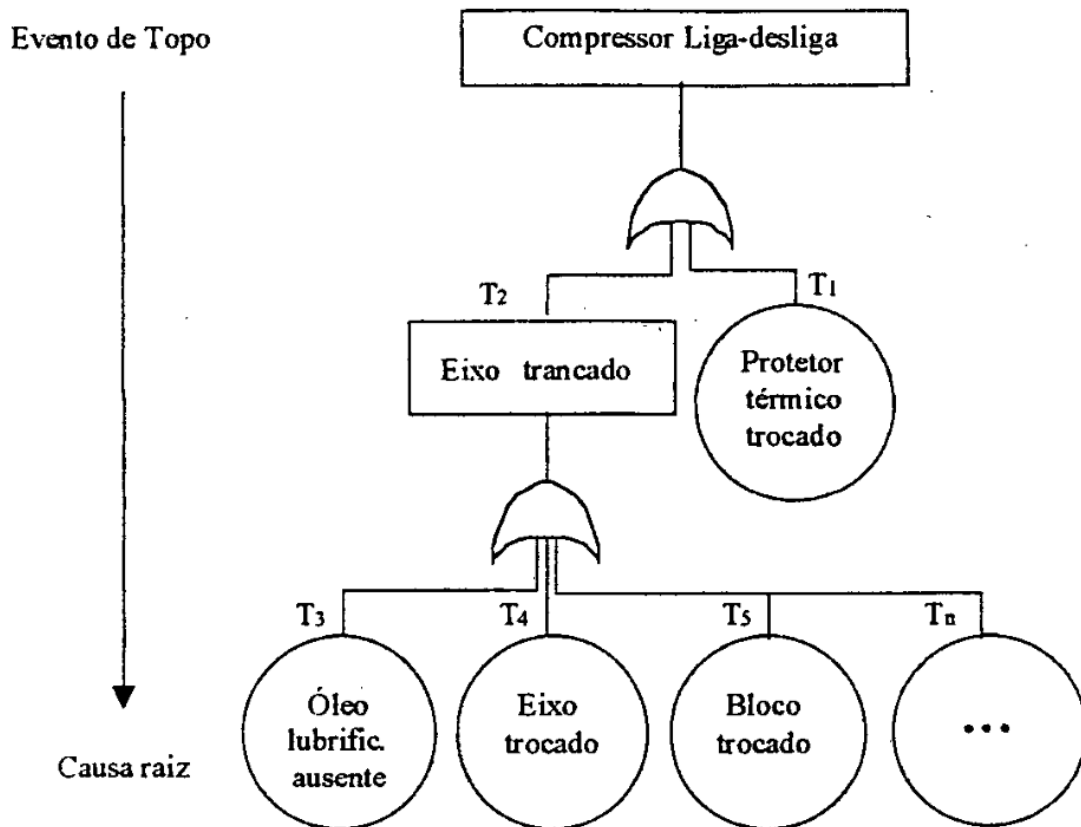


Figura 7 - Árvore de Falhas de um Compressor.

Fonte: Sakurada (2001 p.43)

## 1.4 Análise Preliminar de Perigos (APP)

Segundo (Fleming e Garcia, 1999; Alves, 2015 p.34).

Análise Preliminar de Perigo (APP), também denominada Análise Preliminar de Risco (APT), é uma técnica que foi desenvolvida especificamente para aplicações nas etapas de planejamento de projetos, visando a uma identificação precoce das situações indesejadas, o que possibilita a adequação do projeto antes que os recursos de grande monta tenham sido comprometidos.

A Análise Preliminar de Perigo é uma metodologia indutiva estruturada para identificar os potenciais perigos decorrentes da instalação de novas unidades e sistemas ou da própria operação da planta que opera com materiais perigosos. Esta metodologia pode ser empregada para sistemas em início de desenvolvimento ou na fase inicial do projeto, quando apenas os elementos básicos do sistema e os materiais estão definidos. Pode também ser usada como revisão geral de segurança de sistemas/instalações já em operação.

Trata-se, portanto, de uma técnica de potencial emprego em EIA, pois não exige o detalhamento da instalação industrial a ser analisado. Essa técnica está descrita como a técnica a ser utilizada nos manuais da (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) CETESB.

