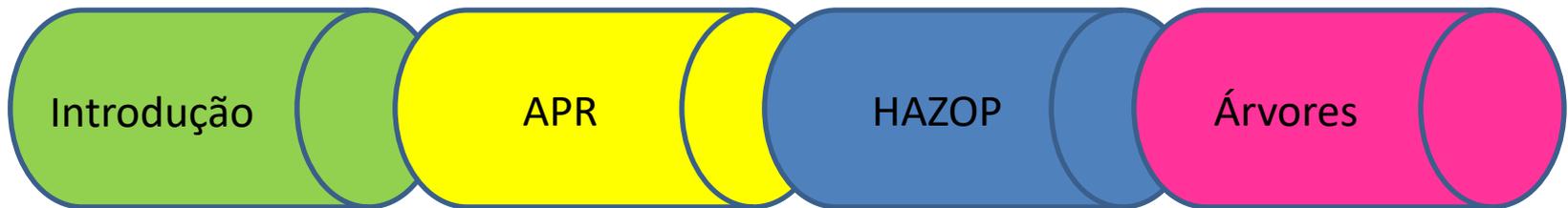


Análise e Gerenciamento de Risco



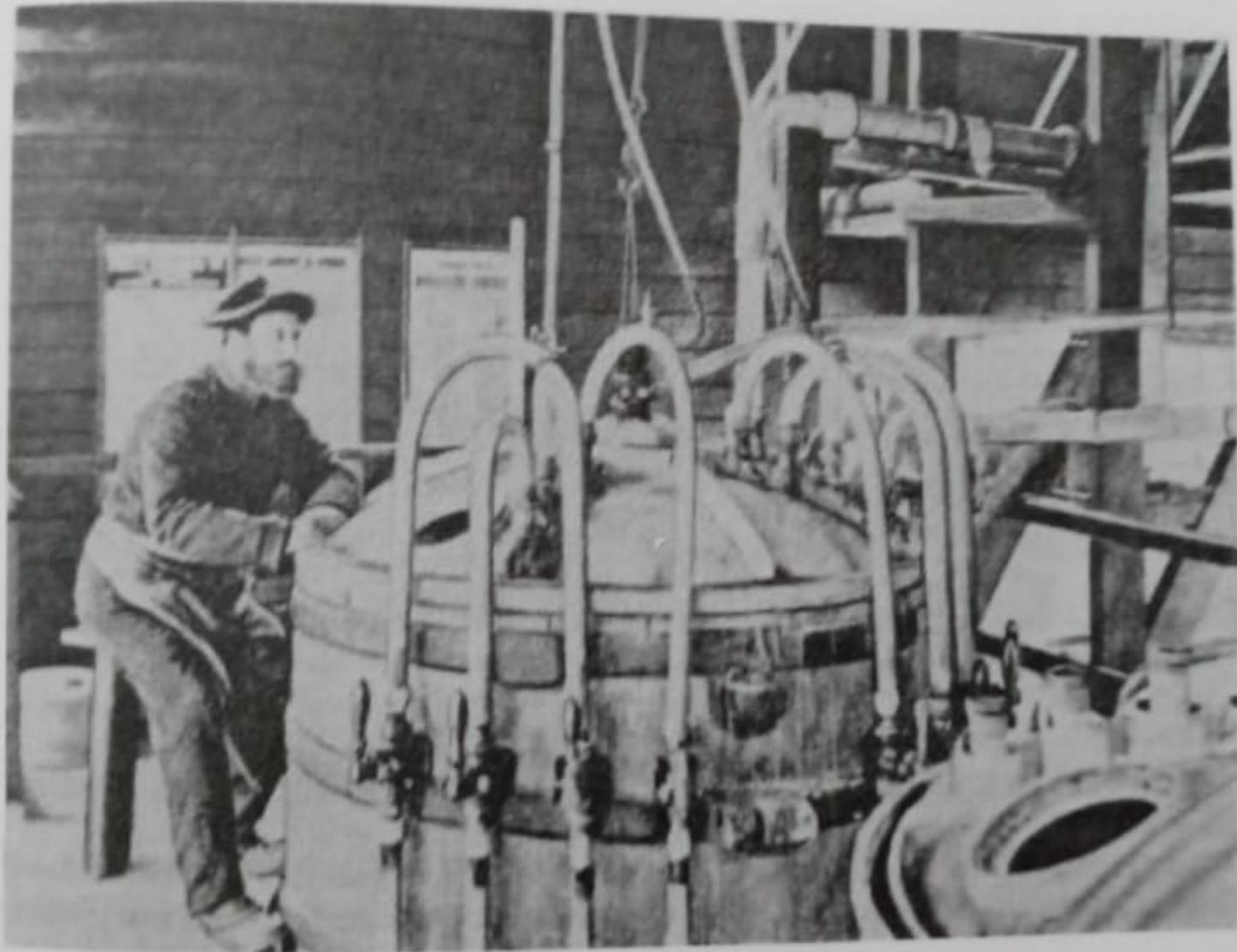
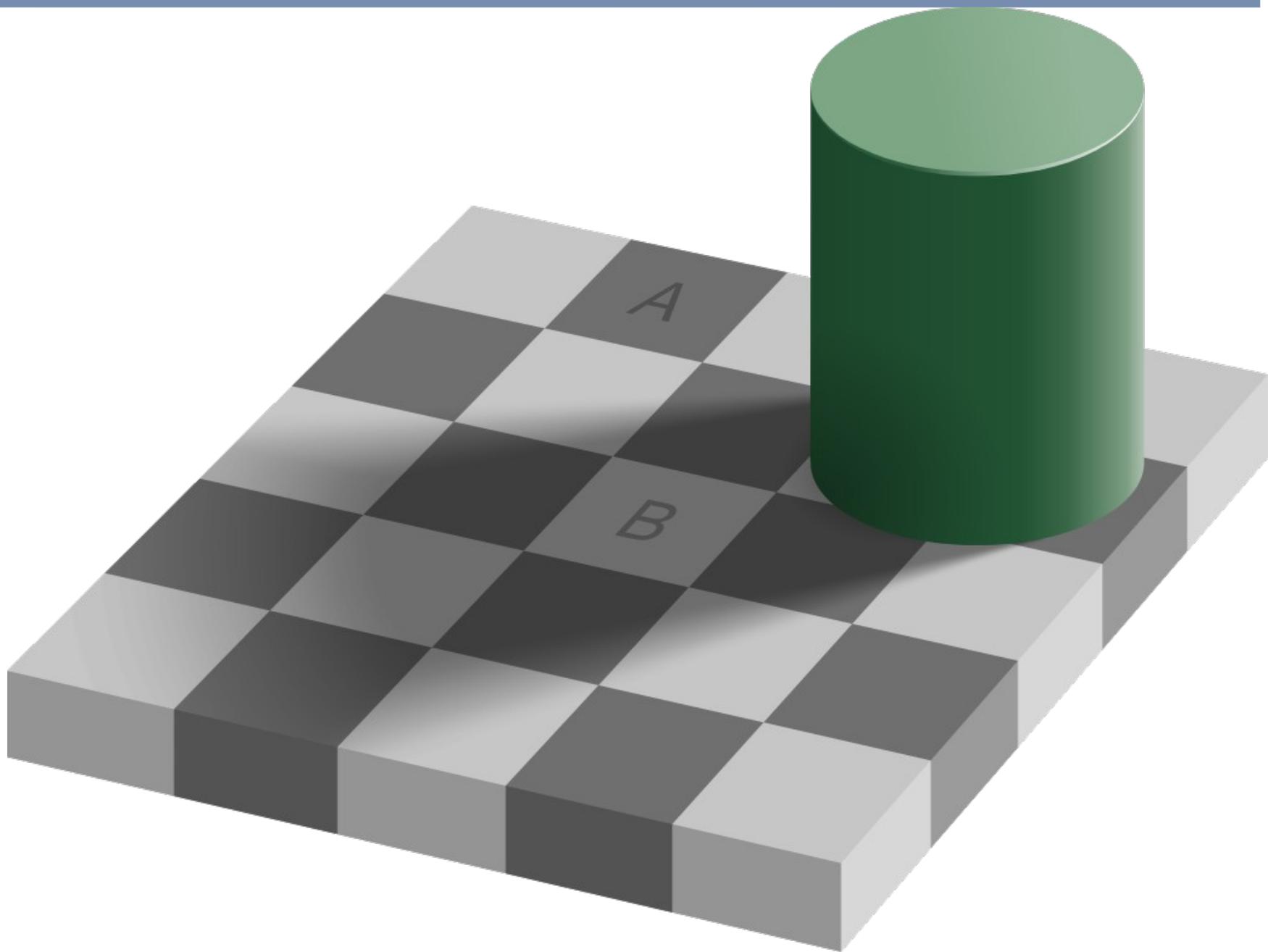
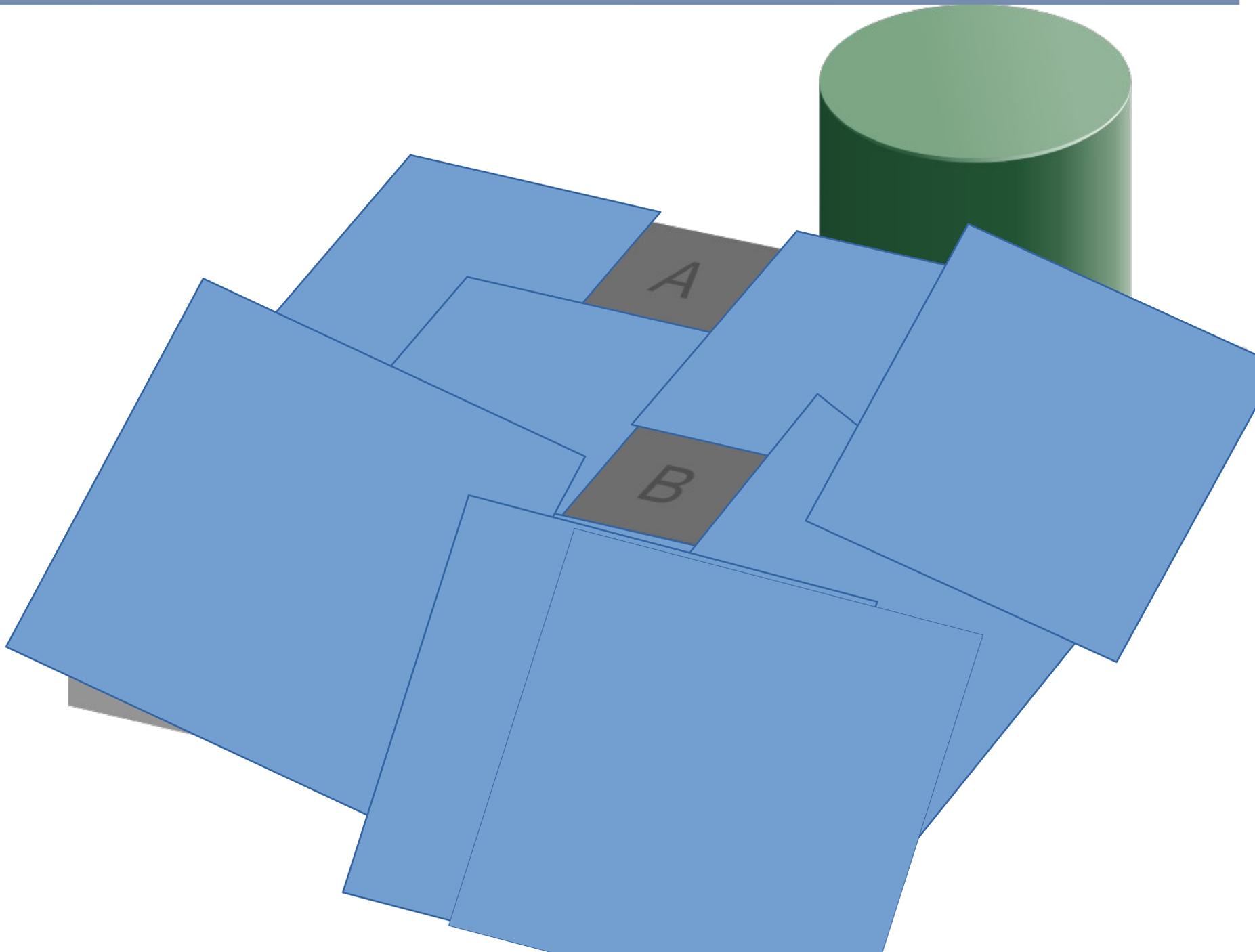


Figure 2.1. Picture of a nitroglycerine reactor in the 19th century.

"Alfred Nobel in Scotland". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 15 Sep 2015.
<http://www.nobelprize.org/alfred_nobel/biographical/articles/dolan/>





Risco



Risco



Risco



Risco

f (frequência, severidade)



Risco

f (frequência, severidade)

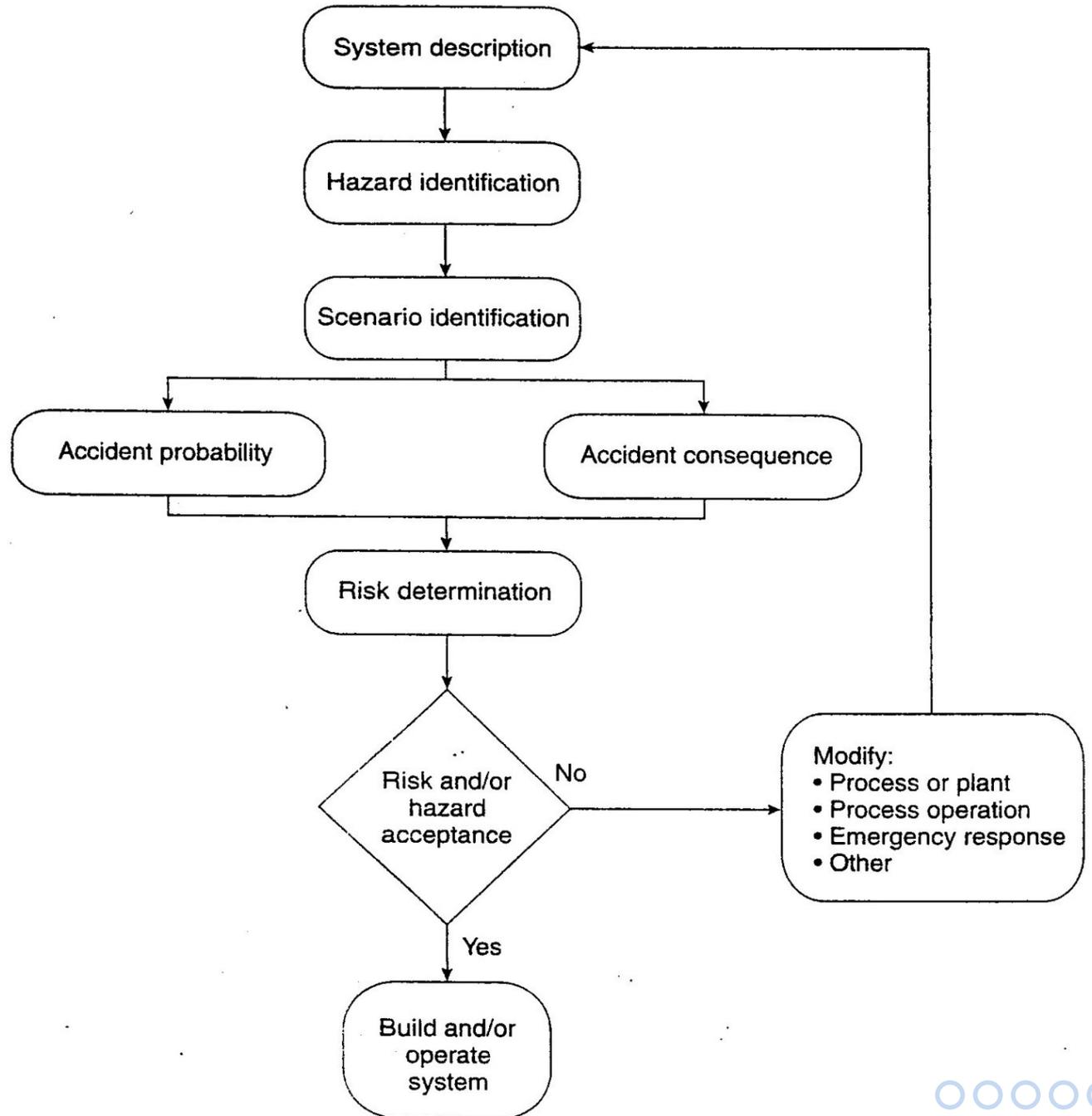
Frequência

Seguros

Probabilidade

Resseguros

Análise de Riscos



Matriz de Risco

RC: risco crítico

RM: risco moderado

RNC: risco não crítico

Severidade

Frequência

	1	2	3	4
D	RNC	RM	RC	RC
C	RNC	RM	RC	RC
B	RNC	RNC	RM	RC
A	RNC	RNC	RM	RM

Análise de Riscos

Para cada instalação industrial é fundamental responder:

- 1) Quais são os perigos ou fontes de perigo?
- 2) O que pode dar errado e como (cenários acidentais)?
- 3) Quais as chances disso ocorrer?
- 4) Quais as consequências?

*Isso pode levar tempo, mas
precisa ser pensado
constantemente.*



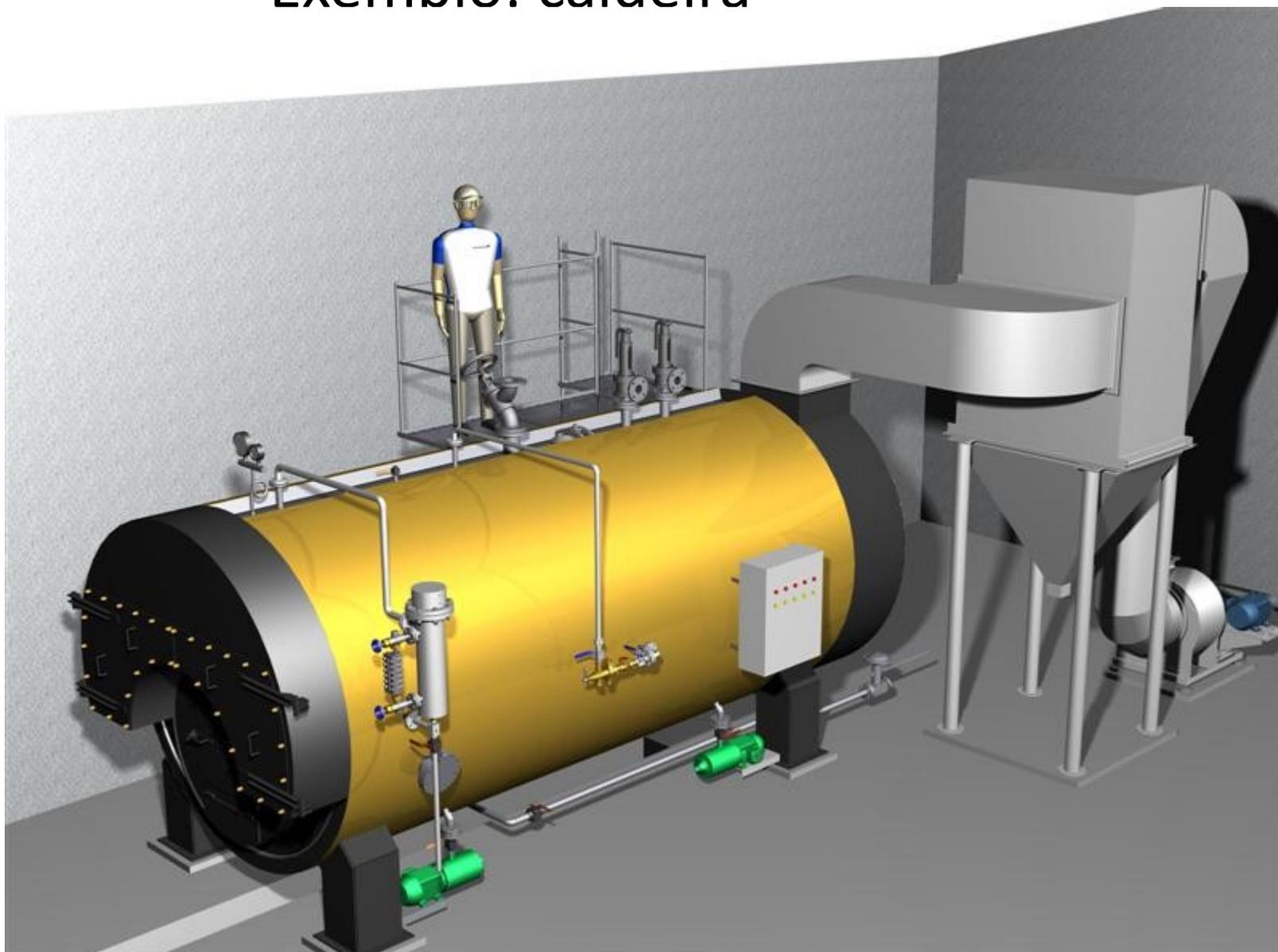
Análise de Riscos

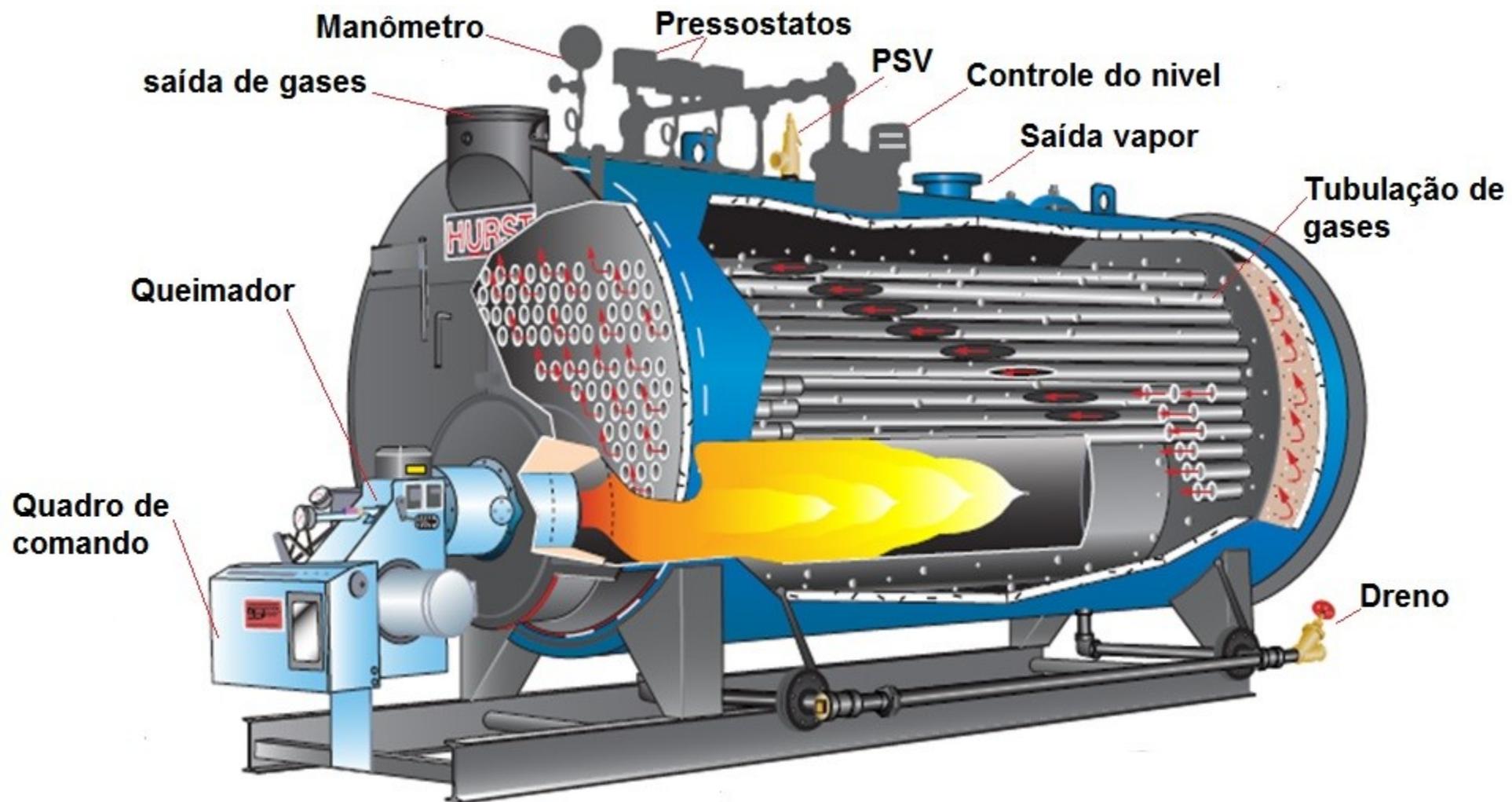
Exemplo: dutovia



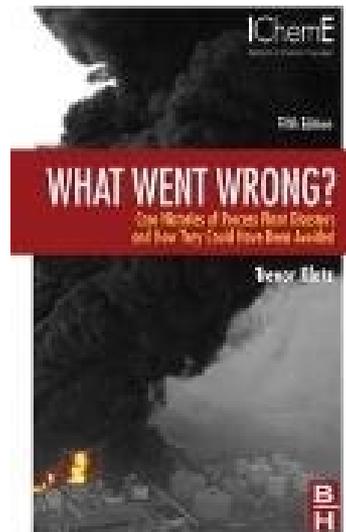
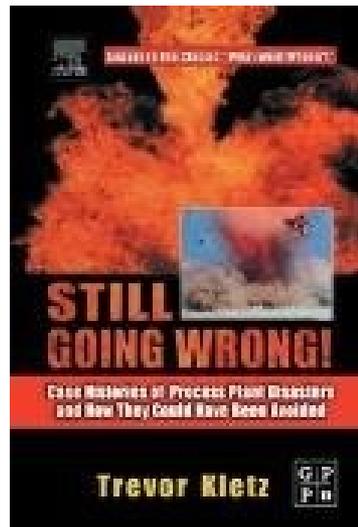
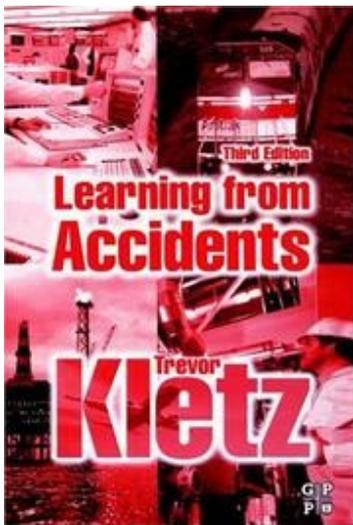
Análise de Riscos

Exemplo: caldeira





Exemplos de Cenários Acidentais reais:



Exemplos de Cenários Acidentais reais:



CSB U.S. CHEMICAL SAFETY BOARD
An independent federal agency investigating chemical accidents to protect workers, the public, and the environment.

HOME ABOUT THE CSB INVESTIGATIONS RECOMMENDATIONS NEWS ROOM VIDEO ROOM EMAIL SUBSCRIPTIONS

Search SEARCH

FEATURED VIDEOS

[VIEW ALL](#)



Animation of January 23, 2010 Phosgene Accident
July 07, 2011
Animation of January 23, 2010 Phosgene Accident [Read More](#)

Download Options:
[QuickTime](#) | [Windows Media](#)



U.S. Chemical Safety Board Iron Dust Testing May 26, 2011
June 03, 2011
[Read More](#)

RECENT NEWS RELEASES

[VIEW ALL](#)

CSB Declares Florida's Failure to Adopt CSB Recommendation on Protecting Public Workers "Unacceptable;" Chairperson Rafael Moure-Eraso asks State to Reconsider Legislation

CSB Investigation Finds Three DuPont Accidents in Belle, West Virginia, Resulted from Numerous Safety Deficiencies including Lack of Safe Equipment Design, Ineffective Mechanical Integrity Programs, and Incomplete Investigations of Previous Near Misses

Statements from News Conference to Release Dupont Investigation for Public Comment 7.7.2011

Statement from the CSB's News Conference on Hoeganaes Investigation 6.3.2011

CSB Deploys to a Third Accident at Hoeganaes Corporation Metal Powder Plant in Gallatin, Tennessee

[Click here to view instructions on submitting public comment on the Dupont Investigation](#)

Text Size: [A↑](#) [A↓](#)

WELCOME TO THE CSB

The CSB is an independent federal agency charged with investigating industrial chemical accidents. Headquartered in Washington, DC, the agency's board members are appointed by the President and confirmed by the Senate....[Learn More About Us](#)



Follow the CSB on [YouTube](#), [Twitter](#) and [Facebook](#).

CHEMICAL ACCIDENTS IN THE NEWS

millardives@dailycommercial.com Fire departments that had been training Thursday morning at a Leesburg citrus processing plant had to speed back after a real ammonia leak was reported.

August 19, 2011 | The Southern

PHOTOS

[VIEW ALL](#)



Exemplos de Cenários Acidentais reais:



Union Carbide Corporation

[Home](#)

[UCC Response Efforts to Tragedy and the Settlement](#)

[Cause of the Bhopal Tragedy](#)

[History of Union Carbide India Limited](#)

[Bhopal Plant History and Ownership](#)

[Remediation \(Clean Up\) of the Bhopal Plant Site](#)

[Bhopal Litigation in the U.S.](#)

[Bhopal Litigation in India](#)

[Environmental Studies of the Bhopal Plant Site](#)

[Chronology](#)

[Reports, Studies, UCC Opinions, and Court Decisions](#)

[Contact Information for Bhopal Information Center](#)

Bhopal Gas Tragedy Information

In the early hours of December 3, 1984, methylisocyanate (MIC) gas leaked from a plant owned, managed and operated by Union Carbide India Limited (UCIL) in the central India city of Bhopal. According to government figures, approximately 5,200 people died and several thousand other individuals suffered permanent or partial disabilities. [Click here to view the 2006 affidavit of the Union of India in the Supreme Court.](#)

A great deal has been written and/or broadcast about the tragedy in the past three decades, some of it factual, but much of it inaccurate or misleading. The information presented on this website is supported by facts and documentation, and will help those seeking information gain an accurate and balanced perspective of the Bhopal tragedy and Union Carbide's (UCC) efforts.

Union Carbide Statement Regarding The Tragedy

The 1984 gas leak in Bhopal was a terrible tragedy that continues to evoke strong emotions even 30 years later. In the wake of the gas release, UCC and its then chairman-Warren Anderson worked diligently to provide aid to the victims and attempted to set up a process to resolve their claims. All claims arising out of the release were settled in 1989 at the explicit direction and with the approval of the Supreme Court of India by means of a settlement agreement between the Government of India and UCC and UCIL. In 1991, and again in 2007, the Supreme Court upheld the fairness and adequacy of the settlement in response to court challenges from non-governmental organizations.

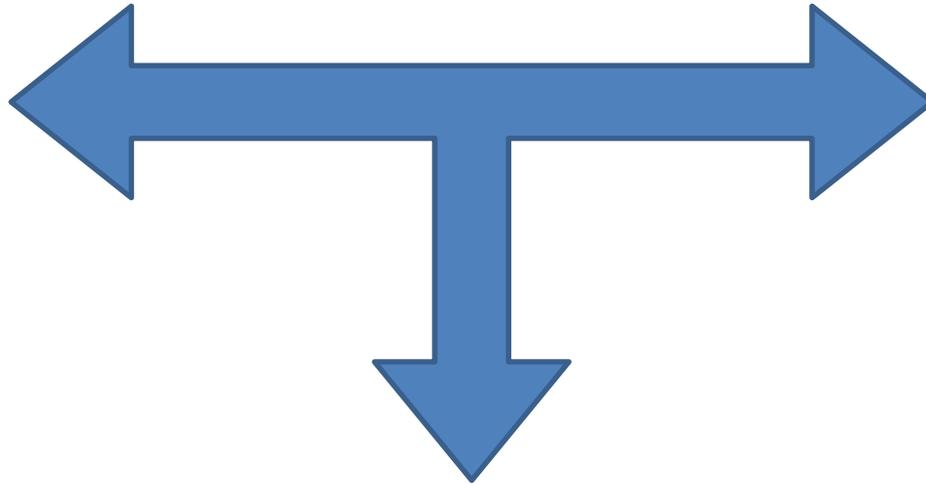
The Bhopal plant was owned and operated by UCIL, an Indian company in which UCC held just over half the stock. Other stockholders included Indian financial institutions and thousands of private investors in India. UCIL designed, built, managed and operated the plant using Indian consultants and workers. In 1994, UCC sold its entire stake in UCIL to Mcleod Russel India Limited of Calcutta, and UCIL was renamed Eveready Industries India Limited (EIIL). As a result of the sale of its shares in UCIL, UCC retained no interest in the Bhopal site. With the approval of the India Supreme Court, the proceeds of the UCIL sale were placed in a trust and exclusively used to fund a hospital in Bhopal, which now provides specialist care to victims of the tragedy.

<http://www.bhopal.com/>



Levantamento dos cenários acidentais:

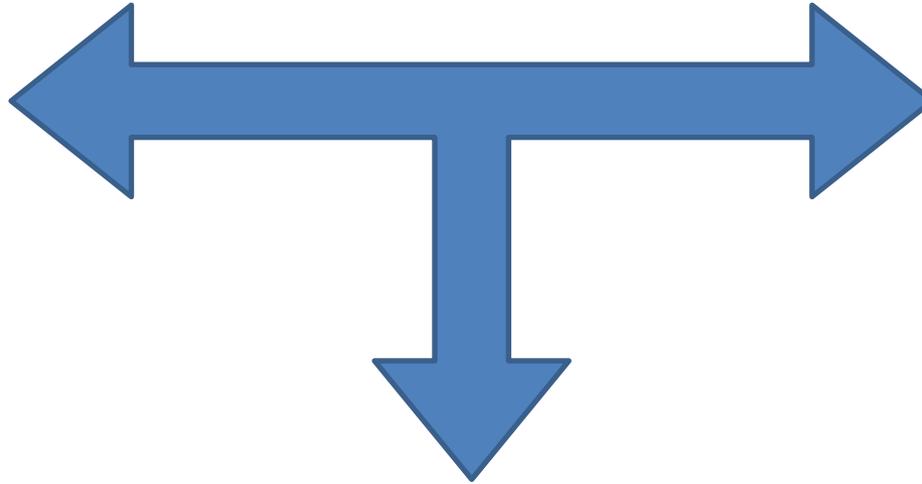
É importante considerar todos os cenários possíveis.



Levantamento dos cenários acidentais:

É importante considerar todos os cenários possíveis.

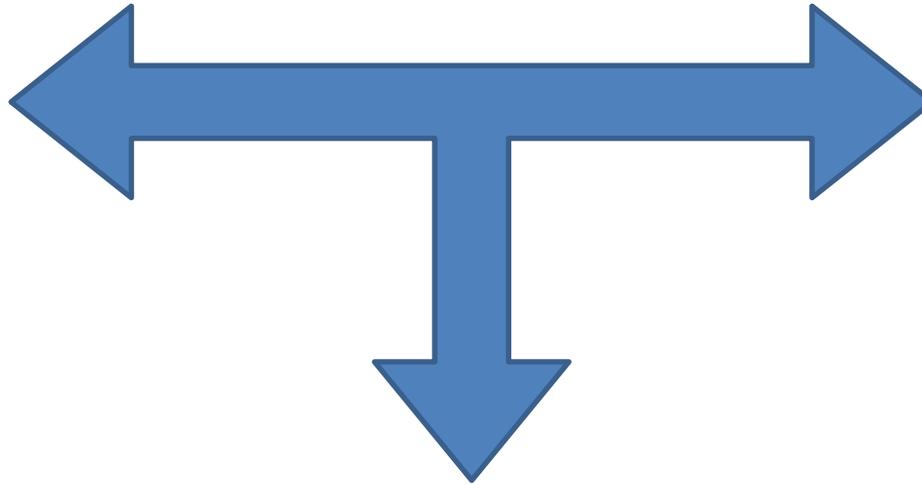
Não se pode perder o foco avaliando cenários de severidade desprezível



Levantamento dos cenários acidentais:

É importante considerar todos os cenários possíveis.

Não se pode perder o foco avaliando cenários de severidade desprezível

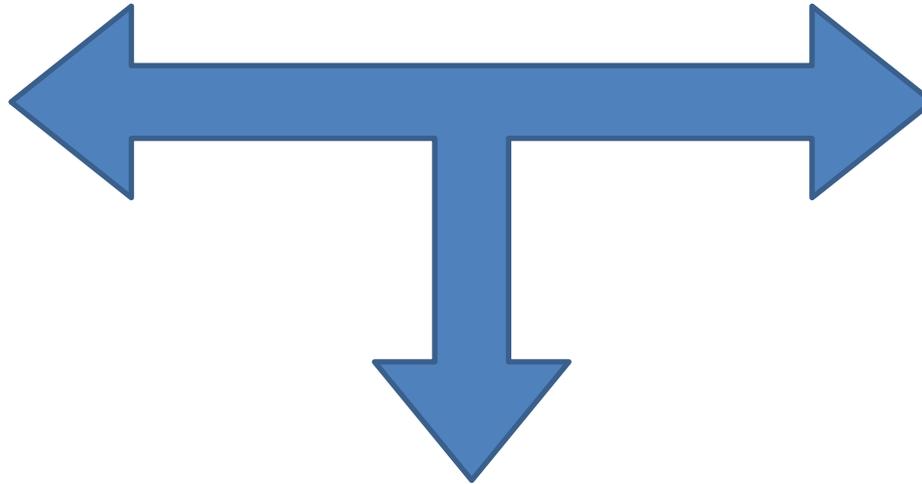


Não adianta exagerar nos efeitos ou na frequência.

Levantamento dos cenários acidentais:

É importante considerar todos os cenários possíveis.

Não se pode perder o foco avaliando cenários de severidade desprezível



Não adianta exagerar nos efeitos ou na frequência.

O cenário deve ser crível

Falha de sensor:

Probabilidade de ocorrer: elevada
Consequências: pequenas ou
nulas

Vazamento pequeno:

Probabilidade de ocorrer: média
Consequências: baixas

Falha de bomba:

Probabilidade de ocorrer: baixa
Consequências: baixas

Queda de avião:

Probabilidade de ocorrer: baixa
Consequências: severas

Terremoto:

Probabilidade de ocorrer: baixa
Consequências: severas

Sabotagem / Terrorismo:

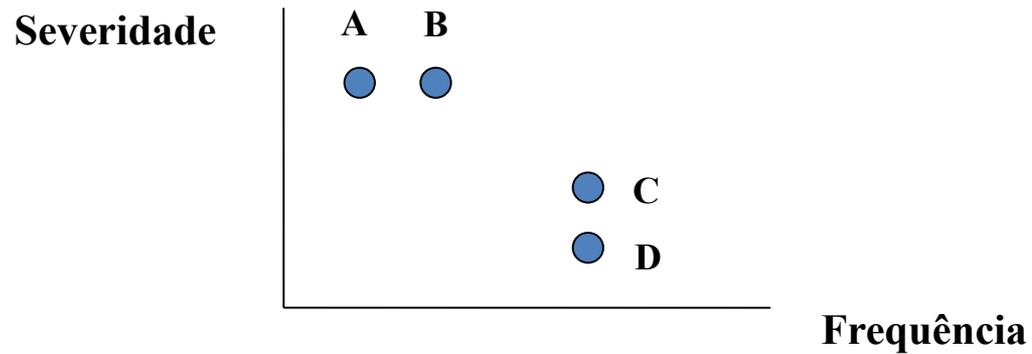
Probabilidade de ocorrer: ???
Consequências: severas

Balas “perdidas”:

Probabilidade de ocorrer: ???
Consequências: ???

