

## Capítulo 170- Análise da árvore de falhas em bueiros

### 170.1 Introdução

Tung e Yen, 2006 apresentam a análise da árvore de falhas que é uma maneira conceitual de analisar as falhas e procurando as suas possíveis causas.

Na Figura (170.1) a árvore de falha de um bueiro e no significado dos símbolos que está na Figura (170.2).

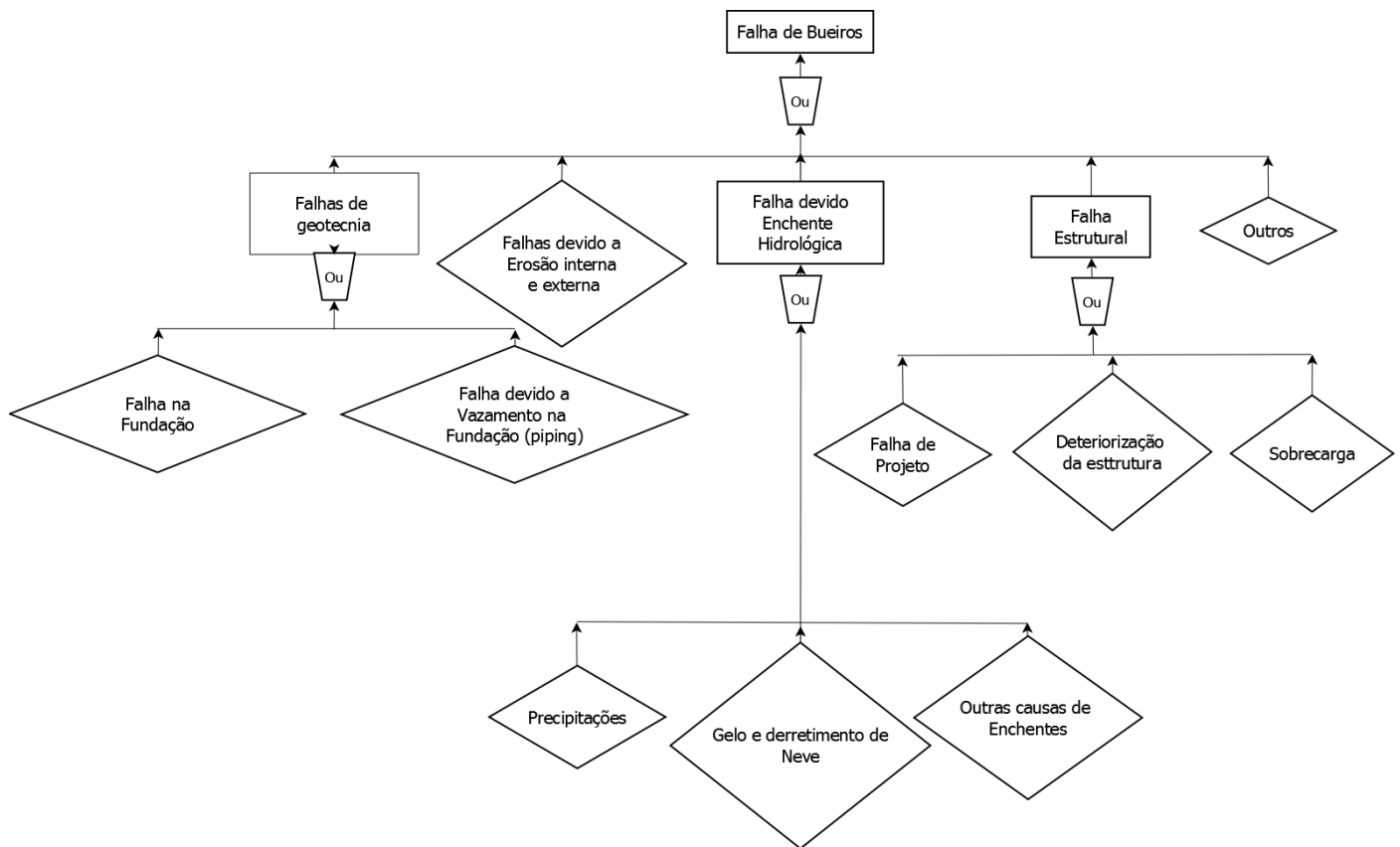
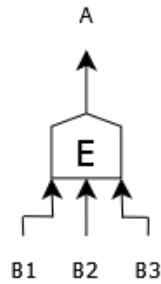
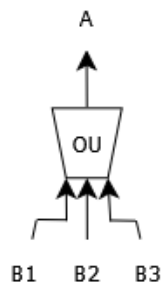


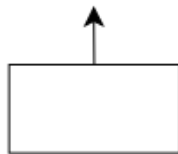
Figura 170.1- Árvore de falha de um bueiro



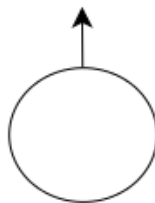
O nó E, significa que A existe somente se B1, B2 e B3 existem simultaneamente.



