

# Análise do risco

João Pedro Leite Alves  
João Paulo Gonçalves Ribeiro  
Daniel dos Santos Hilário  
Giuseppe De Luca  
Roberto Chiosa

---

Introdução a Qualidade - PME3463 - T31AG01



Análise do risco  
**Determinística**

Three  
Miles  
Island

Análise do risco  
**Probabilística**

---

# Definições

- ☐ Risco
- ☐ Perigo
- ☐ Dano
- ☐ Segurança

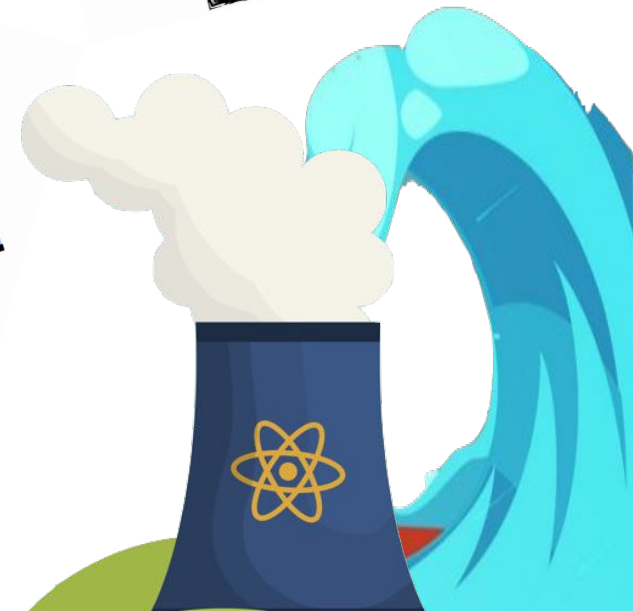
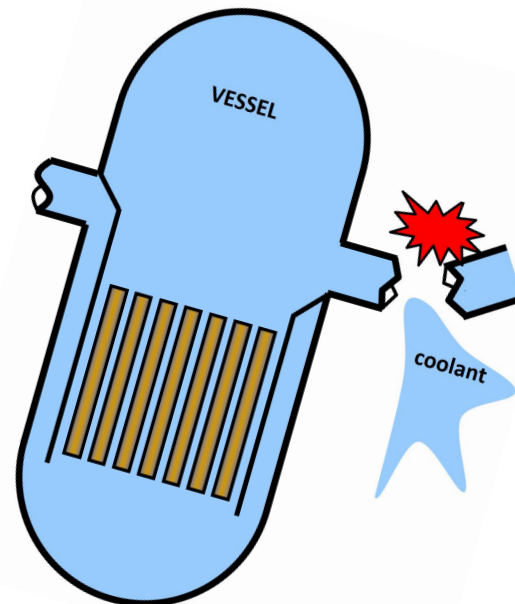