Análise de Riscos

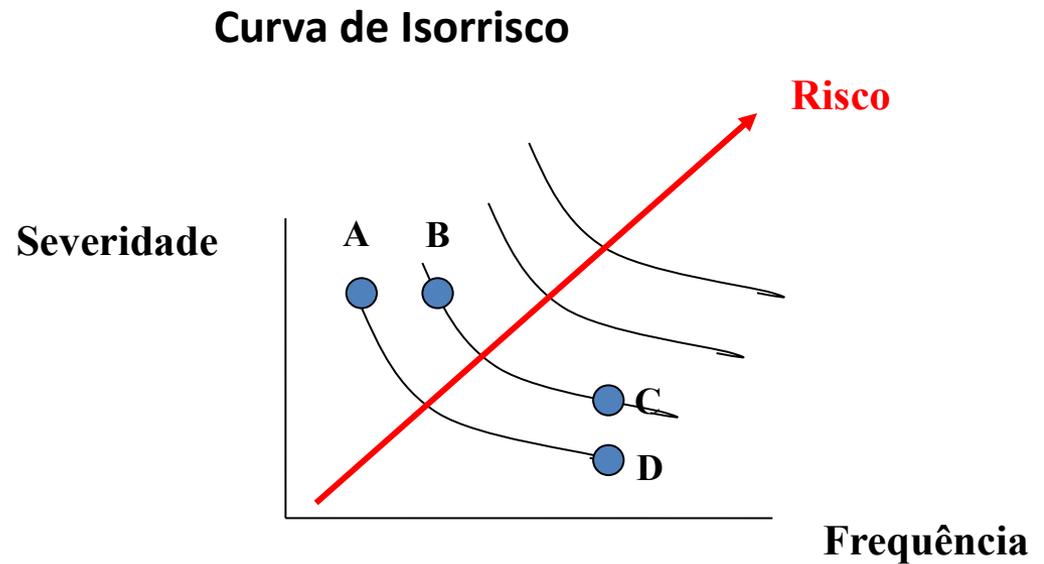
Aceitabilidade ou Tolerância ao Risco



$$\text{Risco} = f(\text{severidade, frequência})$$

Análise de Riscos

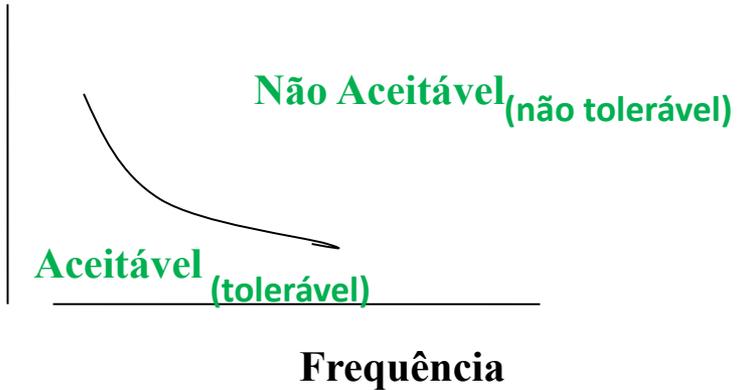
Aceitabilidade ou Tolerância ao Risco



Análise de Riscos

Aceitabilidade ou Tolerância ao Risco

Severidade



Risco aceitável?

Sim: não preciso modificar nada?

Caso não: modificar o processo, a operação, o plano de emergência, etc...

Curva F-N

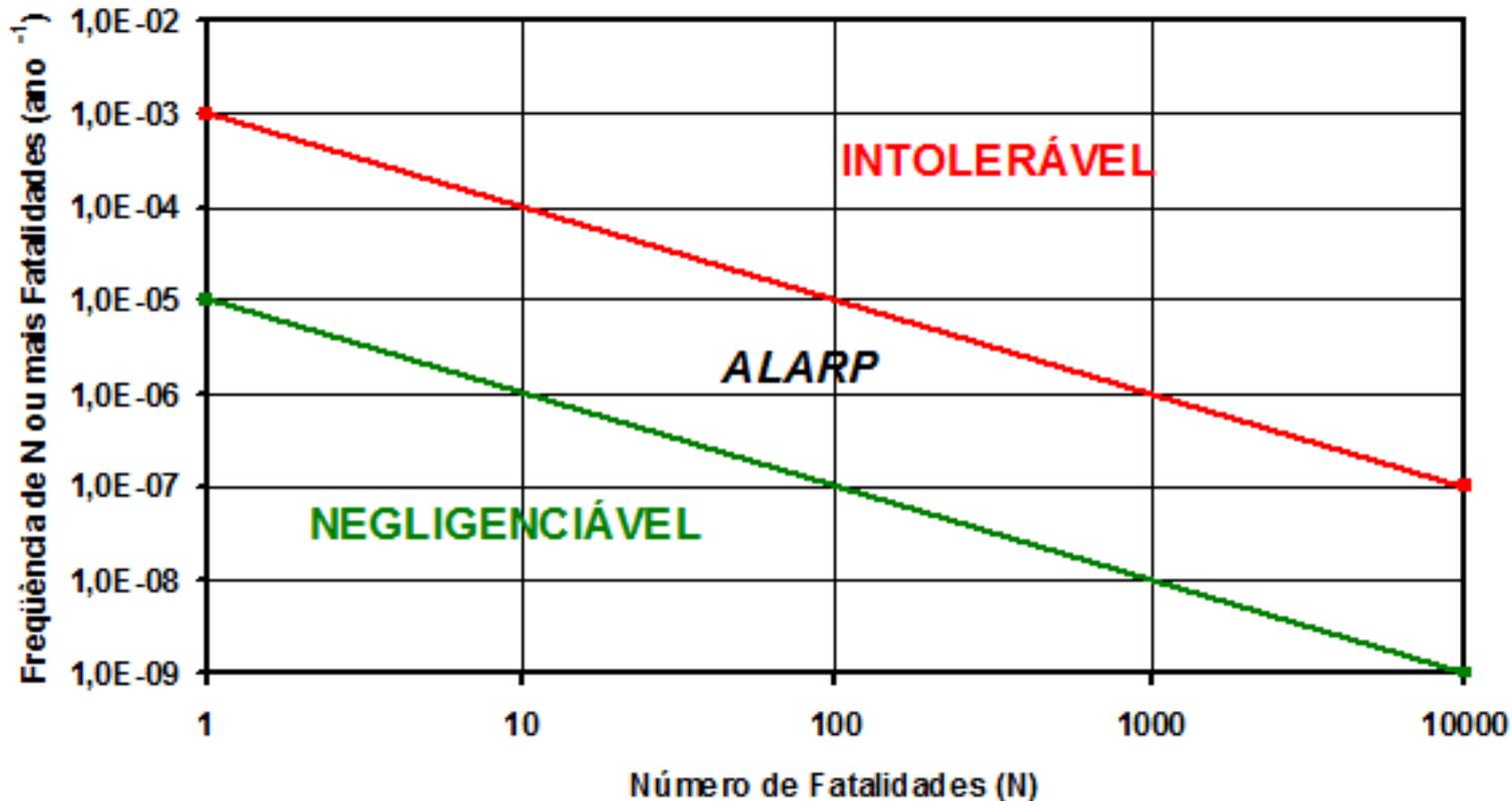
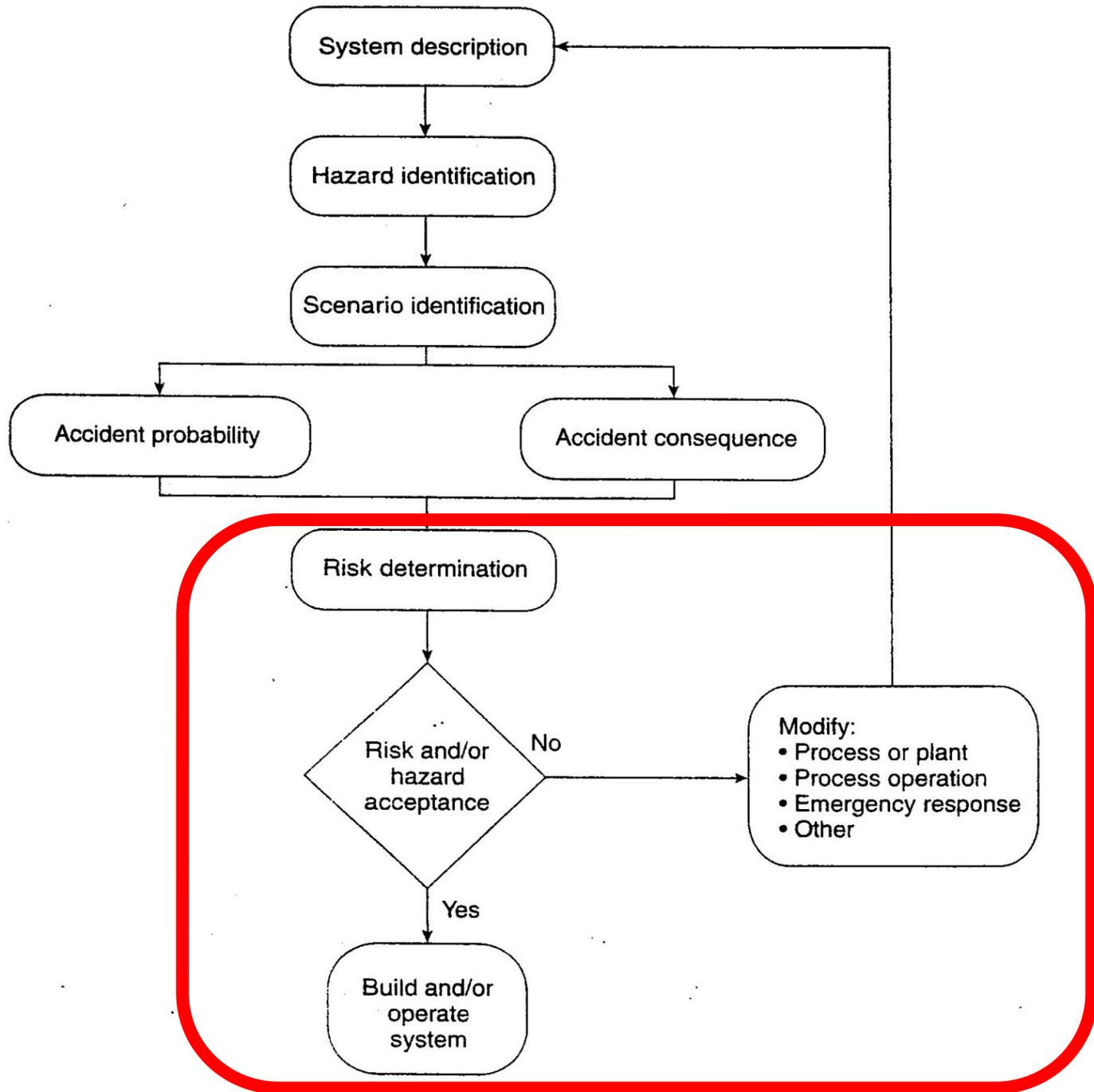


Figura 2 – Curva F-N da CETESB^(*)**

(***) A CETESB, a exemplo da flexibilização para dutos no critério de avaliação do Risco Individual, não estabeleceu uma curva F-N diferenciada para essas instalações.

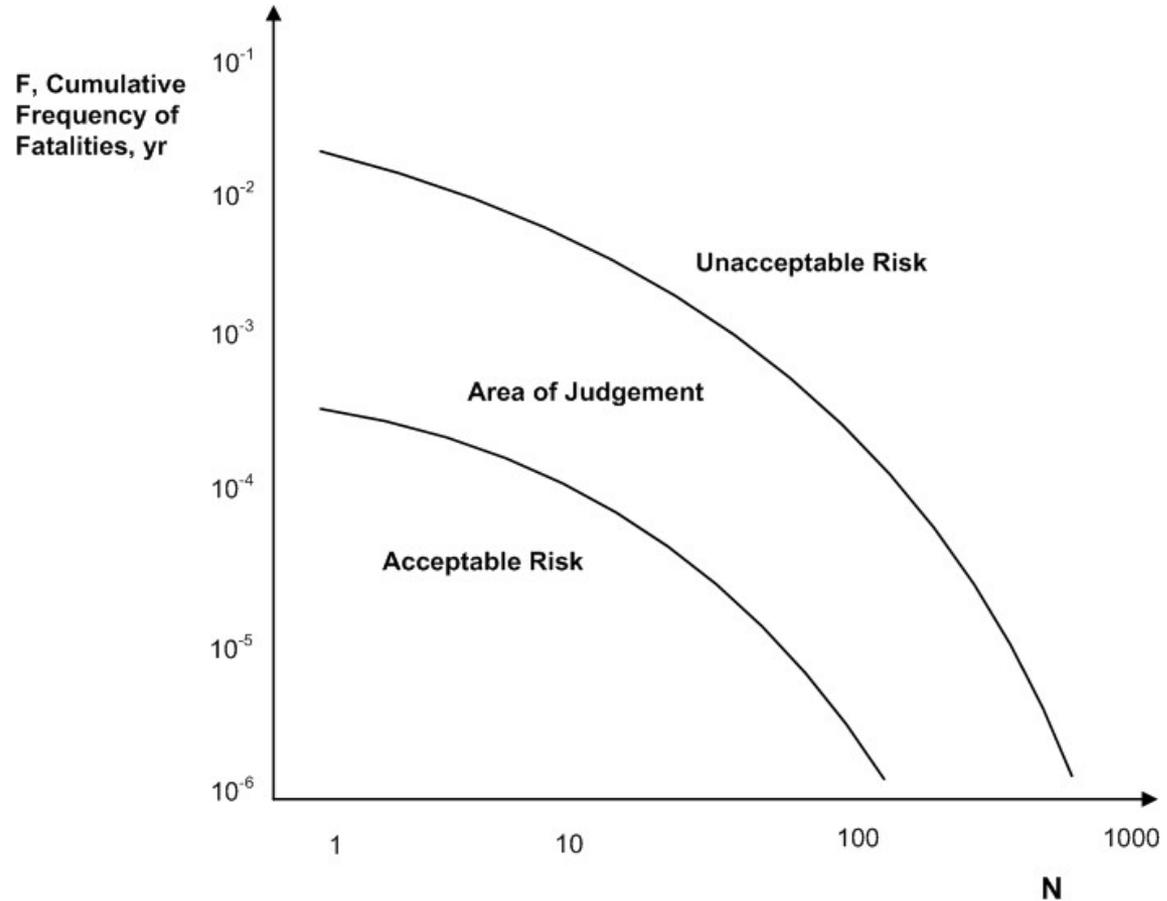
Análise de Riscos



Análise de Riscos

ALARP

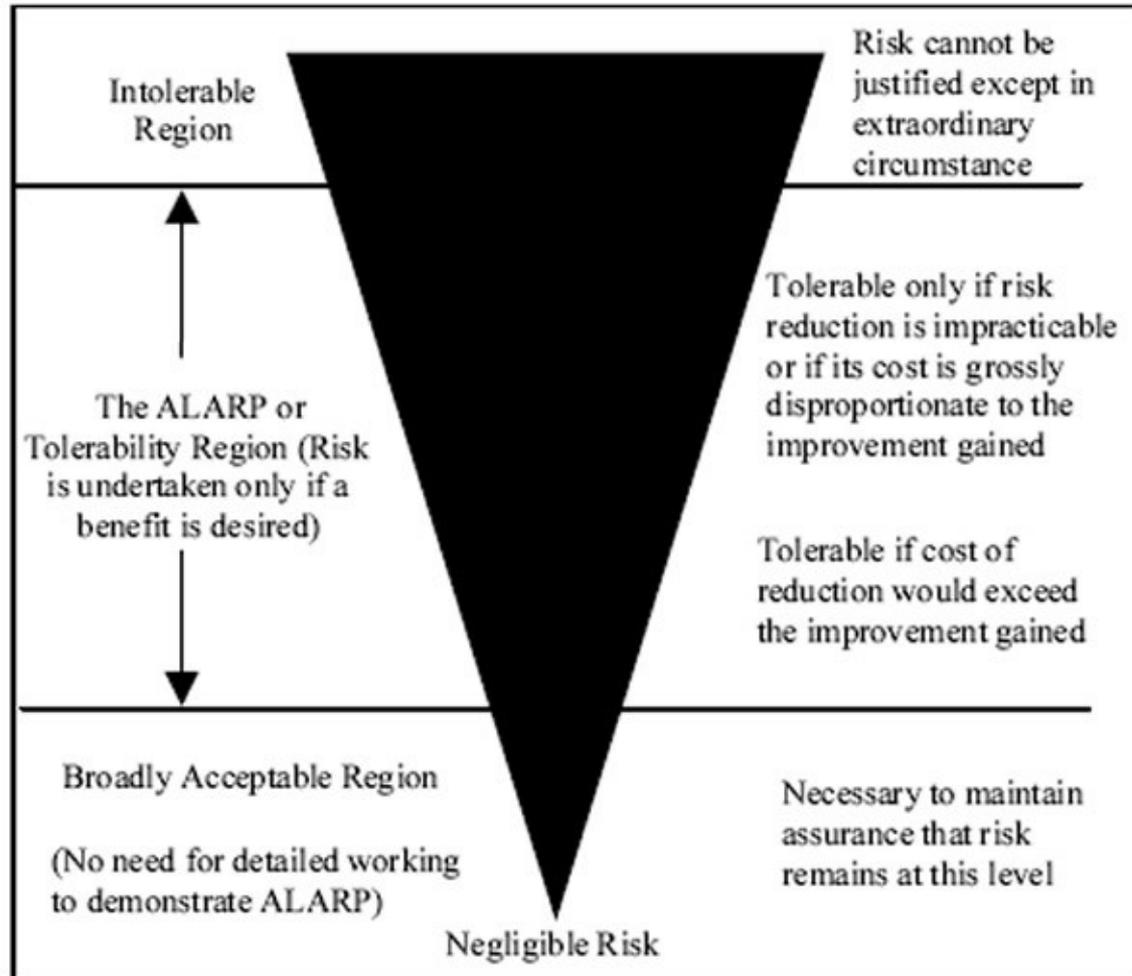
As Low as Reasonably Practicable Risk



Análise de Riscos

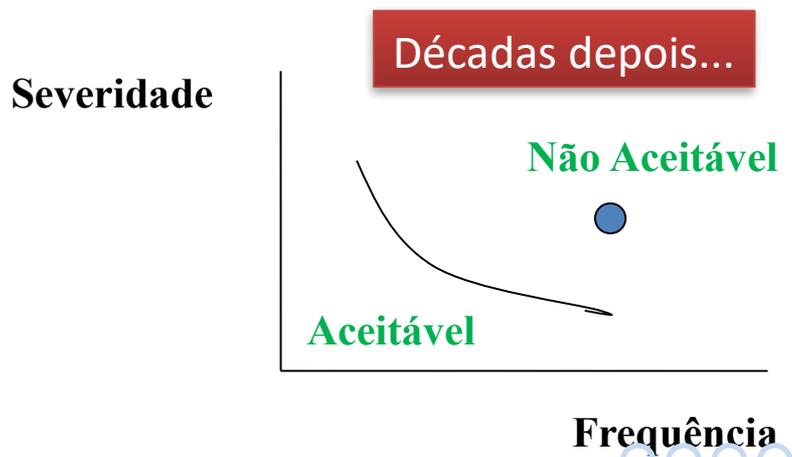
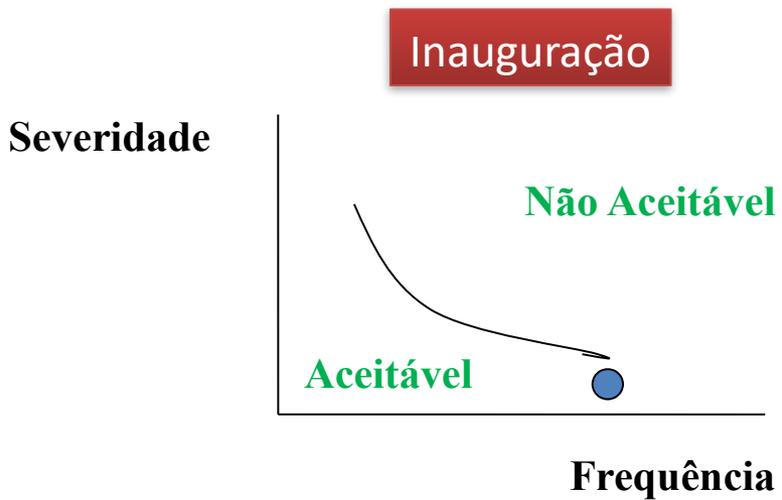
ALARP

As Low as Reasonably Practicable Risk



Análise de Riscos

Problema da realidade dinâmica





Análise de Riscos

Risco aceitável ou não?

Profissional “A” x Profissional “B”

Empresa “A” x Empresa “B”

Consumidores

Localização geográfica da planta

Mercado onde está atuando

Legislação

Seguradoras

Financiadoras

Pressões diversas:
econômica,
política,
social,
acionistas,
grandes consumidores

Análise de Riscos

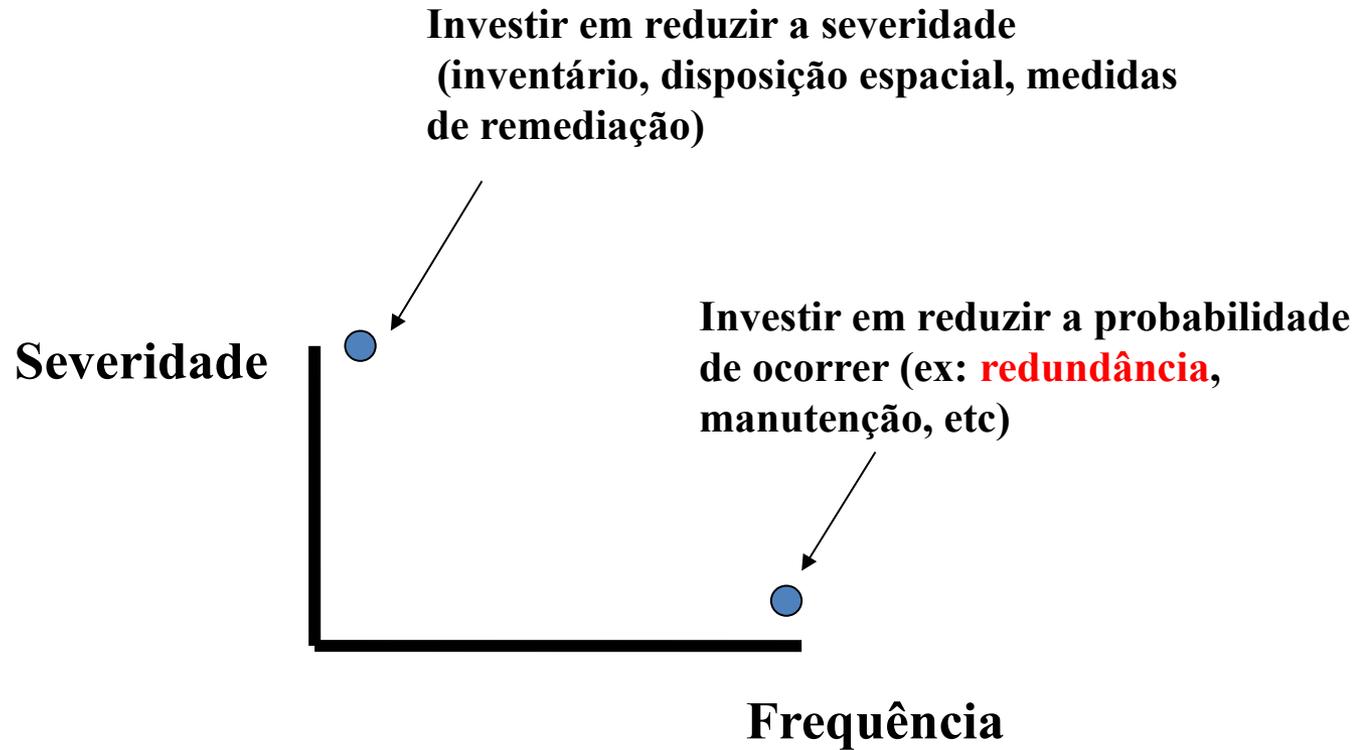
Risco aceitável ou não?



**Operar ou
não operar?**

Análise de Riscos

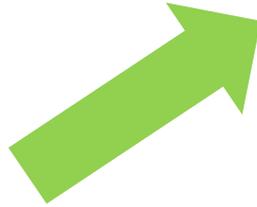
Risco aceitável ou não?





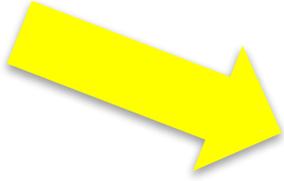
Acidente na Venezuela. A proximidade entre as instalações industriais e as residências aumenta a severidade do cenário.

Redundância



Estepe OK

Redundância



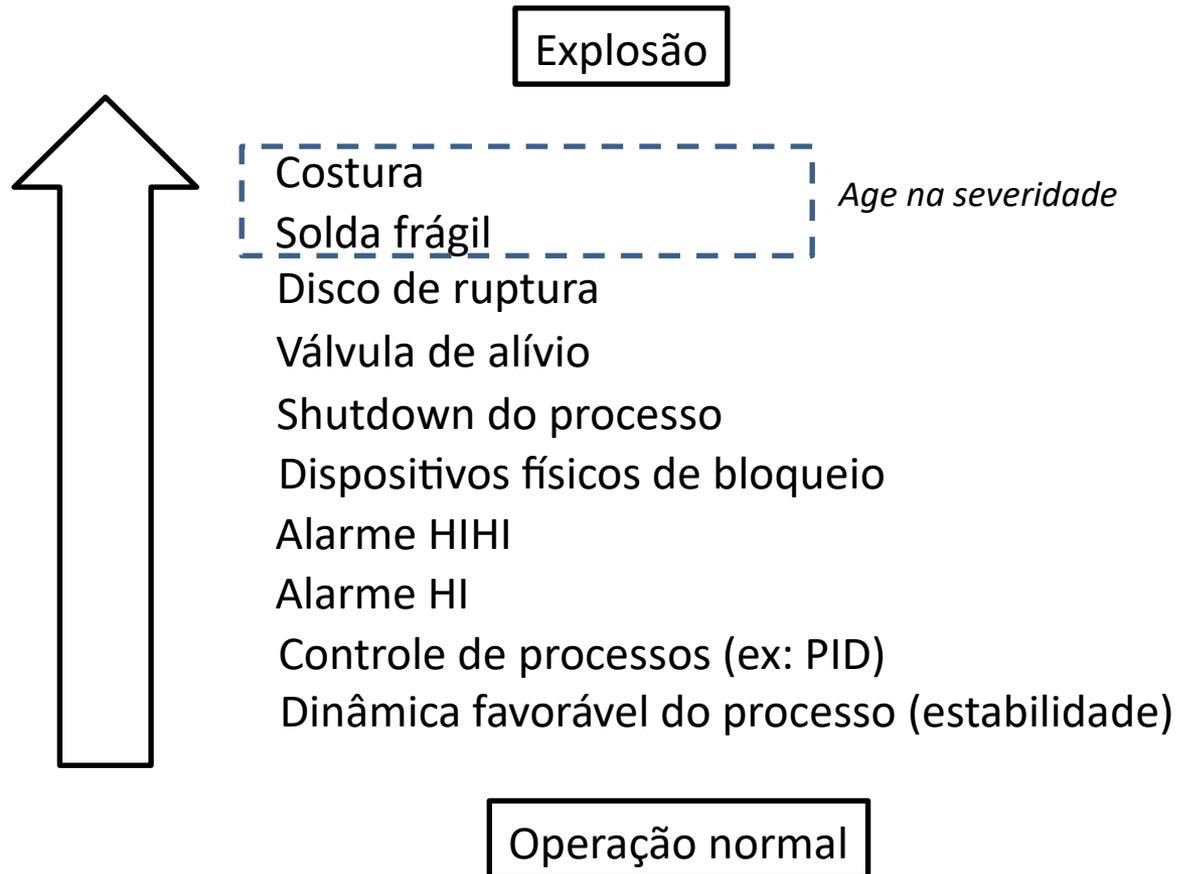
Redundância

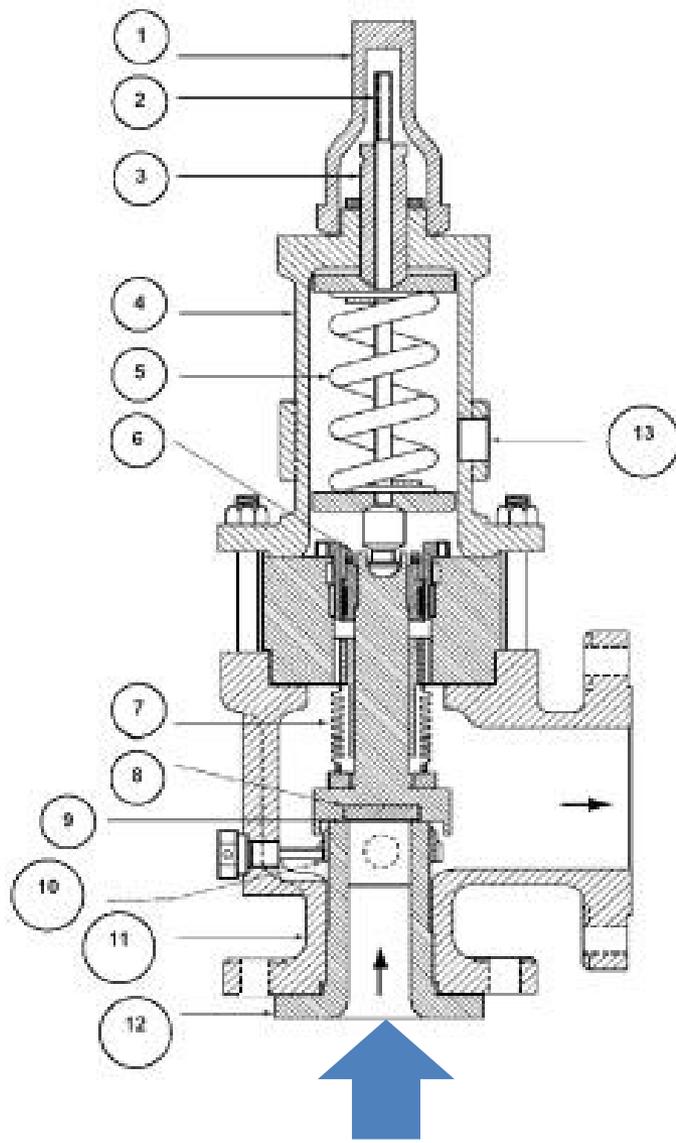


Estepe furado

Camadas de Proteção

Proteções contra sobrepressão em um vaso genérico





Vaso com alta pressão

Linha de descarga

Redundância

Redundância

vs.

Falhas de Causa Comum
Dependência Física
Dependência Funcional

Redundância

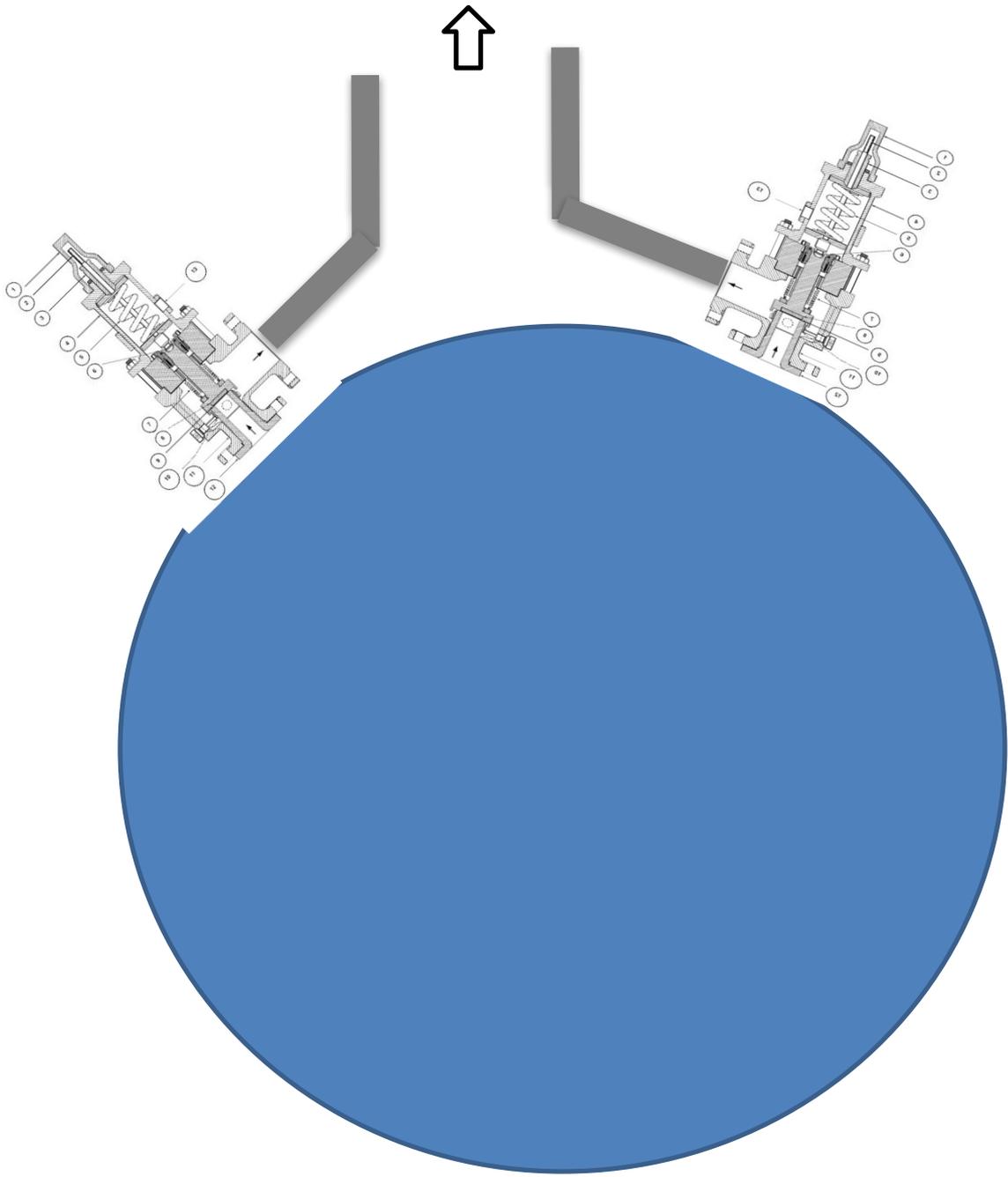
Dependência Funcional



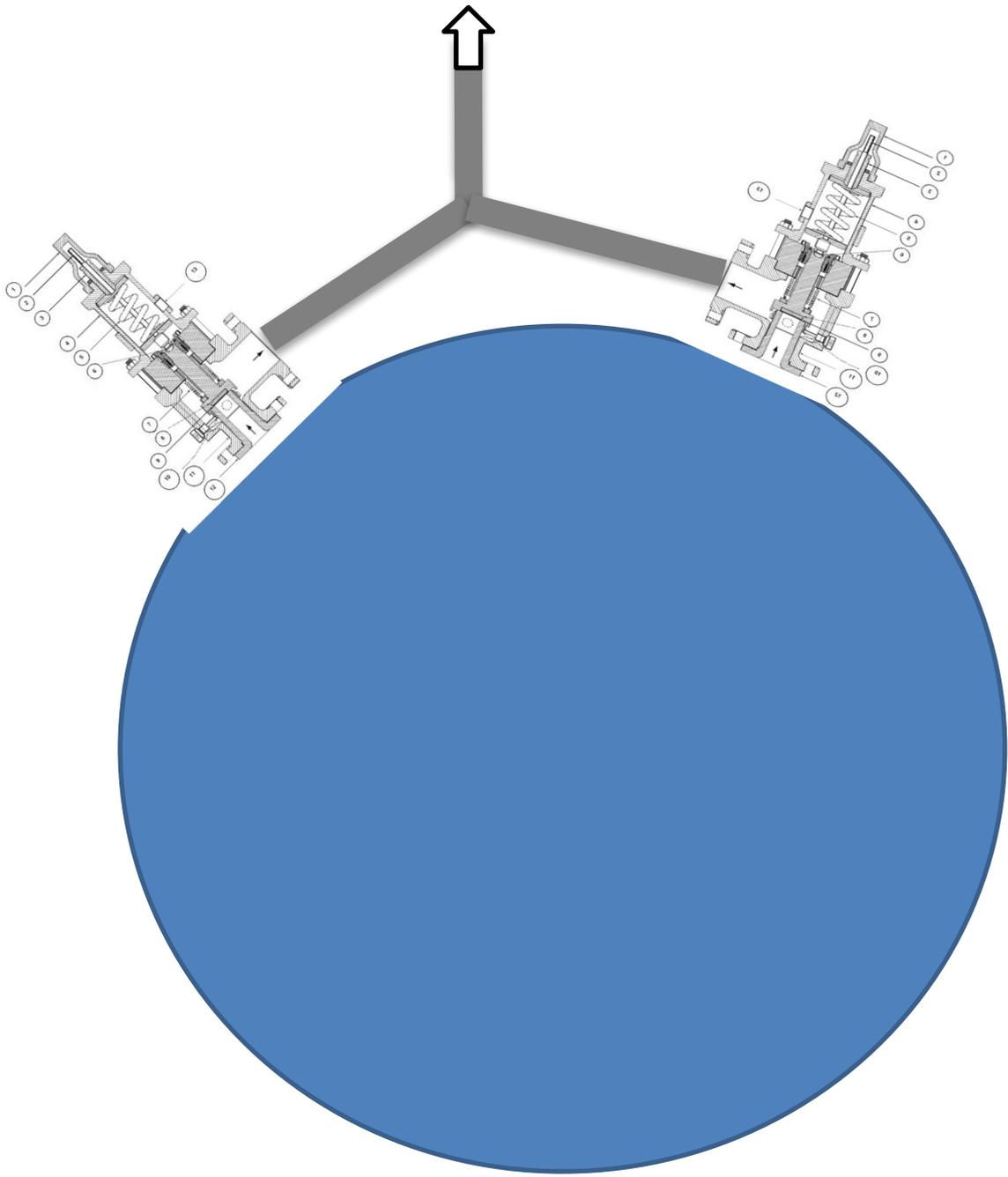
Nigeria Airways, voo 1968

<http://aviation-safety.net/database/record.php?id=19910711-0>

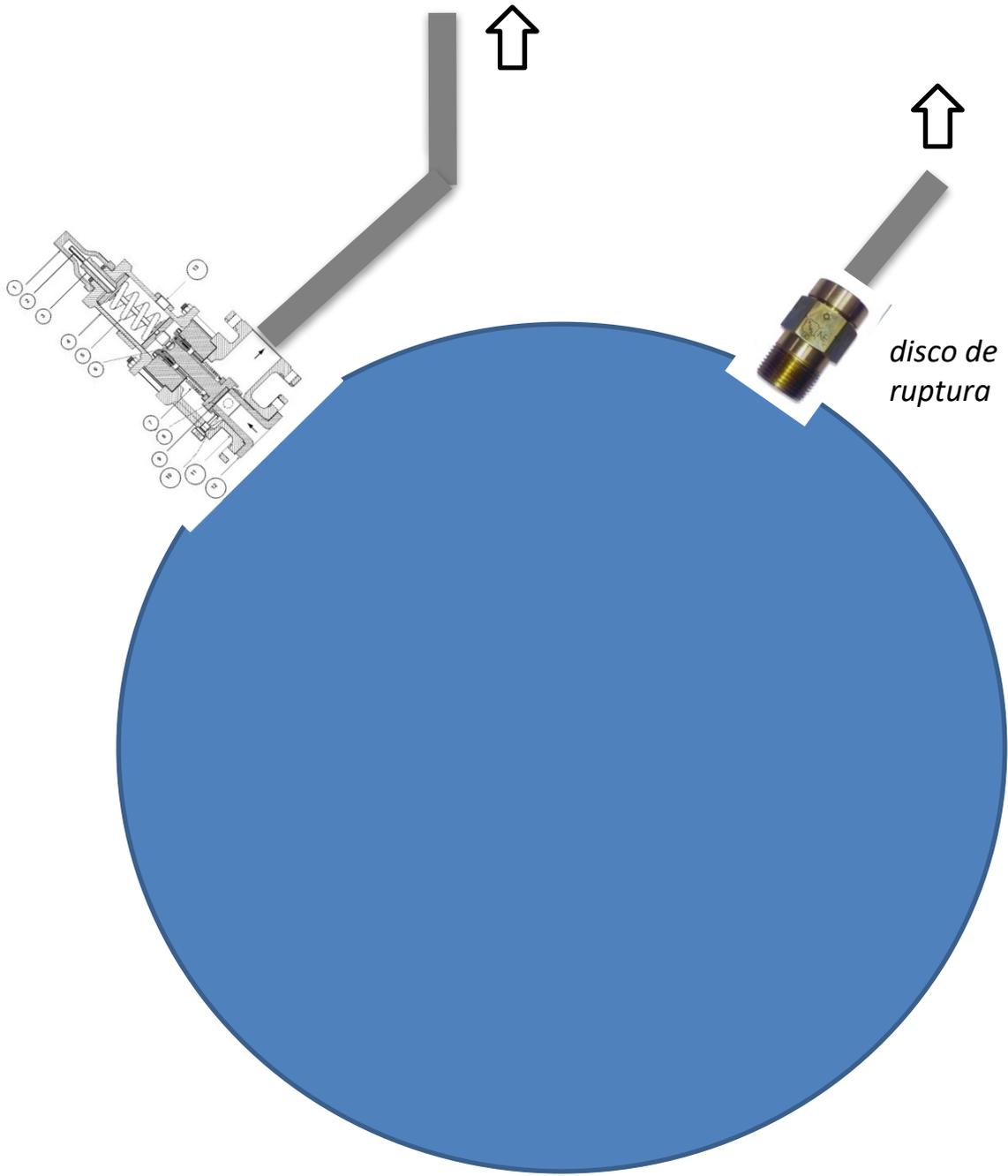
Redundância



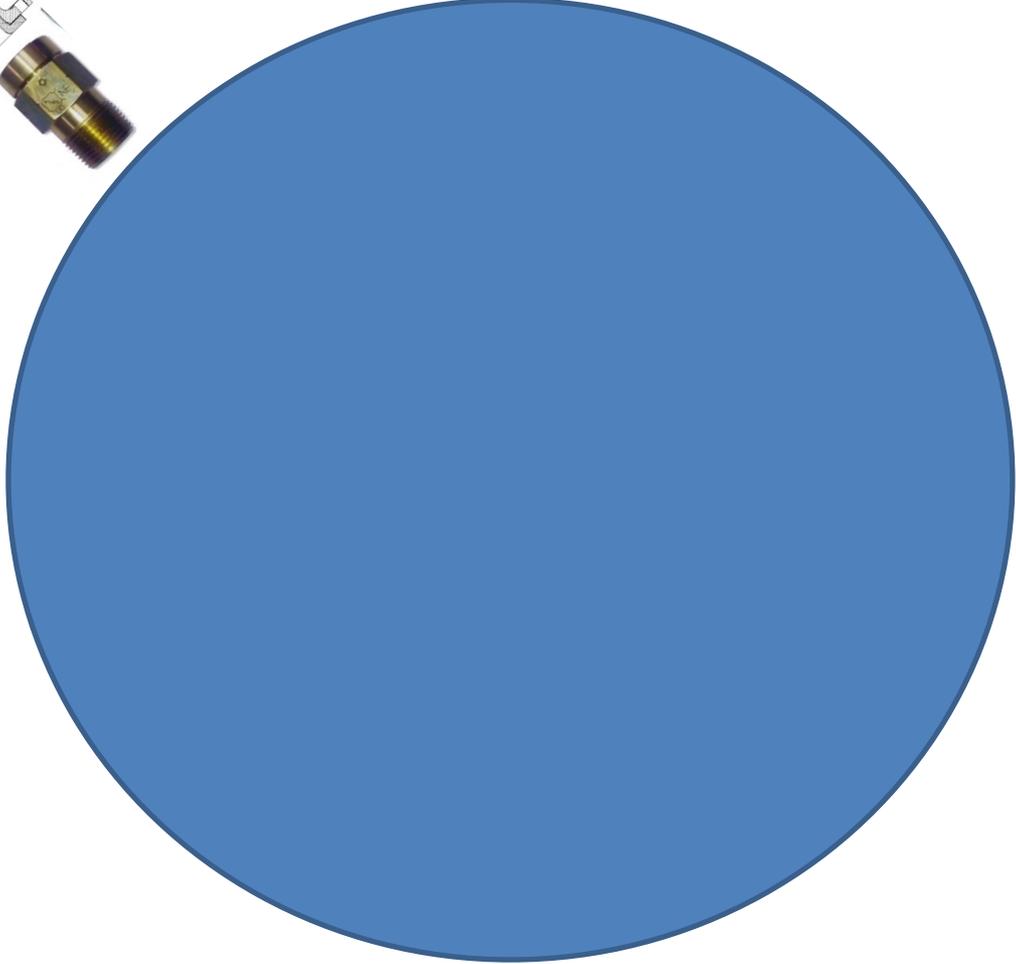
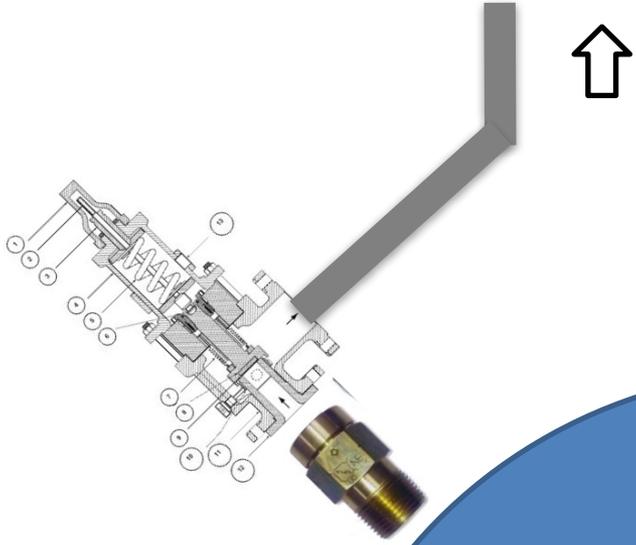
Redundância