Preparam-se planilhas nas quais, para cada perigo identificado, são levantadas suas possíveis causas, efeitos potenciais e medidas básicas de controle aplicavam (preventivas ou corretivas). Além da identificação, os perigos são também avaliados com relação à frequência e grau de severidade de suas consequências. A APP pode ser uma etapa inicial, seguida de outras ferramentas de análise. Segundo o Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos (Norma P4.261) da CETESB, a APP é uma técnica que teve origem no programa de segurança militar do Departamento de Defesa dos EUA. Trata-se de uma técnica estruturada que tem por objetivo identificar os perigos presentes numa instalação, que podem ser ocasionados por eventos indesejáveis. Essa técnica pode ser utilizada em instalações na fase inicial de desenvolvimento, nas etapas de projeto ou mesmo em unidades já em operação, permitindo, nesse caso, a realização de uma revisão dos aspectos de segurança existentes. A APP deve focalizar todos os eventos perigosos cujas falhas tenham origem na instalação em análise, contemplando tanto as falhas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, quanto os erros humanos. Também deve examinar maneiras pelas quais a energia ou material do processo pode ser liberado de forma descontrolada. Na APP devem ser identificados os perigos, as causas e os efeitos (consequências) sobre pessoas e meio ambiente e as categorias de severidade correspondentes, bem como as observações e recomendações pertinentes aos perigos identificados, devendo os resultados ser apresentados em planilha padronizada. Assim, concluímos que a APP é uma

avaliação qualitativa dos riscos. É precursora de outras análises. A elaboração da APP compreende as etapas definição dos objetivos e do escopo da análise;

- Definição das fronteiras do processo (instalação);
- Coleta de informações sobre a região, a instalação e os perigos envolvidos;  
ff subdivisão do processo (instalação) em módulos;
- Realização da APP com o preenchimento da planilha com os dados levantados;
- Elaboração das estatísticas dos cenários identificados por categorias de risco, utilizando as tabelas de frequência e severidade análise dos resultados.

Para o desenvolvimento da APP, necessitaremos ter o conhecimento das informações descritas no Quadro 1.

Região	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados demográficos</li> <li>• Dados climatológicos</li> </ul>
Instalações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Premissas de projeto</li> <li>• Especificações técnicas de projeto</li> <li>• Especificações de equipamentos</li> <li>• Layout da instalação</li> <li>• Descrição dos principais sistemas de proteção de segurança</li> </ul>
Substâncias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriedades físico-químicas</li> <li>• Características de inflamabilidade</li> <li>• Características de toxicidade</li> </ul>

**Quadro 1 – Informações necessárias para a elaboração da APP.**

Fonte: Cetesb (2003 p.35)

Inicialmente, no processo de levantamento dos dados, utiliza-se a planilha no modelo a seguir (Quadro 2).

PERIGO	CAUSA	EFEITO	CATEGORIA DE SEVERIDADE	OBSERVAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

**Quadro 2 – Modelos de planilhas para a elaboração da APP.**

Fonte: Cetesb (2003 p.35)

Conforme o exemplo citado por Fleming e Garcia (1999 e citado por Alves 2015)

Como exemplo, consideremos um processo que utilizará H<sub>2</sub>S líquido bombeado. O analista de APP só dispõe da informação de que esse produto será usado no processo e nenhum outro detalhe do projeto. O analista sabe que o H<sub>2</sub>S é tóxico e identifica sua liberação como um perigo. Estuda então as causas para essa liberação:

- O cilindro pressurizado vaza ou rompe-se;
- O processo não consome todo H<sub>2</sub>S;
- As linhas de alimentação de H<sub>2</sub>S apresentam vazamento ou ruptura;
- Ocorre um vazamento durante o recebimento do H<sub>2</sub>S na planta.

Ainda conforme Fleming e Garcia (1999 e citado por Alves 2015 p.36)

O analista determina, então, o efeito dessas causas. Nesse caso, havendo liberações maiores, poderão ocorrer mortes. A tarefa seguinte consiste em oferecer orientação e critérios para os projetistas aplicarem no projeto da planta, reconhecendo cada um dos mecanismos de liberação em potencial significativos. Por exemplo, para o primeiro item, vazamento no cilindro, o analista poderia recomendar:

- Estudar um processo que armazene substâncias alternativas de menor toxidez, capazes de gerar o H<sub>2</sub>S de acordo com as necessidades da operação;
- Instalar um sistema de alarme na planta;
- Minimizar o armazenamento local do H<sub>2</sub>S, sem excesso de manuseio ou de entregas, como, por exemplo, armazenamento das necessidades de produção para um período de duas semanas a um mês;

- Desenvolver um procedimento de inspeção de cilindros;
- Estudar um recipiente cilíndrico dotado de um sistema de inundação disparado por um detector de vazamentos;
- Instalar o cilindro de maneira a facilitar o acesso por ocasião das entregas, mas distante do tráfego de outras plantas;
- Sugerir o desenvolvimento de um programa de treinamento para todos os empregados, a respeito dos efeitos do H<sub>2</sub>S e das práticas de emergência, a ser entregue a todos os empregados, antes da ativação inicial da planta e, subsequentemente, a todos os novos empregados, junto com um estudo de um programa semelhante para os vizinhos da planta.

### Registro dos resultados

Os resultados da APP são registrados convenientemente num formulário (Quadro 3), que mostra os perigos identificados, as causas, o modo de detecção, efeitos potenciais, categorias de frequência e severidade e risco, as medidas corretivas/preventivas e o número do cenário.