---

# Avaliação de risco determinística

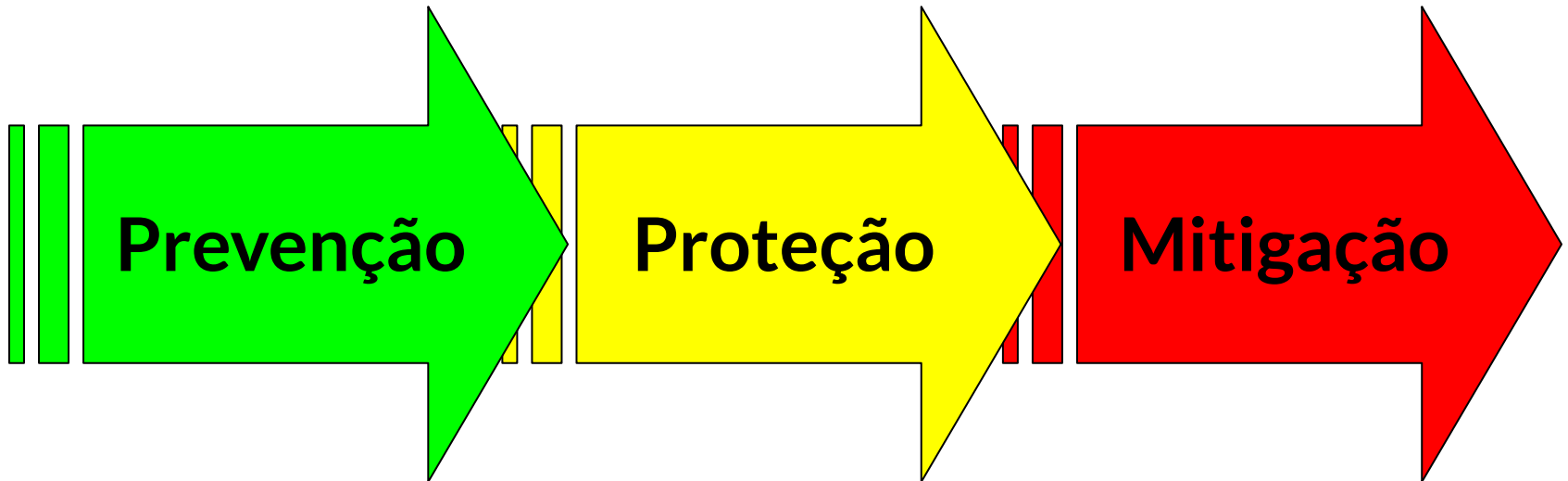
# Design Acidentes de Base

O pior cenário acidental possível postulado segundo o qual uma instalação nuclear deve ser concebida e construída para resistir sem perdas para os sistemas, estruturas e componentes necessários para garantir a saúde e a segurança públicas.





# Defesa em Profundidade



---

## Componentes de Emergência

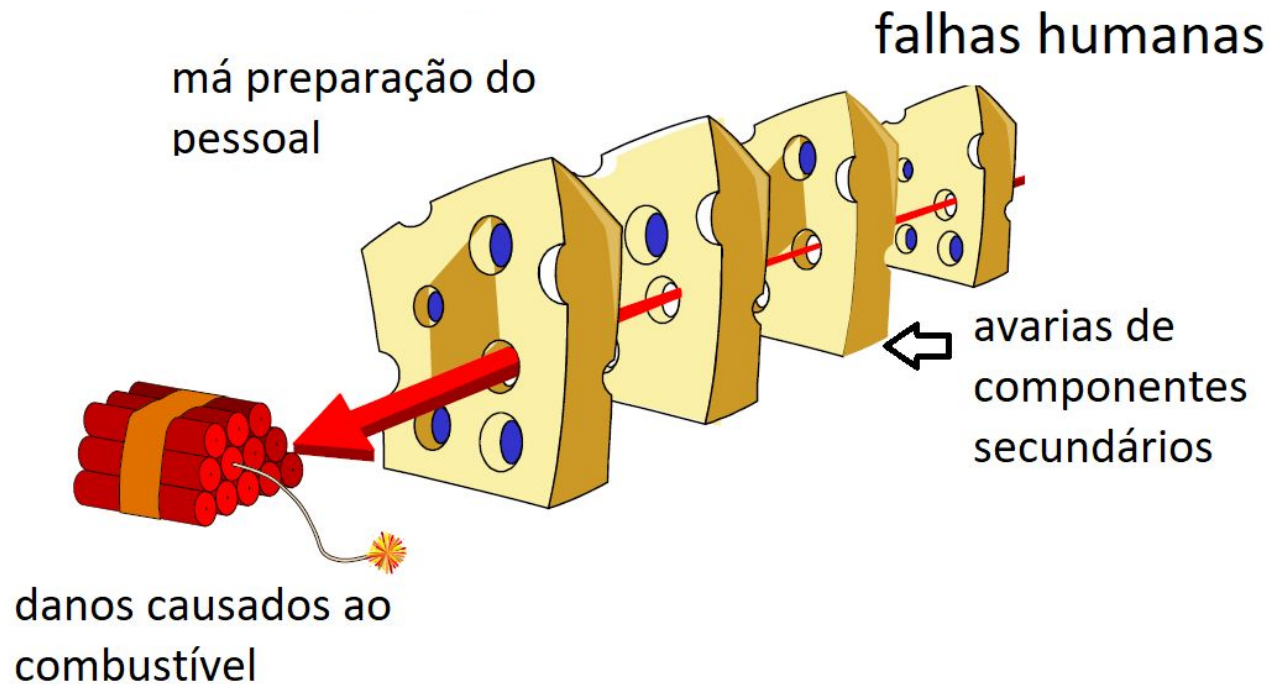
- ❑ Múltiplas
- ❑ Independentes
- ❑ Redundantes