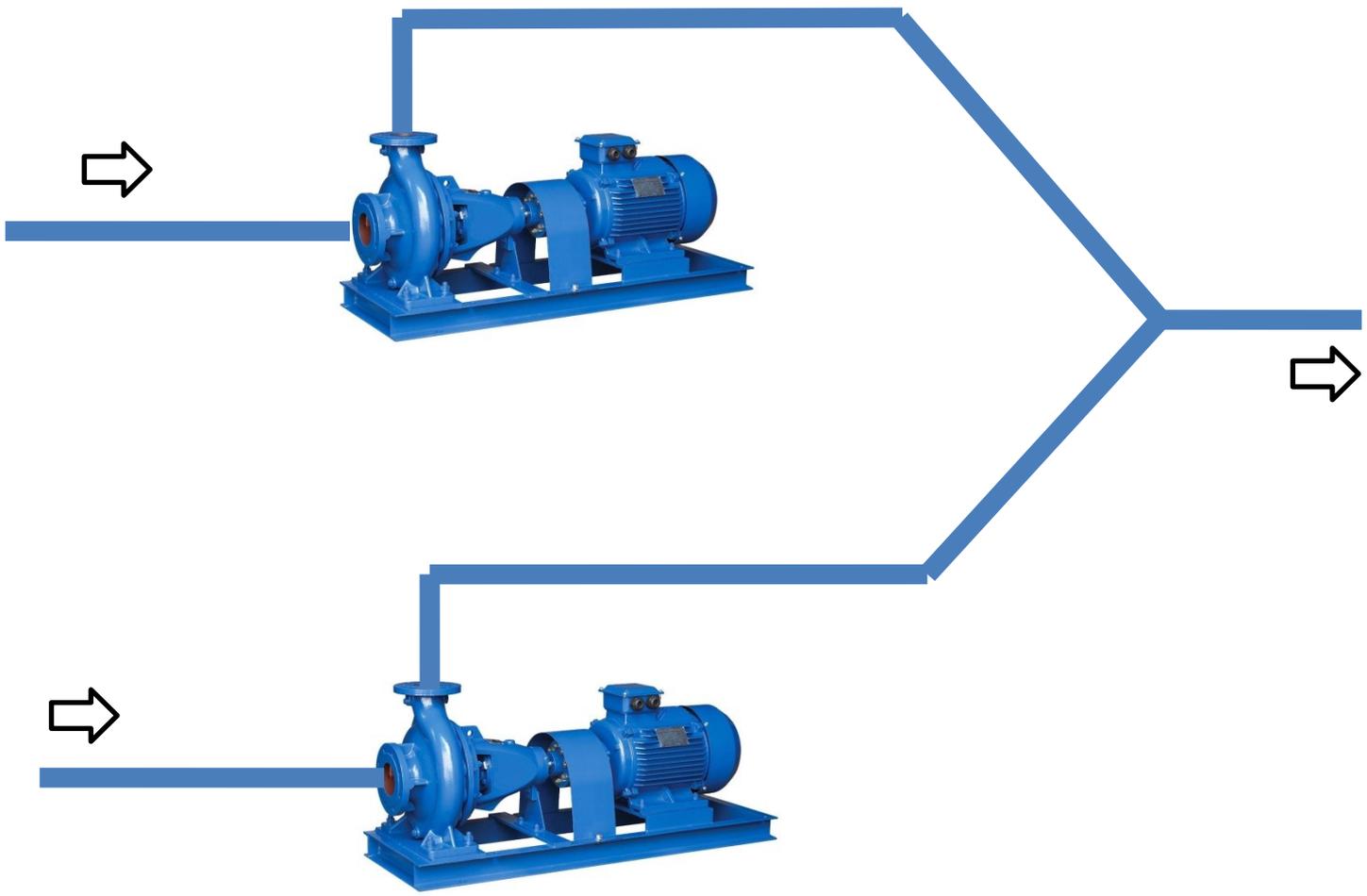
Redundância



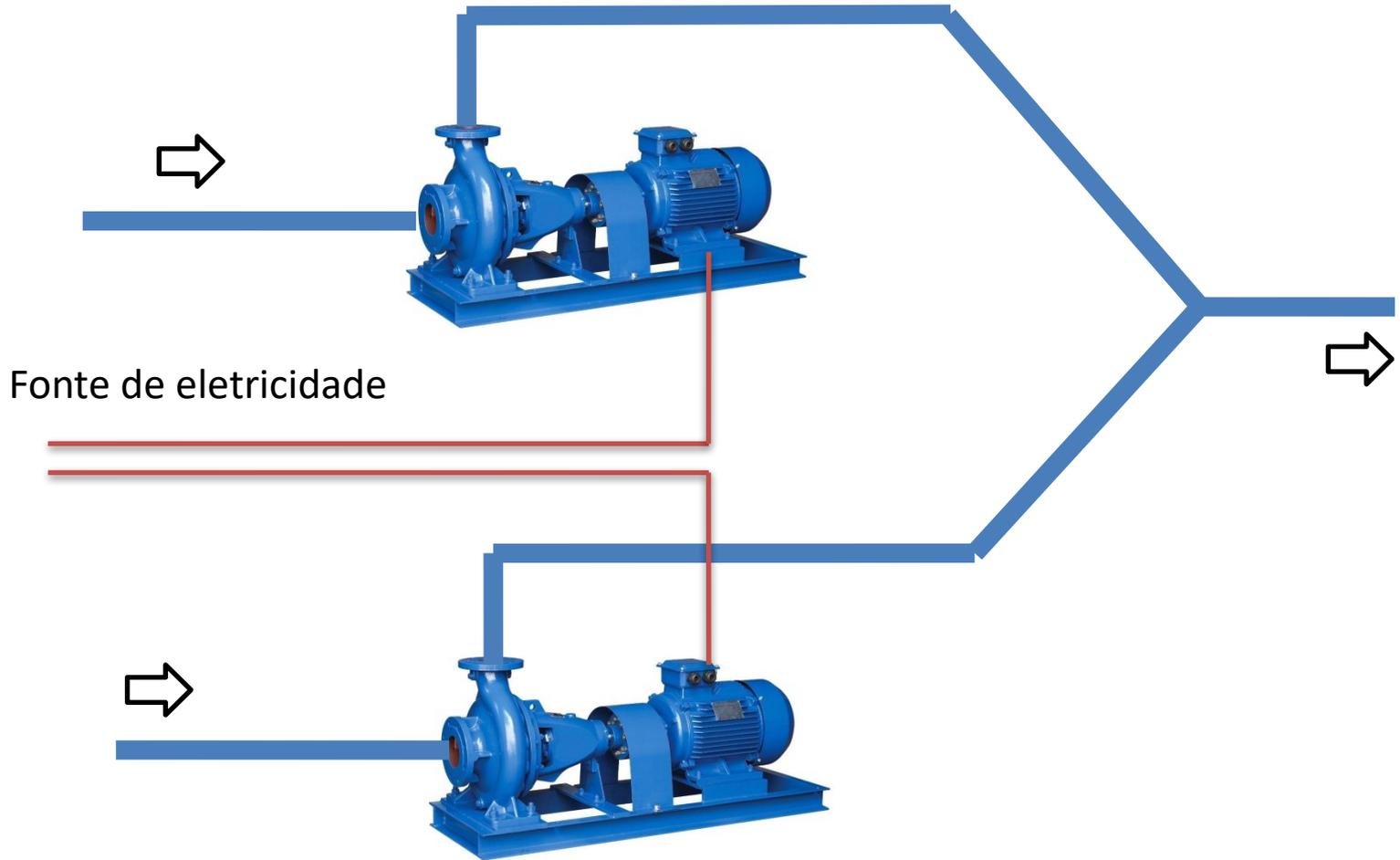
Redundância



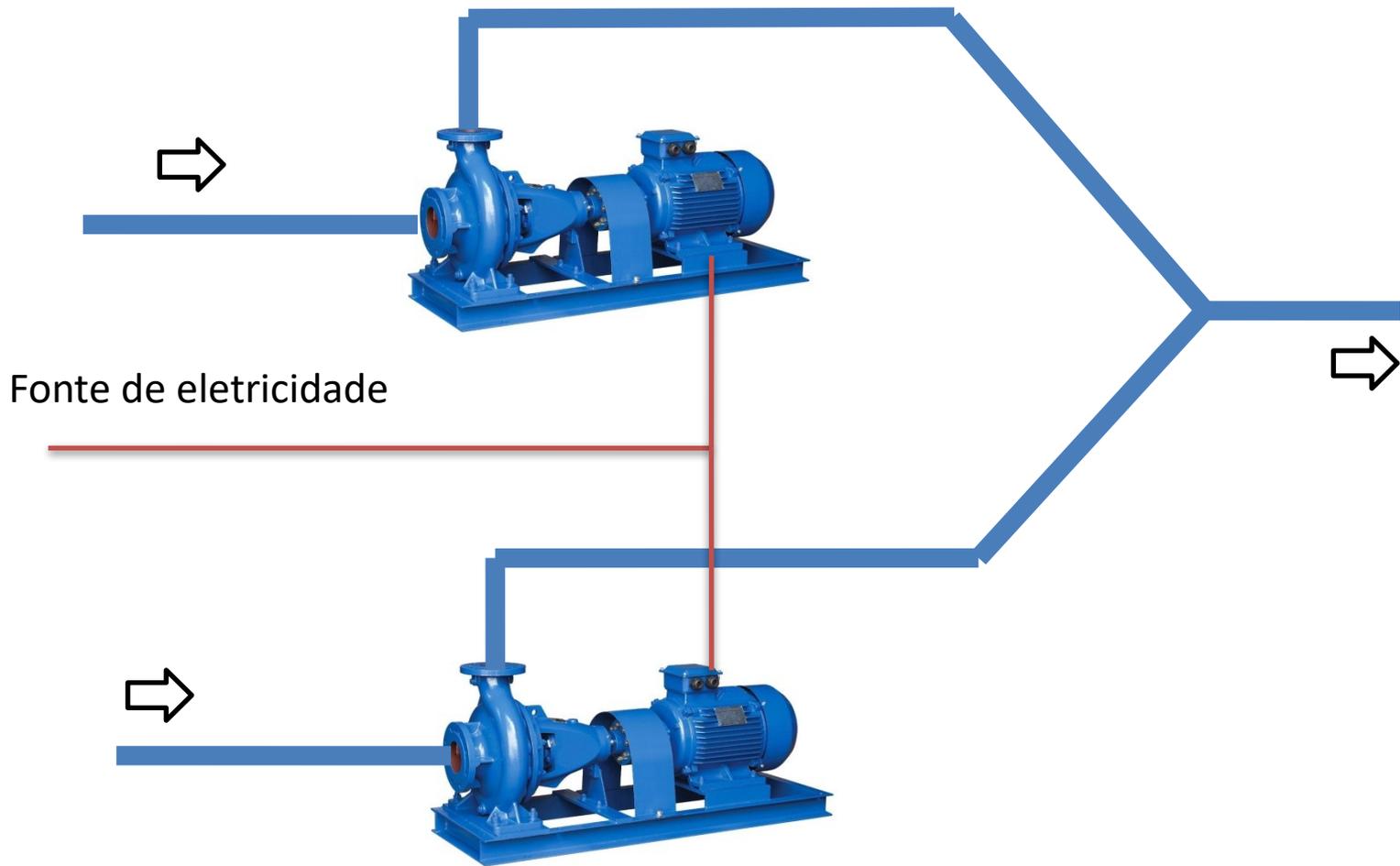
Redundância



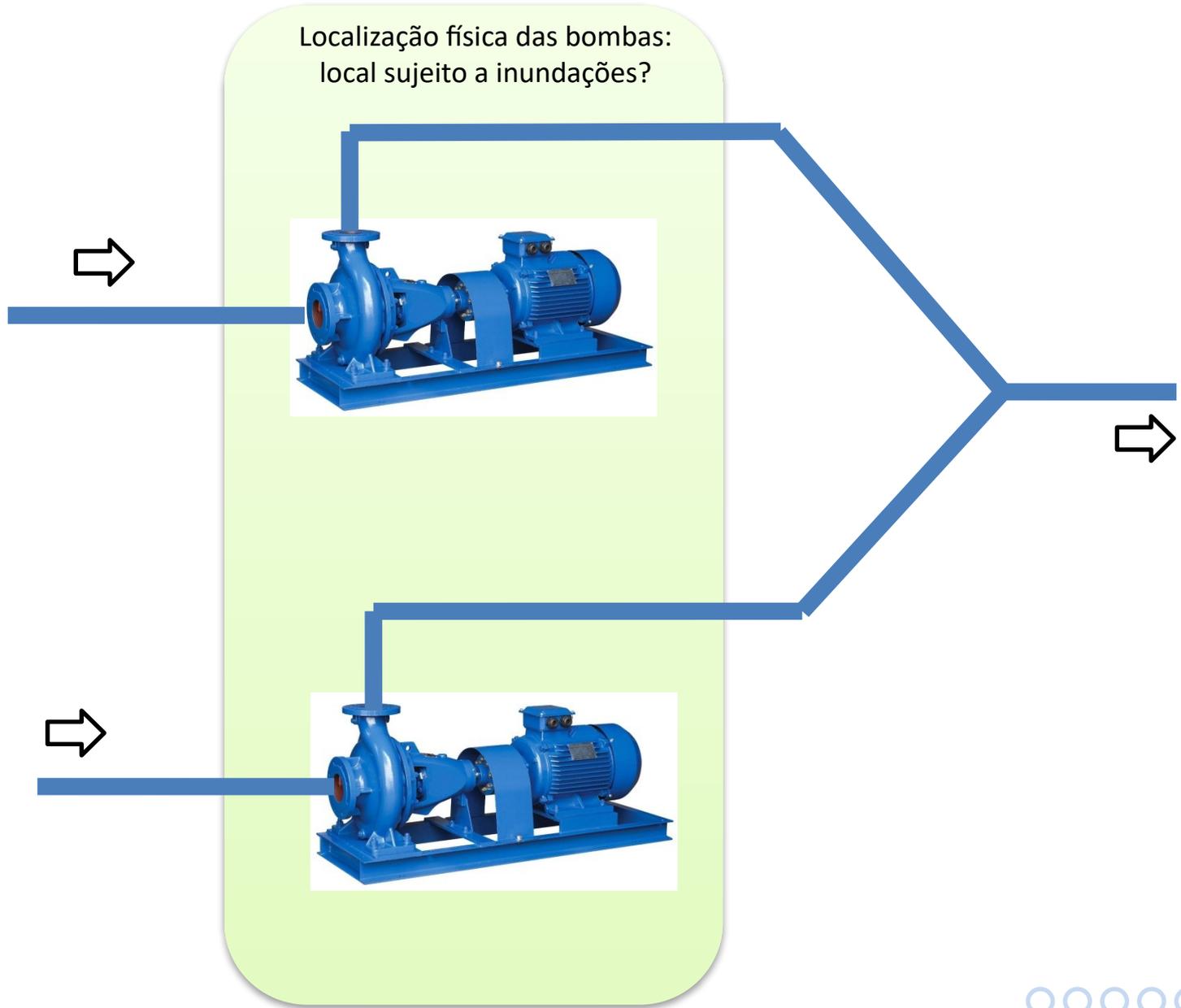
Redundância



Redundância

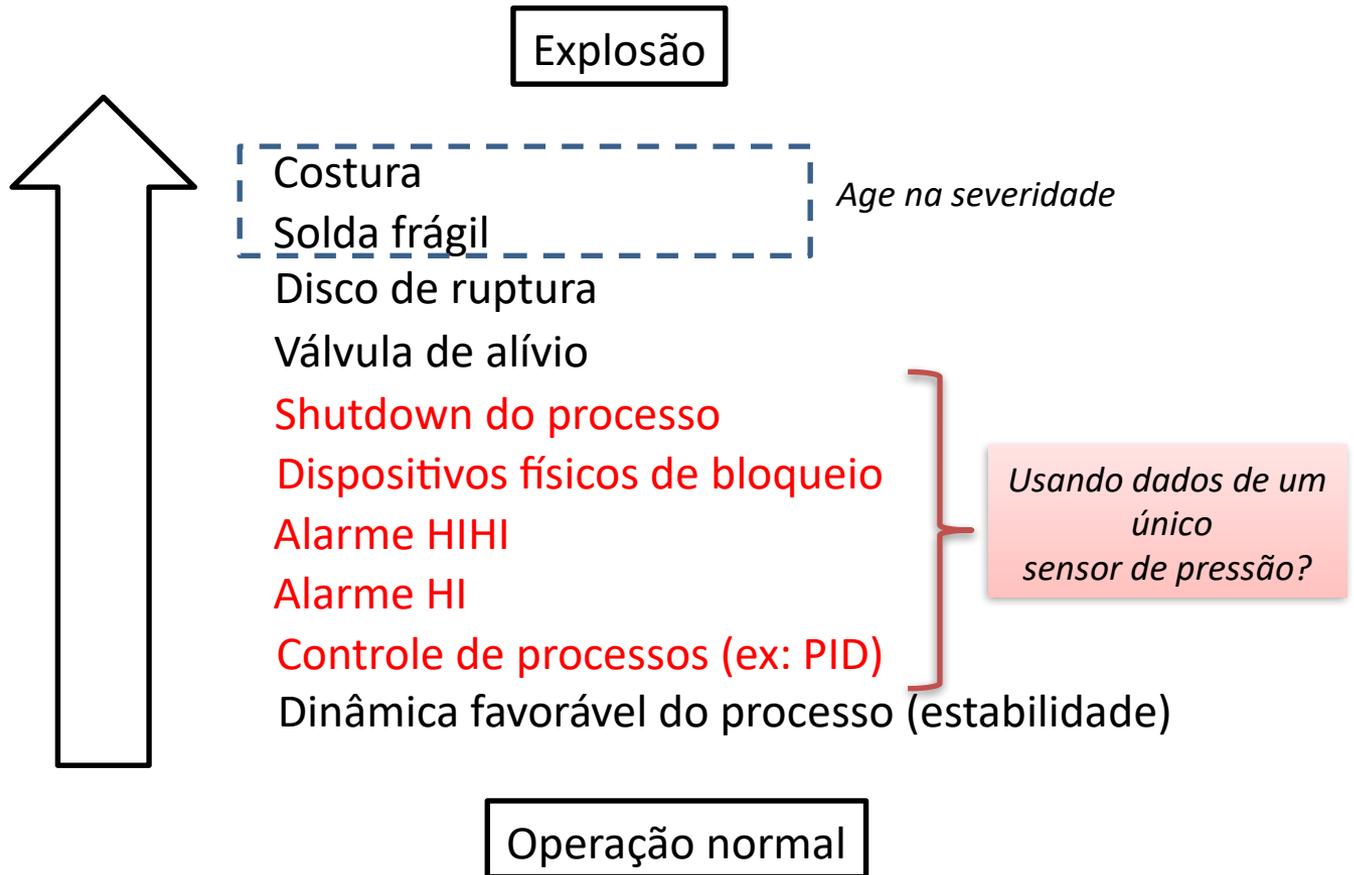


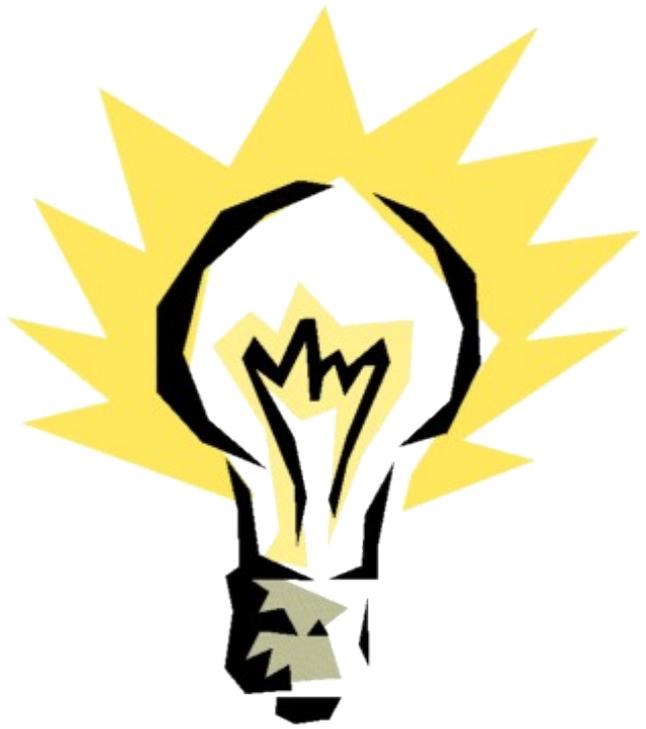
Redundância



Proteções contra sobrepressão em um vaso genérico

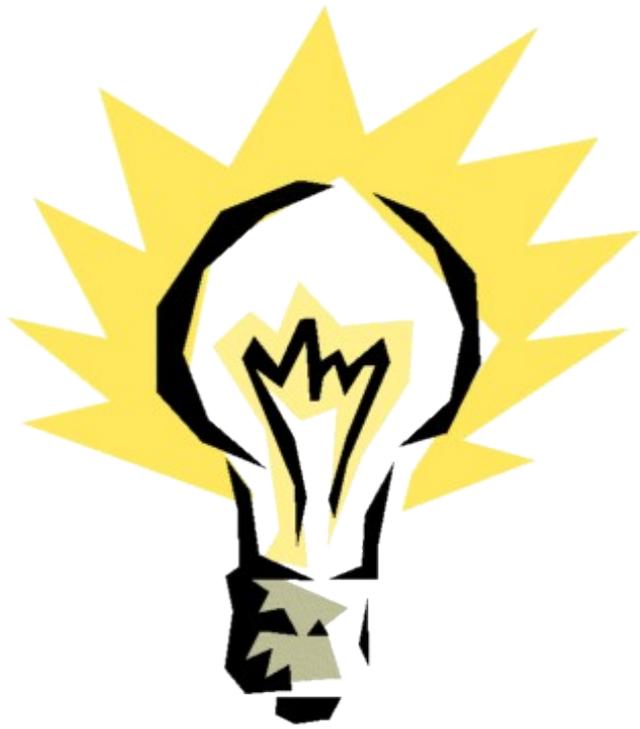
Redundância





? !





ATENÇÃO
A PASSAGEM PARA A SAÍDA DE EMERGÊNCIA
NÃO PODE SER OBSTRUÍDA.
FAVOR ACOMODAR SUA BAGAGEM NO COMPARTIMENTO ACIMA.
ATTENTION
ACCESS TO THE EMERGENCY EXIT MUST BE UNOBSTRUCTED.
PLEASE STOW YOUR LUGGAGE IN THE COMPARTMENT ABOVE.

MANTER O CINTO AFIVELADO ENQUANTO SENTADO
FASTEN SEAT BELT WHILE SEATED

USE O ASSENTO PARA FLUTUAR
USE SEAT BOTTOM CUSHION FOR FLOTATION



MANTER O CINTO AFIVELADO ENQUANTO SENTADO
FASTEN SEAT BELT WHILE SEATED

USE O ASSENTO PARA FLUTUAR
USE SEAT BOTTOM CUSHION FOR FLOTATION



Análise de Riscos

Métodos Qualitativos

Eu acho que...

Sentimento

Experiência profissional

Subjetividade

Falsa sensação de precisão

Estatística

Manutenção

Dados numéricos

Métodos Quantitativos

Condições operacionais

Base histórica

Análise de Riscos

Métodos Qualitativos



Métodos Quantitativos

Análise de Riscos

Métodos Qualitativos



APP

HAZOP

APR

Análise de Riscos

Métodos Qualitativos



Podem ser tão simples quanto a empresa queira ou tão complexos quanto ela necessita!

APP



Tempo

Complexidade

HAZOP



Análise de Riscos

Análise Preliminar de Perigo – **APP** Análise Preliminar de Risco – **APR**

É uma análise preliminar, realizada antes de um estudo mais completo.

Visa selecionar os principais perigos e as principais áreas de risco de uma unidade.

APP / APR / APPP / APPS

APP

APR

APPP

APPS

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> Grande Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Furo devido a choque mecânico; Ruptura da esfera ou de linhas; Desgaste/Fadiga dos Materiais; Erro de manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. Ruído. 	IV	D	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-1.
		<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). 		IV	D	RB		TAQ-2.
		<ul style="list-style-type: none"> Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. 		III	C	RB		TAQ-3.
		<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem tóxica. 		III	C	RB		TAQ-4.
		<ul style="list-style-type: none"> BLEVE/Bola de fogo. 		III	C	RB		TAQ-5.
<ul style="list-style-type: none"> Médio Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Fissura devido a choque mecânico. Erro de operação / 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. 	TAQ-6.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
	manutenção. <ul style="list-style-type: none"> Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Dreno de equipamento ou de linha aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. BLEVE/Bola de fogo. 		III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. Realizar inspeção observando o fechamento do dreno de equipamento e linhas 	TAQ-7.
				III	C	RB		TAQ-8.
				III	D	RB		TAQ-9.
<ul style="list-style-type: none"> Pequeno Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Trinca devido a choque mecânico. Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Corrosão. Erro de operação / manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> Perda do produto por evaporação. Flash Fire. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	II	B	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-10.
				II	C	RB		TAQ-11.

APP / APR

Perigo	Causas	Efeitos	Modo de detecção	Categoria da severidade	Categoria de frequência	Risco	Recomendações	Nº

Cenário:

1 Perigo + 1 Causa + 1 Efeito

Cenário:

1 Perigo + 1 Causa + 1 Efeito

Prefiro chamar de
“cenário acidental”.
Essa não é a definição
exata de perigo

Mantenha um efeito por
cenário. Isso permite avaliar
melhor a frequência e a severidade –
embora eleve
o número de cenários

Mantenha uma causa para
cada cenário. Isso permite avaliar
melhor a frequência – embora eleve
o número de cenários

$$\text{Risco} = \text{Frequência} \times \text{Severidade}$$

A frequência é função da causa e do efeito.

A severidade é função do efeito

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> Grande Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Furo devido a choque mecânico; 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. Ruído. 	IV	D	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-1.
<ul style="list-style-type: none"> Médio Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Fissura devido a choque mecânico. Erro de operação / 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de Incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. 	TAQ-6.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> Grande Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Furo devido a choque mecânico; 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. Ruído. 	[REDACTED]			<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-2.
				IV	D	RB		
<ul style="list-style-type: none"> Médio Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Fissura devido a choque mecânico. Erro de operação / 		<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. 	TAQ-6.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> Grande Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Furo devido a choque mecânico; 	<ul style="list-style-type: none"> Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. Ruído. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-3.
<ul style="list-style-type: none"> Médio Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Fissura devido a choque mecânico. Erro de operação / 		<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. 	TAQ-6.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> Grande Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura da esfera ou de linhas; 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. Ruído. 				<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	
<ul style="list-style-type: none"> Médio Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Fissura devido a choque mecânico. Erro de operação / 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de Incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. 	TAQ-6.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

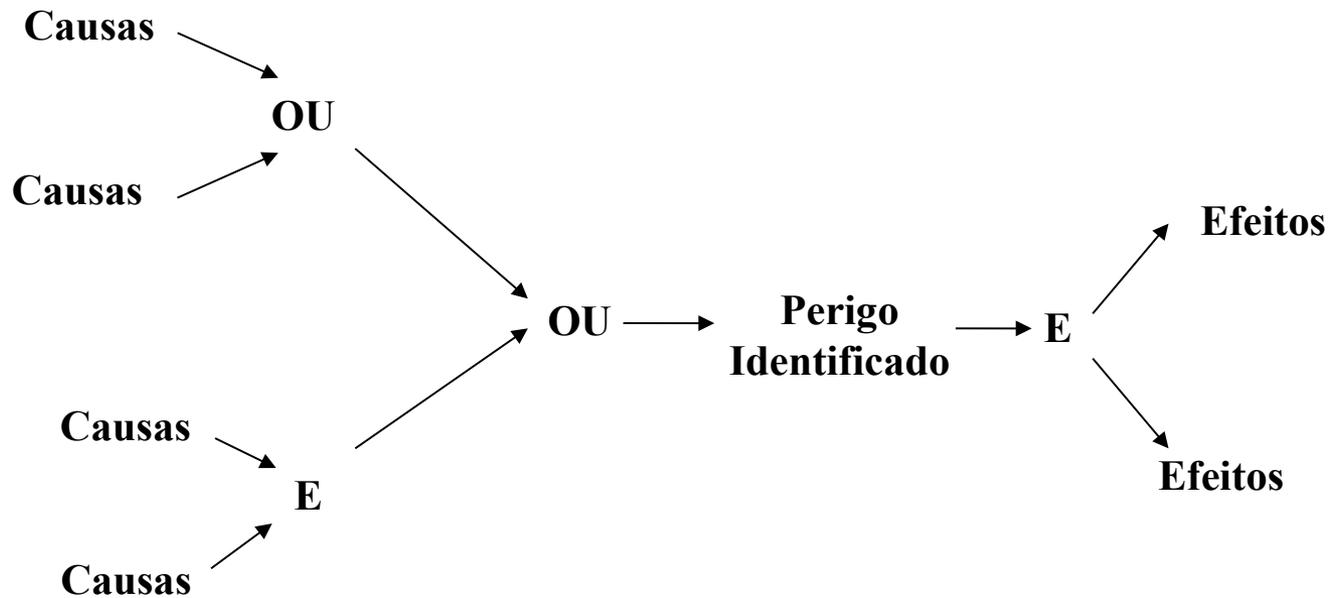
Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> Grande Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura da esfera ou de linhas; 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. Ruído. 				<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	
<ul style="list-style-type: none"> Médio Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Fissura devido a choque mecânico. Erro de operação / 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de Incêndio em poça. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. 	TAQ-6.

Causas e Efeitos podem não ser lineares



Severidade:

Categoria I : desprezível. Potencial para causar pequenos danos as instalações e ao meio ambiente.

Categoria II: marginal. Potencial de causar danos leves a seres humanos, poluição localizada remediável com poucos recursos, danos localizados as instalações com baixo comprometimento da produção.

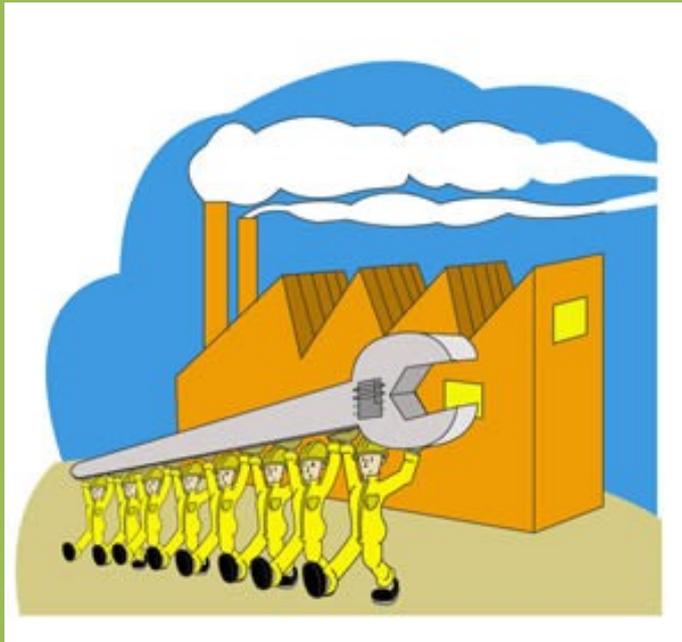
Categoria III: crítica. Potencial para gerar vítimas fatais, grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Potencial para causar situações que exigem ações imediatas para evitar catástrofes.

Categoria IV, catastrófica. Potencial para causar danos irreparáveis ou de elevado custo de reparação ao meio ambiente ou as instalações industriais.

Potencial de gerar vítimas fatais.

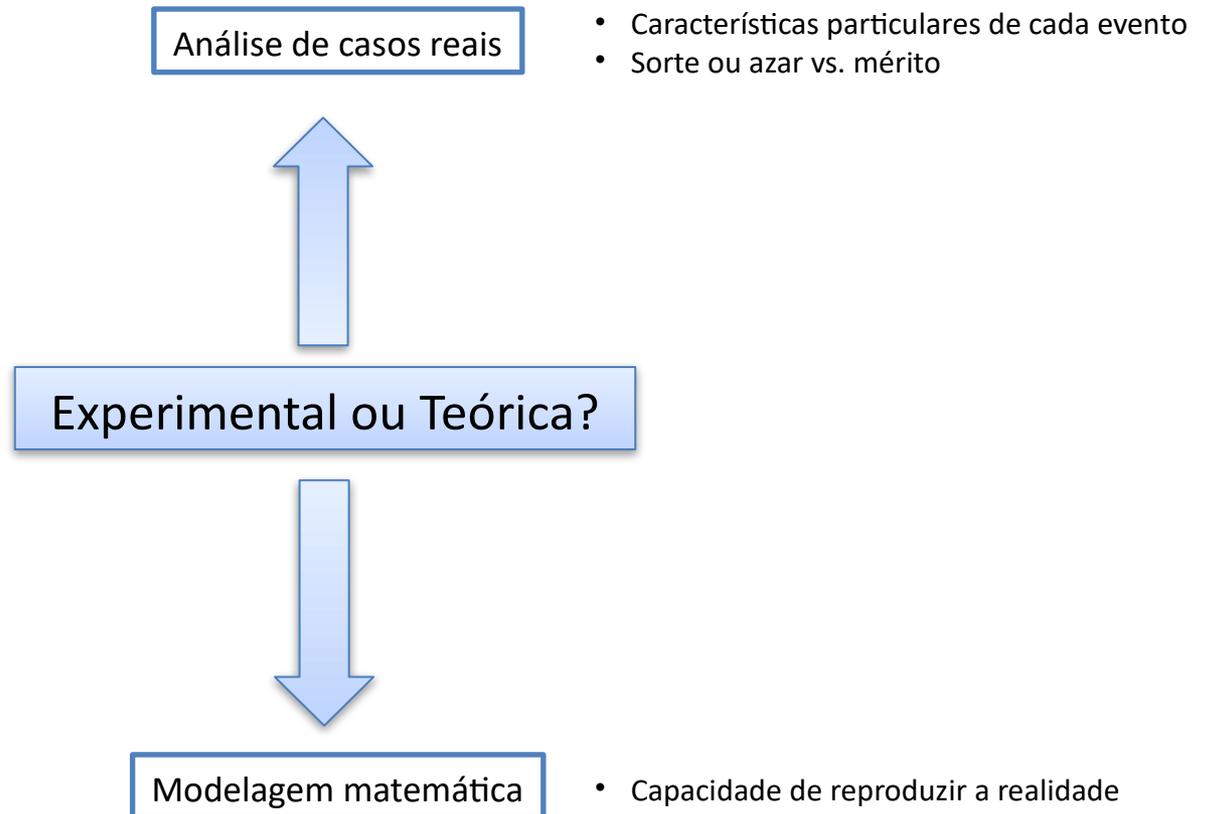
Como definir a severidade?