Análise Preliminar de Perigos (APP)								
Companhia:		Subsistema:			Referência:			Data:
Perigo	Causa	Modo de Detecção	Efeito	Cat. Freq.	Cat. Sev.	Cat. Risco	Recomendações & Observações	Identificador de Cenário

**Quadro 3 – Modelos de planilhas para apresentação final da APP.**

Fonte: Fleming e Garcia (1999 p.36)

Conforme Fleming e Garcia (1999 e citado por Alves 2015 p.37)

A seguir, detalhamos o preenchimento de cada coluna.

#### 1ª coluna: Perigo

Esta coluna contém os perigos identificados para o módulo de análise em estudo. De uma forma geral, os perigos são eventos acidentais que têm potencial para causar danos às instalações, aos operadores, ao público ou ao meio ambiente.

Portanto, os perigos referem-se a eventos como a liberação de material inflamável e tóxico.

### **2ª coluna: Causa**

As causas de cada perigo são discriminadas nesta coluna. Essas causas podem envolver tanto falhas intrínsecas de equipamentos (vazamentos, rupturas, falhas de instrumentação etc.) quanto erros humanos de operação e manutenção.

### **3ª coluna: Modo de Detecção**

Os modos disponíveis na instalação para a detecção do perigo identificado na primeira coluna foram relacionados nesta coluna. A detecção da ocorrência do perigo tanto pode ser realizada através de instrumentação (alarmes de pressão, de temperatura etc.) quanto através de percepção humana (visual odor etc.).

### **4ª coluna: Efeito**

Os possíveis efeitos danosos de cada perigo identificado são listados nesta coluna.

Os principais efeitos dos acidentes envolvendo substâncias inflamáveis e tóxicas incluem:

- Incêndio em nuvem;
- Explosão de nuvem;
- Formação de nuvem tóxica.

### **5ª coluna: Categoria de Frequência do Cenário**

No âmbito da APP, um cenário de acidente é definido como o conjunto formado pelo perigo identificado, suas causas e cada um dos seus efeitos. Como exemplo de cenário de acidente possível, podemos mencionar uma grande liberação de substância inflamável devido à ruptura de tubulação, podendo levar à formação de uma nuvem inflamável e tendo como consequência incêndio ou explosão da nuvem. De acordo com a metodologia de APP adotada, os cenários de acidentes foram classificados em categorias de frequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência para cada um dos cenários identificados, conforme indicado a seguir, na **Tabela 1**.

### **6ª coluna: Categoria de Severidade**

Também de acordo com a metodologia de APP adotada, os cenários de acidentes foram classificados em categorias de severidade, as quais fornecem uma indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada um dos cenários identificados. As categorias de severidade utilizadas no presente trabalho estão descritos a seguir, na **Tabela 1**.

**7ª coluna: Categoria de Risco**

Combinando-se as categorias de frequência com as de severidade obtém-se a Matriz de Riscos, conforme descrito no **Quadro 4**, o qual fornece uma indicação qualitativa do nível de risco de cada cenário identificado na análise.

**8ª coluna: Medidas/Observações**

Esta coluna contém as medidas que devem ser tomadas para diminuir a frequência ou severidade do acidente ou quaisquer observações pertinentes ao cenário de acidente em estudo. A letra E (Existente) nesta coluna indica que as medidas já foram tomadas.

**9ª coluna: Identificador do Cenário de Acidente**

Esta coluna contém um número de identificação do cenário de acidente. Foi preenchida sequencialmente para facilitar a consulta a qualquer cenário de interesse.

**Tabela 1 – Categorias de frequências de ocorrência dos cenários.**

Categoria	Denominação	Faixa de Frequência (anual)	Descrição
A	EXTREMAMENTE REMOTA	$f < 10^{-4}$	Extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do processo / instalação
B	REMOTA	$10^{-4} < f < 10^{-3}$	Não esperando ocorrer durante a vida útil do processo / instalação
C	IMPROVÁVEL	$10^{-3} < f < 10^{-2}$	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil do processo / instalação
D	PROVÁVEL	$10^{-2} < f < 10^{-1}$	Provável de ocorrer durante a vida útil do processo / instalação.
E	FREQUENTE	$f > 10^{-1}$	Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil do processo / instalação.