Cinto e suspensórios



# Problemas

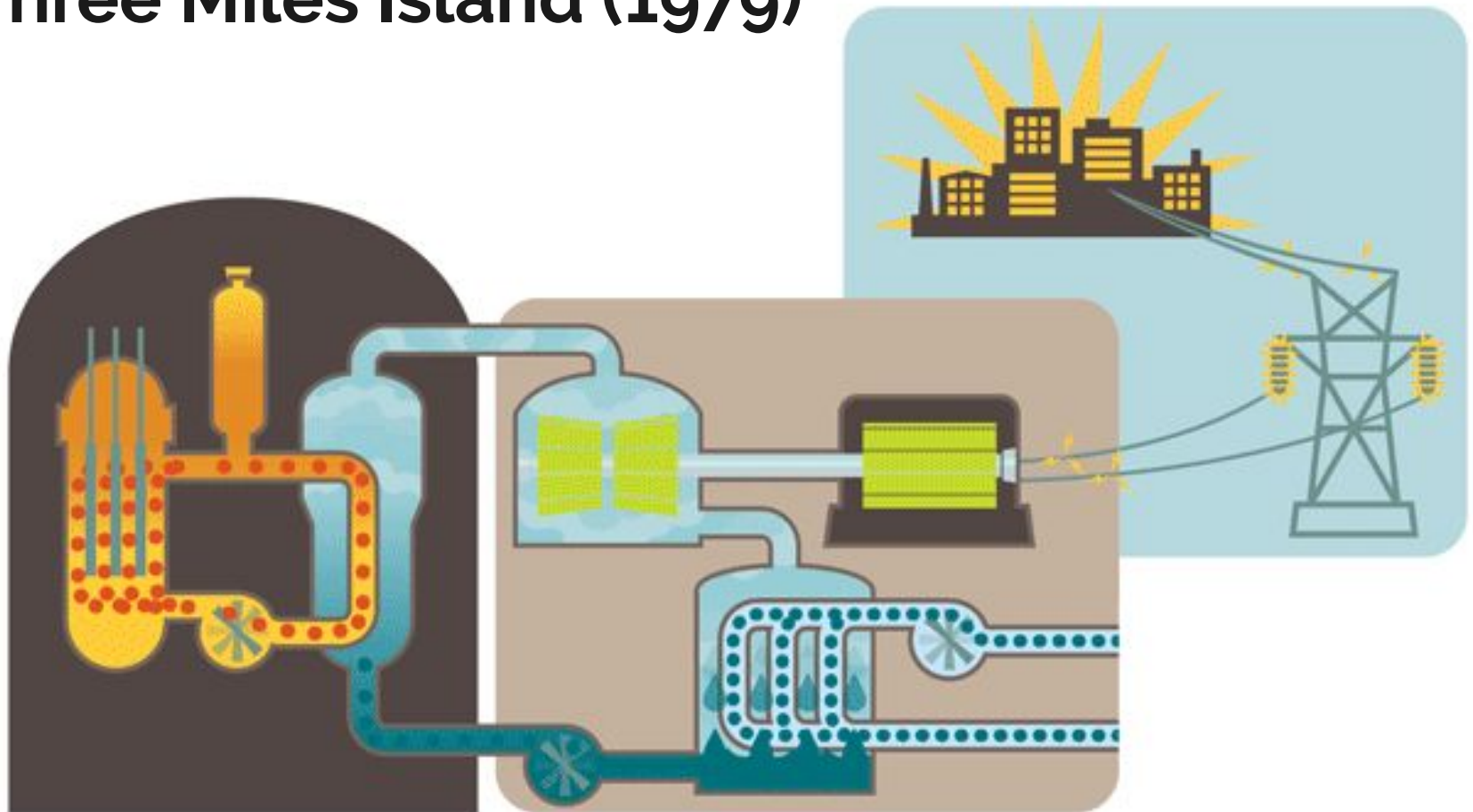
Combinação linear de eventos menores pode ser mais perigosa do que os DBAs individuais.