Adapte os valores para o porte da sua empresa!



Esses números servem de referência!
O método é qualitativo.

Como definir a severidade?



APP / APR

Frequência:

Categoria A, Remota. Frequência $f < 10^{-3}$ ocorrências/ano
Não deverá ocorrer durante a vida útil da instalação

Categoria B, Improvável. Frequência $f < 10^{-2}$ ocorrências/ano
Muito pouco provável, mas possível.

Categoria C, Provável. Frequência $f < 10^{-1}$ ocorrências / ano
Improvável, mas de ocorrência possível durante a vida útil da planta

Categoria D, Frequente. Frequência $f > 10^{-1}$ ocorrências / ano
Poderá ocorrer várias vezes durante a vida útil da planta.

É a frequência do cenário!

Ou seja: da causa e da consequência.

Matriz de Risco

Severidade



Matriz de
Categoria
de Riscos

Frequência

Matriz de Risco

RC: risco crítico

RM: risco moderado

RNC: risco não crítico

Severidade

Frequência

	1	2	3	4
D	RNC	RM	RC	RC
C	RNC	RM	RC	RC
B	RNC	RNC	RM	RC
A	RNC	RNC	RM	RM

Severidade por Nolan (2008):

Tabela 5: Exemplo de classes de severidade (Fonte: página 107, Nolan, 2008).

Classe	Descrição
1	<p>Pequenos ferimentos nos trabalhadores – sem afastamento Danos às instalações menores que o “valor base” Pequeno impacto ambiental (não necessita remediação) Perdas de produção menores que o “valor base” Sem impacto para áreas externas a empresa Não causa distúrbio a população Não gera interesse na mídia</p>
2	<p>Lesões com afastamento nos trabalhadores Danos a propriedades superando até 20 vezes o “valor base” Moderado impacto ambiental (remediação em até uma semana) Perda de produção de até 20 vezes o “valor base” Pequeno distúrbio na população vizinha (odor, ruído) Possível reação negativa da população Possível interesse da mídia</p>
3	<p>Lesão permanente em trabalhadores, possível fatalidade Danos a propriedades superando até 50 vezes o “valor base” Significativo impacto ambiental (remediação em até um mês) Perda de produção de até 50 vezes o “valor base” Médio distúrbio na população vizinha (pode precisar de atendimento) Reação negativa da população Interesse da mídia local</p>
4	<p>Uma fatalidade ou até 4 empregados com lesão permanente Danos a propriedades superando até 200 vezes o “valor base” Severo impacto ambiental (remediação em até 6 meses) Perda de produção de até 200 vezes o “valor base” Significante distúrbio na população vizinha, danos às propriedades, lesões ou doenças temporárias Intensa reação negativa da população Interesse da mídia nacional</p>



5	<p>Múltiplas fatalidades ou lesões permanentes Danos a propriedades superando 200 vezes o “valor base” Extenso impacto ambiental (remediação por mais de 6 meses) Perda de produção superando 200 vezes o “valor base” Severo distúrbio na população vizinha, danos a propriedades, fatalidades ou lesões permanentes. Severa reação negativa da população ameaça a continuação das operações Interesse da mídia internacional</p>
---	--

Observação: O autor define “valor base” como sendo o valor segurado ou considerado aceitável pela gerência (Nolan, pag. 109, 2008).

Frequência por Nolan (2008):

Tabela 4: Exemplo de classes de frequência (Fonte: página 108, Nolan, 2008).

Classe	Descrição
1	Frequência: nunca até 1 em 1.000.000 anos. Não ocorre na vida útil do processo e não existe relato ou suspeita de já ter ocorrido em algum instante, em algum lugar (em qualquer empresa do mesmo ramo).
2	Frequência: 1 em 1.000.000 anos até 1 em 10.000 anos. Eventos como esse são pouco prováveis de ocorrer, mas existe relato histórico de já ter ocorrido em algum instante, em algum lugar (em qualquer empresa do mesmo ramo).
3	Frequência: 1 em 10.000 anos até 1 em 1.000 anos. É possível de ocorrer em algum local (em qualquer empresa do mesmo ramo) durante a vida útil da planta.
4	Frequência: 1 em 1.000 anos até 1 em 100 anos. É quase certo de ocorrer em algum local da empresa durante a vida útil da planta (não necessariamente na planta em estudo).
5	Frequência: 1 em 100 anos ou mais. Já ocorreu em algum lugar da empresa, ou é provável de ocorrer na própria planta em estudo.

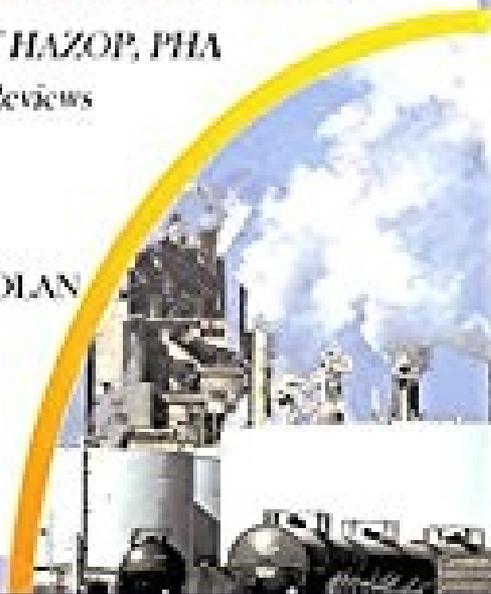
SAFETY AND SECURITY REVIEW FOR THE PROCESS INDUSTRIES

*Application of HAZOP, PHA
and What-If Reviews*

2nd Edition

DENNIS P. NOLAN

 William
Andrew
Applied Science Publishers



Recomendações / Sugestões

Medidas Preventivas / Mitigadoras

Recomendações: em geral obrigatórias para tornar o risco aceitável.
Identificadas como R1, R2, R3...

Recomendações podem ser divididas em: imediatas e de longo prazo. As primeiras são implementadas com urgência, até que as definitivas estejam funcionais

Medidas Preventivas evitam o acidente. Reduzem a frequência.

Medidas Mitigadoras agem após o acidente. Reduzem a severidade

Recomendações / Sugestões

Medidas Preventivas / Mitigadoras

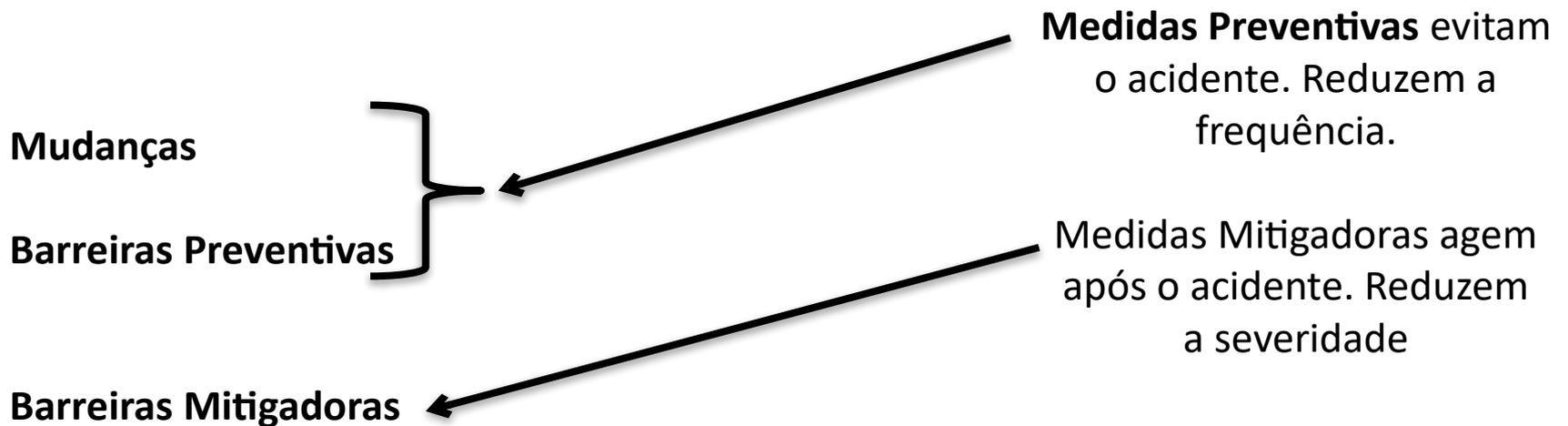
Sugestões: em geral são opcionais, foram observadas enquanto o APP era elaborado. Podem vir na própria planilha (identificadas como S1, S2, S3...) ou em uma planilha separada.

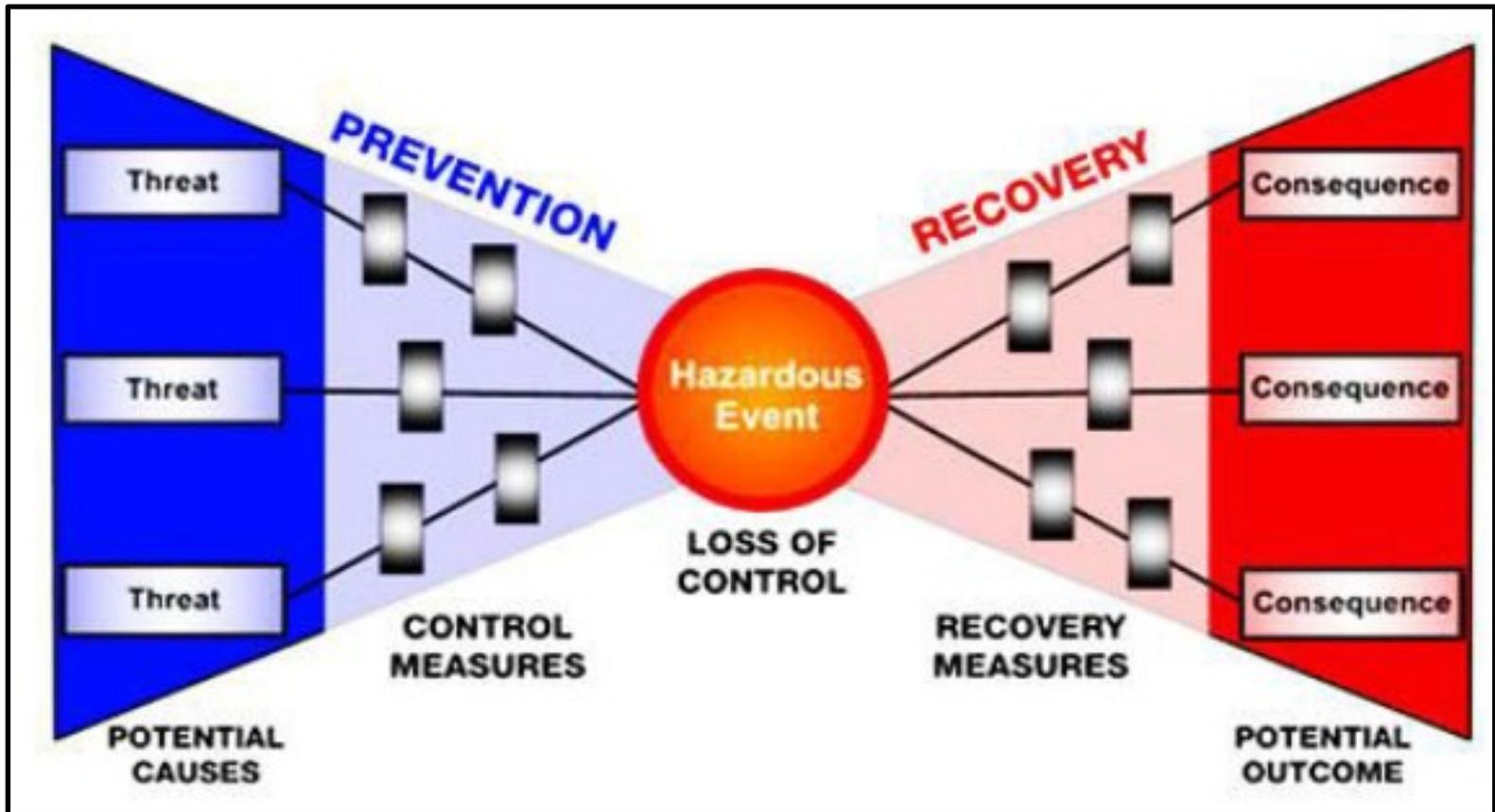
Medidas Preventivas evitam o acidente. Reduzem a frequência.

Medidas Mitigadoras agem após o acidente. Reduzem a severidade

Recomendações / Sugestões

Medidas Preventivas / Mitigadoras





Bow Tie

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP

Subsistema: Terminal de Combustíveis

Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP

Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.

Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia

Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
	<ul style="list-style-type: none"> manutenção. Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Dreno de equipamento ou de linha aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. BLEVE/Bola de fogo. 		III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. Realizar inspeção observando o fechamento do dreno de equipamento e linhas 	TAQ-7.
				III	C	RB		TAQ-8.
				III	D	RB		TAQ-9.
<ul style="list-style-type: none"> Pequeno Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Trinca devido a choque mecânico. Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Corrosão. Erro de operação / manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> Perda do produto por evaporação. Flash Fire. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	II	B	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-10.
				II	C	RB		TAQ-11.



PL

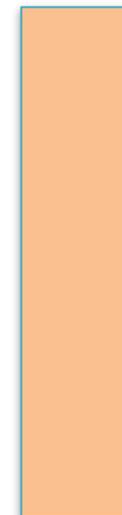
Algumas tabelas incluem, além dos modos de detecção, as PL (*protection layer*) já existentes / já instaladas.

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP

Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP							Subsistema: Terminal de Combustíveis	
Sub-sistema: Unidade de Estocagem – Esferas de Armazenamento de GLP							Base referencial: DE-4450.75-6901-941-EGV-005.	
Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia								
Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
	<ul style="list-style-type: none"> manutenção. Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Dreno de equipamento ou de linha aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. BLEVE/Bola de fogo. 		III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. Realizar inspeção observando o fechamento do dreno de equipamento e linhas 	TAQ-7.
				III	C	RB		TAQ-8.
				III	D	RB		TAQ-9.
<ul style="list-style-type: none"> Pequeno Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Trinca devido a choque mecânico. Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Corrosão. Erro de operação / manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> Perda do produto por evaporação. Flash Fire. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	II	B	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-10.
				II	C	RB		TAQ-11.



Nova
Severidade



Nova
Frequência

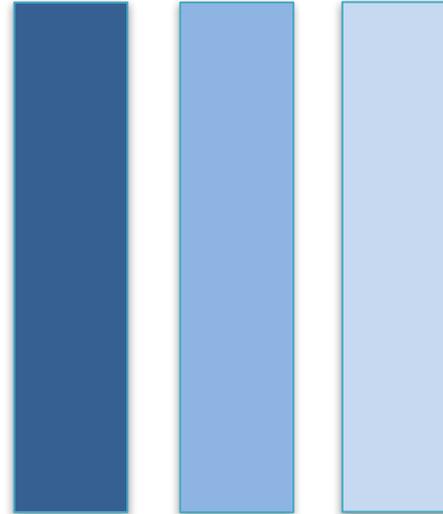


Novo
Risco

Algumas tabelas incluem nova classificação de severidade, frequência e risco **supondo que as recomendações foram implementadas**

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP								
Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP			Subsistema: Terminal de Combustíveis					
Sub-subsistema: Unidade de Estocagem – Efeiras de Armazenamento de GLP								
Base referencial: DE-4450.75-6901.941-EGV-005.			Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia					
Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas /Mitigadoras	Hipótese N°
				Sev.	Prob.	CR		
	<ul style="list-style-type: none"> manutenção Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Dreno de equipamento ou de linha aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. BLEVE/Bola de fogo. 		III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. Realizar inspeção observando o fechamento do dreno de equipamento e linhas 	TAQ-7.
				III	C	RB		TAQ-8.
				III	D	RB		TAQ-9.
<ul style="list-style-type: none"> Pequeno Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> Trinca devido a choque mecânico. Desgaste/Fadiga dos Materiais. Falha em juntas, conexões e válvulas. Corrosão. Erro de operação / manutenção. 	<ul style="list-style-type: none"> Perda do produto por evaporação. Flash Fire. 	<ul style="list-style-type: none"> Visual. Instrumentação. 	II	B	RB	<ul style="list-style-type: none"> Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. Seguir o que determina o plano de ação de emergência local. Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-10.
				II	C	RB		TAQ-11.

Após Recomendações Imediatas



Nova
Severidade

Nova
Frequência

Novo
Risco

Após Recomendações Definitivas



Nova
Severidade

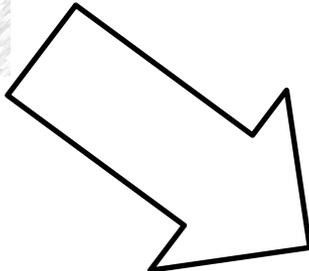
Nova
Frequência

Novo
Risco

Algumas tabelas incluem nova classificação de severidade, frequência e risco supondo que as recomendações foram implementadas




Perigo	Causas	Efeitos	Detecção	Classificação do Risco			Medidas Preventivas / Mitigadoras	Hipótese Nº
				Sev.	Prob.	CR		
<ul style="list-style-type: none"> manutenção; Degradação/Fadiga dos Materiais; Falha em juntas, conexões e válvulas; Desce de equipamento ou de linha aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE); • Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável; • BLEVE/Bola de fogo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual; • Instrumentação; 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual; • Instrumentação; 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir o que determina o plano de ação de emergência local; • Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-7.
				III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar inspeção observando o fichamento do armo de equipamento e linhas 	TAQ-8.
				III	D	RB		TAQ-9.
<ul style="list-style-type: none"> Piquete Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Trincas devido a choque mecânico; • Degradação/Fadiga dos Materiais; • Falha em juntas, conexões e válvulas; • Corrosão; • Erro de operação / manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda do produto por evaporação; • Flash Fire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual; • Instrumentação; 	II	B	RB	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga; • Seguir o que determina o plano de ação de emergência local; • Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-10.
				II	C	RB		TAQ-11.



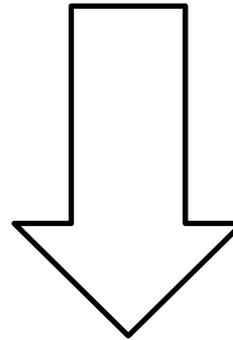
ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP									
Sistema: Complexo Industrial do Pecém - CIP					Subsistema: Terminal de Combustíveis				
Sub-subsistema: Unidade de Estocagem - Esferas de Armazenamento de GLP					Base referencial: DE-4450.75-6901-041 EGV-005.				
					Elaboração: TRANSPETRO/AMPLA Engenharia				
Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas / Mitigadoras	Hipótese Nº	
				Sev.	Prob.	CR			
	<ul style="list-style-type: none"> manutenção; Degradação/Fadiga dos Materiais; Falha em juntas, conexões e válvulas; Desce de equipamento ou de linha aberto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE); • Perda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável; • BLEVE/Bola de fogo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual; • Instrumentação; 	III	C	RB	<ul style="list-style-type: none"> • Seguir o que determina o plano de ação de emergência local; • Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. • Realizar inspeção observando o fichamento do armo de equipamento e linhas 	TAQ-7.	
				III	C	RB		TAQ-8.	
				III	D	RB		TAQ-9.	
<ul style="list-style-type: none"> Piquete Vazamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Trincas devido a choque mecânico; • Degradação/Fadiga dos Materiais; • Falha em juntas, conexões e válvulas; • Corrosão; • Erro de operação / manutenção 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda do produto por evaporação; • Flash Fire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Visual; • Instrumentação; 	II	B	RB	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga; • Seguir o que determina o plano de ação de emergência local; • Seguir procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linhas, etc. 	TAQ-10.	
				II	C	RB		TAQ-11.	

Após as recomendações serem implementadas, devo avaliar novamente os cenários críticos. O risco foi reduzido?

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGO - APP								
Sistema: Complexo Industrial do Pacém - CIP			Subsistema: Terminal de Combustíveis					
Sub-subsistema: Unidade de Estocagem - Esferas de Armazenamento de GLP								
Base referencial: DE 4450.75-6901-941-EGV-005.								
Perigos	Causas	Efeitos	Detecção	Categoria do risco quanto			Medidas Preventivas Mitigadoras	Hipótese Nº
				Sev.	Prob.	CR		
	manutenção • Derramete/Fadiga dos Materiais; • Falha em juntas, conexões e válvulas; • Dreno de equipamento ou de linha aberto.	• Possibilidade de formação de nuvem explosiva (UVCE). • Fenda do produto por evaporação com formação de nuvem inflamável. • BLEVE/Bola de fogo.		III	C	RB	• Segur o que determina o plano de ação de emergência local. • Segur procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linha, etc. • Realizar inspeção observando o fechamento do dreno de equipamento e linha.	TAQ-7
				III	C	RB		TAQ-8
				III	D	RB		TAQ-9
• Pequeno Vazamento	• Tranca devido à choque mecânico. • Derramete/Fadiga dos Materiais; • Falha em juntas, conexões e válvulas; • Corrosão. • Erro de operação / manutenção.	• Fenda do produto por evaporação. • Flash Fire.	• Visual • Instrumentação.	II	B	RB	• Verificar sistematicamente os procedimentos para movimentação de veículos e carga. • Segur o que determina o plano de ação de emergência local. • Segur procedimentos operacionais do Terminal quanto aos serviços de inspeção e manutenção de equipamentos, linha, etc.	TAQ-10
				II	C	RB		TAQ-11

COMPLEXO INDUSTRIAL DO PACÉM - CIP
ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO - ANEXO

V-3.3



Antes de implementar a mudança proposta no HIRA, faça MOC

Severidade

Frequência

	1	2	3	4
D	RNC	RM	RC	RC
C	RNC	RM	RC	RC
B	RNC	RNC	RM	RC
A	RNC	RNC	RM	RM

A Matriz e as categorias são as mesmas para toda a empresa.

Análise de Risco

- Análise Preliminar de Perigo (APP)

 PETROBRAS TRANSPORTE S.A. TRANSPETRO		Análise Preliminar de Perigos (APP)				
Empreendimento: CTDUT Subsistema:		Documentos de Referência:			Data:	
Perigos Identificados	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Sev.	Recomendações / Medidas Mitigadoras	H.A.
	--					1
	--					2

Análise de Riscos

Análise Preliminar de Perigo

Desafio do altamente seguro (aeronáutica e nuclear)

Pior cenário

Sorte ou azar nos eventos reais

O que é crível?

Se tudo é severo, qual a prioridade?

Se o evento já ocorreu no passado, qual sua probabilidade?

Análise Preliminar de Perigo



É frequente na segurança de processos usarmos hipóteses conservativas, imaginando as consequências mais graves, criando os cenários críveis mais severos. Assumindo sempre considerações de modo conservador. Isso ocorre tanto na análise qualitativa quanto na análise quantitativa.

Mas qual a consequência disso? Serão sempre boas?

O que é crível?

Crível? Não Crível?

O que é crível?



wtop

NEWS

TRAFFIC

WEATHER

LISTEN

[Home](#) » [Maryland News](#) » Woman impaled by beach...

Woman impaled by beach umbrella in Ocean City

AP By [The Associated Press](#)
July 23, 2018 4:28 am



OCEAN CITY, Md. (AP) — A spokeswoman for a Maryland beach town says a woman has been accidentally impaled in the chest by a beach umbrella.

Ocean City spokeswoman Jessica Waters said it happened Sunday afternoon on the beach.

Ocean City Beach Patrol Capt. Butch Arbin said the call initially came in at 3:11 p.m., according to [WBOC](#) and [WMDT](#).

He said the unattended rental umbrella pierced the 46-year-old Pennsylvania woman in the upper left chest. It happened on the beach at 54th Street.

Waters says a Maryland State Police helicopter took the woman to Peninsula Regional Medical Center. The woman's injuries were not life-threatening.

Last week, a woman was impaled by a beach umbrella on the New Jersey shore. Authorities said part of the umbrella pierced the woman's ankle after being driven along by the force of the wind.

Copyright © 2018 The Associated Press. All rights reserved. This material may not be published, broadcast, written or redistributed.



<https://wtop.com/maryland/2018/07/ocean-city-spokeswoman-says-woman-impaled-by-beach-umbrella/>

Crível? Não Crível?

O que é crível?



Crível? Não Crível?

O que é crível?



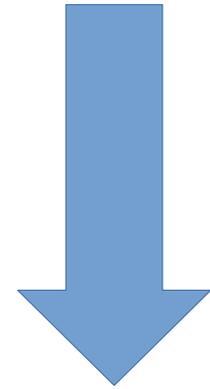
Photo Copyright Remi Dalot

AIRLINERS.NET

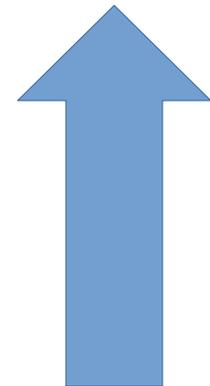
Crível? Não Crível?



Frequência



Severidade



Crível? Não Crível?

Se o evento já ocorreu no passado, qual sua probabilidade?

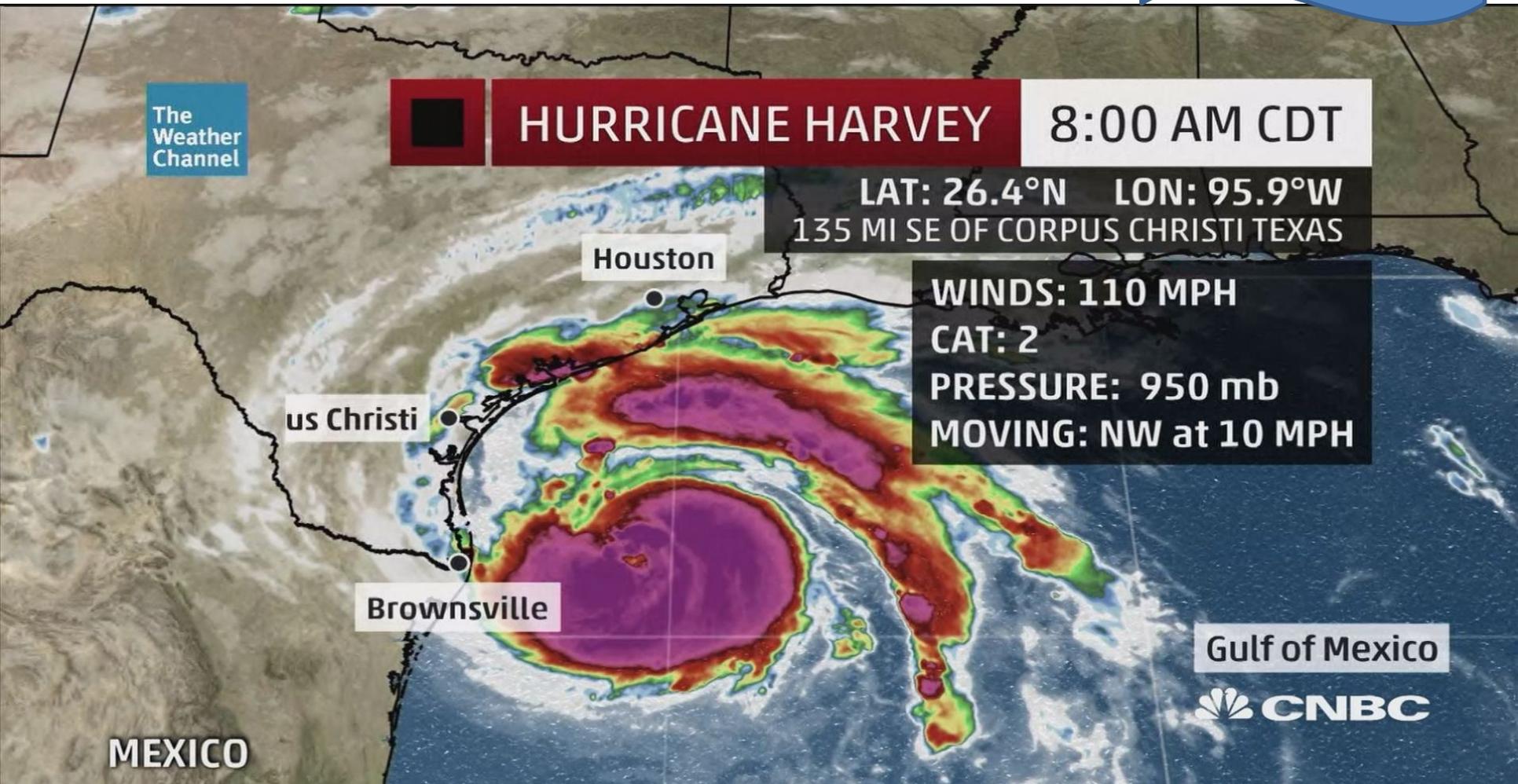


Janeiro 2011 - Nova Friburgo

Shana Reis

Crível? Não Crível?

Se o evento já ocorreu no passado, qual sua probabilidade?



Agosto / Setembro de 2017

Arkema Inc. Chemical Plant Fire

[Home](#) | [Investigation Details](#)

Accident Description

Accident: Arkema Inc. Chemical Plant Fire

Location: Location: Crosby, TX

Accident Occured On: 08/29/2017 | **Final Report Released On:** 05/24/2018

Accident Type: Chemical Manufacturing - Fire and Explosion

Investigation Status: The CSB's final investigation report was released at a news conference in Houston, Texas, on May 24, 2018

On August 29, 2017, flooding from Hurricane Harvey disabled the refrigeration system at the Arkema plant in Crosby, TX, which manufactures organic peroxides. The following day people within a 1.5 mile radius were evacuated. As the trailers increased in temperature the peroxides spontaneously combusted on August 31. Officials ignited the remaining trailers, on Sunday, September 3, 2017. The evacuation zone was lifted on September 4, 2017.?

Final Reports

 [FINAL REPORT: Arkema Inc. Chemical Plant Final Investigation Report](#)

<https://www.csb.gov/arkema-inc-chemical-plant-fire-/>

Crível? Não Crível?

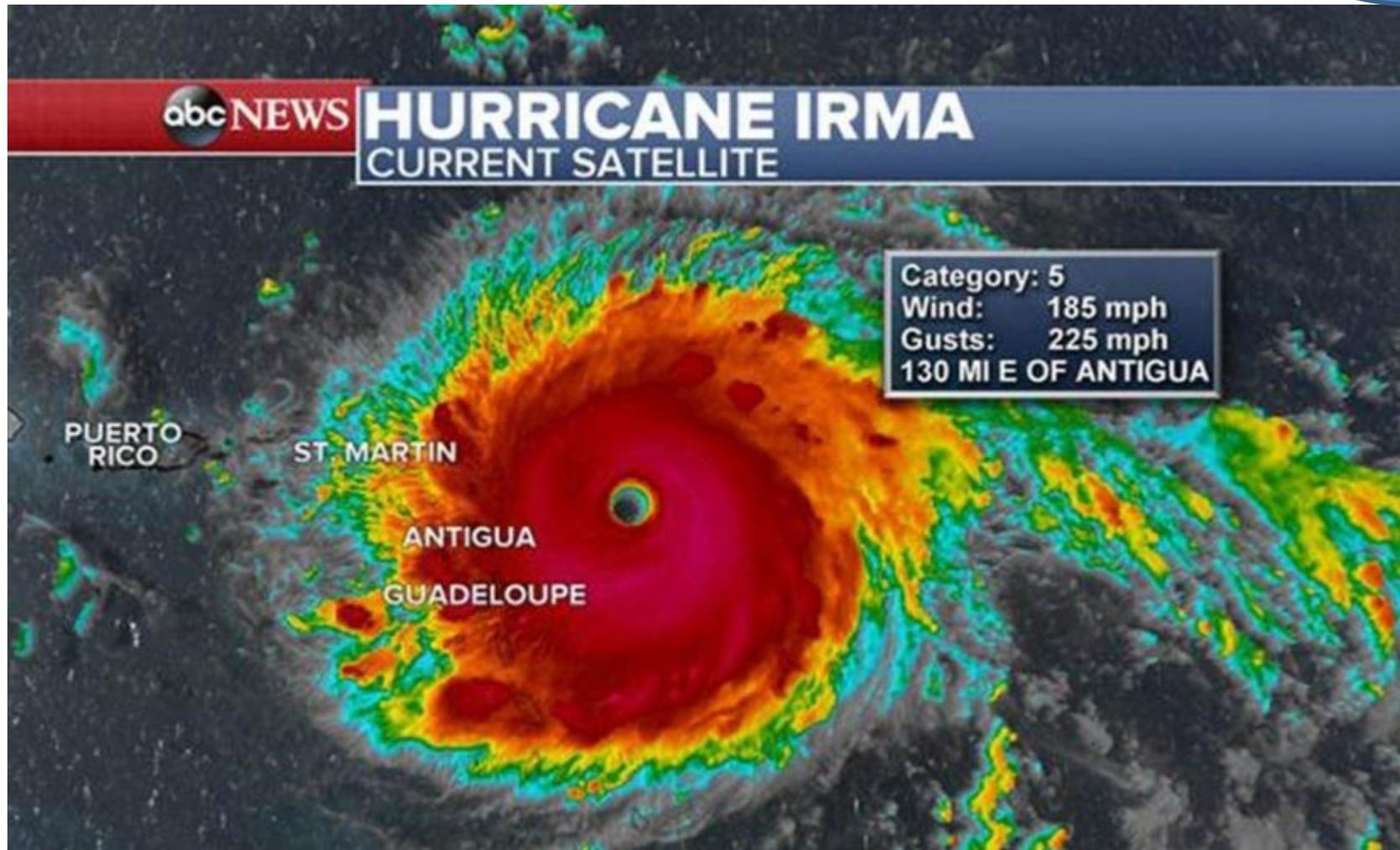
Se o evento já ocorreu no passado, qual sua probabilidade?



Agosto / Setembro de 2017

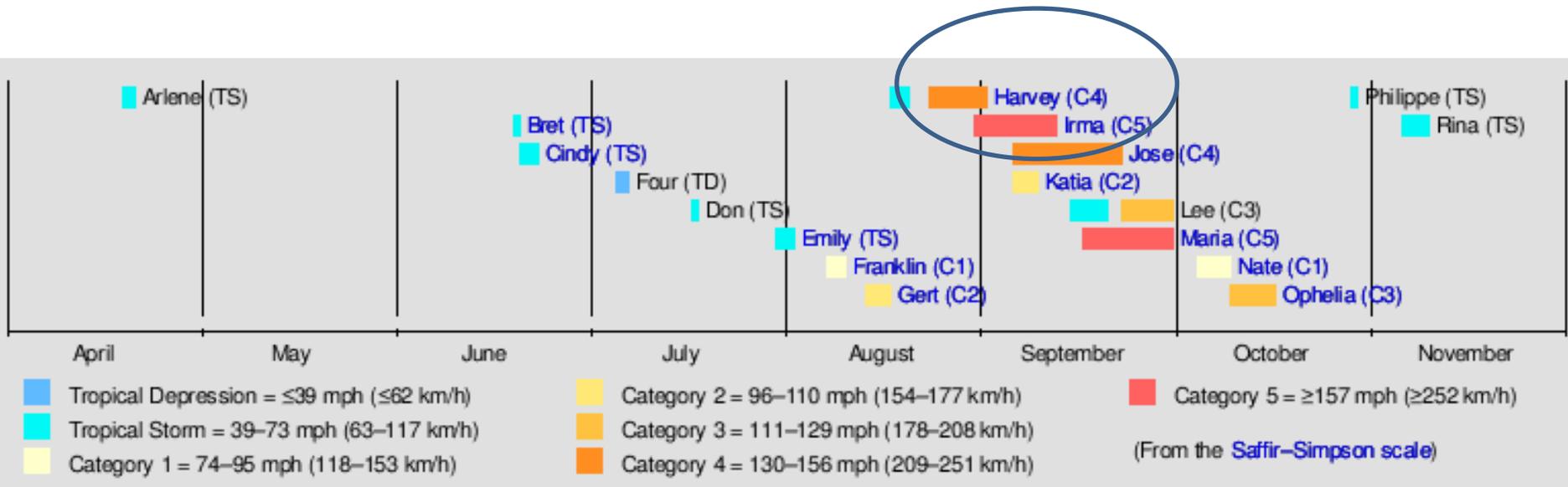
Crível? Não Crível?

Se o evento já ocorreu no passado, qual sua probabilidade?



Agosto / Setembro de 2017

Crível? Não Crível?



Análise de Riscos

HAZOP

Hazards and Operability

Análise de Riscos

HAZOP

Hazards and Operability



HAZOP

Hazards and Operability

“O HAZOP tem sido usado com grande sucesso há aproximadamente 40 anos com o objetivo de identificar os perigos causados pelos desvios da intenção de projeto.”

HAZOP

Hazards and Operability

A análise de HAZOP investiga como um nó de uma planta, setor ou equipamento pode se desviar da intenção de projeto.

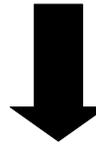
Para tanto empregam-se palavras guias para avaliar as variáveis de projeto.

O HAZOP investiga as causas e consequências deste desvio de projeto, oferecendo sugestões para que tais desvios não ocorram.

HAZOP

Hazards and Operability

A análise de HAZOP investiga como um nó de uma planta, setor ou equipamento pode se desviar da intenção de projeto.



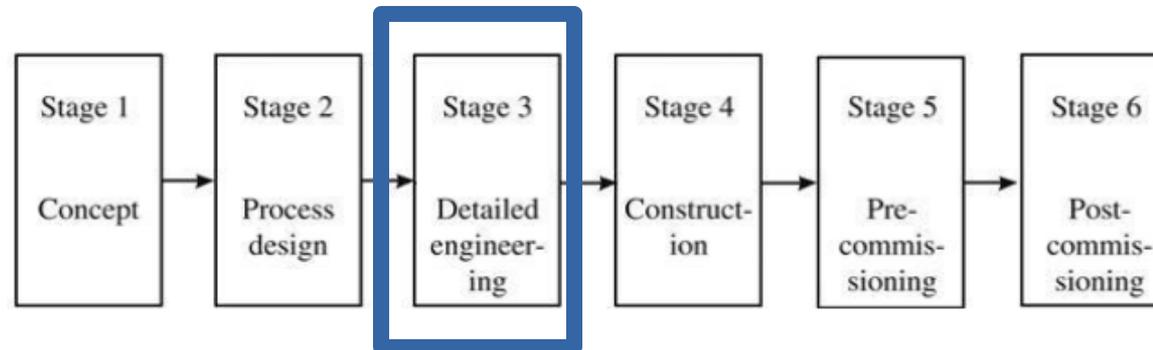
Range normal
de operação

HAZOP

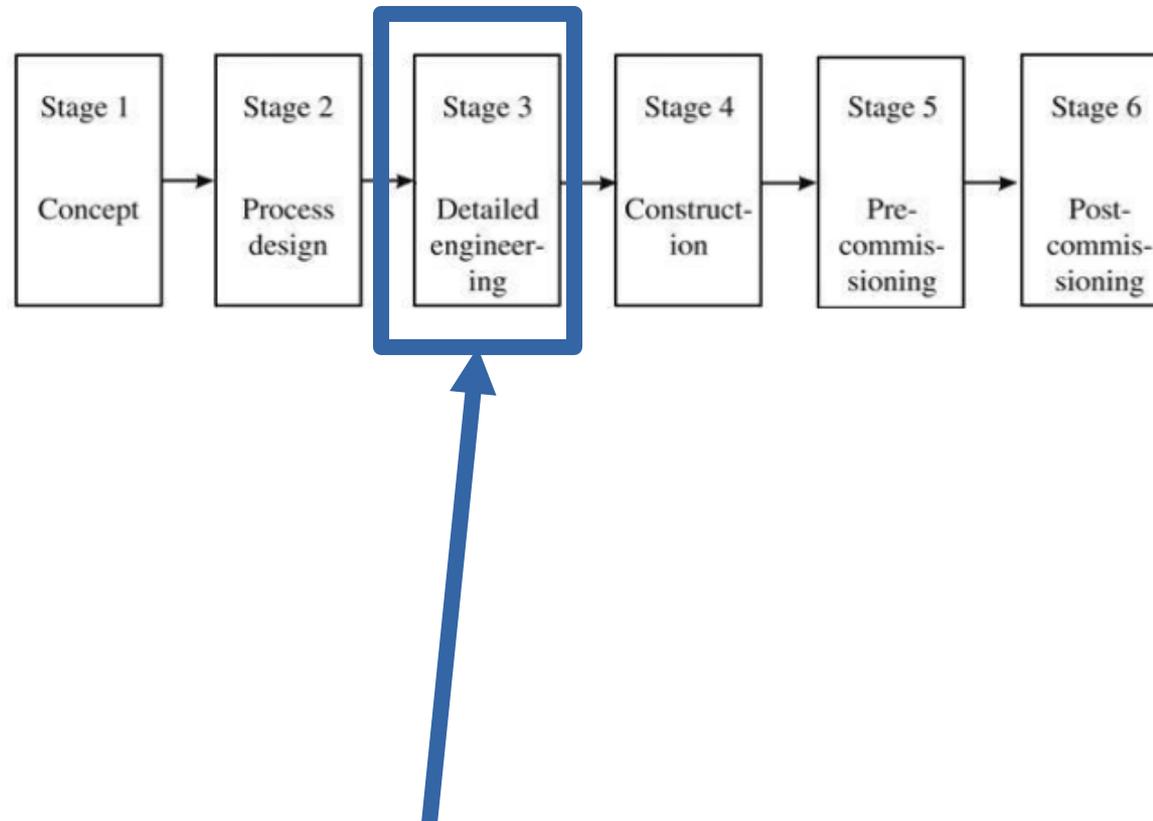
Hazards and Operability

for use in the process and chemical industries. The technique described is HAZOP (hazard and operability) study, a detailed method for systematic examination of a well-defined process or operation, either planned or existing.

