



# ENGENHARIA DE QUALIDADE

**Aula 06 - Análise da Árvore de Falhas (FTA).**

Professor: Douglas Aquino Moreno





01

# Contextualização



# Contextualização



- Primeira Revolução Industrial (1820 – 1840)
- Primeiro método estatístico de inspeção (Shewhart – 1920)
- Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945)
- Crescimento econômico do Japão (1950 – 1966)
- Criação do método FTA por H. A. Watson (1962)
- Adoção do FTA pela Boeing no projeto de aeronaves civis (1966)
- Fusão parcial do reator nuclear em Three Mile Island (1979)
- Desastre do ônibus espacial Challenger (1986)



# Contextualização



- O método da Análise da Árvore de Falhas (FTA – Fault Tree Analysis, foi desenvolvido) por volta de 1960. Idealizado por W.A. Watson, da empresa Bell Laboratories e aperfeiçoada pela Boeing Corporation. É amplamente utilizado na indústria aeroespacial, automobilística, química, nuclear e indústrias de software. Em que são priorizados em especial, os eventos relacionados à confiabilidade e segurança.
- O método consiste em um processo gráfico, é lógico e dedutivo, partindo de um evento indesejado e pré-definido (Evento topo – Top-Down). Faz-se a exploração das possíveis causas de tal evento a nível de sistema.



# Objetivos



- Ela é um registro tangível da análise sistemática da lógica e causas básicas que levam ao evento de topo. Com isso fornece uma estrutura para avaliação qualitativa e quantitativa completa do evento de topo.
  - Identificar exaustivamente as causas de uma falha;
  - Identificar as deficiências de um sistema;
  - Avaliar um projeto proposto para sua confiabilidade e segurança;
  - Identificar os efeitos de erros humanos;
  - Priorizar eventos que contribuem para a avaria;
  - Identificar atualizações efetivas de um sistema;
  - Quantificar a probabilidade de falha e fatores que a favorecem;
  - Otimizar testes e manutenções.



# Definição do Método

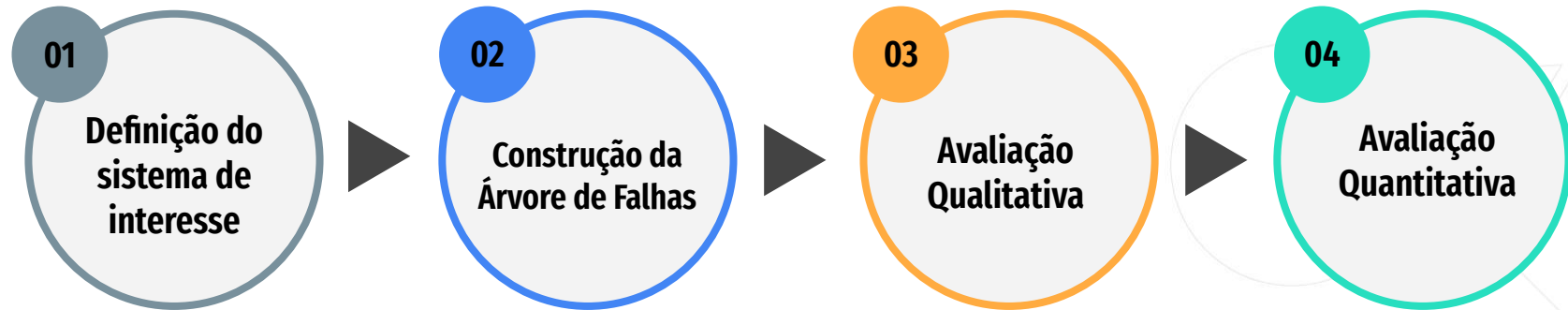


FTA é um método dedutivo de análise de falhas do topo para baixo (top-down) no qual a falha ou estado indesejado de um sistema é o evento do topo e é relacionado a outros eventos (falhas) menores em baixo por meio de lógica booleana. É utilizado para entender como sistemas podem falhar, identificar as melhores maneiras de reduzir riscos e determinar a probabilidade de falhas.