# Three Miles Island (1979)



# Three Miles Island (1979)

Consequências:

- ❑ Efeitos na Saúde
- ❑ Impacto do Acidente
- ❑ Mudança da Análise de Risco

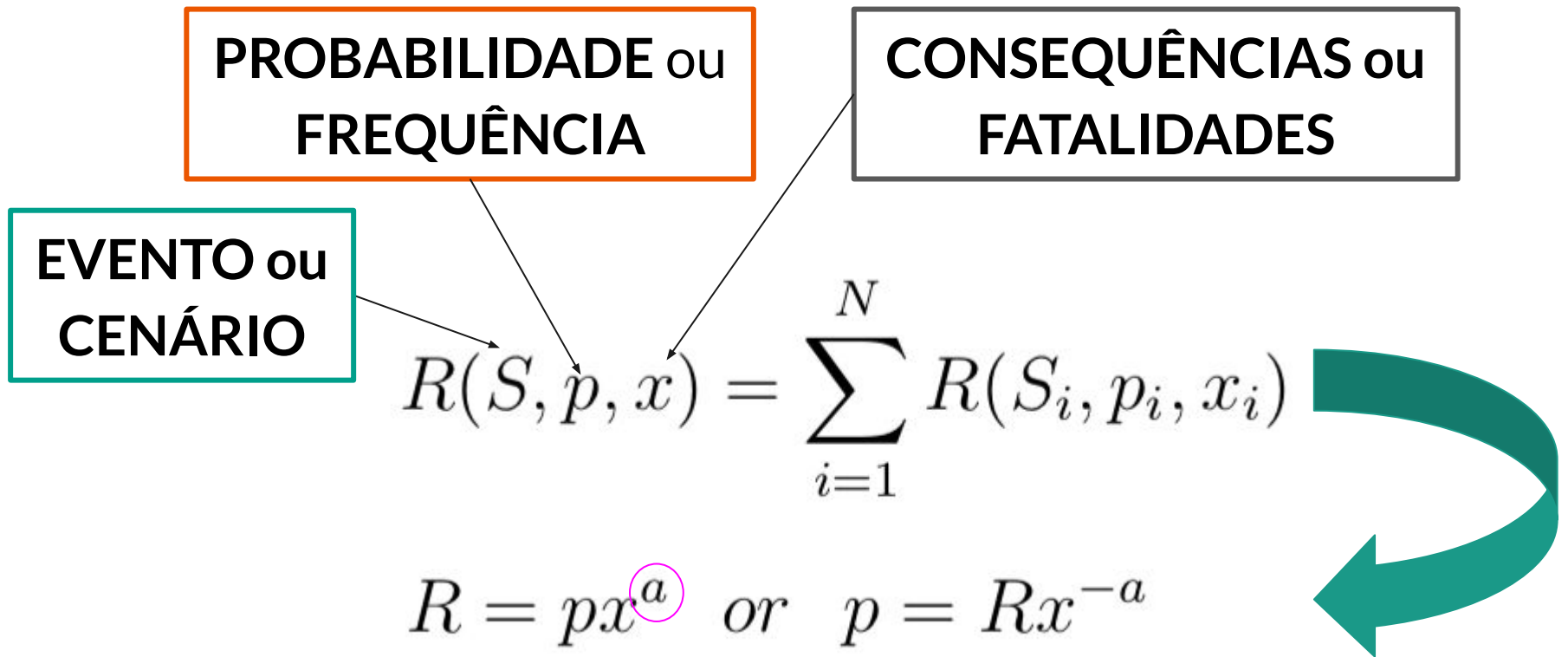


Usina de Three Mile Island

---

# Avaliação de risco probabilística

## Definição do risco: “*Farmer’s Paper*”



---

# Percepção do Risco

## Acidente de carro

1 morte a cada 6 pessoas [a]