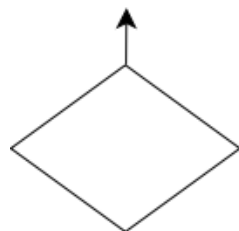
O nó OU, significa que A existe somente se uma combinação de B1, B2 e B3 existirem.



Identifica um particular evento usualmente ligado a E ou OU.



Identifica um componente que não funciona bem e não se sabe a causa.



Evento onde faltam informações ou são insuficientes. Indicado para futuras investigações.

**Figura 170.2 - Significado básico de alguns símbolos usados nas árvores de falhas.**

O nó onde está escrito “E” significa que o output ocorre somente se todos os eventos de input ocorrerem simultaneamente.

O nó onde está escrito “OU” indica que o evento de out ocorre se alguma ou mais dos eventos de inputs ocorrerem, isto é, a união.

### **170.2 Vantagens e desvantagens da arvore de falhas**

As vantagens da arvore de decisão são:

1. Mostra um insight no comportamento do sistema
2. Mostra ao engenheiro o entendimento de todo o sistema e de uma particular falha.
3. Ajuda a deduzir as falhas
4. Ajuda os projetistas aos estudos necessários
5. A árvore pode fornecer opções quantitativa e qualitativa da confiabilidade.
6. É uma técnica para manusear sistemas complexos
7. Existem sistemas comerciais para analisar os nos

**As desvantagens são:**

1. Dá muito trabalho
2. Difícil de checar os resultados
3. Difícil de avaliar as falhas nos componentes
4. As soluções analíticas da arvore são difíceis de serem feitas
5. Para incluir todas as falhas comuns requer um esforço considerável.

A vida útil de um bueiro segundo Tung e Yen, 2006 é de 35 anos.

Há 3 tipos de estruturas de drenagem: bueiros com seção retangular, bueiros com seção circular e pontes. Pontes são aquelas cuja largura é mais de 6,00m.

Normalmente o dimensionamento de um bueiro é baseado na hidrologia, que fornece as vazões máximas e na hidráulica e na estrutura do bueiro.

Tung e Yen, 2006 procuram dimensionar o bueiro baseado em:

1. Procurar o ótimo projeto baseado no mínimo custo do bueiro,
2. Investigar a sensibilidade dos parâmetros ótimos do projeto com respeito]
  - a) incertezas hidrológicas
  - b) quantidade de dados do rio existentes
  - c) modelo de calculo adotado para achar a vazão
  - d) máximo custo de danos causados pela inundação~

O projeto ótimo será aquele cujos parâmetros sejam considerados para um determinado período de retorno e associado ao mínimo custo anual.

### **170.3 FHWA HEC 17**

O FHWA em abril de 1981 apresentou uma maneira de se dimensionar um bueiro no texto HEC 17 denominado *Design of Encroachments on Flood Plaains Using Risk Analysis*.

O estudo foi feito por M.L. Corry, J.S. Jones e P.L. Thompson e tem 154 páginas.

A aplicação, a meu ver, é trabalhosa, pois se aplica a grandes obras de engenharia e não a simples bueiros.

São estudos de benefícios/ custos muito trabalhosos de serem feitos e de obtenção de dados mais difíceis ainda.

Lembro que o DAEE SP aplica tais técnicas de benefício/custo nas grandes obras que foram efetuadas na Região Metropolitana de São Paulo e que escrevi um capítulo a respeito na primeira edição do livro Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para obras municipais.

#### 170.4 Bibliografia e livros consultados

- CHOW, VEN TE et al, 1988, *Applied Hydrology*, Mc Graw-Hill.
- ELSAYED A. ELSAYED, 1996, *Reliability Engineering*, Addison Wesley Longman;
- FREEDMAN, DAVID et al. *Statitiscs*. 3a ed. Norton, New York, 1998, 578páginas.
- HOFFMANN, RODOLFO e, VIEIRA, SÔNIA 1983, *Análise de Regressão- Uma Introdução à Econometria*, Editora Hicitec-SP.
- K.C. KAPUR e L.R. LAMBERSON, 1977, *Reliably in Engineering Design*, John Wiley & Sons;
- MAYS, LARRY W. e TUNG ,YEOU-KOUNG, *Hydrosystems Engineering & Management*,1992, McGraw-Hill;
- TUNG, YEOU-KOUNG, YEN BEN-CHIE E MELCHING, CHARLES STEVEN. *Hydrosystems engineering reliability Assessment and Risk Analysis*, Editora McGraw-Hill, ano 2006, ISBN 0-07-14518-7, 495 páginas.
- TUNG, YEOU-KOUNG, YEN BEN-CHIE E MELCHING. *Hydrosystems engineering umcertainly Assessment and Risk Analysis*, Editora McGraw-Hill, ano 2005, ISBN 0-07-145159-5, 273 páginas.