# Metodologia



A metodologia para a análise de árvore de falhas segue 4 passos:





# 1. Definição do Sistema



- Consiste na definição de um evento indesejado
- É necessário conhecer:
  - Funções e características do sistema
  - Operação e modos de falha do sistema (controles, interfaces, etc.)
  - Interação entre componentes (Fluxograma)
  - Especificações técnicas (limites operacionais, necessidade de monitoramento, manutenção, etc.) dos componentes





## 2. Construção da Árvore de Falhas

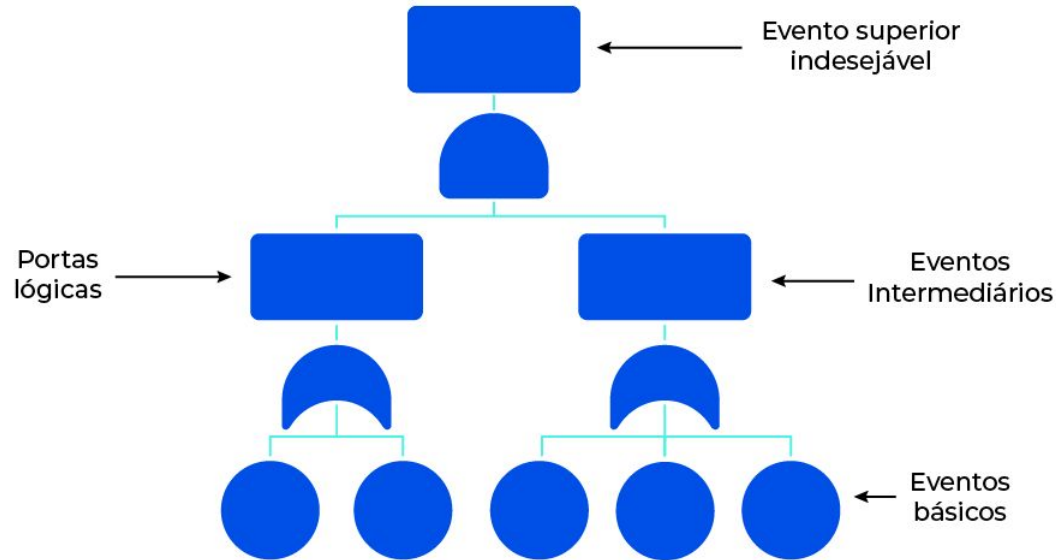


1. Definir o evento superior como um retângulo;
2. Determinar os eventos imediatos necessários e suficientes que resultem no evento de topo;
3. Desenhe a porta apropriada para descrever a lógica dos eventos intermediários resultando no evento superior;
4. Tratar cada evento intermediário como um evento de nível superior intermediário;
5. Determinar as causas imediatas, necessárias e suficientes para cada evento intermediário;
6. Determinar a porta apropriada e continuar o processo.

Como podemos entender nessa sequência de desenvolvimento, essa metodologia faz parte de um evento indesejado.