A HAZOP study is a structured analysis of a system, process, or operation for which detailed design information is available, carried out by a multidisciplinary team. The team proceeds on a line-by-line or stage-by-stage examination of a firm design for the process or operation. While being systematic and rigorous, the analysis also aims to be open and creative.



A HAZOP study is a structured analysis of a system, process, or operation for which detailed design information is available, carried out by a multidisciplinary team. The team proceeds on a line-by-line or stage-by-stage examination of a firm design for the process or operation. While being systematic and rigorous, the analysis also aims to be open and creative.



caused by human error.

A key feature of timing of a HAZOP study is that the design must be firm and the P&IDs must be frozen—a situation that requires management commitment and forward planning.

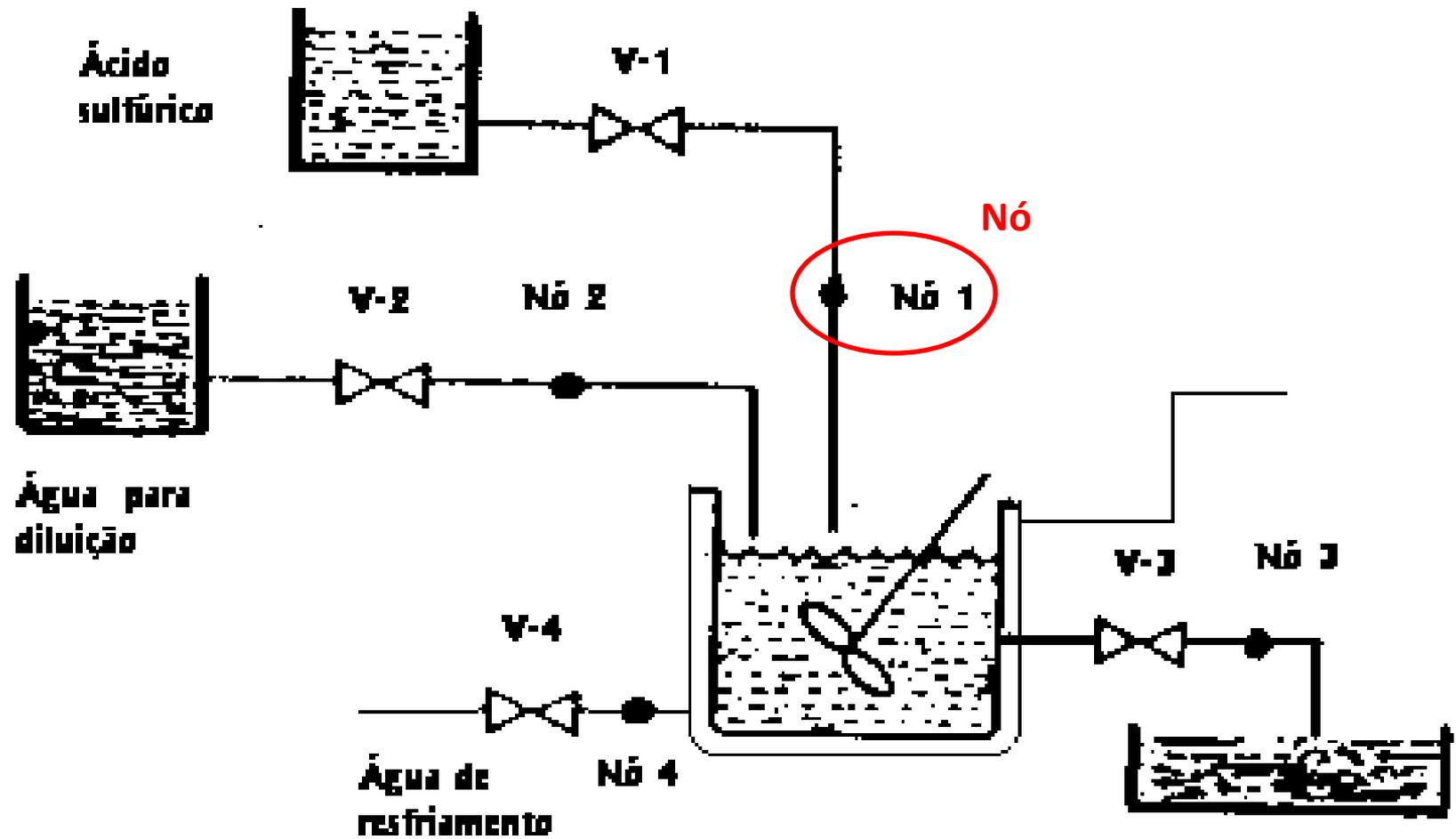
HAZOP

Hazards and Operability

A análise de HAZOP investiga como um nó de uma planta, setor ou equipamento pode se desviar da intenção de projeto.

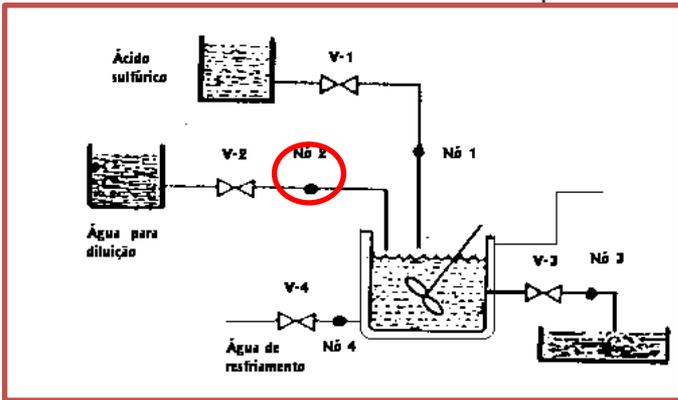
Para tanto empregam-se palavras guias para avaliar as variáveis de projeto.

O HAZOP investiga as causas e conseqüências deste desvio de projeto, oferecendo sugestões para que tais desvios não ocorram.



Nó 2:

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteção	Recomendações
Vazão	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
	Parte de	Não realista			
	Também	Não realista			
	Reverso	Sobrepresão no misturador	Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador
	Outro	Não realista			



HAZOP

Palavras-guia

Nenhum:

Negação da intenção de projeto no parâmetro de processo.

Exemplo: nenhuma vazão na linha de reciclo A1 durante o enchimento do reator.

Mais:

Acréscimo quantitativo no parâmetro de processo.

Exemplo: maior temperatura no sensor TT051.

Menos:

Decréscimo quantitativo no parâmetro de processo.

Exemplo: menor temperatura no sensor TT051.

HAZOP

Palavras-guia

Reverso:

Parâmetro em sentido oposto.
Exemplo: vazão reversa na linha de reciclo Y01.

HAZOP

Palavras-guia

Em parte:

Decréscimo *qualitativo* no parâmetro de processo.

Também:

Acréscimo *qualitativo* no parâmetro de processo

Outro:

Substituição do parâmetro

Exemplo: outra reação, outro componente (contaminante)

Antes:

Etapa de um processo sequencial iniciada antes do tempo
(processo batelada)

Depois:

Etapa de um processo sequencial iniciada depois do tempo
(processo batelada)

HAZOP

	Nenhum	Mais	Menos	Reverso	Outro	Antes	Depois
Vazão	X	X	X	X		X	X
Temperatura		X	X			X	X
Pressão		X	X			X	X
Composição		X	X			X	X
Reação	X	X	X		X	X	X
Absorção	X	X	X				
Separação	X	X	X				
Viscosidade		X	X			X	X

Marcar TODOS os desvios possível para o nó avaliado.

Standard guidewords and their generic meanings

Guideword	Meaning
No (not, none)	None of the design intent is achieved
More (more of, higher)	Quantitative increase in a parameter
Less (less of, lower)	Quantitative decrease in a parameter
As well as (more than)	An additional activity occurs
Part of	Only some of the design intention is achieved
Reverse	Logical opposite of the design intention occurs
Other than (other)	Complete substitution—another activity takes place OR an unusual activity occurs or uncommon condition exists
Other useful guidewords include:	
Where else	Applicable for flows, transfers, sources, and destinations
Before/after	The step (or some part of it) is effected out of sequence
Early/late	The timing is different from the intention
Faster/slower	The step is done/not done with the right timing

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteccção	Recomendações
Vazão	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
	Parte de	Não realista			
	Também	Não realista			
	Reverso	Sobre-pressão no misturador	Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador
	Outro	Não realista			

This is done by using a set of guidewords in combination with the system parameters to seek meaningful deviations from the design intention. A meaningful deviation is one that is physically possible—for example, no flow, high pressure, or reverse reaction. Deviations such as no temperature or reverse viscosity have no sensible, physical meaning and are not considered.

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteccção	Recomendações
Vazão	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
	Parte de	Não realista			
	Também	Não realista			
	Reverso	Sobre-pressão no misturador	Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador

Where causes of a deviation are found, the team evaluates the consequences using experience and judgment. If the existing safeguards are adjudged to be inadequate, then the team recommends an action for change or calls for further investigation of the problem. The consequences and related actions may be risk-ranked. The analysis is recorded and presented as a written report which is used in the implementation of the actions.

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteccção	Recomendações
Vazão	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
	Parte de	Não realista			
	Também	Não realista			
	Reverso	Sobre-pressão no misturador	Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador
	Outro	Não realista			

Marca que isso foi avaliado!

Note:

Ordenado por parametro do processo:

Vazão maior
Vazão menor
Vazão nula
Vazão reversa

Temperatura maior
Temperatura menor

Pressão maior
Pressão menor

Mais usado

Ordenado por palavra-guia:

Maior vazão
Maior temperatura
Maior pressão

Menor vazão
Menor temperatura
Menor pressão

Nula vazão

Reversa vazão

HAZOP

Outros termos importantes:

Parâmetro de processo:

Refere-se a variável que está sendo avaliada.

Exemplo: temperatura, pressão, vazão, densidade...

Nó:

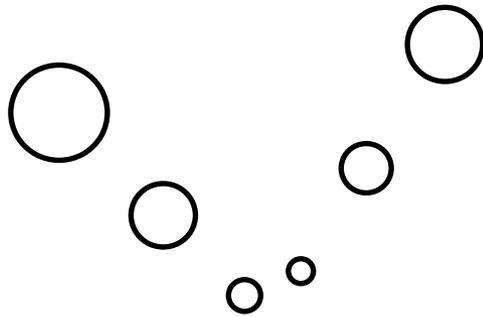
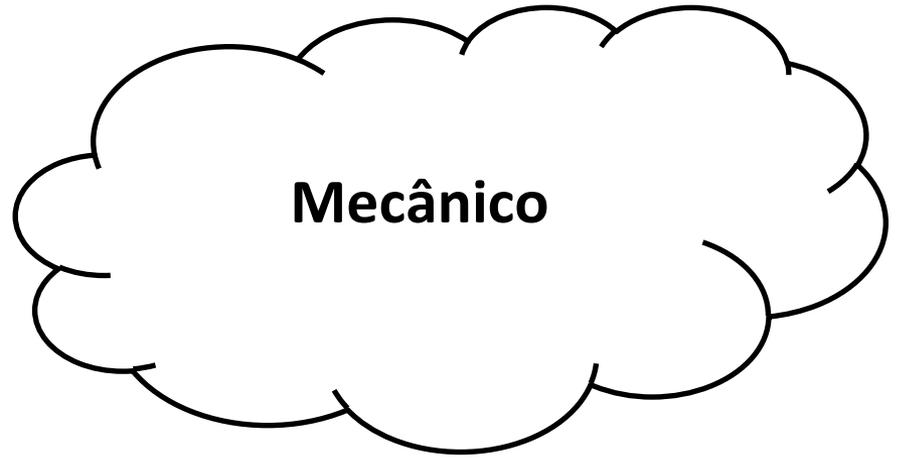
Trecho específico, em geral um ponto da tubulação, ou um tanque, no qual os parâmetros de processo foram definidos em tempo de projeto.

Desvio:

Mudanças nas condições de projeto.

Intenção:

Condições originais de projeto



HAZOP

HAZOP

Fluxograma (HB1)

Unidade (XYZ)

Nó (Vaso A1)

Parâmetro (Nível)

Palavras-chave (maior)

study all influence its success. Only a systematic, creative, and imaginative examination can yield a high-quality report but even then, not every potential problem will necessarily be found. Additionally, the study will only

Fluxograma (HB1)

Unidade (XYZ)

Nó (Vaso A1)

Parâmetro (Nível)

Palavras-chave (maior)

Sistemático

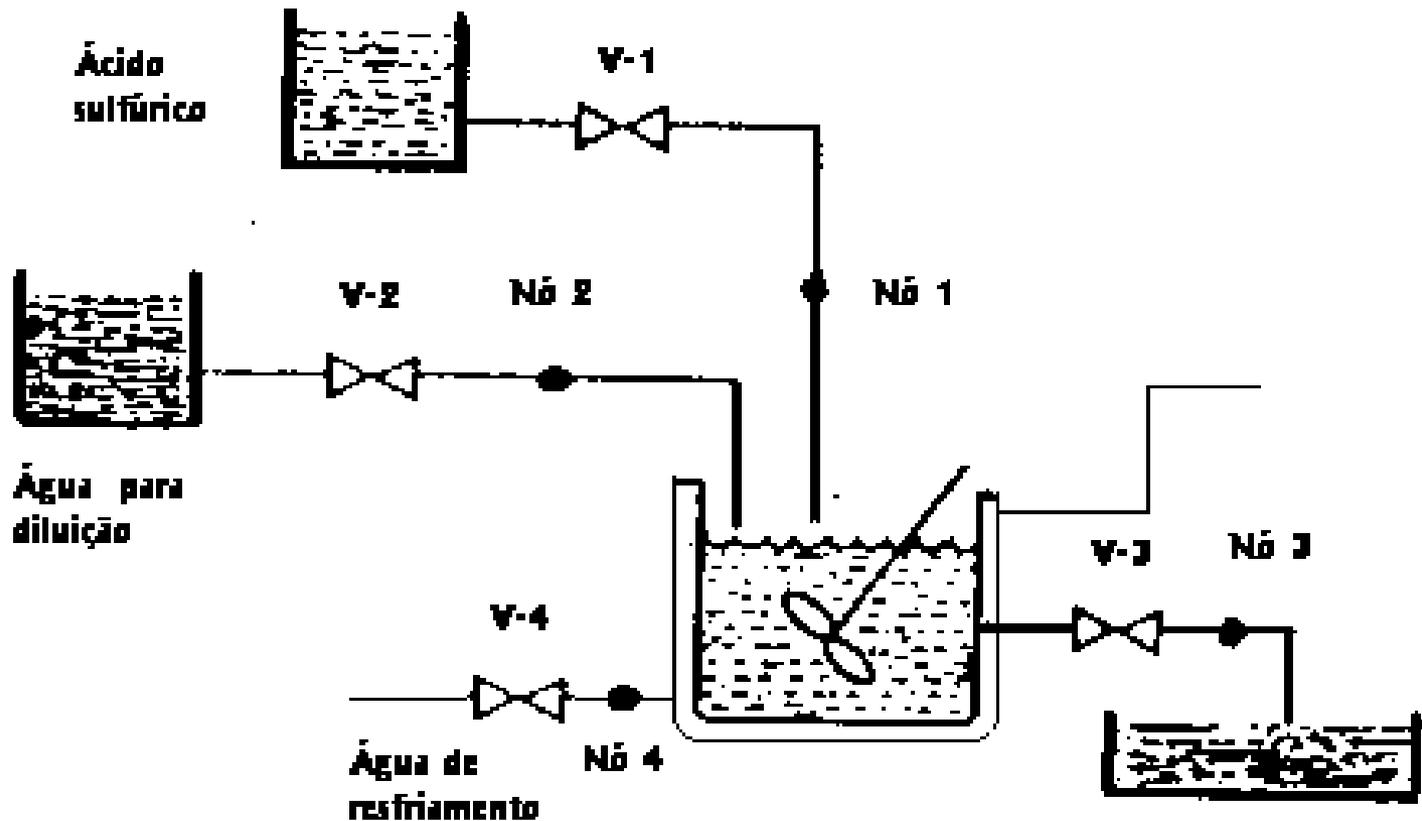
Mecânico

Criativo

HAZOP

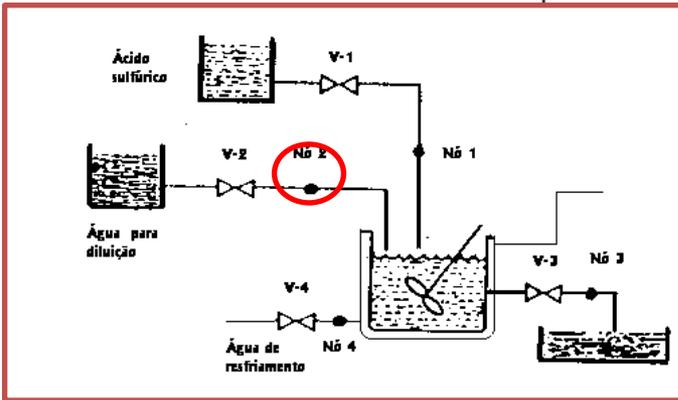
HAZOP

Exemplo:



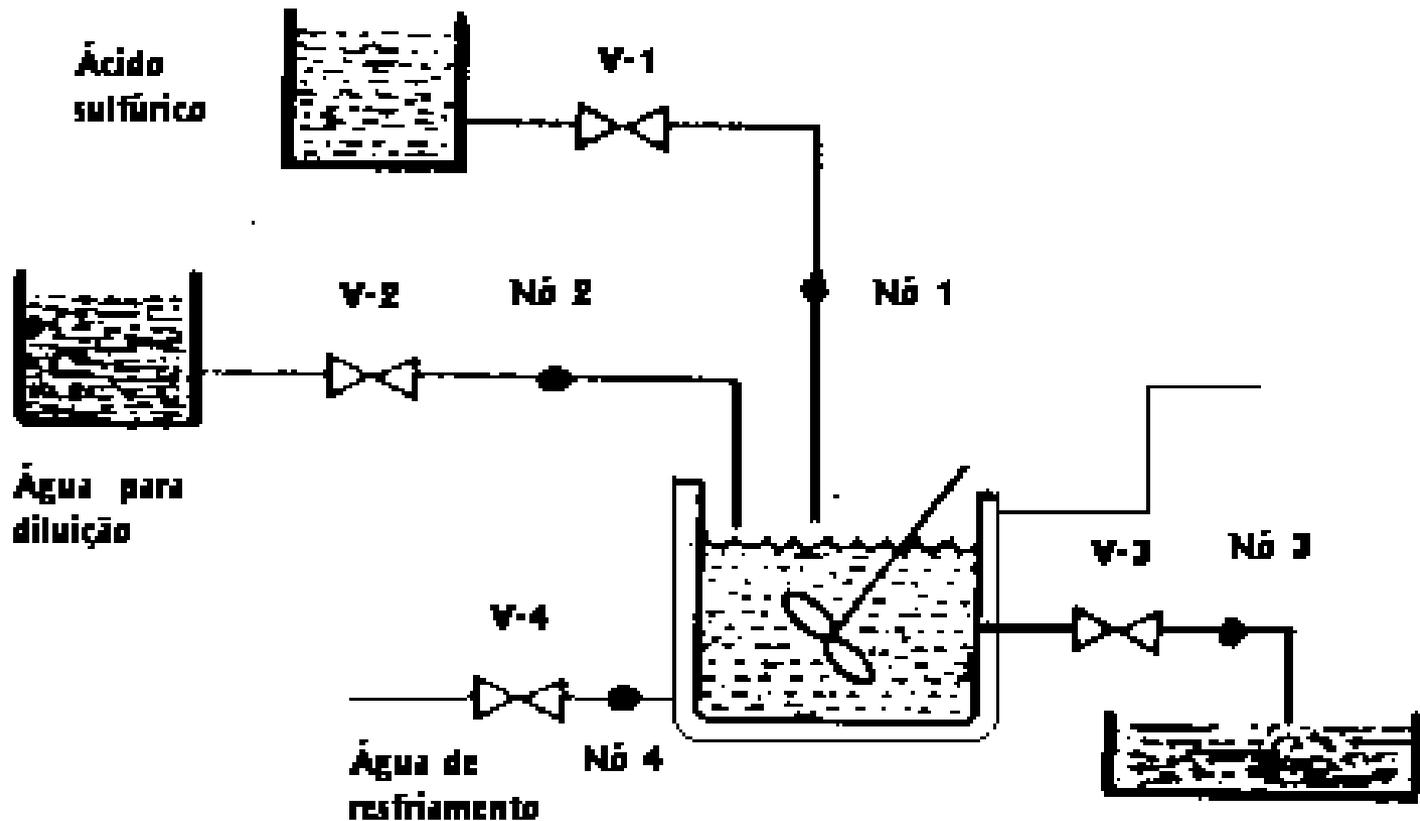
Nó 2:

Parâmetro	Palavra-guia	Causas	Conseqüências	Proteções/Deteção	Recomendações
Vazão	Nenhuma	V-2 falha fechada	Excesso de ácido no reator	Inspeção diária do nível do tanque	Fechamento automático de V-1 em caso de fluxo zero em V-2
		Entupimento da linha ou ruptura		Instalação de alarme de nível no tanque de água	
		Tanque vazio			
	Menos	Falha na válvula ou no controle	Excesso de ácido no misturador	Instalação de alarme de vazão baixa em V-2	Medir diariamente a concentração do produto
		Entupimento da válvula ou linha			
	Mais	Falha na válvula ou no controle	Excesso de água no misturador		Medir diariamente a concentração do produto
	Parte de	Não realista			
	Também	Não realista			
	Reverso	Sobrepresão no misturador	Mistura de ácido e água no tanque de água	Instalar válvula de bloqueio na linha de água de diluição	Instalação de válvula de alívio no misturador
	Outro	Não realista			



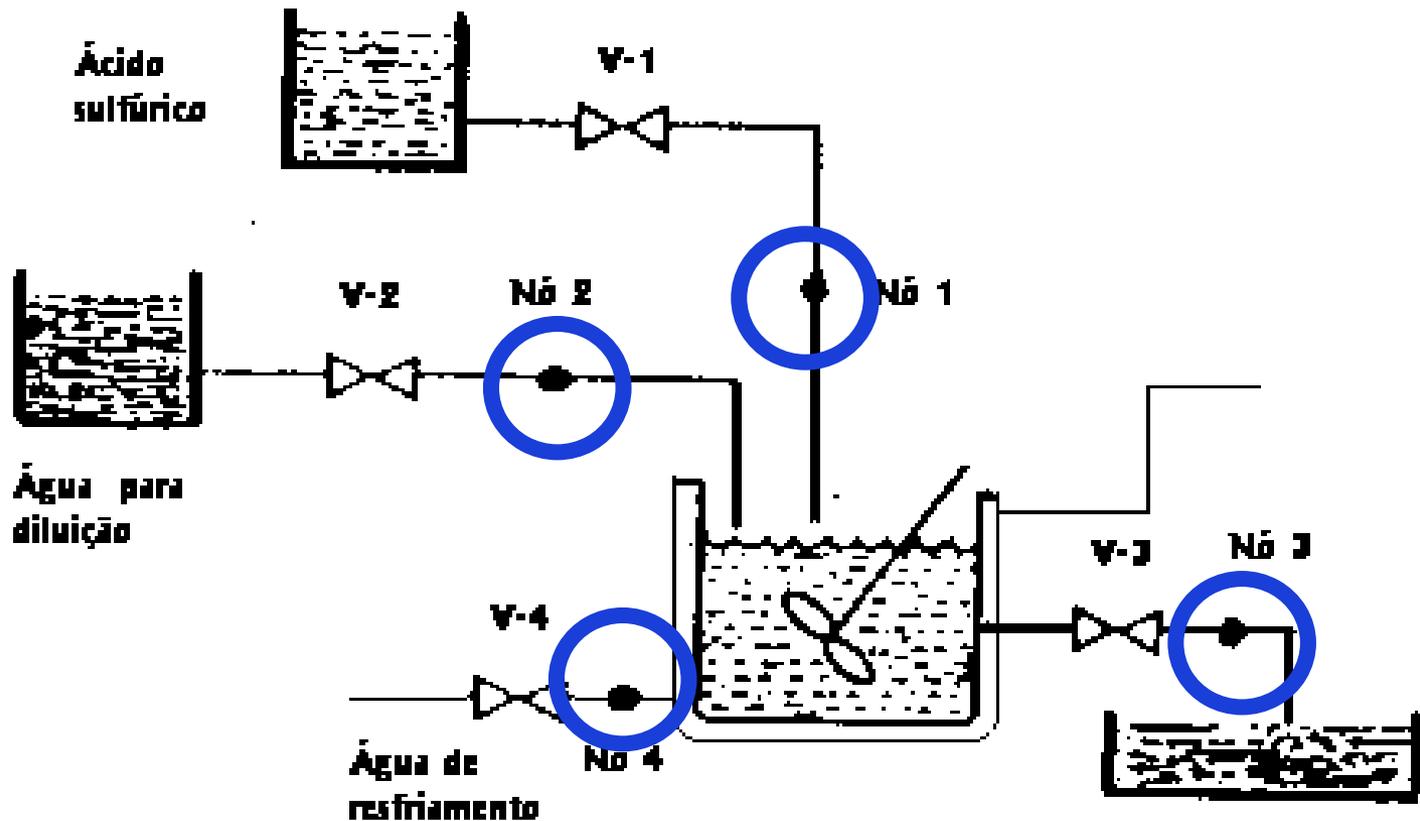
HAZOP

Exemplo:



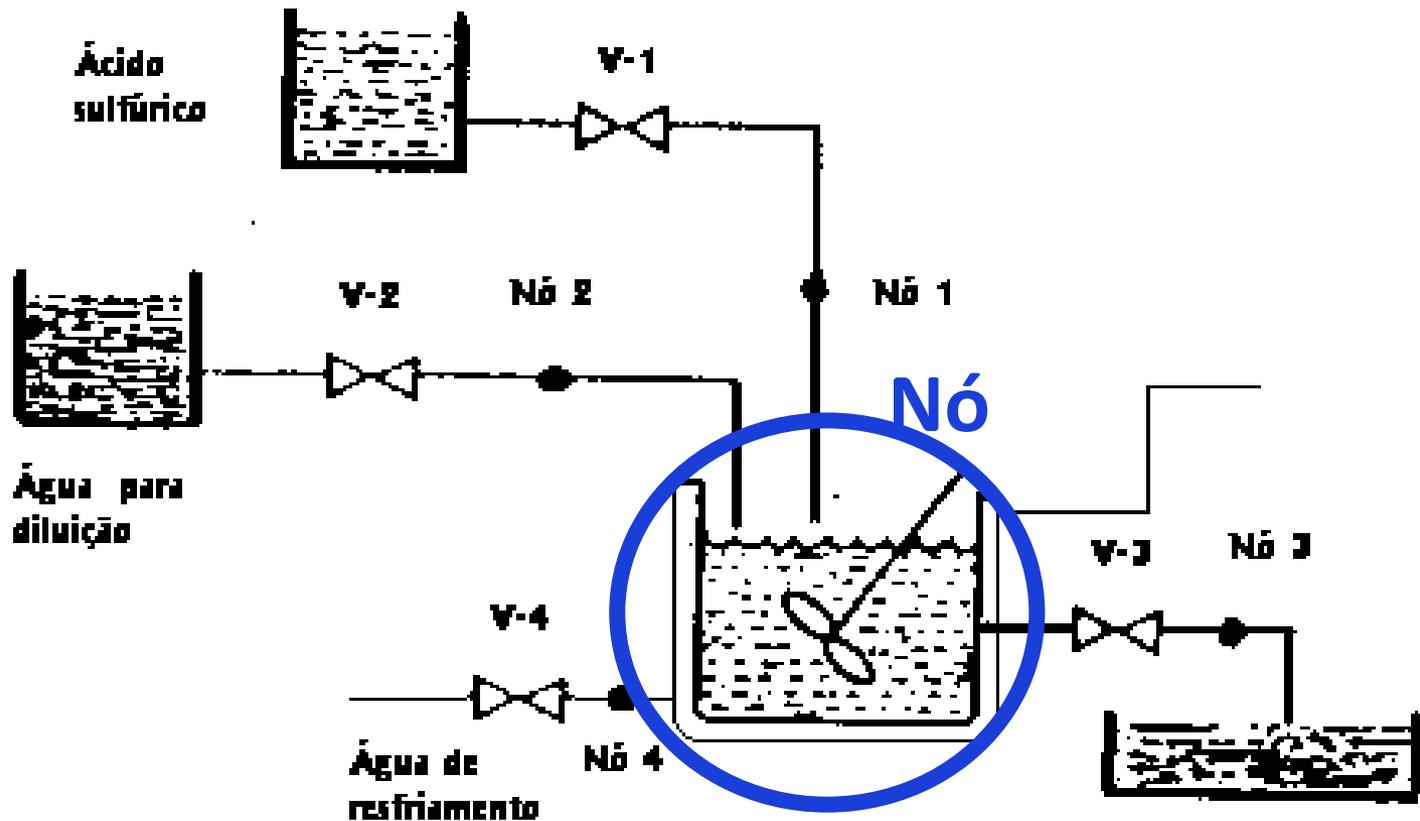
HAZOP

Decidindo o posicionamento dos nós:



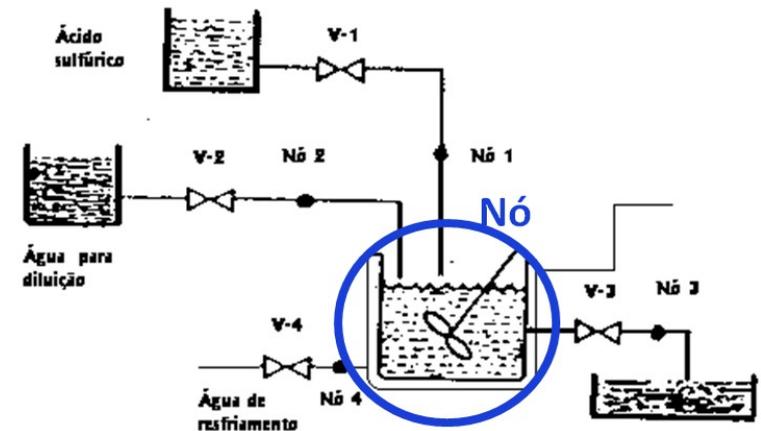
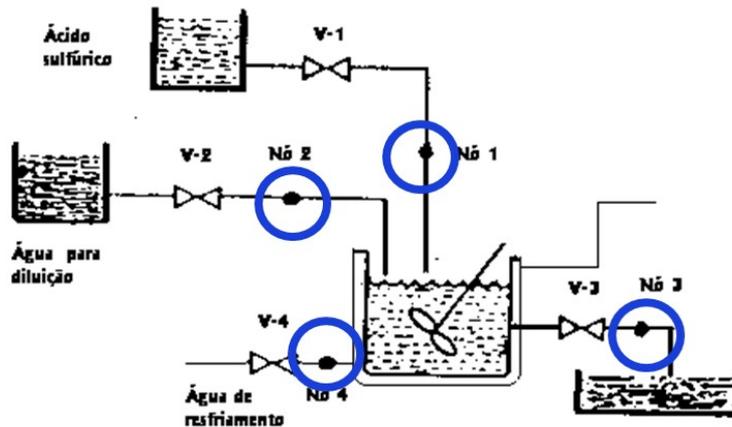
HAZOP

Decidindo o posicionamento dos nós:



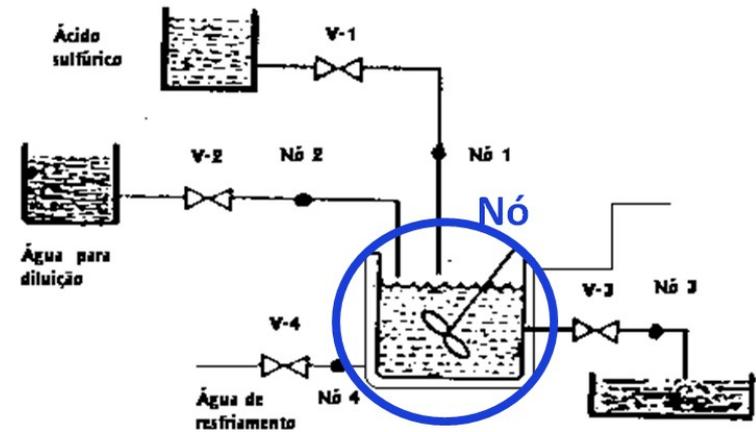
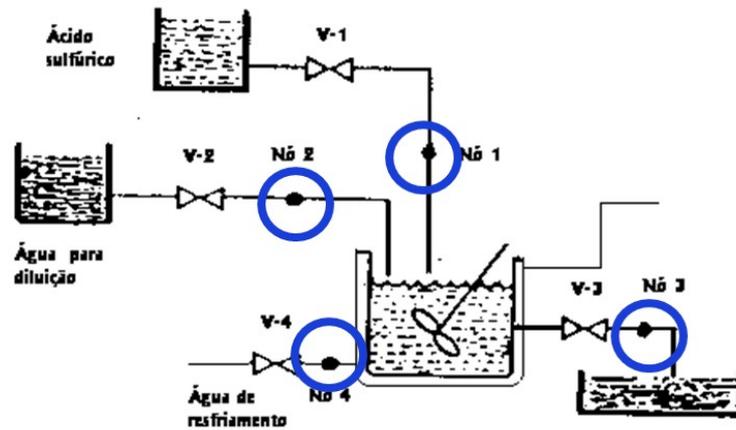
HAZOP

Decidindo o posicionamento dos nós:



Os nós em tubulações muitas vezes vão demandando esforço excessivo e retornam poucos resultados práticos. Tendência de observar equipamentos.

Porém o HAZOP fica mais difícil de ser realizado. Equipamentos são mais complexos de serem analisados.



upstream or downstream. There is a danger of these being overlooked. If too large a section is taken, then the design intention may be imprecise or very complicated so that it becomes difficult for the team to cover all possible meanings of each deviation. No simple, universal method can be given for the division into sections; experience is essential. The example in [Appendix 3](#) provides an illustration.

HAZOP

Recomendações típicas:

- modificação ou revisão do projeto original
- adição de indicador visual
- adição de alarme
- adição de sistema de intertravamento
- mudança no procedimento
- aumentar a frequência de manutenção preventiva
- melhorar as proteções de incêndio e explosão

Atenção:

Seja sempre específico:

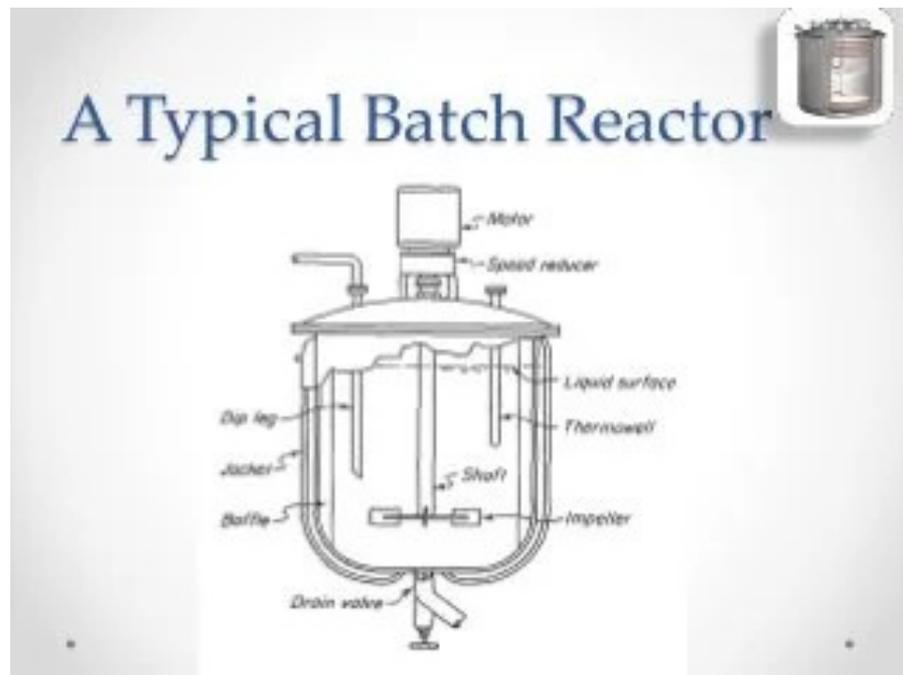
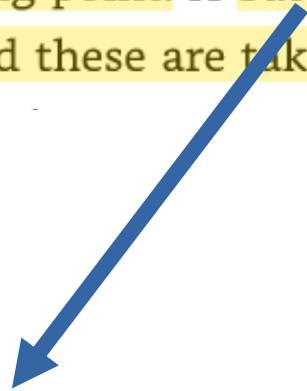
- adição de indicador visual de nível do tanque TQ09
- manutenção preventiva a cada 30 dias
- alarme de alta caso a temperatura do sensor TT56 ultrapasse 55°C

HAZOP

The recording of the design intention should include sufficient information to enable a later user of the records to understand the picture developed and used by the HAZOP team during their study.

the HAZOP study. It is essential that all recommendations/actions are unambiguous and clearly recorded so that they can be understood at a later stage in the project by non-team members.

The actual study must proceed in a carefully planned, systematic manner to cover all of the selected aspects of the process or operation. It is normal to cover a continuous operation by dividing it into sections and working from an upstream starting point. A batch process or a procedure is divided into sequential steps and these are taken in a chronological order. The division



Dúvida:

Cenário já inclui as salva-guardas existentes ou só as novas?

4.5 Safeguards (Protection)

There are variations in practice as to when the existing safeguards and protection are noted and taken into account. One approach is first to analyze the outcome ignoring the existence of any safeguards such as an alarm, trip, or vent. Then, when the worst outcome has been identified, the safeguards are noted and the team moves to considering the need for action. This approach has the advantage that the team is alerted to possible serious consequences and misjudgments of the need for protection are less likely. Against this, it can be argued that it is unrealistic to ignore the in-built safeguards of a well-designed operation. Whichever approach is adopted, it is good practice to make note of the safeguards in the detailed records of the study.