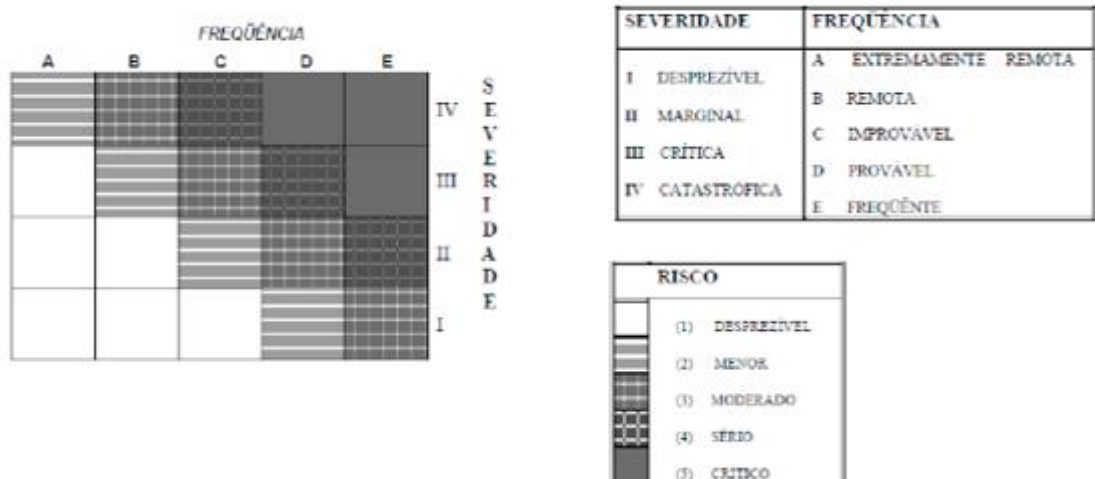
Fonte: Camacho (2004 p.38)

Tabela 2 – Categorias de frequências de ocorrência dos cenários.

CATEGORIA DE SEVERIDADE	EFEITOS
I – Desprezível	Nenhum dano ou dano não mensurável.
II – Marginal	Danos irrelevantes ao meio ambiente e à comunidade externa.
III – Crítica	Possíveis danos ao meio ambiente devido a liberações de substâncias químicas tóxicas ou inflamáveis, alcançando áreas externas à instalação. Pode provocar lesões de gravidade moderada na população externa ou impactos ambientais como reduzido tempo de recuperação.
IV – Catastrófica	Impactos ambientais devido a liberação de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, atingindo áreas externas às instalações. Provoca mortes ou lesões graves na população externa ou impactos ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado.

Fonte: Camacho (2004 p.38)

A classificação dos riscos é obtida pela combinação das tabelas de frequências e de severidade, como podemos na Figura 8.



**Figura 8 – Matriz de classificação de risco – APP**

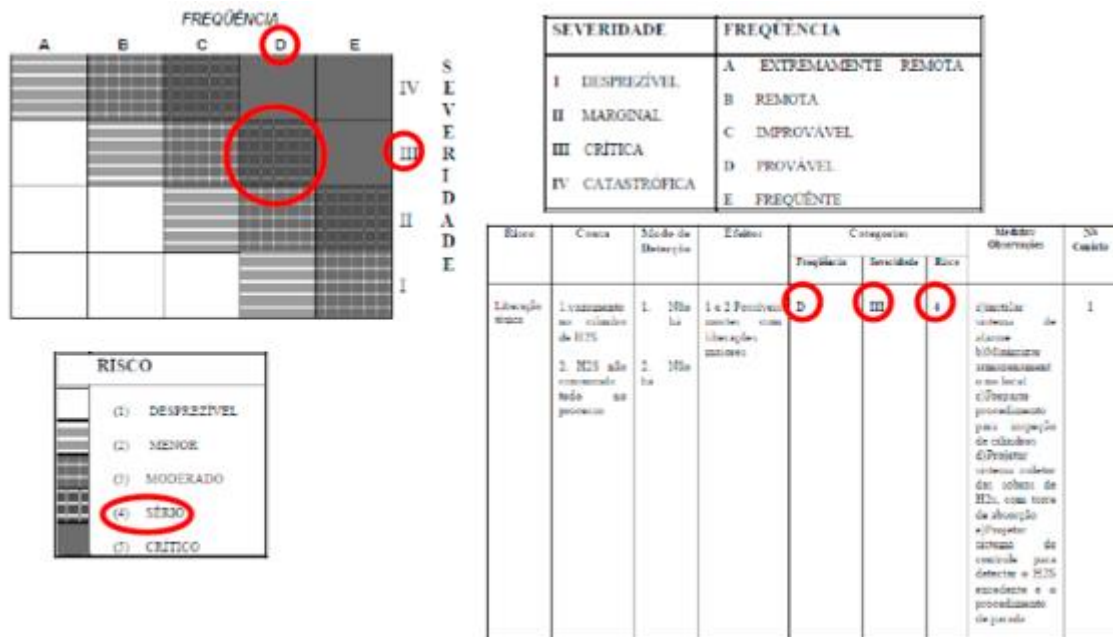
Fonte: Amorim (2013 p.39)

De acordo com o problema apresentado no exemplo anterior, poderemos ter como resultado final a planilha a seguir (Quadro 4).