## 2. Construção da Árvore de Falhas

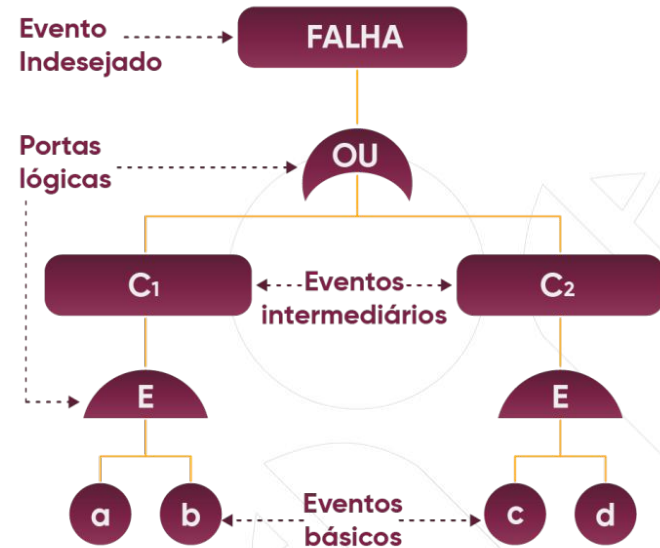




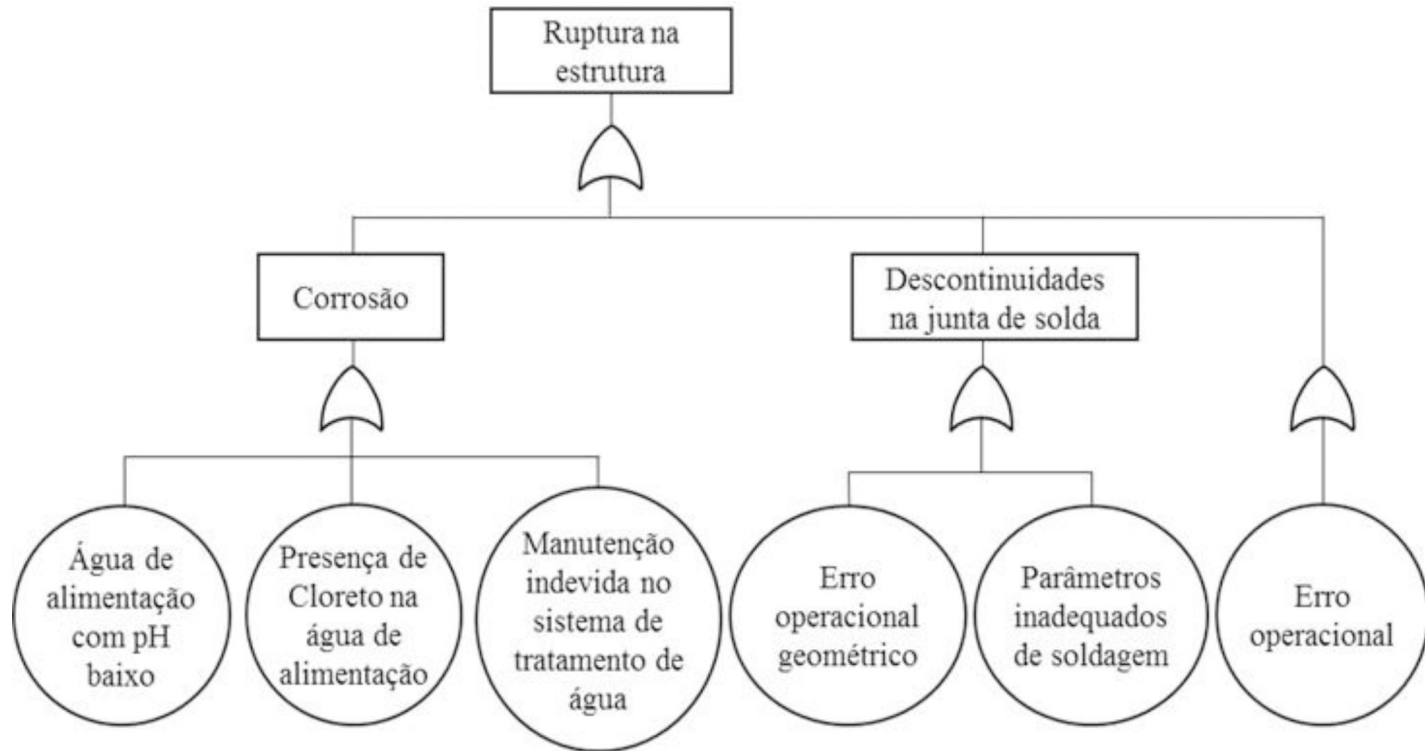
## 2. Construção da Árvore de Falhas



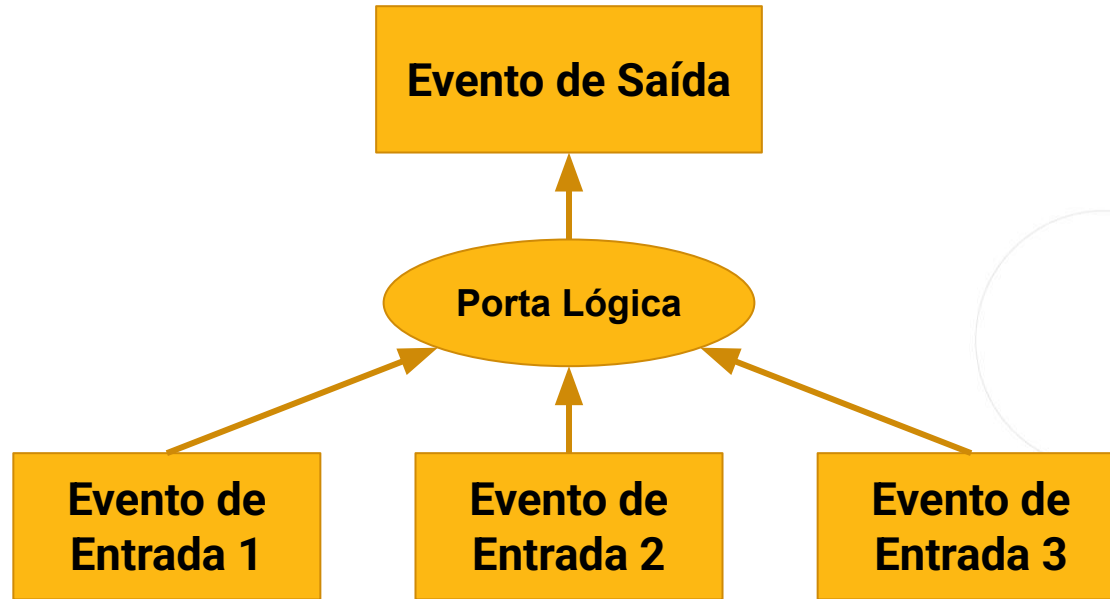
- Análise Top-Down:
  - Hierarquia
  - Evento topo – Evento indesejável (Ruptura, Explosão, etc.)
  - Eventos e condições secundários
- Relacionamento entre eventos: utilização de portas lógicas
- Utilização de dados quantitativos (dados históricos, probabilidade, etc.)



## 2. Construção da Árvore de Falhas



# Simbologia Básica



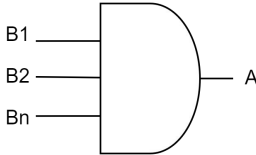
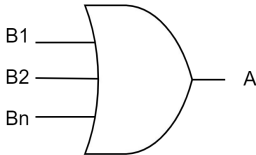
Fonte: Sakurada, 2001



# Simbologia Básica



- Portas Lógicas

Símbolo	Nome	Relação Causal
	E	O evento de saída "A" ocorre se todos os eventos de entrada "B1, B2, .... Bn" ocorrem simultaneamente.
	OU	O evento de saída "A" ocorre se qualquer um dos eventos "B1, B2, .... Bn" ocorrer ou qualquer combinação destes ocorrer.

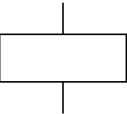
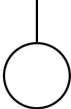
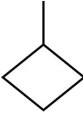