**p = 0,167**

**x = 1,1** morte/acidente [b]

**Percepção de Baixo Risco**

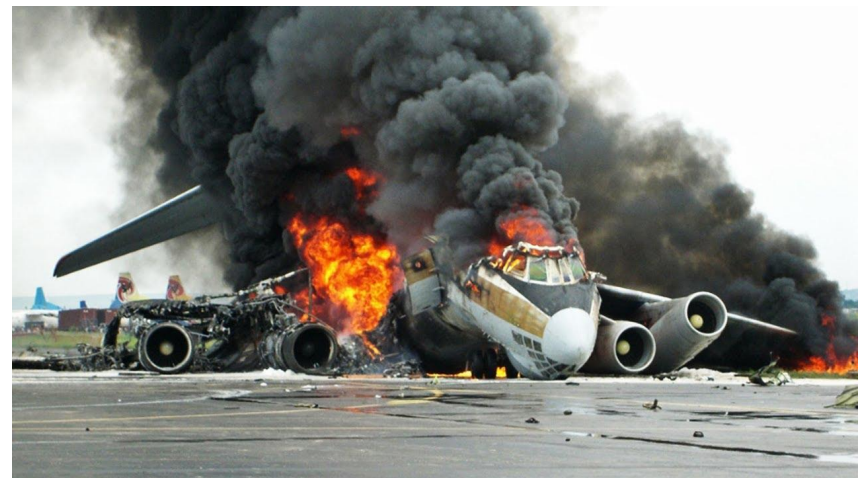
## Acidente de Avião

1 morte a cada 188364 pessoas [a]

**p = 0,000531**

**x = 37** morte/acidente [c]

**Percepção de Alto Risco**



# Curva de Farmer

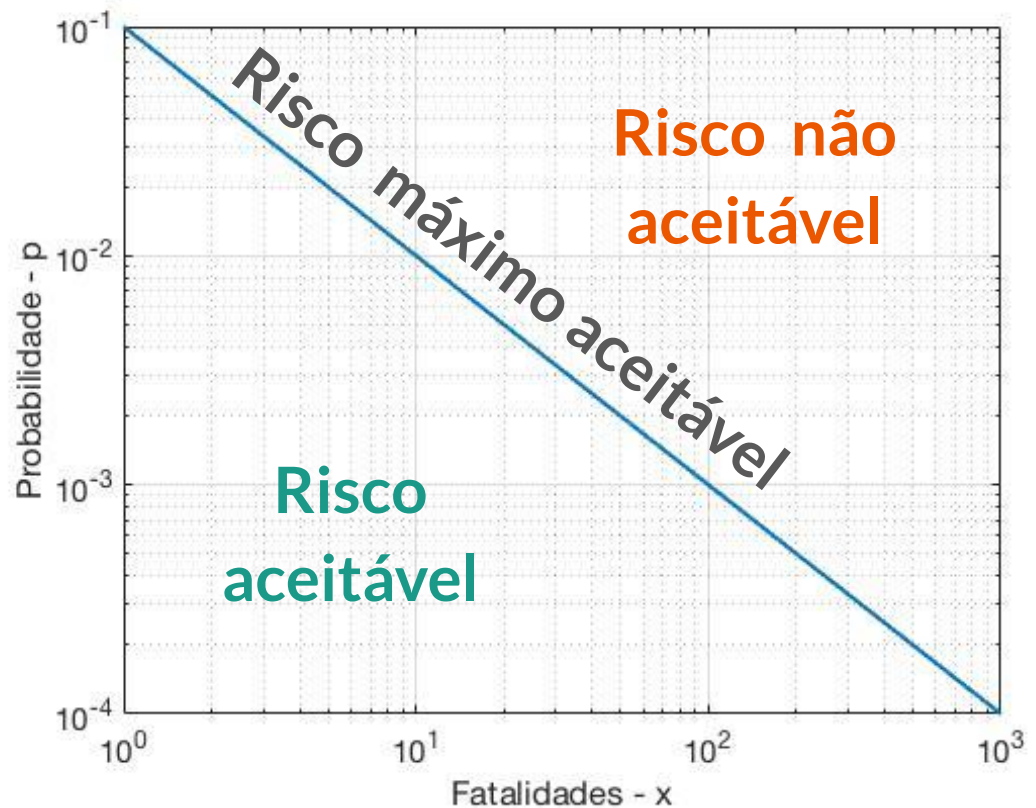
Esta curva une ponto de igual risco e é o limite superior de aceitação de risco.