Risco	Causa	Modo de Detecção	Efeitos	Categorias			Medida / Observações	Nº Cenário
				Frequência	Severidade	Risco		
Liberação tóxica	1. Vazamento no cilindro de H2S 2. H2S não consumido todo no processo	1. Não há 2. Não há	1 e 2 Possíveis mortes com liberações maiores	D	III	4	a) instalar sistema de alarme b) Minimizar armazenamento no local c) Preparar procedimento para inspeção de cilindros d) Projetar sistema coletor das sobras de H2s, com torre de absorção e) Projetar sistema de controle o H2S excedente e o procedimento de parada	1

**Quadro 4 – Exemplo de apresentação do resultado final da APP.**

Fonte: Amorim (2013 p.39)



**Figura 9 – Exemplo de apresentação do resultado final da APP.**

Fonte: Amorim (2013 p.40)

Conforme citado por Alves (2015 p.40) e descrito na Norma P4.261 da CETESB,

O relatório final de apresentação da APP deve conter a seguinte estrutura:

- Descrição dos objetivos e escopo da análise;
- Descrição do sistema, contemplando aspecto de operação, manutenção e possíveis modificações;
- Descrição da metodologia e critérios adotados na análise;

Ainda citado por Alves (2015 p.41)

Apresentação da Análise Preliminar de Riscos, contendo:

- Modelos de análise;
- Planilhas da APP;
- Estatísticas dos cenários de acidentes;
- Conclusões gerais com cenários de risco sério ou crítico identificados na APP;
- Referências bibliográficas;
- Anexos contendo os fluxogramas utilizados na APP

A seguir, apresentaremos as orientações para realização de Análise Preliminar de Risco (APR) descrito no Manual de Análise de Riscos (nº 01/2001) da FEPAM.

Esse documento apresenta os tópicos que deverão ser contemplados em trabalhos de APR de plantas industriais a serem apresentados à DICOPI/FEPAM.

Segundo Alves (2015 p.40)

A APR, também conhecida como Análise Preliminar de Perigos (APP), é uma técnica qualitativa para identificação de possíveis cenários de acidentes em uma dada instalação. Deve ser elaborada obedecendo à seguinte estrutura:

1. Objetivo da aplicação da APR e abrangência de análise;
2. Descrição do sistema analisado, com ênfase em operação, manutenção e em prováveis alterações a serem propostas para o sistema;
3. Metodologia utilizada, ressaltando os critérios aplicados na análise;
4. Apresentação do sistema analisado, identificando os módulos de análise e apresentando as planilhas correspondentes com estatística dos cenários dos acidentes arrolados pela técnica;
5. Apresentação das conclusões gerais da APR, arrolando os cenários de risco sério ou crítico identificados;
6. Listagem das recomendações decorrentes da análise;
7. Referências bibliográficas;
8. Deverão integrar o estudo a ser encaminhado todos os fluxogramas utilizados na APR;

9. Deverão integrar os anexos: plantas da fábrica com identificação de todas as unidades e entorno da unidade fabril com discriminação dos usos. Por ser uma atividade que envolve conhecimento em diversas áreas, a equipe responsável pela elaboração da APR deve ser formada por uma equipe multidisciplinar. Deverá constar do trabalho, a relação de todos os participantes da equipe, bem como suas funções no grupo e na empresa. Preferencialmente, a equipe que realizará a APR deverá ser composta de:

1. Um especialista em análise de riscos, que deve explicar aos demais membros do grupo como se faz a aplicação da técnica e conduzir as reuniões;
2. Um membro da gerência da planta;
3. Um engenheiro de projeto;
4. Um engenheiro ou técnico ligado à produção;
5. Um engenheiro de instrumentação;
6. Um técnico envolvido nas rotinas operacionais do setor avaliado;
7. Um secretário. De acordo com a metodologia da APR, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de frequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário identificado, conforme exemplificado na Tabela 3.

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b>	<b>Muito Improvável</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cenário que dependem de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.</b></li> </ul>
<b>B</b>	<b>Improvável</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperando de ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação.</b></li> </ul>
<b>C</b>	<b>Ocasional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humano ou equipamento).</b></li> </ul>
<b>D</b>	<b>Provável</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Esperando uma ocorrência durante a vida útil do sistema.</b></li> </ul>
<b>E</b>	<b>Frequente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrado no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.</b></li> </ul>

**Quadro 5 – Categorias de frequência da APP.**

Fonte: Fepam (2001 p. 41)

Ainda de acordo com Alves (2015 p.42)

A metodologia da APR, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de severidade, as quais fornecem uma indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário identificado.

No Quadro 6 são exemplificadas as categorias de severidade que poderão ser utilizadas.

Categoria	Denominação	Descrição/Características
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais.</li> </ul>
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Com potencial para causar ferimentos ao pessoal ou pequeno dano ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da instalação, controlável.</li> </ul>
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.</li> </ul>
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Com potencial para causar várias vítimas fatais. Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/ tempo) às instalações.</li> </ul>

Obs. Para classificação de um cenário em uma dada categoria de severidade não é necessário que todos os aspectos previstos na categoria estejam incluídos nos possíveis efeitos deste acidente.

Fonte: Fepam (2001 p.42)

### Quadro 6 – Categorias de severidade da APP

As categorias de frequência e severidade podem ser combinadas para se gerar categorias de risco. Na Figura 10, tem-se uma possível definição das categorias de risco mencionadas.