Dúvida:

Todos os cenários devem ser registrados?

Once the format is determined, the level of detail of the recording is decided.

Three levels are possible:

1. record by exception—only when an action results;
2. intermediate record—where an action results, where a hazard exists, or where a significant discussion takes place;
3. full record—all meaningful deviations are noted even if no realistic causes are found.

HAZOP

HAZOP

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE HAZOP

[REDACTED]

Diretrizes para Avaliação e Gestão de Riscos de Segurança, Meio-Ambiente e Saúde (SMS) no âmbito do [REDACTED]

HAZOP

1. OBJETIVO

Definir diretrizes que deverão ser seguidas na elaboração de Estudos de Perigos e Operabilidade (HAZOP), aplicadas em implantação de **projetos** de Instalações de Grande Porte, no âmbito do [REDACTED]

Para projetos onde existam diversas partes, com várias interfaces (tipicamente os projetos "onshore", onde existem as partes "onsite", "offsite", dutos, etc.), o HAZOP deve ser feito com uma visão integrada destas partes, dando especial atenção às interfaces entre as mesmas. Poderá ser feito um único HAZOP integrado, ou vários individuais, acrescidos de um HAZOP de integração.

HAZOP

2. INTRODUÇÃO

O estudo denominado HAZOP “Hazard and Operability” (Análise de Perigos e Operabilidade) utiliza uma metodologia baseada em um procedimento que gera perguntas de maneira estruturada e sistemática através do uso apropriado de um conjunto de palavras-guia.

O HAZOP tem por objetivo identificar os perigos de operabilidade de uma instalação, analisando de forma minuciosa e metódica os perigos potenciais de cada segmento de um processo e os decorrentes desvios de operabilidade de seus parâmetros, em relação àqueles que foram projetados para um determinado sistema, identificando as causas responsáveis por tais desvios e as respectivas conseqüências.

Após a análise das causas e das conseqüências de cada desvio, caso as salvaguardas existentes sejam consideradas insuficientes, o estudo prevê a proposta de medidas para eliminar ou controlar o perigo ou para sanar o problema de operabilidade da instalação. Portanto, não é correto considerar, a priori, que este estudo analisará ou quantificará riscos e nem que hierarquizará as recomendações.

É importante considerar que, em caso de necessidade de priorização das recomendações será necessário o gerenciamento de vários aspectos, tais como: prazos e custos envolvidos, prioridades de produção; e ainda a aplicação de técnicas semi-quantitativas ou quantitativas para quantificar os riscos.

HAZOP

3. REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO HAZOP

Todo HAZOP deverá possuir um Responsável Técnico e um Líder. Para o Projeto Básico, este responsável é o Coordenador do Projeto Básico, da [REDACTED]

3.1 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO HAZOP

- a) Ter conhecimento básico da Técnica de HAZOP, apenas o necessário para ser participante, objetivando apenas entender a lógica de funcionamento de um HAZOP;
- b) Indicar um Líder para condução do HAZOP, que atenda aos requisitos do item 3.2;
- c) Definir o período para a realização do HAZOP, considerando:
 - FASE PROJETO BÁSICO:
O HAZOP deve ser realizado, após a emissão da revisão A dos fluxogramas de engenharia, já aprovado pelo [REDACTED] e já incorporando os comentários das demais partes interessadas.
 - FASE PROJETO EXECUTIVO:
O HAZOP deve ser realizado, após a emissão da primeira revisão dos fluxogramas de engenharia e, preferencialmente, antes da metade do Projeto Executivo, para facilitar a implementação das possíveis recomendações.

Nota 1: O período de realização do HAZOP deverá ser compatível com o cronograma de emissão dos documentos de todas as disciplinas envolvidas e suas interdependências.



HAZOP

3. REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO DO HAZOP

Todo HAZOP deverá possuir um Responsável Técnico e um Líder. Para o Projeto Básico, este responsável é o Coordenador do Projeto Básico, da [REDACTED]

3.1 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELO HAZOP

a) Ter conhecimento básico da Técnica de HAZOP, apenas o necessário para ser participante, objetivando apenas entender a lógica de funcionamento de um HAZOP;

b) Indicar um Líder para condução do HAZOP, que atenda aos requisitos do item 3.2;

c) Definir o período para a realização do HAZOP, considerando:

- FASE PROJETO BÁSICO:

O HAZOP deve ser realizado, após a emissão da revisão de engenharia, já aprovado pelo [REDACTED] e já incorporando os partes interessadas.

- FASE PROJETO EXECUTIVO:

O HAZOP deve ser realizado, após a emissão dos fluxogramas de engenharia e, preferencialmente, no Projeto Executivo, para facilitar a implementação das partes interessadas.

Nota 1: O período de realização do HAZOP deverá ser definido após a emissão dos documentos de todas as disciplinas envolvidas.

O HAZOP pode ser usado na fase de projeto, mas também é realizado periodicamente (ex: 10 anos) na planta.

Alguns autores recomendam realizar um novo HAZOP após as modificações terem sido implementadas. As correções podem gerar problemas novos.

HAZOP

- d) Definir a composição do Grupo e assegurar a disponibilidade de pessoal (próprio ou contratado), para a realização do HAZOP.
- e) Disponibilizar para o Líder do HAZOP a documentação atualizada e já emitida oficialmente, com pelo menos uma semana de antecedência da realização do Estudo;
- f) Participar efetivamente de todo o estudo, de modo a reorientar o andamento do HAZOP, caso as premissas não estejam sendo atendidas, ou os objetivos estejam sendo desvirtuados. Além disto, deverá também ajustar as equipes, substituindo pessoas, caso necessário.

Muitas vezes a documentação só está disponível no dia de começar.
Ou sofre modificações nas vésperas.
Ou não corresponde a realidade (plantas antigas e com diversas modificações não documentadas adequadamente).

HAZOP

3.2 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA O LÍDER DO HAZOP

- a. Conhecer bem a técnica, ter boa percepção de causa e consequência e possuir capacidade de síntese. Deve ser treinado formalmente na técnica de HAZOP e na atividade de liderança de HAZOP;
- b. Ter participado de pelo menos cinco HAZOP, ou ter participado, como Líder, de pelo menos dois HAZOP;
- c. Possuir conhecimento do processo que está sendo analisado;
- d. Liderar e conduzir as reuniões do HAZOP;
- e. Preparar e emitir o relatório de HAZOP, para o Responsável Técnico

HAZOP não se aprende apenas nos livros,
a prática é etapa fundamental.

HAZOP

3.2 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA O LÍDER DO HAZOP

- a. Conhecer bem a técnica, ter boa percepção de causa e consequência e possuir capacidade de síntese. Deve ser treinado formalmente na técnica de HAZOP e na atividade de liderança de HAZOP;
- b. Ter participado de pelo menos cinco HAZOP, ou ter participado, como Líder, de pelo menos dois HAZOP;
- c. Possuir conhecimento do processo que está sendo analisado;
- d. Liderar e conduzir as reuniões do HAZOP;
- e. Preparar e emitir o relatório de HAZOP, para o Responsável Técnico

Após uma metodologia longa e cansativa,
gerar documentos formais é uma obrigação!

HAZOP

3.3 REQUISITOS E ATRIBUIÇÕES PARA OS PARTICIPANTES

- a. Analisar a documentação, previamente, e levantar as informações necessárias ao desenvolvimento do HAZOP.
- b. Ter experiência mínima de 3 anos na área que representa.
- c. A definição dos participantes, por órgão, deverá levar em conta a experiência prévia dos mesmos em HAZOPs, de modo a garantir a repetibilidade dos critérios.
- d. Participar de todas as reuniões de trabalho, para as quais esteja convocado, com dedicação exclusiva.

Manter a coerência entre os vários HAZOPs da empresa é importante. Ou pelo menos manter a coerência entre unidades e plantas localizadas em um mesmo complexo.

3.4 REQUISITOS BÁSICOS DO ESTUDO

a. O HAZOP deve ser dividido em partes (processos), conforme lista de processos e sistemas das instalações de produção.

b. O planejamento do HAZOP deverá adotar como premissa, que o tempo máximo de mobilização de uma mesma equipe para a respectiva parte/processo não ultrapasse 3 dias úteis, e que o tempo máximo do HAZOP como um todo deverá ser de 30 dias corridos.

c. Na realização do HAZOP, deverá ser utilizada dos perigos relacionados aos PROCESSOS e para verificação, ou melhorias de projeto.

d. Todo HAZOP deve ser realizado utilizando oficialmente, mesmo que seja uma emissão in situ, o mesmo.

e. As palavras-guia que deverão ser utilizadas são

- Vazão/Fluxo maior
- Vazão/Fluxo menor
- Vazão/Fluxo nenhum

Evitar o cansaço é fundamental. Melhor trabalhar 4 ou 5 horas por dia no estudo – e não 8 horas.

Ao final de 8 horas pode-se “aceitar” apenas para seguir em frente, ou tentar simplificar excessivamente os cenários levantados.

An ideal arrangement is to have no more than three or four sessions a week, each limited to half a day. This is often impractical, however, and many studies are done as a full-time activity. In this situation, the leader

- Temperatura menor
- Nível maior
- Nível menor

3.4 REQUISITOS BÁSICOS DO ESTUDO

- a. O HAZOP deve ser dividido em partes (processos) sistemas das instalações de produção.
- b. O planejamento do HAZOP deverá adotar como pre mobilização de uma mesma equipe para a respectiva dias úteis, e que o tempo máximo do HAZOP como corridos.
- c. Na realização do HAZOP, deverá ser utilizada a técnica apenas para a investigação dos perigos relacionados aos PROCESSOS e OPERAÇÃO. Não deve ser utilizada para verificação, ou melhorias de projeto.
- d. Todo HAZOP deve ser realizado utilizando a documentação atualizada, emitida oficialmente, mesmo que seja uma emissão interna, apenas para a realização do mesmo.
- e. As palavras-guia que deverão ser utilizadas são as seguintes:
- Vazão/Fluxo maior
 - Vazão/Fluxo menor
 - Vazão/Fluxo nenhum
 - Fluxo reverso
 - Contaminação
 - Pressão maior
 - Pressão menor
 - Temperatura maior
 - Temperatura menor
 - Nível maior
 - Nível menor

A metodologia serve para tornar o processo mais seguro, não para aumentar a produção.

Manter o foco é fundamental.

f. Os seguintes aspectos não devem ser considerados como causas de desvios:

- Falha em PSVs;
- Falha em BDVs;
- Falha no sistema de intertravamento de segurança;
- Falhas simultâneas (exceto quando as consequências forem críticas e houver relato de ocorrência deste cenário).

g. A falha das válvulas de retenção deve ser considerada.

h. Malhas de Controles não devem ser consideradas como

Falhas simultâneas são críveis?
Ou está complicando e criando cenários irrealis?

i. Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos padrão e Planos de Manutenção já fazem parte do padrão de toda instalação, e não deverão ser considerados como salvaguardas, não devendo também ser considerados como recomendações de HAZOP.

j. Para a realização do HAZOP, deverá ser considerada uma equipe mínima, com representantes das seguintes áreas: Processo, Segurança, Automação/Instrumentação, Naval (nota 1), Operação (nota 2), Manutenção. O número máximo de participantes do Grupo de HAZOP não deve exceder 10 pessoas, incluindo o Líder e o Responsável. Esta equipe deve ser balanceada, entre participantes que executaram o Projeto, e participantes externos.

Notas:

1. A participação da disciplina naval é condicionada à interdependência do sistema que estiver sendo estudado, com a disciplina.
2. A participação da Operação deverá cobrir as áreas afetas aos sistemas/processos estudados (produção, facilidades, embarcação, etc.).

- f. Os seguintes aspectos não devem ser considerados como causas de desvios:
- Falha em PSVs;
 - Falha em BDVs;
 - Falha no sistema de intertravamento de segurança;
 - Falhas simultâneas (exceto quando as conseqüências forem críticas e houver relato de ocorrência deste cenário).
- g. A falha das válvulas de retenção deve ser considerada.
- h. Malhas de Controles não devem ser consideradas como salvaguarda.
- i. Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos padrão e Planos de Manutenção já fazem parte do padrão de toda instalação, e não deverão ser considerados como salvaguardas, não devendo também ser considerados como recomendações de HAZOP.

- f. Os seguintes aspectos não devem ser considerados como causas de desvios:
- Falha em PSVs;
 - Falha em BDVs;
 - Falha no sistema de intertravamento de segurança;
 - Falhas simultâneas (exceto quando as conseqüências forem críticas e houver relato de ocorrência deste cenário).
- g. A falha das válvulas de retenção deve ser considerada.
- h. Malhas de Controles não devem ser consideradas como salvaguarda.
- i. Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos padrão e Planos de Manutenção já fazem parte da instalação, e não deverão ser considerados como salientados. Também devem ser considerados como recomendações de HAZOP.

Embora existam relatos de estudos que envolvem mais de 30 pessoas...

- j. Para a realização do HAZOP, deverá ser considerada uma equipe mínima, com representantes das seguintes áreas: Processo, Segurança, Automação/Instrumentação, Naval (nota 1), Operação (nota 2), Manutenção. O número máximo de participantes do Grupo de HAZOP não deve exceder 10 pessoas, incluindo o Líder e o Responsável. Esta equipe deve ser balanceada, entre participantes que executaram o Projeto, e participantes externos.

Notas:

1. A participação da disciplina naval é condicionada à interdependência do sistema que estiver sendo estudado, com a disciplina.
2. A participação da Operação deverá cobrir as áreas afetas aos sistemas/processos estudados (produção, facilidades, embarcação, etc.).

- j. Para a realização do HAZOP, deverá ser considerada uma equipe mínima, com representantes das seguintes áreas: Processo, Segurança, Automação/Instrumentação, Naval (nota 1), Operação (nota 2), Manutenção. O número máximo de participantes do Grupo de HAZOP não deve exceder 10 pessoas, incluindo o Líder e o Responsável. Esta equipe deve ser balanceada, entre participantes que executaram o Projeto, e participantes externos.

Líder

Responsável pelo
registro

The size and composition of the team varies according to the complexity of the study. The minimum size for even the smallest study is probably four with some of the roles combined. Usually there is a core team of five or six. Occasionally, the number may be as large as eight or nine; team membership should be reviewed if this is exceeded. A typical team might involve the following personnel:

- team leader;
- scribe;
- process engineer;
- project/design engineer;
- plant/operations manager;
- operator (or commissioning team representative for a new design);
- and one or more, as and when required, from;
- SHE expert (mandatory in some countries);
- research chemist;
- control/instrument engineer;
- maintenance/mechanical engineer;
- other specialists.

HAZOP

3.5 DOCUMENTAÇÃO

A documentação mínima necessária para a realização do HAZOP deverá conter:

- a. Fluxogramas de Processo e Engenharia.
- b. Documentos das Unidades Pacote, pertencentes ao sistema analisado, quando disponível.
- c. A documentação deverá ser disponibilizada em três cópias em tamanho A-1 e um bloco com toda a documentação em A-3.

3.6 REUNIÃO DE ABERTURA

O Líder do HAZOP deverá promover uma reunião de abertura abordando, no mínimo, os seguintes tópicos:

- a. Esclarecimento do objetivo.
- b. Descrição da Unidade.
- c. Descrição dos sistemas que serão analisados.
- d. Breve apresentação da ferramenta, inclusive da TABELA, explicando como funciona cada palavra guia.

HAZOP

4 RELATÓRIO FINAL

O relatório deverá conter, no mínimo:

- a. Lista de Participantes, com indicação de presença nos dias da análise (assinaturas originais), com separação entre Manhã e Tarde.
- b. Objetivo.
- c. Lista dos Documentos analisados, com indicação da revisão.
- d. Descrição sucinta da técnica.
- e. Introdução, com descrição sucinta dos processos analisados.
- f. Premissas adotadas.
- g. Lista de Recomendações.
- h. Planilhas preenchidas.
- i. Considerações Adicionais (se houver)
- j. Anexo com os P&IDs marcados, com indicação dos nós.

HAZOP

5 GESTÃO DAS RECOMENDAÇÕES

- a. Antes da emissão Relatório Final, o mesmo deverá ser enviado para possíveis comentários do Gerente do Responsável Técnico, bem como dos participantes. O prazo de emissão não deverá exceder a cinco dias úteis, após o término do HAZOP.
- b. As recomendações devem ser focadas, preferencialmente, na eliminação das causas, e não na mitigação das conseqüências do cenário. Devem ser claras, sucintas, bem definidas e precedidas de verbo com ação.
- c. Recomendações relativas a erros de projeto devem ser registradas em item à parte (CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS).
- d. O Responsável Técnico deverá gerenciar a implementação das recomendações e registrar as evidências objetivas de sua implementação.

Atribuir responsabilidade é a única forma de “garantir” que algo ocorra.

HAZOP

Posso estimar severidade / frequência / risco em um HAZOP?

Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP)								
Sistema: Compressão de gás		Nó: Primeiro estágio do sistema de compressão de Gás Natural						
Equipe:		Referencia:					Data:	
Parâmetro	Causas	Efeitos	Salvaguardas	Freq	Sev	Risco	Recomendações/Observações	#
Fluxo Alto	Não relevante para segurança de processo							6
Fluxo Reverso	Linha de compressão A em stand by e linha de compressão B operando - SDV 4 falha aberta vindo do sistema de gás -SDV 4 falha aberta	<u>Pessoas:</u> -No caso de manutenção nos equipamentos em stand by pode causar ferimentos às pessoas <u>Ativos:</u> -Danos ao compressor <u>Meio Ambiente:</u> Sem efeitos <u>Reputação:</u> Sem efeitos	-Permissão de trabalho -Válvula de retenção	B	III	B		7

HAZOP

Posso estimar severidade / frequência / risco em um HAZOP?

The assessment is probably best made either after the team has clarified the consequences or following the discussion of the safeguards. Some companies choose to assess the risk at three stages:

1. unmitigated;
2. after safeguards;
3. after actions.

HAZOP

Apenas para estado-estacionário?

study. It is a matter of judgment for the team leader.

Another aspect to be established at the outset of a study is the range of operational modes covered. For a continuously operating plant the main condition is the steady-state operation, but it is necessary to cover other modes such as start-up and shutdown (see [Section 11.8](#)), high and low

HAZOP

Apenas para estado-estacionário?

A further feature of continuous processes is that a high proportion of incidents and near misses occur when the plant is operated at conditions other than the steady state—for example, during start-up after maintenance, during commissioning, or shutdown. Therefore, it is important for the plan to give sufficient attention to these conditions and to the deviations that might occur in these situations—for example, too rapid heating or cooldown to the operating temperature, inadequate purging, or protective systems

Análise de Riscos

Métodos Qualitativos

Experiência profissional

Eu acho que...

Subjetividade

Sentimento

Métodos Semi-Quantitativos

Falsa sensação de precisão

Estatística

Manutenção

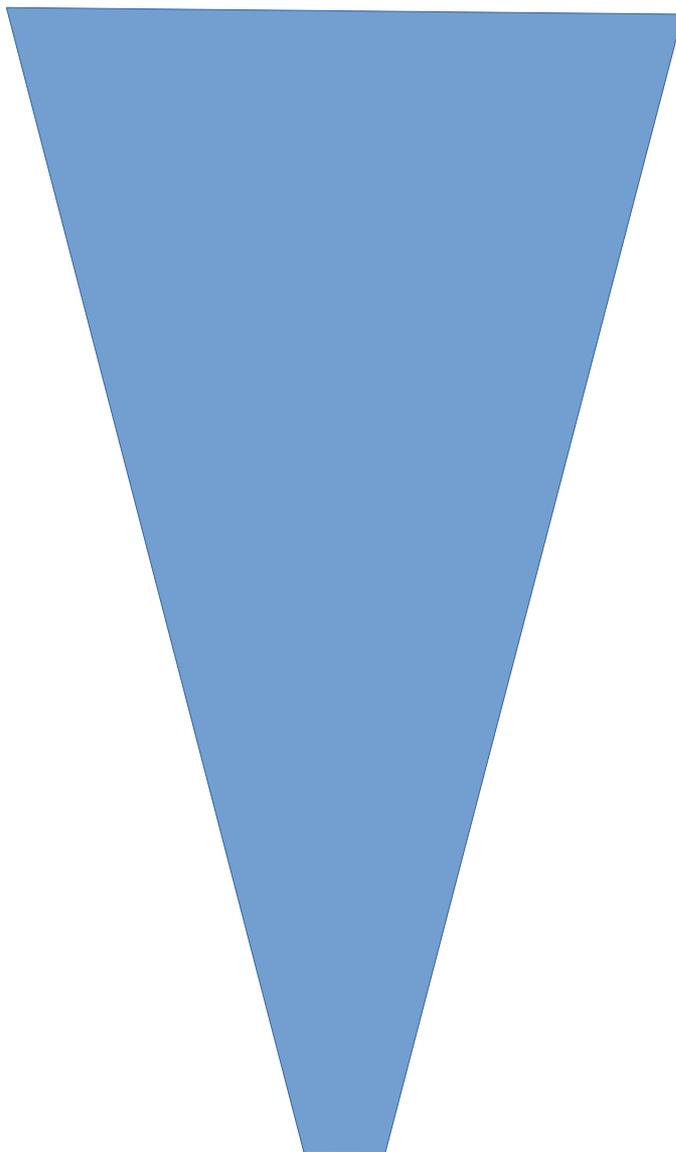
Dados numéricos

Métodos Quantitativos

Condições operacionais

Base histórica

Análise de Riscos



Métodos Qualitativos

Métodos Semi
Quantitativos

Métodos Quantitativos

Análise de Riscos

LOPA

Métodos Semi
Quantitativos

Métodos Semi Quantitativos

TABELA A.10 Formulário-resumo para o Exemplo-base 1b: Número Necessário do Método de IPLs (Gravidade de Consequência Classificada pelo Método de Frequência de Fatalidade) (método 3 do capítulo 3)

Cenário Nº 1b	Número do Equipamento	Título do Cenário: Transbordamento de Tanque-Pulmão de Hexano. Derramamento retido pelo dique	
Data:	Descrição	Probabilidade	Frequência (por ano)
Descrição da Consequência/ Categoria	Liberação de hexano dentro do dique, devido ao transbordamento do tanque, e falha do dique com potencial para ignição e fatalidade.		
Crítérios de Tolerância ao Risco (Catância ou Frequência)	Ver tabela 8.3.		
Evento Inicializador (tipicamente uma frequência)	Falha na malha do LIC do BPCS (PFD da Tabela 5.1)		1×10^{-1}
Condição ou Evento Habilitador		N/A	
Condições Modificadoras (se aplicáveis)			
	Probabilidade de Ignição	0,1	
	Probabilidade de Pessoas na Área Afetada	0,1	
	Probabilidade de Lesão Fatal	0,5	
	Outras	N/A	
Frequência de Consequência sem Mitigação			5×10^{-4}
Camadas de Proteção Independente			
	SIF (a ser adicionada – ver "Ações")	1×10^{-2}	
Salvaguardas (não IPLs)			
	A ação humana não é uma IPL, pois depende dos alarmes gerados pelo BPCS. Não pode ser usada quando a falha do BPCS é o evento iniciador (abordagem A).		
PFD Total para Todas as IPLs		1×10^{-2}	
Frequência das Consequências Mitigadas			5×10^{-6}
Crítérios de Tolerância ao Risco Atendidos? (Sim/Não)	Sim, com a adição de uma SIF.		
Ações Necessárias para Atender aos Crítérios de Tolerância ao Risco	Adicionar uma SIF com uma PFD de 1×10^{-2} . Isto controla o cenário 1. Grupo Responsável/Pessoa: Técnico da Planta/J. Doe, junho de 2002 Manter o dique como uma IPL (inspeção, manutenção, etc.).		
Notas:	Adicionar itens de ação ao banco de dados de rastreamento de ação. Como a Frequência de Consequência não Mitigada é $> (1 \times 10^{-3}$ por ano), 1 IPL de crédito é necessária (ou seja, uma PFD de, no Mínimo, 1×10^{-2} deve ser instalada). Ver tabela 8.2. Este requisito controla a exigência da SIF para este exemplo.		
Referências (links para gerar a avaliação de perigo, PFDs, P&IDs, etc.)			
Analista de LOPA (e Membros da Equipe, se aplicável)			

TABELA A.10 Formulário-resumo para o Exemplo-base 1b: Número Necessário do Método de IPLs (Gravidade de Consequência Classificada pelo Método de Frequência de Fatalidade) (método 3 do capítulo 3)

Cenário Nº 1b	Número do Equipamento	Título do Cenário: Transbordamento de Tanque-Pulmão de Hexano. Derramamento retido pelo dique		
Data:	Descrição	Probabilidade	Frequência (por ano)	
Descrição da Consequência/ Categoria	Liberação de hexano dentro do dique, devido ao transbordamento do tanque, e falha do dique com potencial para ignição e fatalidade.			
Critérios de Tolerância ao Risco (Categoria ou Frequência)	Ver tabela 8.3.			

Métodos Semi Quantitativos

Evento Iniciador (tipicamente uma frequência)	Falha na malha do LIC do BPCS (PFD da Tabela 5.1)		1×10^{-1}
Condição ou Evento Habilitador		N/A	
Condições Modificadoras (se aplicáveis)			
	Probabilidade de Ignição	0,1	
	Probabilidade de Pessoas na Área Afetada	0,1	
	Probabilidade de Lesão Fatal	0,5	
	Outras	N/A	
Frequência de Consequência sem Mitigação			5×10^{-4}
Camadas de Proteção Independente			
	SIF (a ser adicionada – ver "Ações")	1×10^{-2}	
Salvaguardas (não IPLs)			
	A ação humana não é uma IPL, pois depende dos alarmes gerados pelo BPCS. Não pode ser usada quando a falha do BPCS é o evento iniciador (abordagem A).		
PFD Total para Todas as IPLs		1×10^{-2}	

Métodos Semi Quantitativos

Frequência das Consequências Mitigadas			5×10^{-6}
Critérios de Tolerância ao Risco Atendidos? (Sim/Não)	Sim, com a adição de uma SIF.		
Ações Necessárias para Atender aos Critérios de Tolerância ao Risco	<p>Adicionar uma SIF com uma PFD de 1×10^{-2}. Isto controla o cenário 1.</p> <p>Grupo Responsável/Pessoa: Técnico da Planta/J. Doe, junho de 2002</p> <p>Manter o dique como uma IPL (inspeção, manutenção, etc.).</p>		
Notas:	<p>Adicionar itens de ação ao banco de dados de rastreamento de ação. Como a Frequência de Consequência não Mitigada é $> (1 \times 10^{-3}$ por ano), 1 IPL de crédito é necessária (ou seja, uma PFD de, no Mínima, 1×10^{-2} deve ser instalada). Ver tabela 8.2. Este requisito controla a exigência da SIF para este exemplo.</p>		
Referências (links para gerar a avaliação de perigo, PFDs, P&IDs, etc.)			
Analista de LOPA (e Membros da Equipe, se aplicável)			

Análise de Riscos



Métodos Quantitativos

Análise de Riscos

Árvore de Falhas

Árvore de Eventos



Métodos Quantitativos

Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Taxa de Falha

Baseia-se no tempo médio que um determinado equipamento falha.

Ou seja, caso o equipamento “A” falhe a cada 2 anos.
Temos que a taxa de falha é de 0.5 falhas/ano.

Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Taxa de Falha

Baseia-se no tempo médio que um determinado equipamento falha.

Ou seja, caso o equipamento "A" falhe a cada 2 anos.
Temos que a taxa de falha é de 0.5 falhas/ano.

Bases de dados da empresa

Bases de dados universais

Bases de dados do fabricante

Dados de laboratório

Experiência profissional

Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Taxa de falha: μ falhas/tempo

Confiabilidade:

$$R(t) = e^{-\mu t}$$

Probabilidade de falha:

$$P(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

Análise de Riscos

Métodos ()
Conceitos

$R(t)$

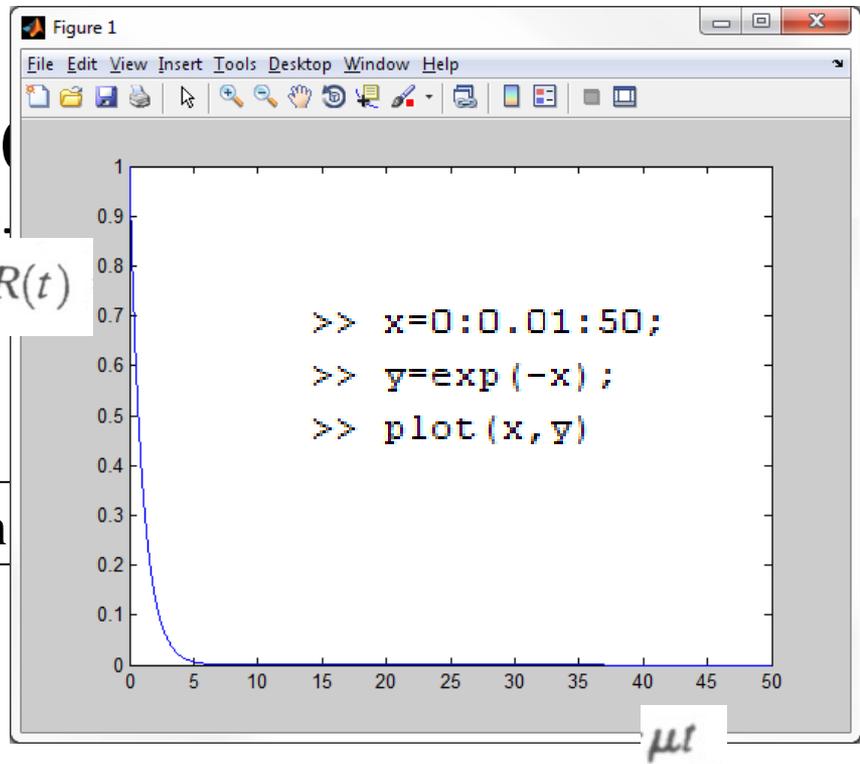
Taxa de falha

Confiabilidade:

$$R(t) = e^{-\mu t}$$

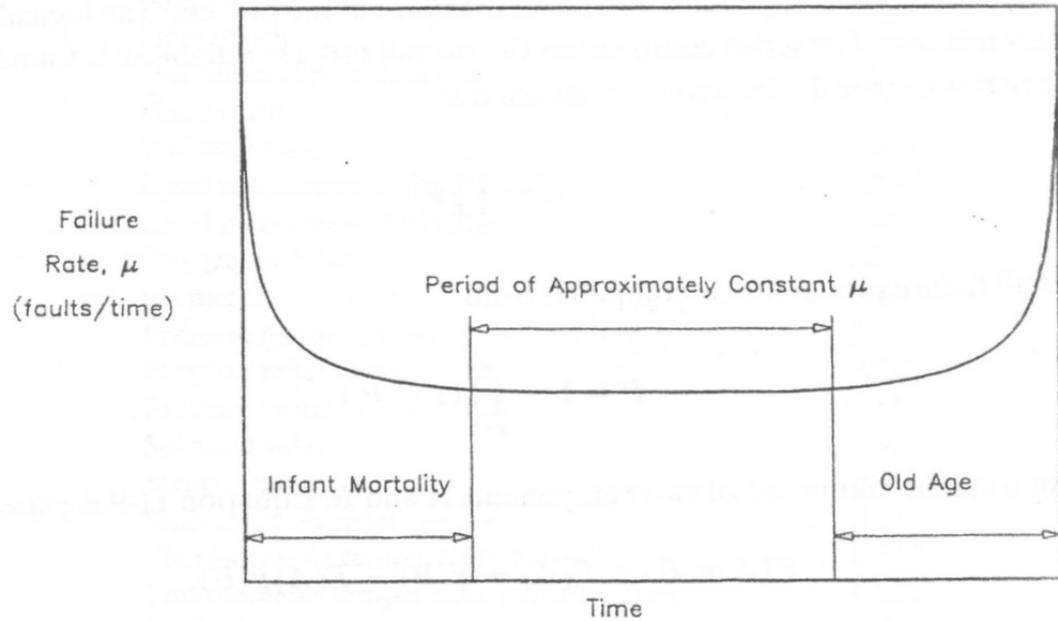
Probabilidade de falha:

$$P(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\mu t}$$



Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Embora muitas vezes considerada constante, a taxa de falha varia com o tempo:



Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Lógica “E” e “OU”

Um acidente decorre de uma cadeia de eventos
(**fatores contribuintes**).

Logo, a probabilidade dele ocorrer está relacionada com a probabilidade de cada um dos eventos, separadamente, também ocorrer.

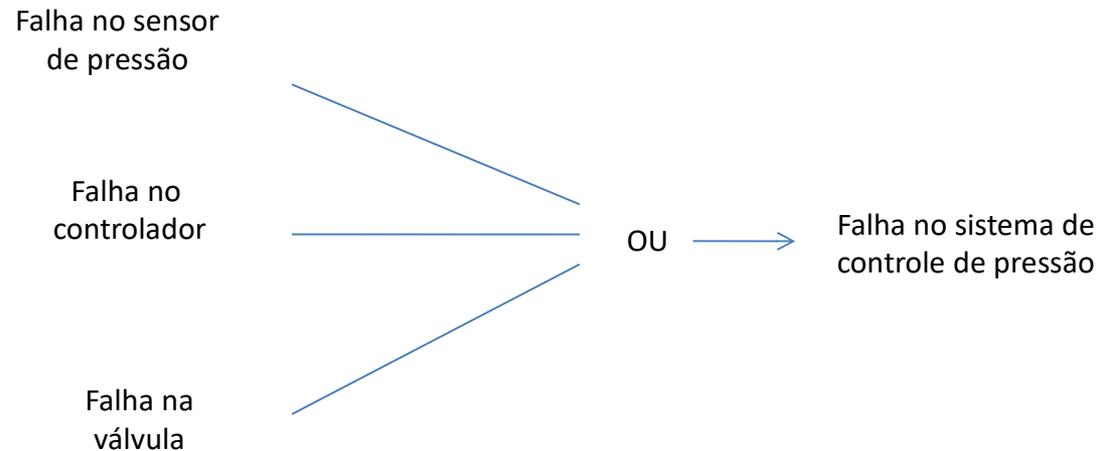
Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Equipamentos “em série” causam falhas do tipo “ou” :



Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

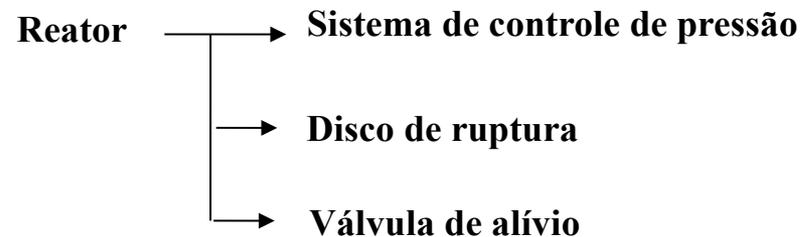
Equipamentos “em série” causam falhas do tipo “ou” :



Análise de Riscos

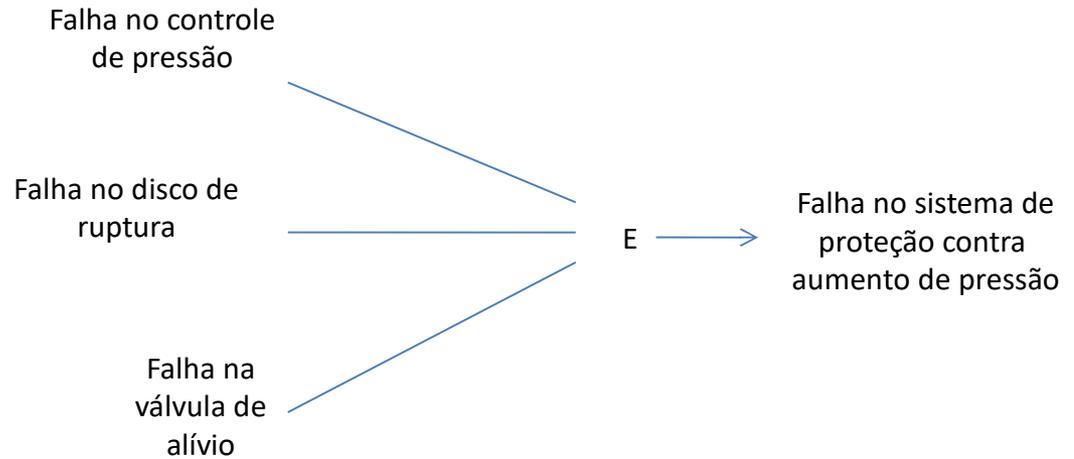
Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Equipamentos em paralelo resultam em falhas do tipo “e” :

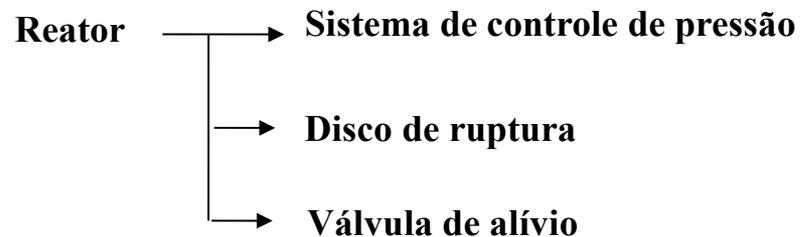


Análise de Riscos

Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

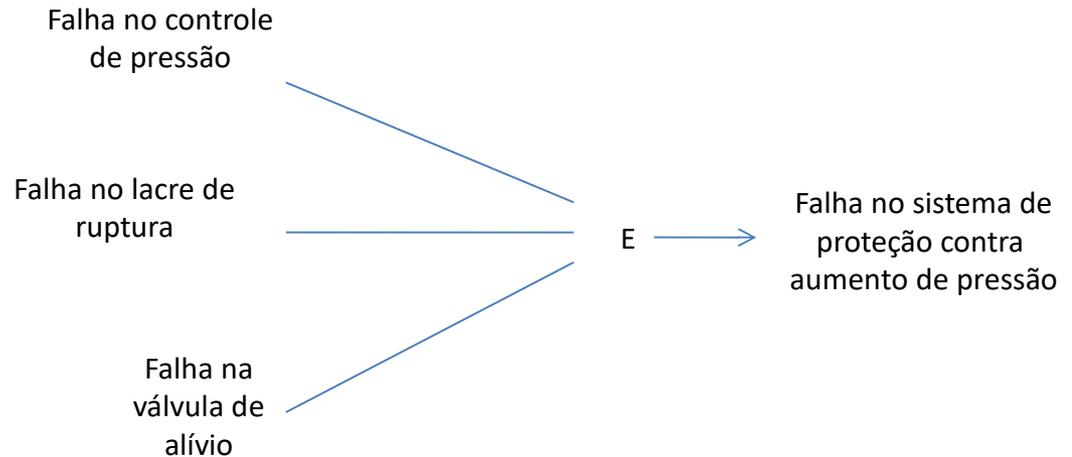


Equipamentos em paralelo resultam em falhas do tipo “e” :

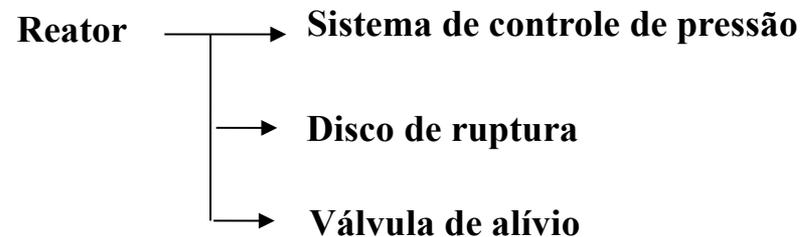


São os “sistemas redundantes”

Atenção: cada um deles deve ser independente. Dependências físicas e funcionais, por exemplo, reduzem a confiabilidade.