Fonte: Sakurada, 2001



# Simbologia Básica



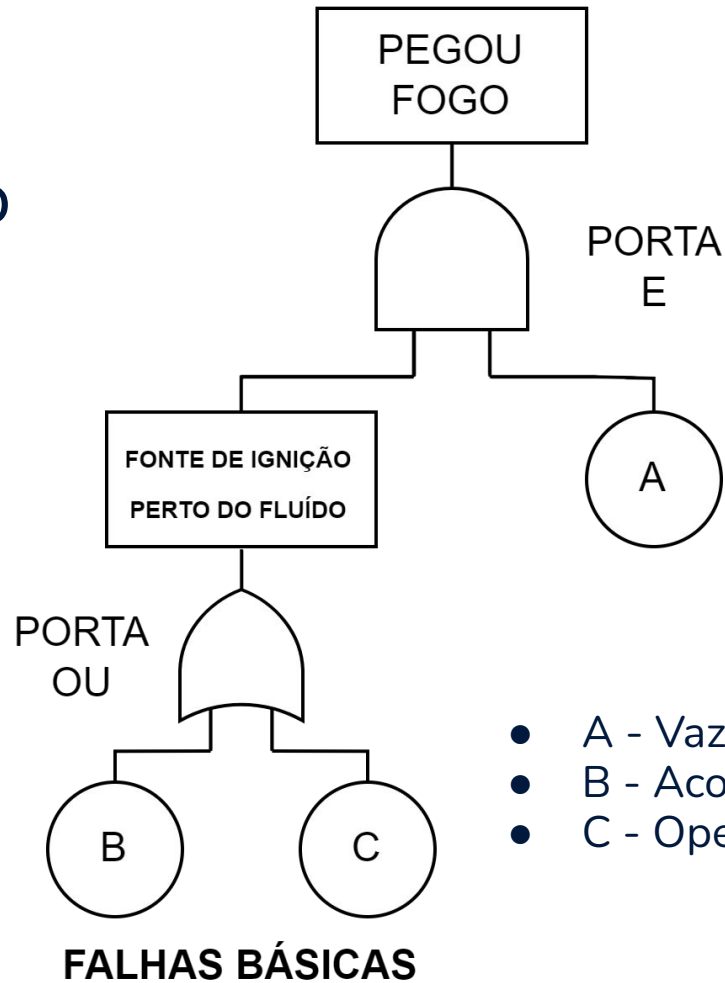
- Representação dos eventos

 Retângulo	Evento Representado por uma porta lógica.
 Círculo	Evento básico com dados suficientes.
 Losango	Evento não desenvolvido.
 Transfer out e Transfer in	Símbolo transferência.

Fonte: Sakurada, 2001



## Exemplo



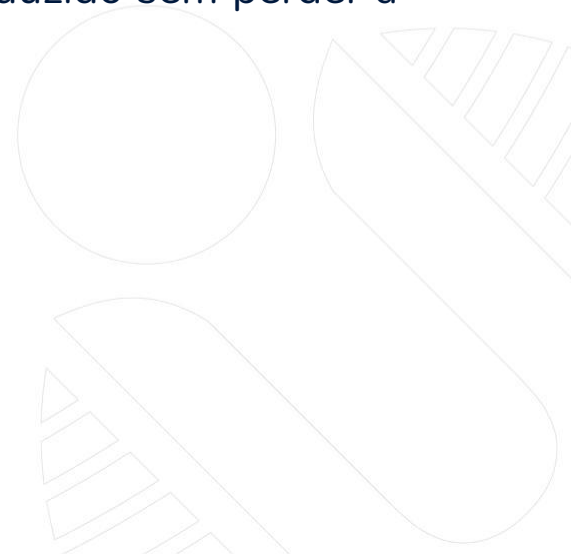




### 3. Análise qualitativa



- Determinação dos “cortes mínimos”
- Cortes – conjunto de falhas que se ocorrerem implica na ocorrência do evento topo
- Corte mínimo – quando o corte não puder ser reduzido sem perder a condição de corte
- Análise da “ordem” dos cortes





# Exemplo



Conjunto de Cortes:  
(1,1); (1,3); (1,4); (2,1); (2,3); (2,4);