		<i>Severidade</i>			
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Frequência	<b>E</b>	3	4	5	5
	<b>D</b>	2	3	4	5
	<b>C</b>	1	2	3	4
	<b>B</b>	1	1	2	3
	<b>A</b>	1	1	1	2
<b>Critério utilizado para frequência:</b>		<b>Critério utilizado para severidade:</b>		<b>Critério utilizado Para risco:</b>	
A = Muito Improvável		I = Desprezível		1 = Desprezível	
B = Improvável		II = Marginal		2 = Menor	
C = Ocasional		III = Crítica		3 = Moderado	
D = Provável		IV = Catastrófica		4 = Sério	
E = Frequente				5 = Crítico	

**Figura 10 – Matriz de classificação de risco – APP.**

Fonte: Fepam (2001 p. 42)

Ainda de acordo com Alves (2015 p.42)

Depois de realizado o preenchimento da planilha, deve-se fazer um levantamento do número de cenários identificados em cada uma das combinações de classe de frequência e de severidade, montando-se uma tabela tal como a Figura 11.

		<i>Severidade</i>			
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Frequência	<b>E</b>	$n_{EI}$	$n_{EII}$	$n_{EIII}$	$n_{EIV}$
	<b>D</b>	$n_{DI}$	$n_{DII}$	$n_{DIII}$	$n_{DIV}$
	<b>C</b>	$n_{CI}$	$n_{CII}$	$n_{CIII}$	$n_{CIV}$
	<b>B</b>	$n_{BI}$	$n_{BII}$	$n_{BIII}$	$n_{BIV}$
	<b>A</b>	$n_{AI}$	$n_{AII}$	$n_{AIII}$	$n_{AIV}$

**Figura 11 – Matriz de classificação de risco – APP.**

Fonte: Fepam (2001 p. 43).

### 1.5 “E Se” (What IF)

Citado por Alves (2015 p.54).

O procedimento What-If é uma técnica de análise geral, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil para uma abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos, tanto na fase de processo, projeto ou pré-operacional, não sendo sua utilização unicamente limitada às empresas de processo.

O procedimento What-If é uma técnica de análise geral, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil para uma abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos, tanto na fase de

processo, projeto ou pré-operacional, não sendo sua utilização unicamente limitada às empresas de processo.

Segundo Varejão (2009 p.33), para aplicar o what-If segue alguns passos básicos a seguir:

c) **Reunião organizacional:** com a finalidade de discutir procedimentos, programação de novas reuniões, definição de metas para as tarefas e informação aos integrantes sobre o funcionamento do sistema sob análise;

d) **Reunião de revisão de processo:** para os integrantes ainda não familiarizados com o sistema em estudo;

e) **Reunião de formulação de questões:** formulação de questões "O QUE - SE...", começando do início do processo e continuando ao longo do mesmo, passo a passo, até o produto acabado colocado na planta do cliente;

f) **Reunião de respostas às questões (formulação consensual):** em sequência à reunião de formulação das questões, cabe a responsabilidade individual para o desenvolvimento de respostas escritas às questões. As respostas serão analisadas durante a reunião de resposta às questões, sendo cada resposta categorizada como:

- Resposta aceita pelo grupo tal como submetida;
- Resposta aceita após discussão e/ou modificação;
- Aceitação postergada, em dependência de investigação adicional. O consenso grupal é o ponto-chave desta etapa, onde a análise de riscos tende a se fortalecer;

**g) Relatório de revisão dos riscos do processo:** o objetivo é documentar os riscos identificados na revisão, bem como registrar as ações recomendadas para eliminação ou controle dos mesmos.

**g) Relatório de revisão dos riscos do processo:** o objetivo é documentar os riscos identificados na revisão, bem como registrar as ações recomendadas para eliminação ou controle dos mesmos.

Nas culturas empresariais mais eficientes no controle de riscos, os procedimentos dos departamentos técnicos e as equipes de análises produzem revisões rápidas e eficientemente. Ainda segundo Varejão (2009), o procedimento What-If é uma técnica de análise geral, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil para uma abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos, tanto na fase de processo, projeto pré-operacional, sendo sua utilização unicamente limitada às empresas de processo.

Nas culturas empresariais mais eficientes no controle de riscos, os procedimentos dos departamentos técnicos e as equipes de análises produzem revisões rápida e eficientemente. Ainda segundo Varejão (2009), o procedimento What-If é uma técnica de análise geral, qualitativa, cuja aplicação é bastante simples e útil para uma abordagem em primeira instância na detecção exaustiva de riscos, tanto na fase de processo, projeto pré-operacional, sendo sua utilização unicamente limitada às empresas de processo. de eventuais cenários que envolvem situações de falhas dos materiais utilizados e outros fatores externos que lhe estão associados. Esta avaliação deverá ser realizada com uma equipe experiente no processo em causa e equipamentos que lhe estejam associados.

A finalidade do What-If é testar possíveis omissões em projetos, procedimentos e normas e ainda aferir comportamento, capacitação pessoal e no ambiente de trabalho com o objetivo de proceder a identificação e tratamento de riscos.