Equipamentos em paralelo resultam em falhas do tipo “e” :

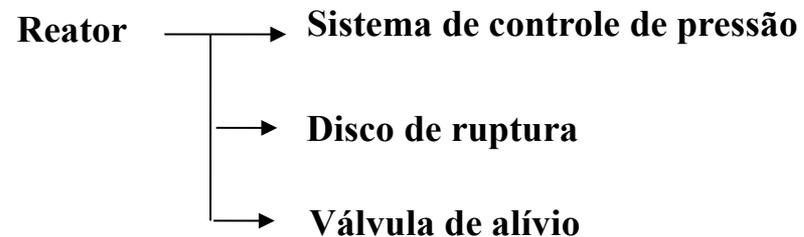


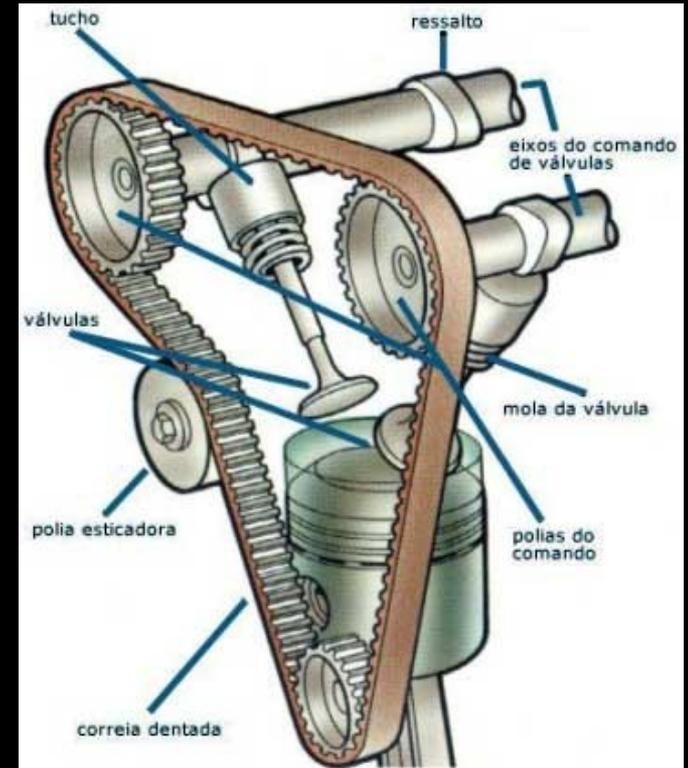
Métodos Quantitativos Conceitos Básicos

Equipamentos “em série” causam falhas do tipo “ou” :



Equipamentos em paralelo resultam em falhas do tipo “e” :





Equipamentos Redundantes:

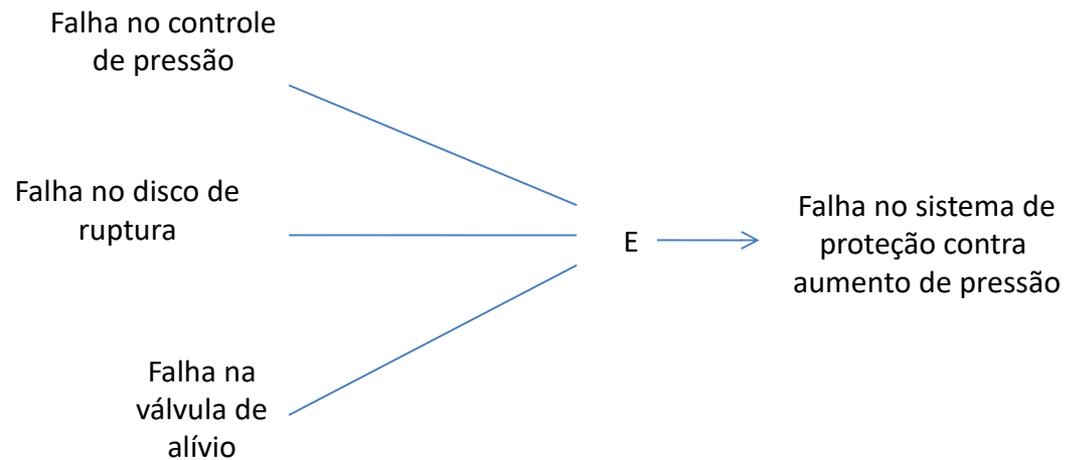
Falha no Equipamento 1 e Falha no Equipamento 2 gera Falha no Sistema.

Equipamentos fundamentais e únicos:

Falha no Equipamento 1 ou Falha no Equipamento 2 gera Falha no Sistema.



“E” indica dois eventos de algum modo simultâneos.
Mas isso não significa que ambos comecem no mesmo momento!



Matemática “E”

Falha no Equipamento 1

P1

R1

Falha no Equipamento 2

P2

R2

Probabilidade:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i$$

n is the total number of components and
 P_i is the failure probability of each component.

Confiabilidade total:

$$R = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

Matemática “E”

Falha no Equipamento 1

P1

R1

Falha no Equipamento 2

P2

R2

Probabilidade:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i$$

n is the total number of components and
 P_i is the failure probability of each component.

Como a probabilidade é um número menor que “1”, o produtório resulta em um número menor que o menor dos termos.

Logo, o “E” reduz a probabilidade total de falhas, justificando o uso de sistemas com redundância.

Matemática “OU”

Falha no Equipamento 1

P1

R1

Falha no Equipamento 2

P2

R2

Probabilidade:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

Confiabilidade total:

$$R = \prod_{i=1}^n R_i$$

Matemática “OU”

Falha no Equipamento 1

P1

R1

Falha no Equipamento 2

P2

R2

Como a confiabilidade é um número menor que “1”, o produtório resulta em um número menor que o menor dos termos.

Logo, o “OU” reduz a confiabilidade total do sistema.

Confiabilidade total:

$$R = \prod_{i=1}^n R_i$$

Matemática “OU”

Probabilidade:

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

Ou

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

Matemática “OU”

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_i)$$

$$1 - (1 - P_1)(1 - P_2)$$
$$1 - (1 - P_2 - P_1 + P_1 P_2)$$
$$\cancel{1} - \cancel{1} + P_2 + P_1 - P_1 P_2$$
$$P_1 + P_2 - P_1 P_2$$

0

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

A probabilidade de falha de um equipamento é muito pequena. O produto é desprezível quando comparado a soma.

Table 11-1 Failure Rate Data for Various Selected Process Components¹

Instrument	Faults/year
Controller	0.29
Control valve	0.60
Flow measurement (fluids)	1.14
Flow measurement (solids)	3.75
Flow switch	1.12
Gas-liquid chromatograph	30.6
Hand valve	0.13
Indicator lamp	0.044
Level measurement (liquids)	1.70
Level measurement (solids)	6.86
Oxygen analyzer	5.65
pH meter	5.88
Pressure measurement	1.41
Pressure relief valve	0.022
Pressure switch	0.14
Solenoid valve	0.42
Stepper motor	0.044
Strip chart recorder	0.22
Thermocouple temperature measurement	0.52
Thermometer temperature measurement	0.027
Valve positioner	0.44

Exemplo de taxas de falha:
 μ falhas/tempo

¹Selected from Frank P. Lees, *Loss Prevention in the Process Industries* (London: Butterworths, 1986), p. 343.

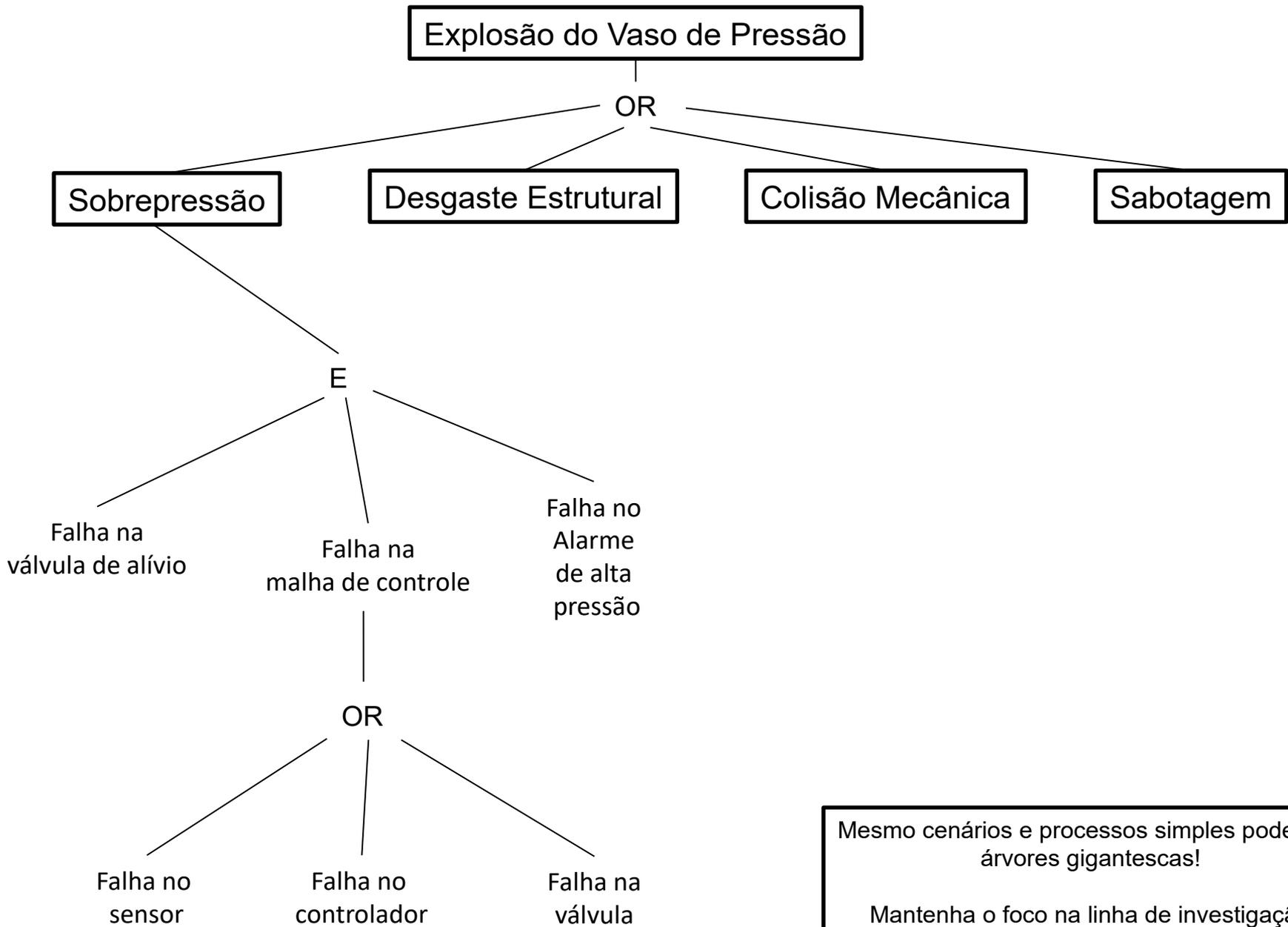
Árvore de Falha

“Método dedutível para identificar como pequenos acontecimentos podem se propagar, sozinhos ou em conjunto, até ocasionar grandes acidentes.”

Criado na indústria aeroespacial

Muito empregado em usinas nucleares

Atualmente também é usado em plantas químicas



Mesmo cenários e processos simples podem ter árvores gigantescas!

Mantenha o foco na linha de investigação.

Coloque os cenários críveis

Análise de Riscos

Árvore de Falha

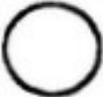
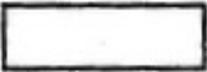
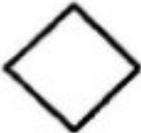
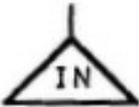
Simbologia

	AND Gate:	The resulting output event requires the simultaneous occurrence of all input events.
	OR Gate:	The resulting output event requires the occurrence of any individual input event.

Análise de Riscos

Árvore de Falha

Simbologia

	BASIC Event:	A fault event that needs no further definition.
	INTERMEDIATE Event:	An event that results from the interaction of a number of other events.
	UNDEVELOPED Event:	An event that cannot be developed further due to lack of suitable information.
	EXTERNAL Event:	An event that is a boundary condition to the fault tree.
 	TRANSFER Symbols:	Used to transfer the fault tree into and out of a sheet of paper.

Árvore de Falha

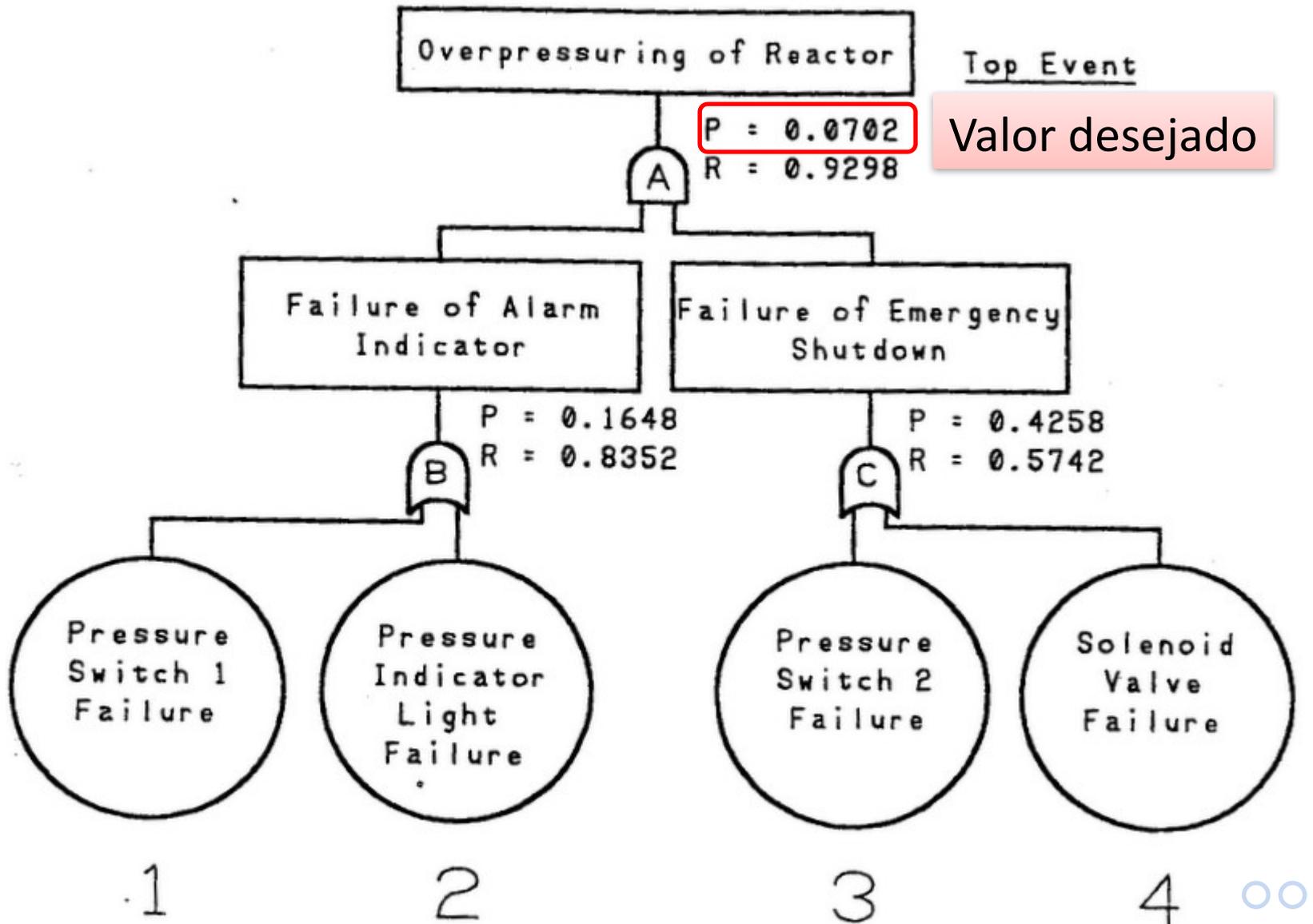
- Tente definir bem o acidente (top event). Definições vagas vão criar árvores gigantescas. Isso é especialmente importante em cenários do tipo “e se?”. Cenários investigação de acidentes reais muitas vezes já começam bem definidos.
- Rastreie os acontecimentos que levaram ao acidente. Informe também fatores externos eventualmente presentes.
- Defina fronteiras, até onde ir na Árvore e quais ramos devem ser abertos.
- Defina na árvore o status dos equipamentos (válvula: aberta ou fechada?; bomba: ligada ou não, na vazão de projeto?). Garanta assim a compreensão da Árvore no futuro.

Árvore de Falha

Calculando a probabilidade
do top event ocorrer

Dado:

Component	Failure rate μ (faults/yr)	Reliability $R = e^{-\mu t}$	Failure probability $P = 1 - R$
1. Pressure switch 1	0.14	0.87	0.13
2. Alarm indicator	0.044	0.96	0.04
3. Pressure switch 2	0.14	0.87	0.13
4. Solenoid valve	0.42	0.66	0.34



$$P = \prod_{i=1}^n P_i$$

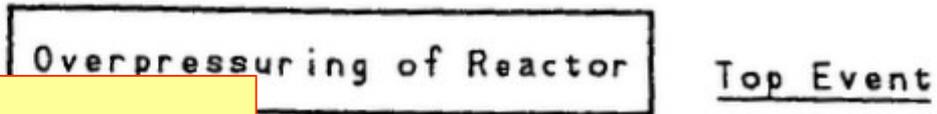
AND:
 $P = 0.1648 * 0.4258 = 0.0702$

$$R = \prod_{i=1}^n R_i$$

OR:
 $R = 0.87 * 0.96 = 0.8352$

$R=0.87$

$R=0.96$

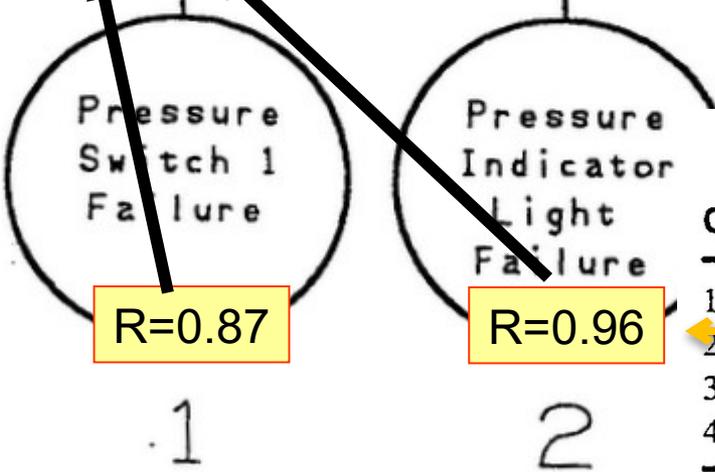


$P = 0.0702$
 $R = 0.9298$

$P = 0.1648$
 $R = 0.8352$

$P = 0.4258$
 $R = 0.5742$

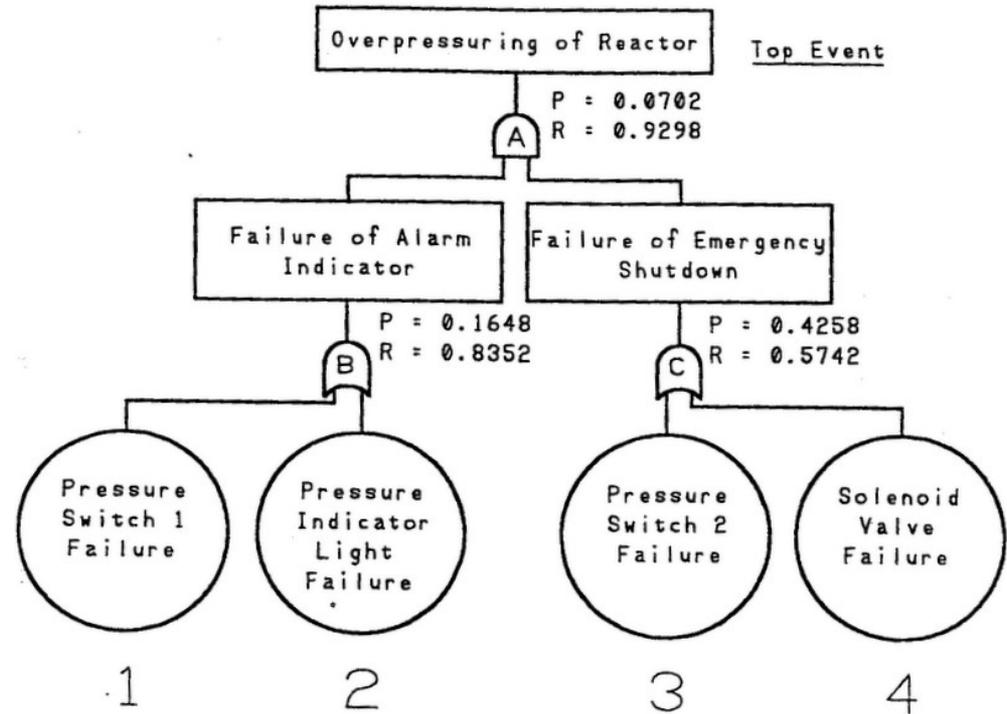
Por definição:
 $P(t) = 1 - R(t)$



Component	Failure rate μ (faults/yr)	Reliability $R = e^{-\mu t}$	Failure probability $P = 1 - R$
1. Pressure switch 1	0.14	0.87	0.13
2. Alarm indicator	0.044	0.96	0.04
3. Pressure switch 2	0.14	0.87	0.13
4. Solenoid valve	0.42	0.66	0.34

Caminho mínimo:

- 1, 3
- 2, 3
- 1, 4
- 2, 4



Ao construir ou propor modificações em um processo:

Evite caminhos mínimos muito pequenos! Em geral, quanto maior o caminho, menor a tendência do acidente ocorrer.

Árvore de Falha

Desvantagens:

- Dimensões que a árvore assume em processos complexos
- Não existem garantias que ela está completa
- Falhas são ON/OFF. Não considera desvios (válvula permitindo passagem, sensor com erro de 10%, etc).
- Uma falha não ocasiona a seguinte por sobrecarga ou estresse operacional (isso não é considerado nas probabilidades).

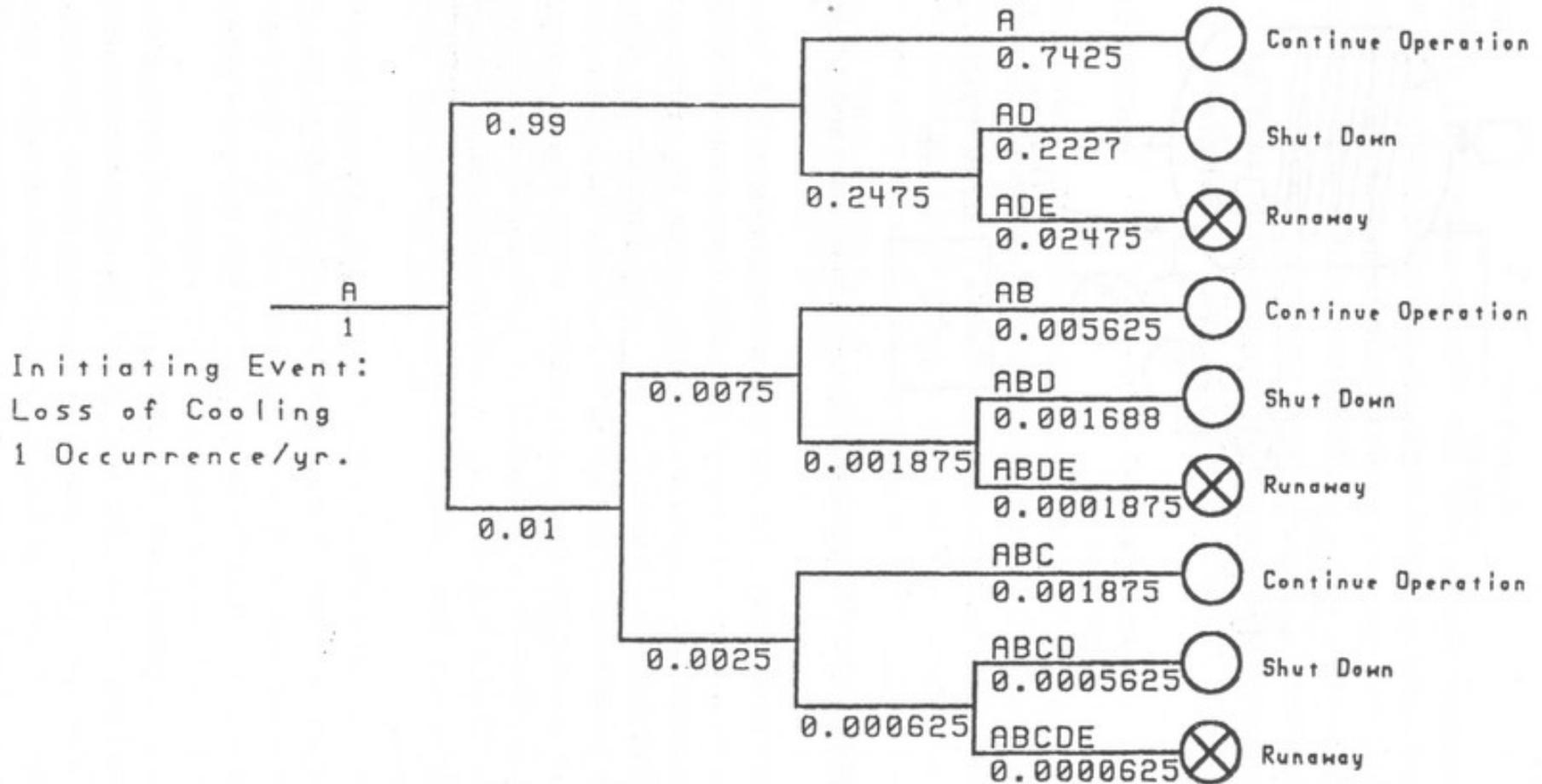
Árvore de Eventos

Passos:

1. Identificar o **evento inicial** de interesse (uma falha, por exemplo)
2. Identificar as **funções de segurança** para tratar esse evento inicial
3. Construir a árvore de evento

Sabendo a probabilidade de cada evento ocorrer é possível determinar a chance da sequência de eventos acontecer e planejar melhorias.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



Shutdown = $0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250$ occurrences/yr.

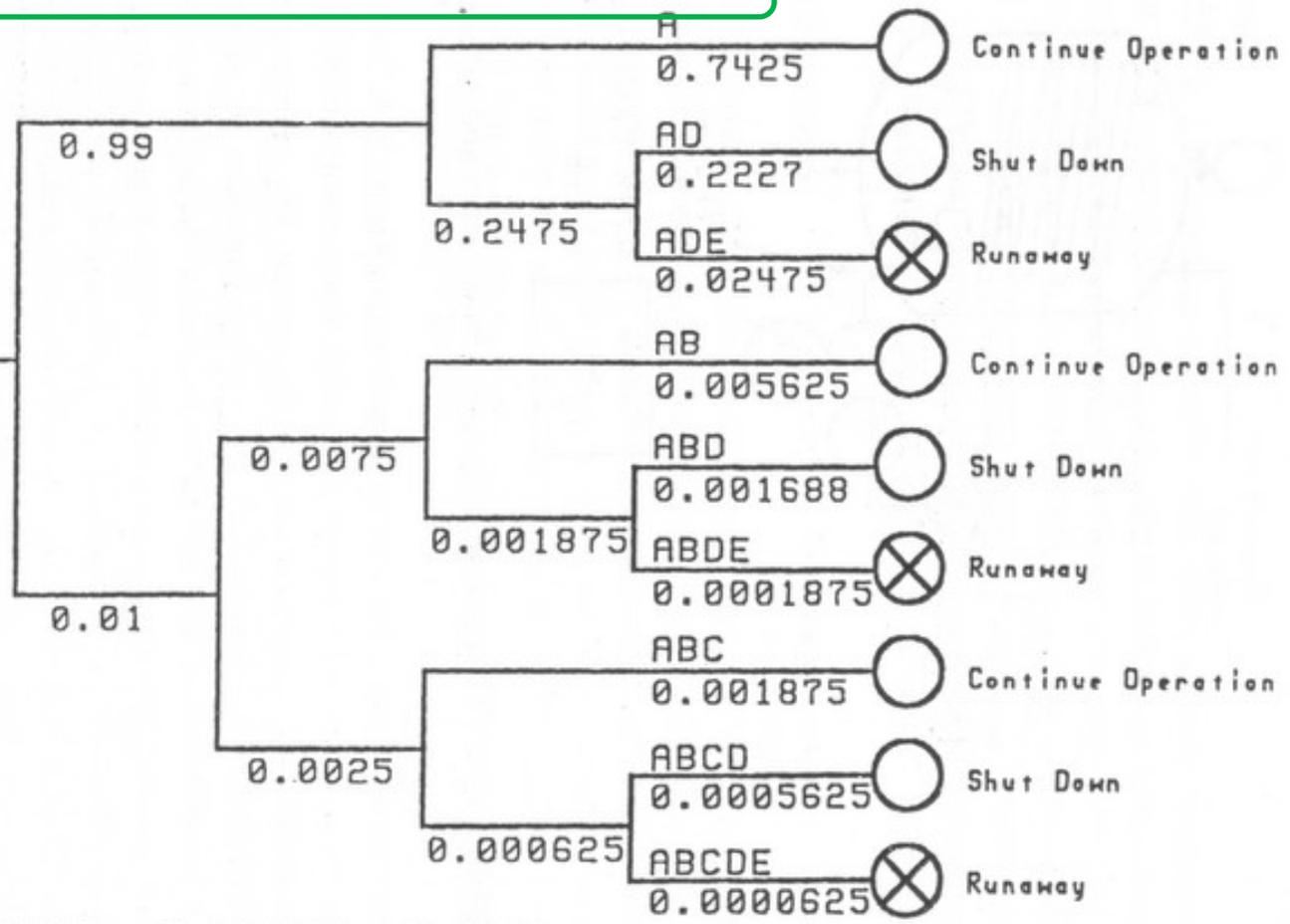
Runaway = $0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500$ occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts	Operator Notices	Operator Re-starts	Operator Shuts Down	Result
Identifier:	<u>Operator</u>	<u>High Temp</u>	<u>Cooling</u>	<u>Reactor</u>	

Falhas por demanda:

Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1
------------------	------	------	------	-----

Base de cálculo:
 A
 1
 Initiating Event:
 Loss of Cooling
 1 Occurrence/yr.



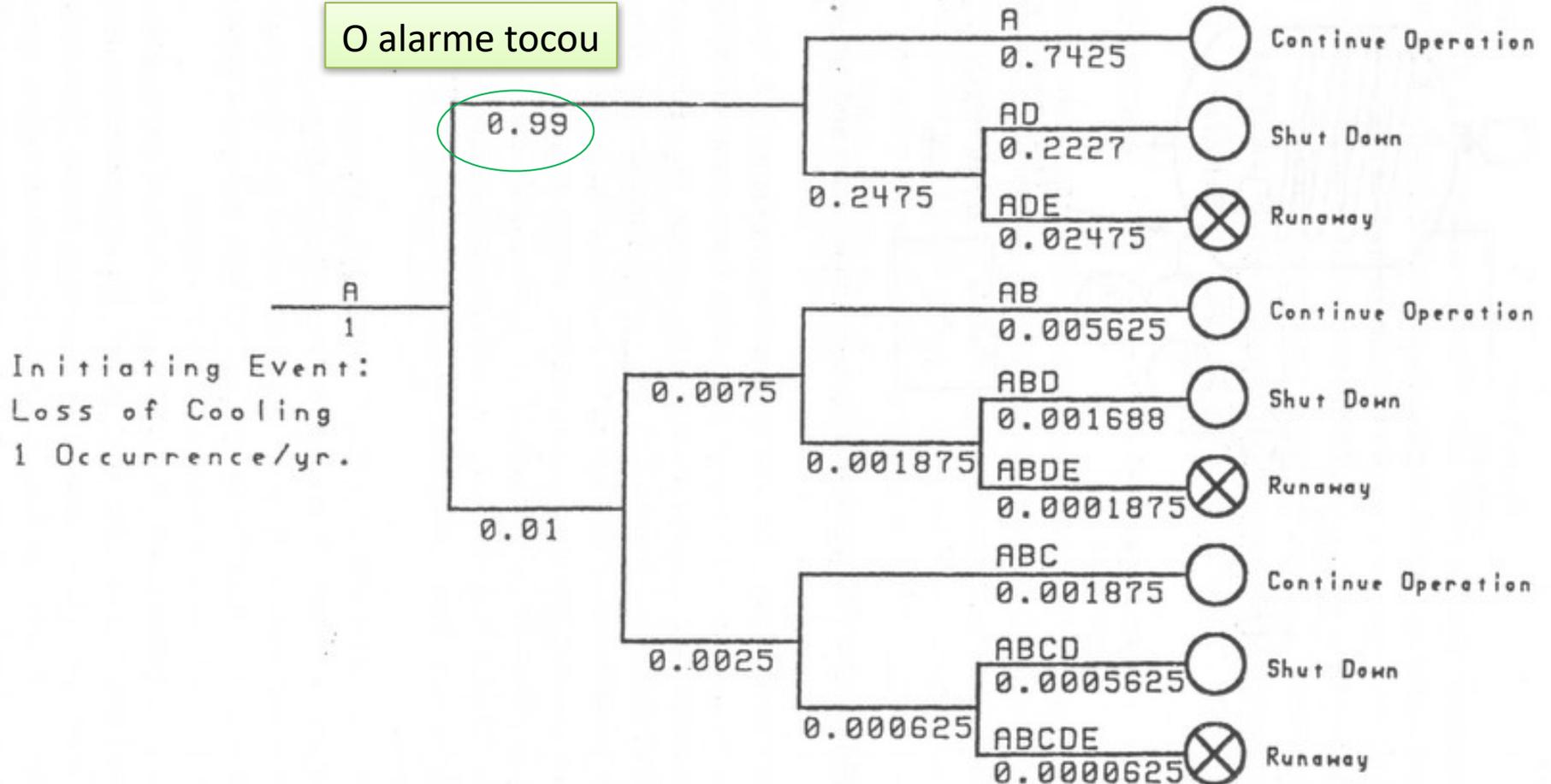
Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.



Safety Function:	High Temp Alarm Alerts <u>Operator</u>	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	<u>Result</u>
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	

O alarme tocou



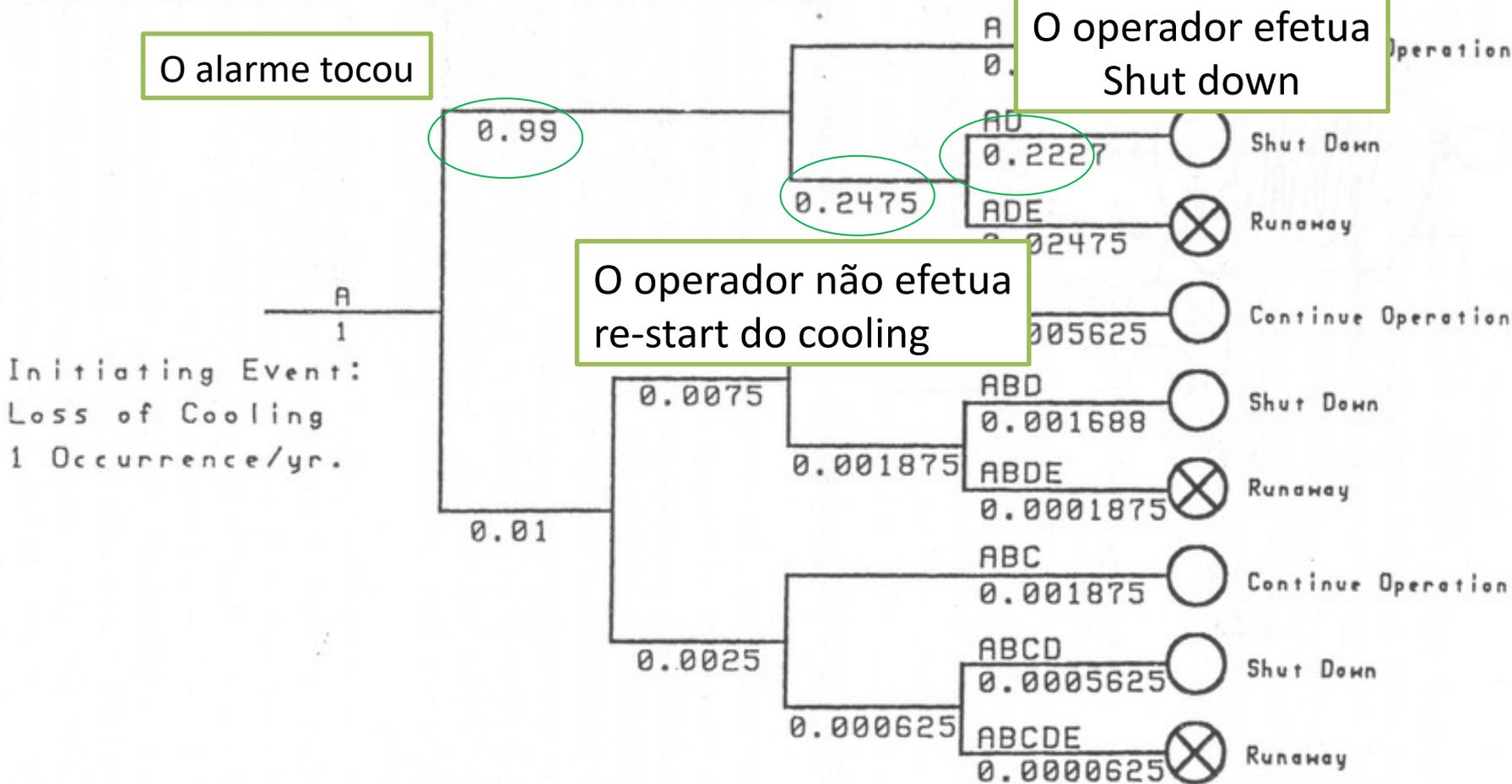
$$\text{Shutdown} = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 \text{ occurrences/yr.}$$

$$\text{Runaway} = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 \text{ occurrences/yr.}$$

Safety Function:	High Temp Operator Alerts	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

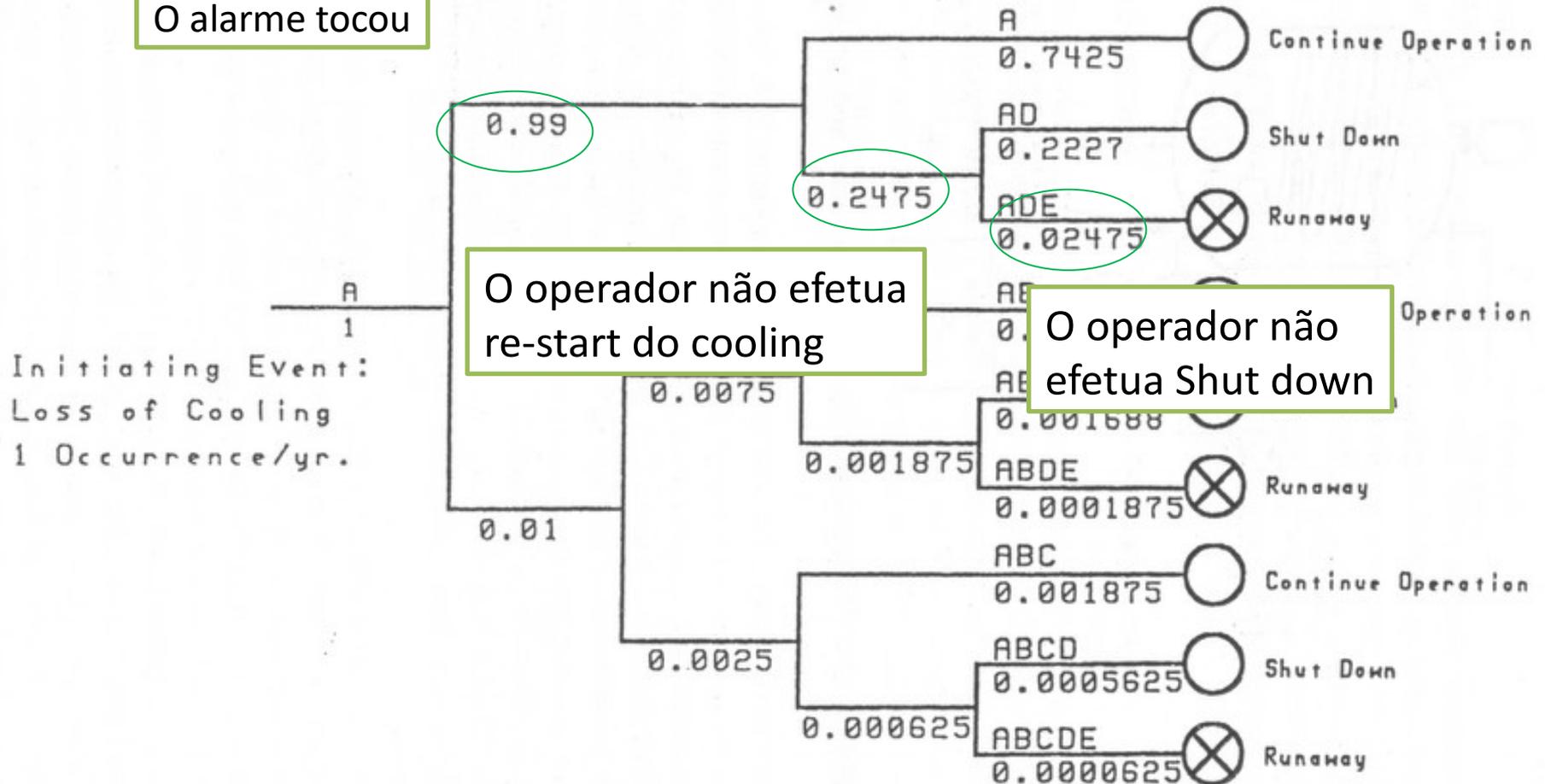


Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1

O alarme tocou



O operador não efetua re-start do cooling

O operador não efetua Shut down

Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.001875 + 0.000625 = 0.02500 occurrences/yr.