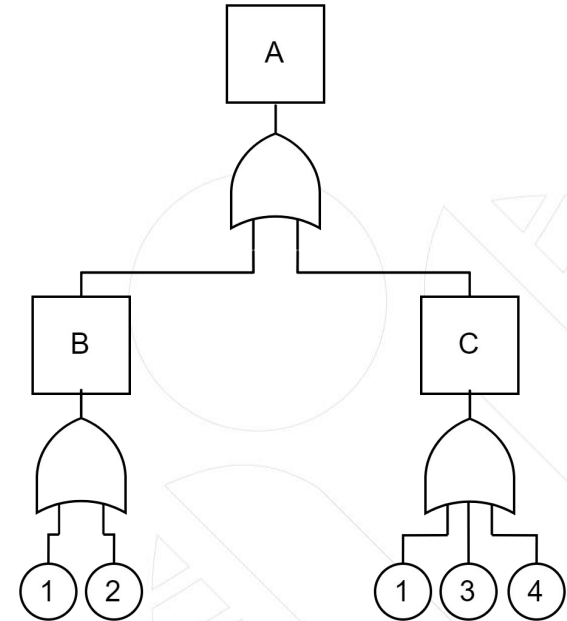


Corte Mínimo:  
(1); (2,3); (2,4)

Um corte mínimo de 1ª ordem e dois de 2ª ordem  
**Quanto menor a ordem do corte mais crítico é o corte**



**Falhas mais críticas que desejamos evitar!**





## 4. Análise Quantitativa



- Processo mais difícil - Avaliação da probabilidade de ocorrência dos eventos
- Estatística
- indicadores:
  - Probabilidade de falha
  - Taxa de falha
  - Tempo médio de Reparo (MTTR)
  - Tempo médio entre falhas (MTBF)
  - Disponibilidade





## 4. Análise Quantitativa



- Dados históricos da empresa
- Ensaio de bancada
- Análise de risco
- Simulação computacional:
  - CAFTA – Electric Power Research Institute (EPRI)
  - SAPHIRE – Idaho National Laboratory
  - SCRAM
  - Programação R (Pacote FaultTree)





# Para que serve?



A análise da árvore de falhas é uma ótima ferramenta para trazer mais produtividade para a sua empresa, já que ajuda a:

- **Diagnosticar a causa raiz de uma falha:** assim é possível tratar a fonte do problema para que ele não cause novas falhas;
- **Perceber como o sistema pode falhar:** abrindo espaço para a prevenção dessas falhas por meio de planos de ação;
- **Determinar os riscos associados ao sistema:** favorecendo a elaboração de análises de risco;
- **Identificar medidas para reduzir o risco:** de modo a trazer mais confiabilidade para a operação;
- **Estimar a frequência de acidentes de segurança:** para preservar a saúde e segurança do trabalho.



# Vantagens

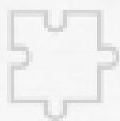


Ainda que o principal benefício da árvore de falhas seja a oportunidade de tratar a causa raiz do problema, o método também traz outras vantagens para a empresa:

- Aumentar a conformidade com as normas de segurança;
- Mapear a relação entre falhas e subsistemas;
- Estabelecer prioridades para o sistema no seu conjunto;
- Implementar mudanças ao projeto ainda na fase conceitual para diminuir o risco;
- Fazer uma avaliação probabilística de risco;
- Diminuir o risco de paradas não programadas;
- Reduzir custos.