A finalidade do What-If é testar possíveis omissões em projetos, procedimentos e normas e ainda aferir comportamento, capacitação pessoal e no ambiente de trabalho com o objetivo de proceder a identificação e tratamento de riscos.

Segundo Varejão (2009 p.32).

A finalidade do What-If é testar possíveis omissões em projetos, procedimentos e normas e ainda aferir comportamento, capacitação pessoal e no ambiente de trabalho com o objetivo de proceder a identificação e tratamento de riscos.

Para a aplicação, o What-If utiliza se de um sistemático técnico administrativa, que inclui princípios de dinâmica de grupo, devendo ser usado periodicamente, para garantir um bom resultado na revisão de riscos do processo.

Para a aplicação, o What-If utiliza se de um sistemático técnico administrativa, que inclui princípios de dinâmica de grupo, devendo ser usado periodicamente, para garantir um bom resultado na revisão de riscos do processo. Segundo Varejão (2009 p.32).

A aplicação do What If resulta uma revisão de um largo espectro de riscos, bem como a geração de possíveis soluções para os problemas levantados, além disso, estabelece um consenso entre as áreas de atuação como produção, processo e segurança quanto à forma mais segura de operacionalizar a planta. O relatório de procedimento fornece também um material de fácil entendimento, que serve como fonte de treinamento e base para revisões futuras.

A aplicação do What If resulta uma revisão de um largo espectro de riscos, bem como a geração de possíveis soluções para os problemas levantados, além disso, estabelece um consenso entre as áreas de atuação como produção, processo e segurança quanto à forma mais segura de operacionalizar a planta. O relatório de procedimento fornece também um material de fácil entendimento, que serve como fonte de treinamento e base para revisões futuras.

Esta técnica permite uma maior flexibilidade para o levantamento dos riscos durante o desenvolvimento das atividades de construção,

tendo como fator primordial a identificação de qualquer situação de perigo, sendo operacional ou não, adotando-se um relatório que é de fácil entendimento.

Esta técnica permite uma maior flexibilidade para o levantamento dos riscos durante o desenvolvimento das atividades de construção, tendo como fator primordial a identificação de qualquer situação de perigo, sendo operacional ou não, adotando-se um relatório que é de fácil entendimento.

Segundo pontes, Leite e Duarte (1997 )

O uso desta técnica mostrou-se relevante nos treinamentos dos trabalhadores, contribuindo para a redução do número de acidentes do trabalho. E em um melhor relacionamento entre os trabalhadores e as empresas de construção civil. A técnica What-If poderá ser utilizada, com muito êxito, em todas as atividades desempenhadas na construção civil, tais como: demolição, montagem do canteiro de obras, escavação, fundação, trabalho em concreto armado, revestimento e acabamento, instalações em geral e máquinas e equipamentos.

## **2 MÉTODO**

Neste trabalho iremos fundamentar com base em pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, conceitos utilizados pelos especialistas das áreas. Conceitos de empresas que adotaram as ferramentas e como foram beneficiadas pelas mesmas.

O objetivo deste trabalho é fundamentar com base em pesquisa bibliográfica, conceitos utilizados pelos especialistas das áreas e Conceitos aplicados nas empresas, que adotaram as ferramentas e como foram beneficiadas com a inclusão dos métodos junto às tarefas cotidianas e não cotidianas apresentadas.

### **2.1 Tipo de Pesquisa**

Para o desenvolvimento do Projeto Integrador I, buscamos o embasamento teórico nas pesquisas de livros, artigos científicos e revistas relativas ao assunto apresentado, nos proporcionando uma melhor maneira de detalhar cada ferramenta.

Para o desenvolvimento do Projeto Integrador I, buscamos o embasamento teórico nas pesquisas de livros, artigos científicos e revistas relativas ao assunto apresentado, nos proporcionando uma melhor maneira de detalhar cada ferramenta.

## 2.2 Local de Busca da Pesquisa

Para elaborar nosso Projeto Integrador, buscamos os mais diversos meios de busca possíveis, para reunir assuntos que abordasse as ferramentas selecionadas de uma forma clara e fácil de compreender trazendo ao leitor o conceito e exemplos de como cada item é essencial no desenvolvimento e na obtenção dos resultados desejados. Desta forma os locais mais visitados foram Primeiro a Biblioteca do campus onde estudamos o acervo digital do portal do aluno e Google Acadêmico de onde também colhemos artigos com embasamento técnicos aprofundados feitos por profissionais que utilizam destas ferramentas no seu ambiente de trabalho.

## 2.3 Período de Busca da Pesquisa

Nossa pesquisa teve início no dia 30/03/2015, com a procura de assuntos relacionados á AAF, APP e What-If. Com termino no dia 07/06/2015.