- ❑  $a = 1$  RISCO NEUTRAL
- ❑  $a > 1$  RISCO ADVERSO

Na Segurança Nuclear:

- ❑ NRC propõe  $a = 1.2$
- ❑ Farmer propõe  $a = 1.5$

$$R = px^a \quad \text{or} \quad p = Rx^{-a}$$





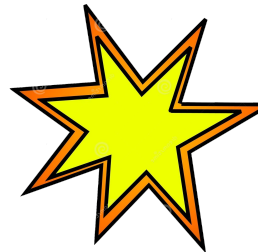
# Métodos

## Qualitativos

- ❑ Identificação do perigo (FMECA);
- ❑ Matrizes de risco;

## Quantitativos

- ❑ Árvore de Eventos (ETA);
- ❑ Árvore de Falhas (FTA);
- ❑ Análise de sensibilidade (Monte Carlo);





## Análise de risco: hoje







# Deepwater Horizon

Data: 20 de abril de 2010

Local: Golfo do México, próximo ao delta do rio Mississippi, EUA

Casualidades: 11 mortos, 17 feridos

Área atingida: 176,100 km<sup>2</sup>

Volume de óleo ao mar: 780,000 metros cúbicos

Custo ambiental estimado: 17,2 bilhões de dólares

Segundo maior acidente ambiental da história dos EUA



# Deepwater Horizon



Queda da plataforma, 22/04/2010



# Deepwater Horizon - Causas



---

# Obrigado

João Pedro Leite Alves  
João Paulo Gonçalves Ribeiro  
Daniel dos Santos Hilário  
Giuseppe De Luca  
Roberto Chiosa

joao.leite.alves@usp.br  
joao.goncalves.ribeiro@usp.br  
daniel.hilario@usp.br  
11169701@usp.br  
roberto.chiosa@usp.br



# Referências

- 1) MOMAL P. “*Estimating Farmer’s risk aversion*”, IRSN, Fontenay-aux-Roses, France
- 2) CCPS (Center for Chemical Process Safety), “*Guidelines for Developing Quantitative Safety Risk Criteria - Understanding and Using FIN Diagrams*”, American Institute of Chemical Engineers, Inc., 2009
- 3) NRC, “*NRC Glossary*”, disponível no site [www.nrc.gov](http://www.nrc.gov)
- 4) RAGHEH M. “*The risk assesment methodology*”, 2016
- 5) BERNARD L., LEE. I-sing, “*A Catalog of Risks.*” Health Physics (36) 707-722. (1979).
- 6) STAMATELATOS M, “*Probabilistic Risk Assessment (PRA)*”, NASA, OSMA Information Paper 00-002 July 2000
- 7) PEDRONI N. “*Uso Ottimale e Sicurezza degli Impianti Energetici*”, 2018
- 8) MURRAY R “*An Introduction to the Systems and Applications of Nuclear Processes*”, Butterworth-Heinemann, 2014
- 9) [a] <https://injuryfacts.nsc.org/all-injuries/preventable-death-overview/odds-of-dying/>
- 10) [b] <https://safer-america.com/car-accident-statistics/>
- 11) [c] <https://news.aviation-safety.net/2019/01/01/aviation-safety-network-releases-2018-airliner-accident-statistics/>
- 12) <https://advisera.com/45001academy/blog/2015/05/14/how-to-identify-and-classify-ohs-hazards/>

# Three Miles Island (1979)