02

# Atividade





# Atividade



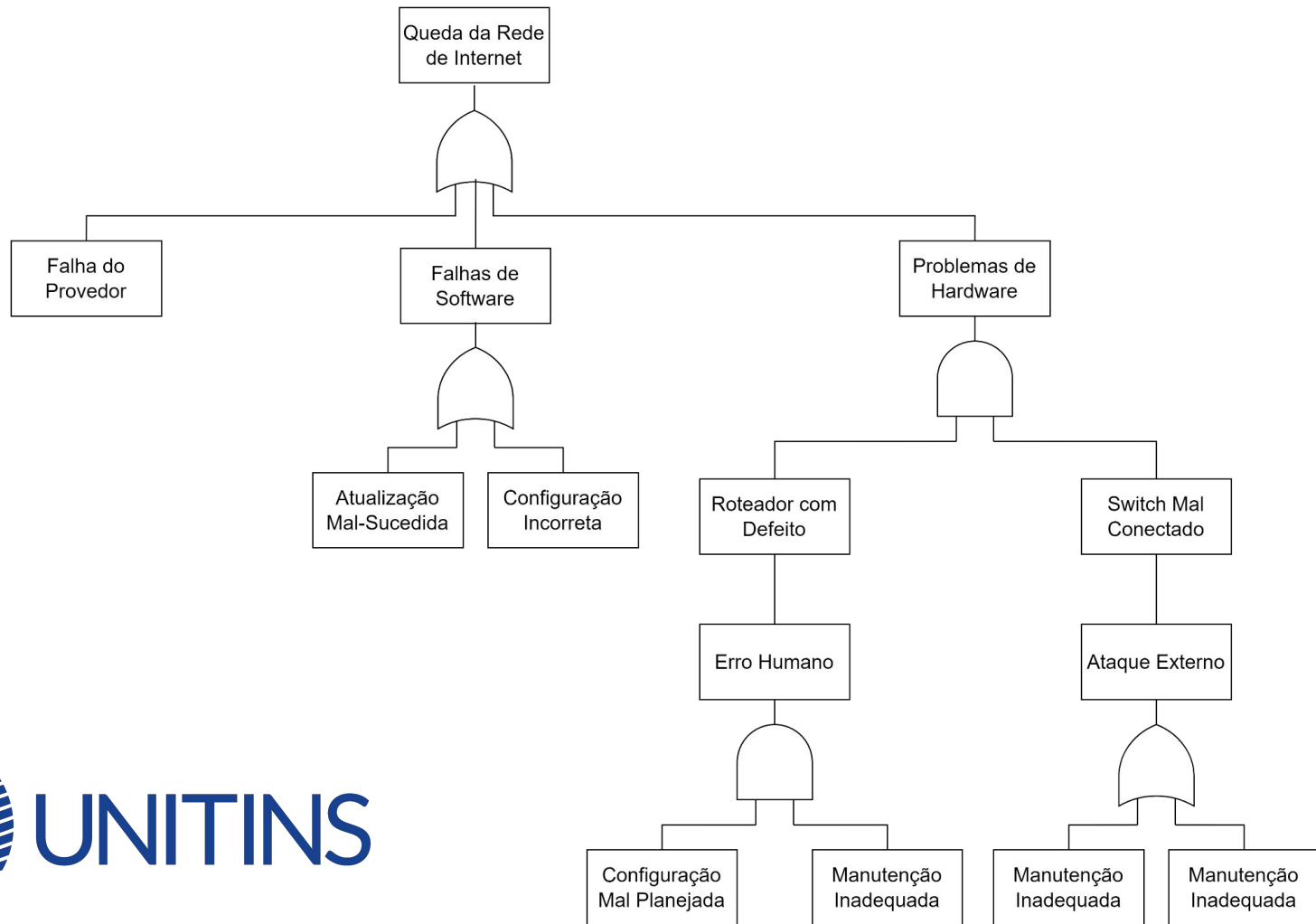
O caso que vocês irão analisar é a queda de uma rede de internet corporativa. A empresa em questão tem escritórios conectados em diferentes locais e depende fortemente da rede para suas operações diárias.

Passos a seguir:

- Definir o evento topo.
- Identificar causas potenciais.
- Estruturar a árvore de falhas.
- Analisar as relações.
- Propor medidas de mitigação.

Ferramentas: Vocês podem utilizar softwares como Draw.io ou Lucidchart para desenhar a árvore de falhas, ou desenhar à mão.







# REFERÊNCIAS



- <https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/7460/material/Ferramentas%20da%20Qualidade.pdf>
- <https://ucj.com.br/blog/5w1h-plano-de-acao/>
- <https://modularcursos.com.br/fmea-7-passos-para-implantacao/>
- <https://www.publi.com.br/5w2h-o-que-e-e-como-aplicar-no-seu-planejamento/>
- <https://traction.com/blog/analise-da-arvore-de-falhas>
-



# OBRIGADO!

**MEUS CONTATOS:**

douglasaquino817@gmail.com  
(63) 999835068



UNITINS



GOVERNO DO  
**TOCANTINS**  
TRABALHANDO E CUIDANDO DE **TODOS**