## 2.4 Critérios Adotados para Busca dos Artigos da Pesquisa

Adotamos o critério de buscarmos os assuntos em cima do que pessoas relacionadas á área de Segurança do Trabalho estudaram nos últimos anos, para podermos ter um embasamento teórico apurado já que até então sabíamos tão pouco sobre as ferramentas apresentadas, buscamos em teses de Doutorado, artigos de trabalho de conclusão de curso e principalmente em livros na própria biblioteca do nosso campus.

## 2.5 Palavras Chave

Foram usadas as seguintes palavras para encontramos o assunto:

Ferramenta WHAT IF, APP, AAF, Instrumentos de coleta de dados, adaptação da ferramenta na empresa, vantagem e desvantagem da ferramenta, como aplicar a ferramenta.

## **3 RESULTADO E DISCUSSÃO**

Nós consultamos alguns trabalhos sobre o tema, tais como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), apostilas utilizadas que empregavam os temas abortados, artigos de universidades, e a mídia eletrônica (Google Acadêmico).

Sentimos a grande dificuldade nas pesquisas sobre as ferramentas, os assuntos tratados pelos autores são de breve explicação, e quando encontrado não tinha o autor ou por quem escreveu tal tema. As ferramentas são de fácil entendimento podendo ser exploradas por diversas áreas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O grupo tem como avaliação geral a dificuldade da pesquisa do tema sobre as ferramentas apresentadas. Que cada ferramenta tem a sua aplicabilidade de maneira distinta e não é utilizada em conceitos que conhecemos em sala de aula. Aprendemos mais sobre cada uma delas e de como são atribuídas na detecção, análises e correções, qualquer área/setor pode utilizar qualquer ferramenta para melhora continua, deis de que os mesmos trabalhem em equipe.

## REFERÊNCIAS

DE CICCIO, F. M. G. A. F.; FANTAZZINI, M. L. **Introdução a Engenharia de Segurança de Sistemas**. São Paulo: Fundacentro, 1985.

HELMAN, Horácio e ANDERY, Paulo R. P. **Análise de falhas**: aplicação dos métodos de fmea e fta. Série Ferramentas da Qualidade. v. 11. Belo Horizonte: FCO/EEUFMG, 1995.

Kellner, M. I., Madachy, R. J., e Raffo, D. M., Software process simulation modeling: Why?

what? how?, *Journal of Systems and Software*, 46, pp. 91-105, 1999.

PESSOA, Gerisval A. **Notas de aula da disciplina PDCA e Seis sigmas**: metodologia e ferramentas da qualidade. São Luís: FAMA, 2010.

Zhou, G. e Chen, H., "What-if Analysis in MOLAP Environments", in *FSKD '09*, 2, 405-409,

Zhou, G. e Chen, H., "What-if Analysis in MOLAP Environments", in *FSKD '09*, 2, 405-409, 2009.

Artigo feito por Fabrício de Medeiros Eduardo Varejão, **Modelo de Gestão de Segurança pela atuação Preventiva sobre Causas de Incidentes Críticos em Processos de Produção Industrial**, 32 e 33 (2009).

### Sites:

Disponível em:

<[http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/2006/Teses/FILHO\\_SS\\_06\\_t\\_D\\_int.pdf](http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/2006/Teses/FILHO_SS_06_t_D_int.pdf)>. Acesso em 30 de março de 2015

Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/.../178025.pdf?>> Acesso em 04 de abril de 2015

Disponível em: <[http://www.bdtd.ndc.uff.br/tde\\_arquivos/14/TDE-2006-10-11T145419Z-485/Publico/dissertacao%20Eduardo.pdf](http://www.bdtd.ndc.uff.br/tde_arquivos/14/TDE-2006-10-11T145419Z-485/Publico/dissertacao%20Eduardo.pdf)> Acesso em 30 de março de 2015

Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/biologia/artigos/42909/analise-de-arvor-falhas-aaf#!1#ixzz3VpYEZXgw>> Acesso 28 de maio de 2015

Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=ptBR&q=analise+de+arvore+de+falhas&btnG=&lr>> Acesso em 30 de março de 2015

Disponível em: <[http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5350/arquivo3893\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5350/arquivo3893_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)> Acesso em: 30 de março de 2015

Disponível em: <[http://www3.dsi.uminho.pt/CAPSI2012/CD/submissions/capsi2012\\_submission\\_32.pdf](http://www3.dsi.uminho.pt/CAPSI2012/CD/submissions/capsi2012_submission_32.pdf)> Acesso em: 27 de abril de 2015.

Disponível em :<<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80128>>

Acesso em: 04 de Abril de 2015.

Disponível em: <[wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/.../FILHO\\_SS\\_06\\_t\\_D\\_int.pdf](http://wwwp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/inter/.../FILHO_SS_06_t_D_int.pdf)> Acesso em: 06 de junho de 2015.

Disponível em: <[www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998\\_art367.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art367.pdf)> Acesso em; 01 de junho de 2015.

Disponível em: <[repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/59366/1/000134977.pdf](http://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/59366/1/000134977.pdf)> Acesso em: 15 de maio de 2015.

.