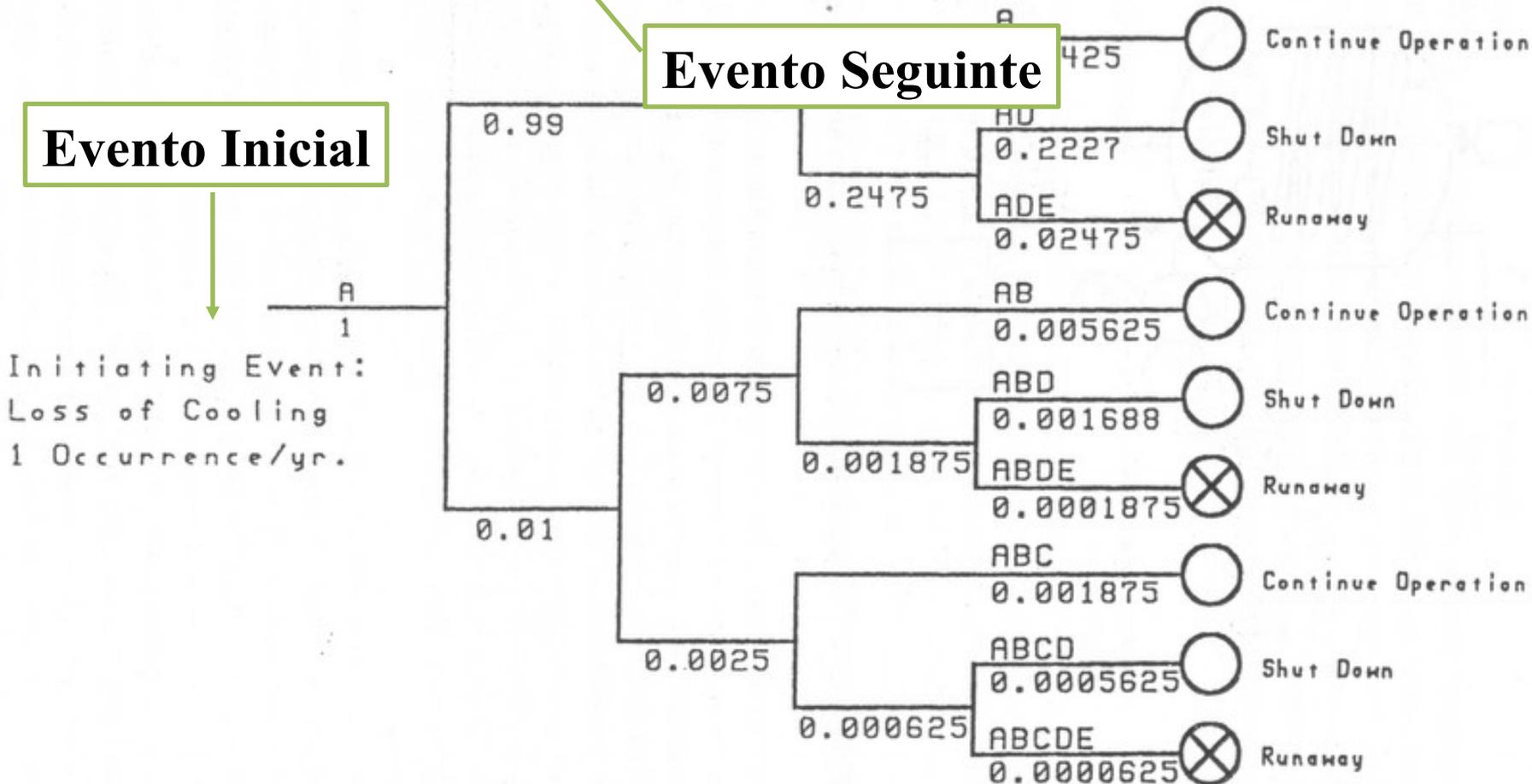
Safety Function:	High Temp Alarm Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1

Evento Inicial

Evento Seguinte



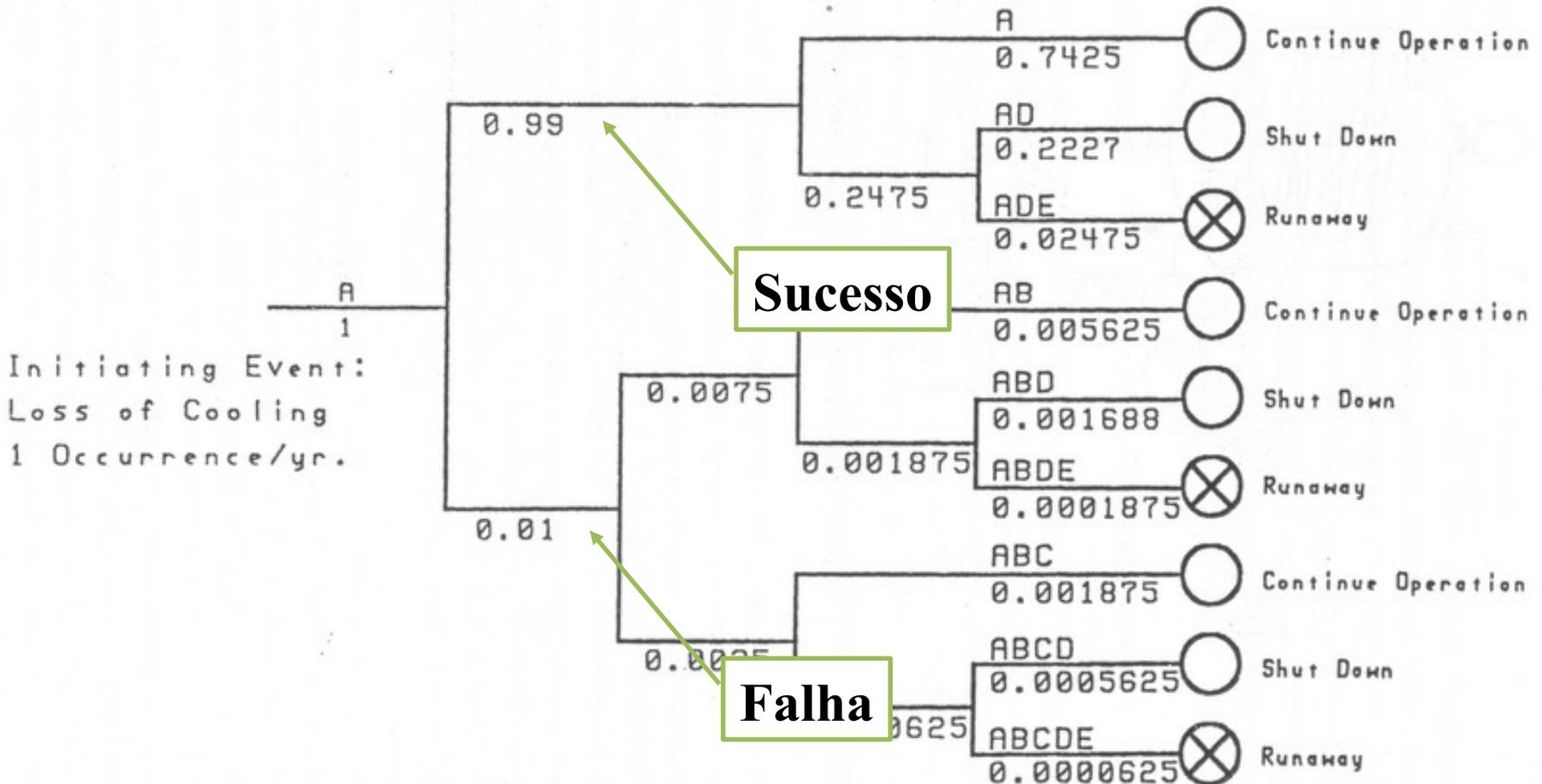
Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

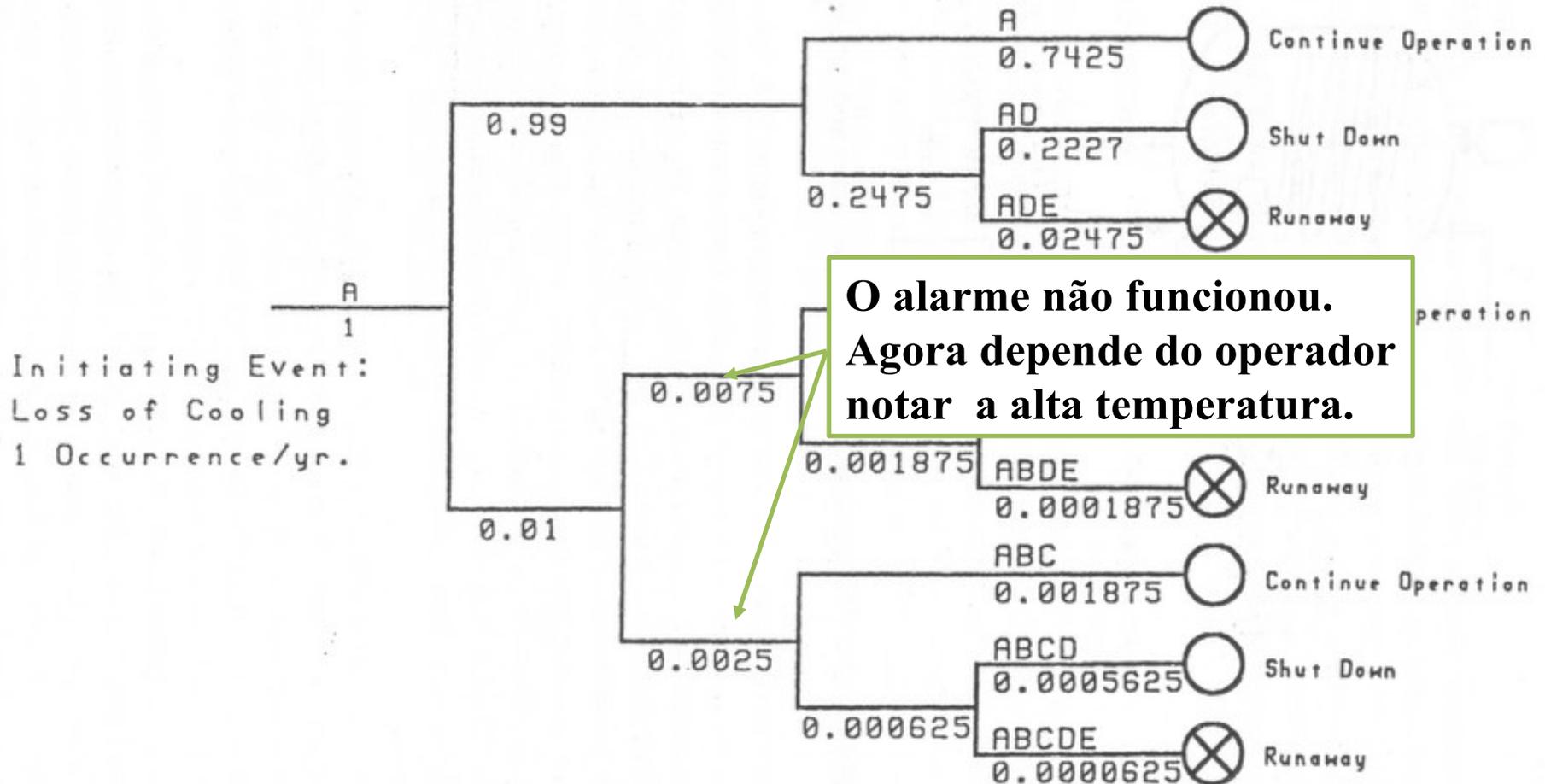
Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

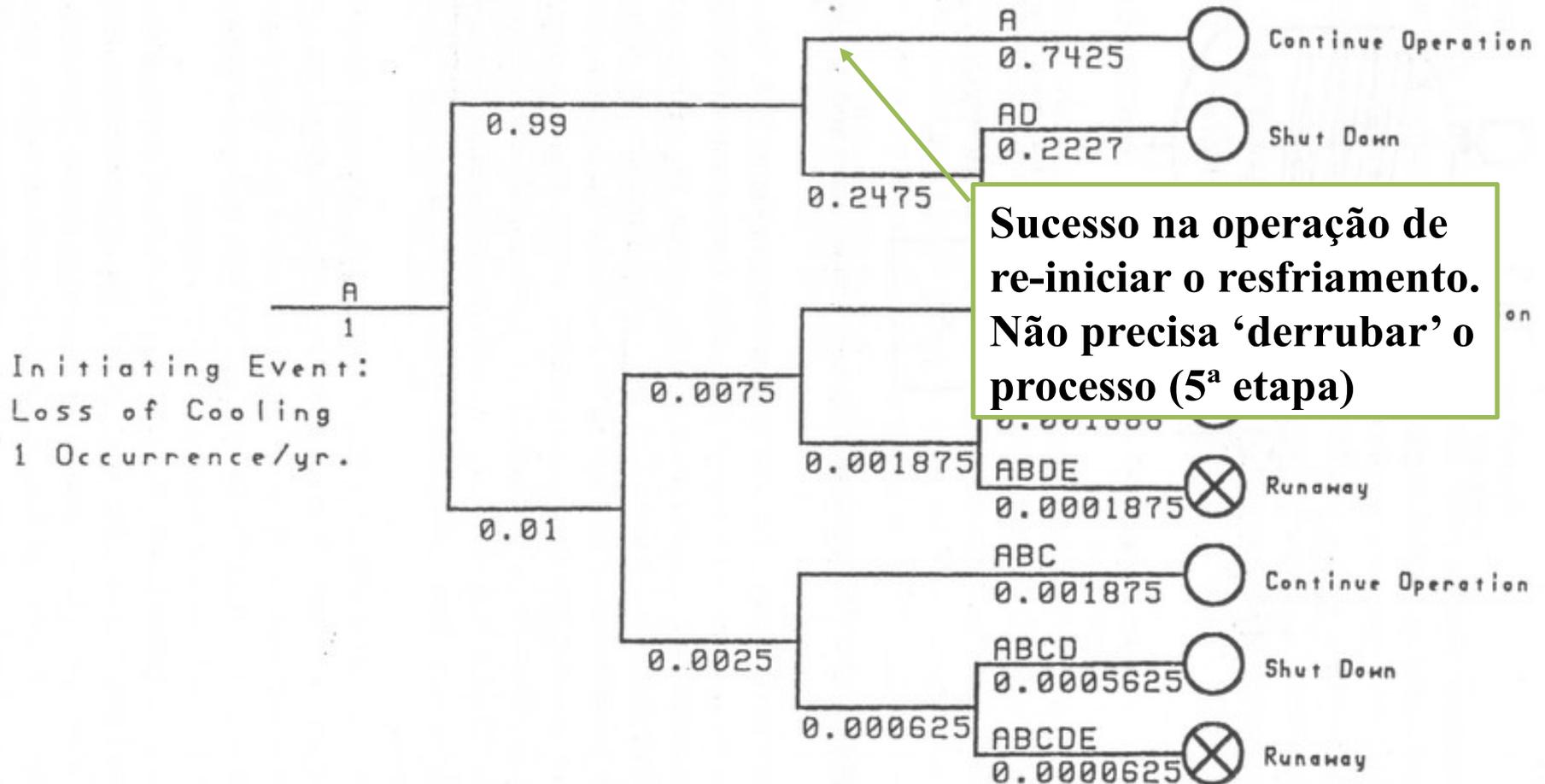
Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



Shutdown = $0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250$ occurrences/yr.

Runaway = $0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500$ occurrences/yr.

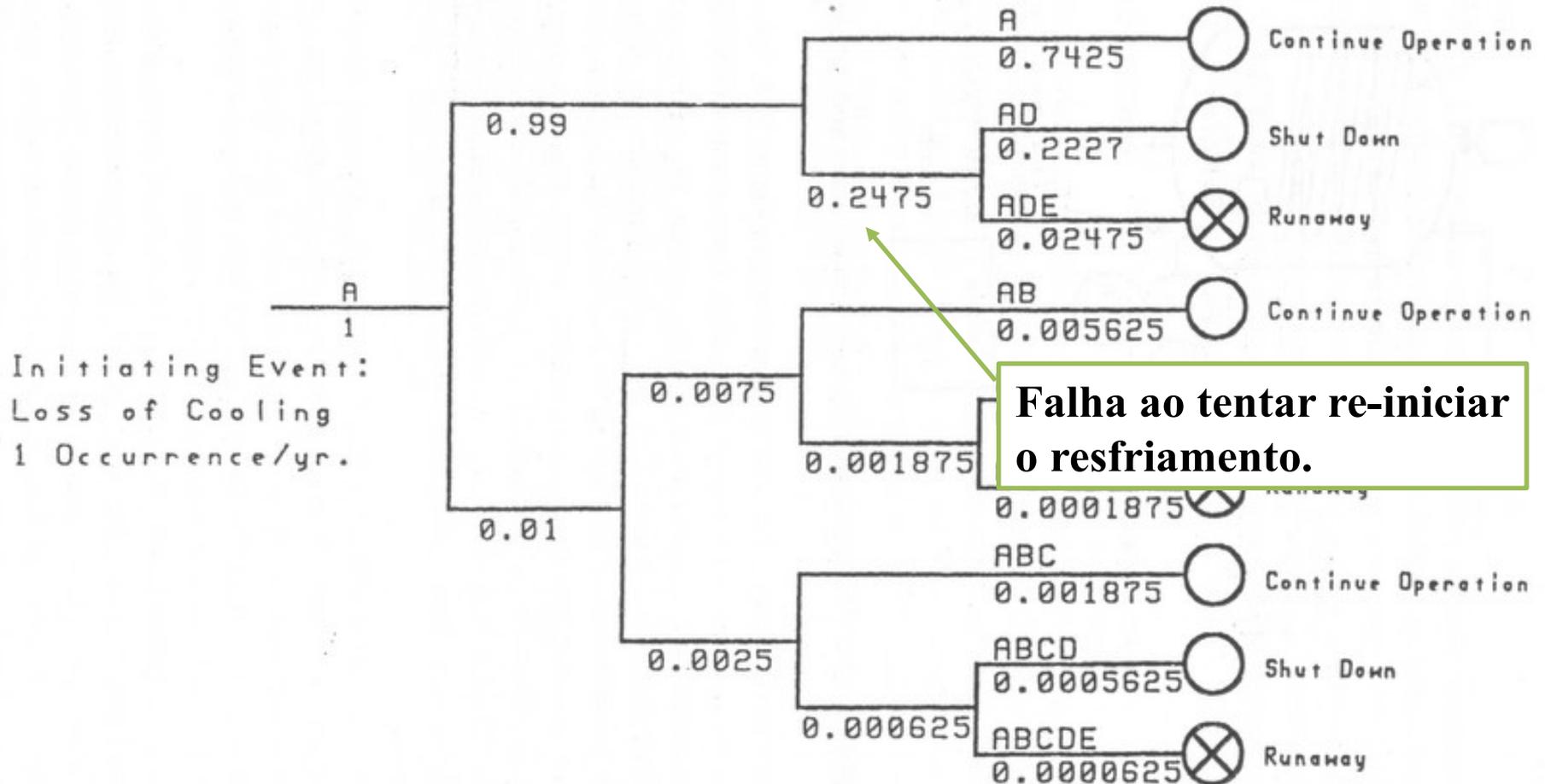
Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

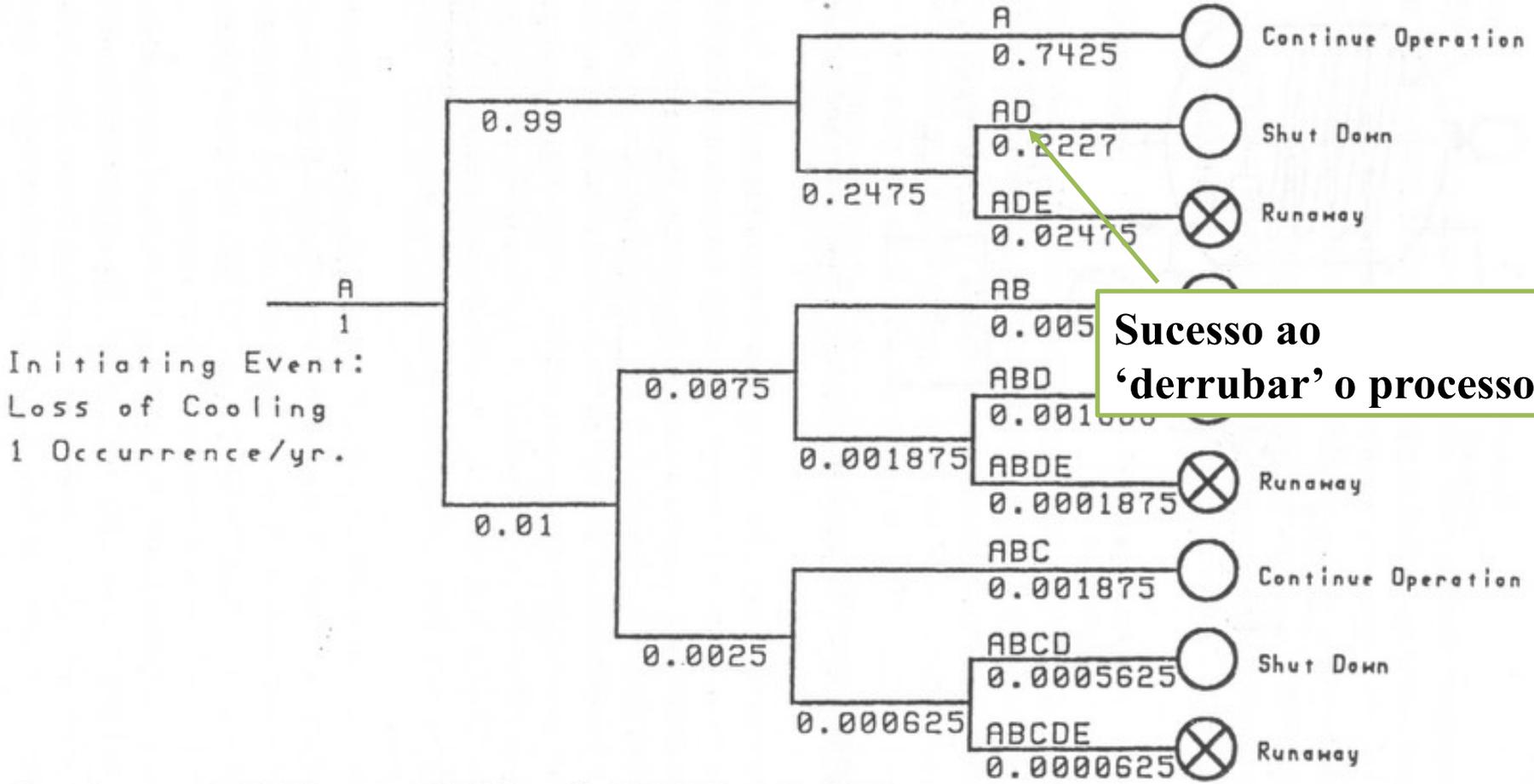
Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1

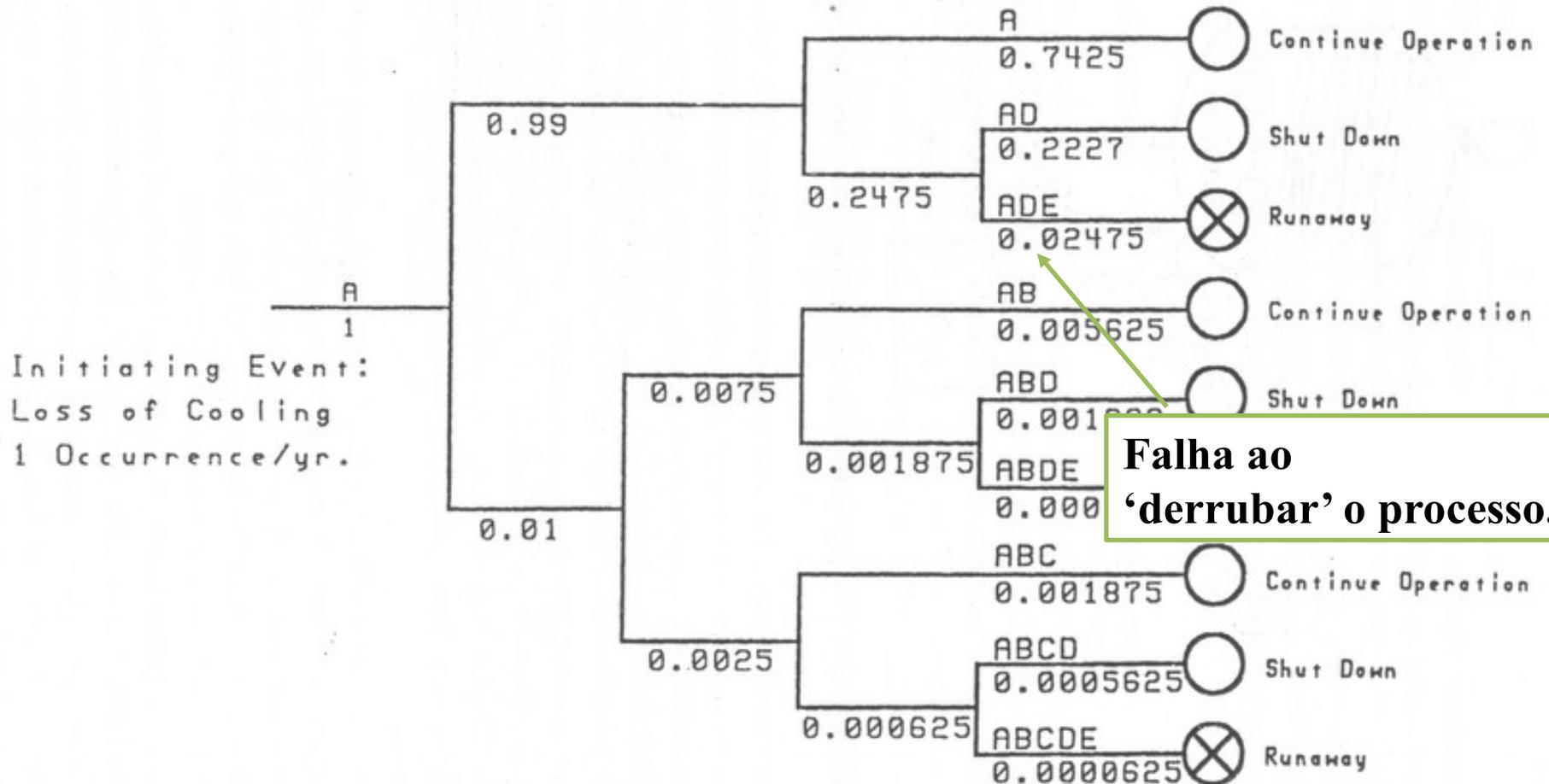


Sucesso ao 'derrubar' o processo.

Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

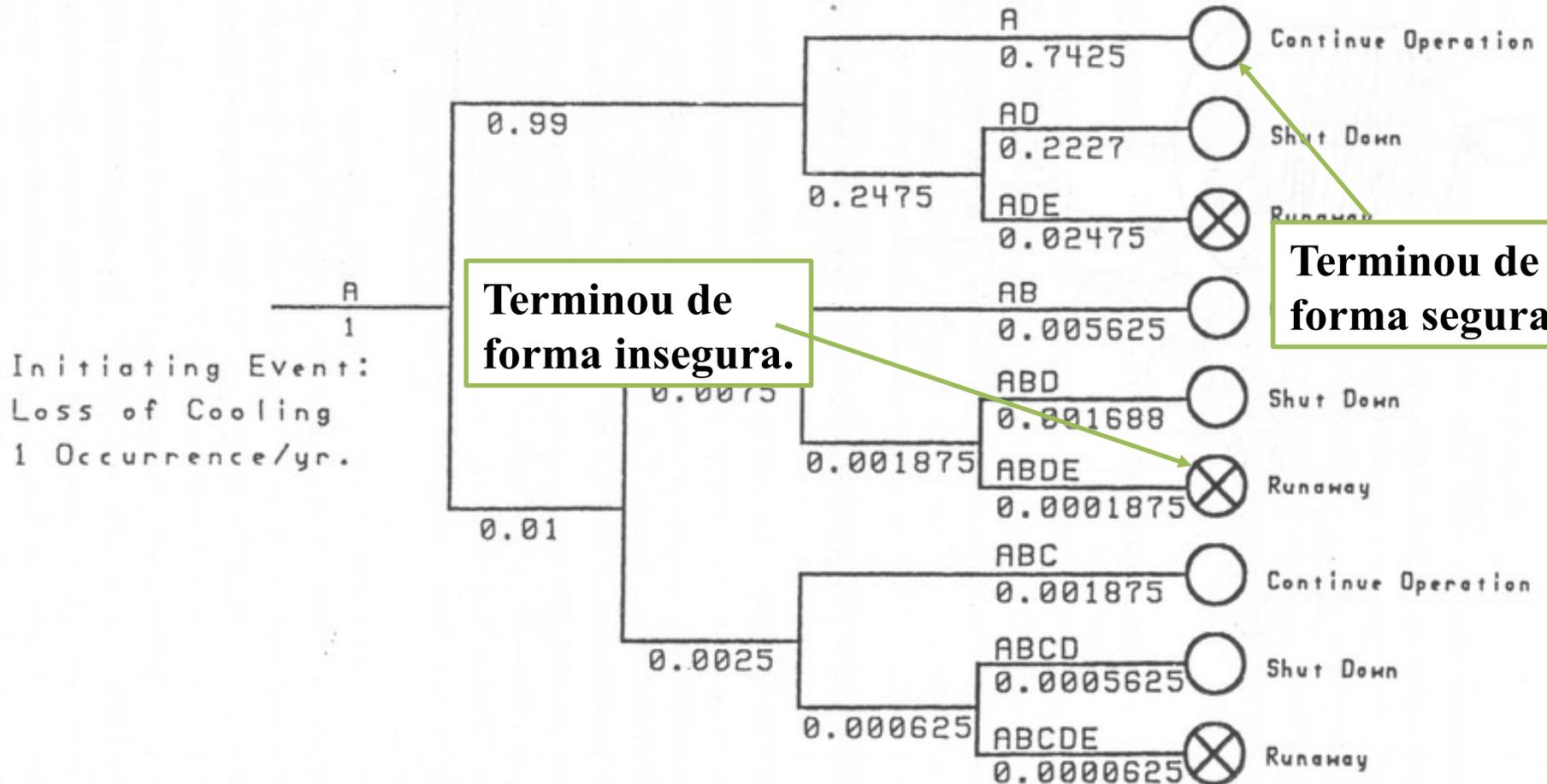
Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



Shutdown = $0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250$ occurrences/yr.

Runaway = $0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500$ occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	

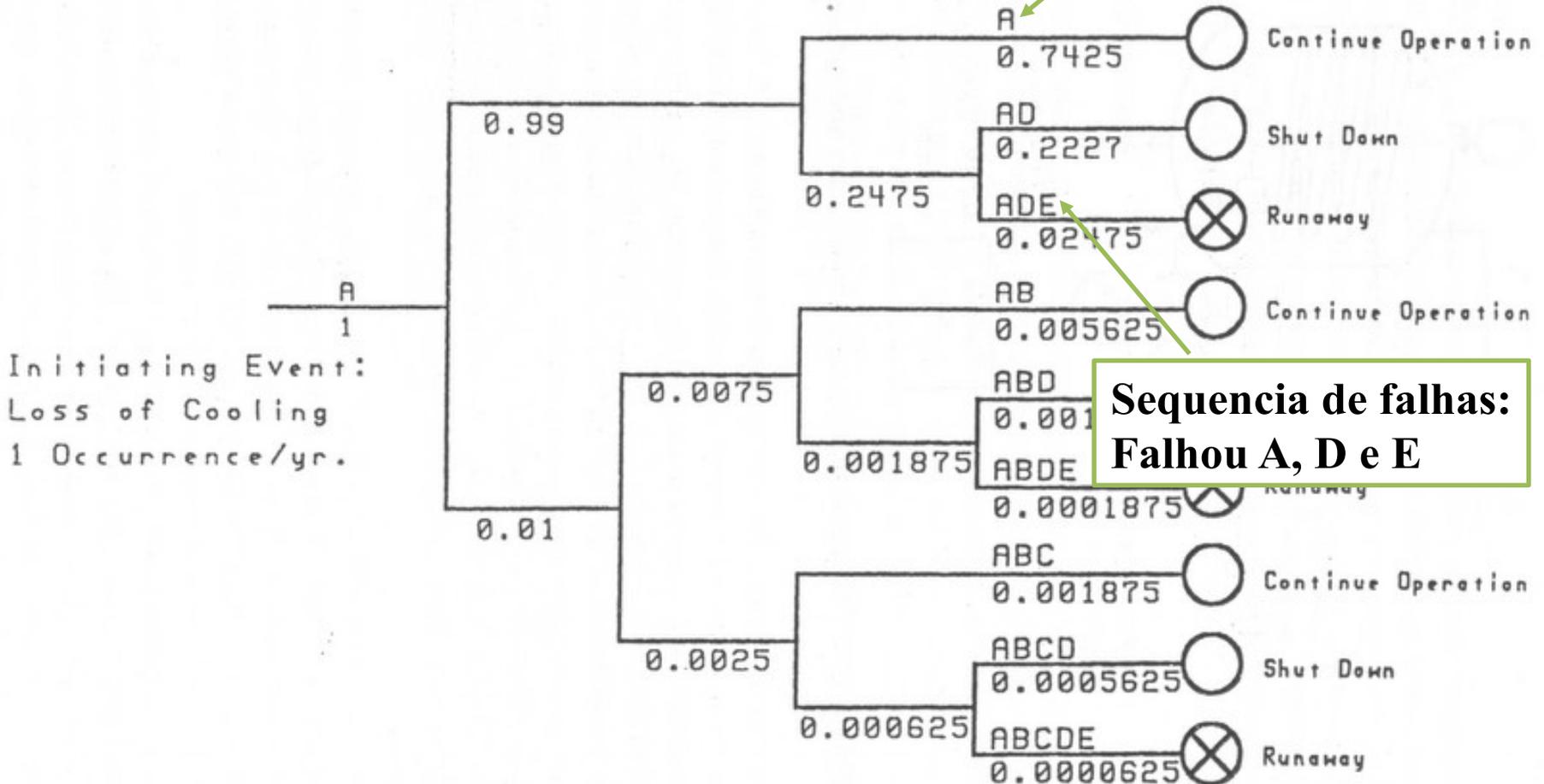


Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor
Identifier:	B	C	D	E
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1

**Sequencia de falhas:
Falhou A**



**Sequencia de falhas:
Falhou A, D e E**

Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

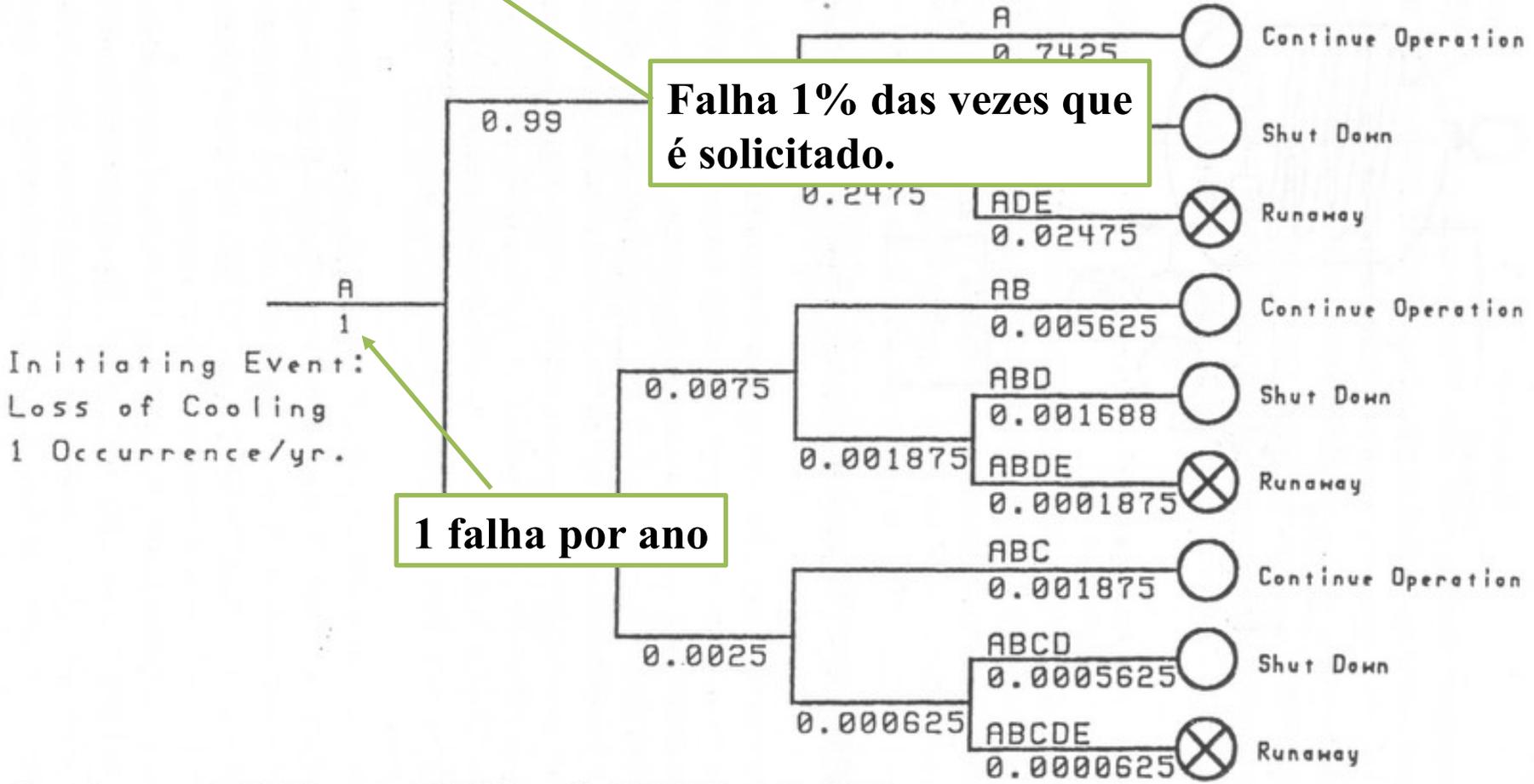
Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	
Identifier:	B	C	D	E
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1

Falha 25% das vezes que é solicitado.

Falha 1% das vezes que é solicitado.

1 falha por ano

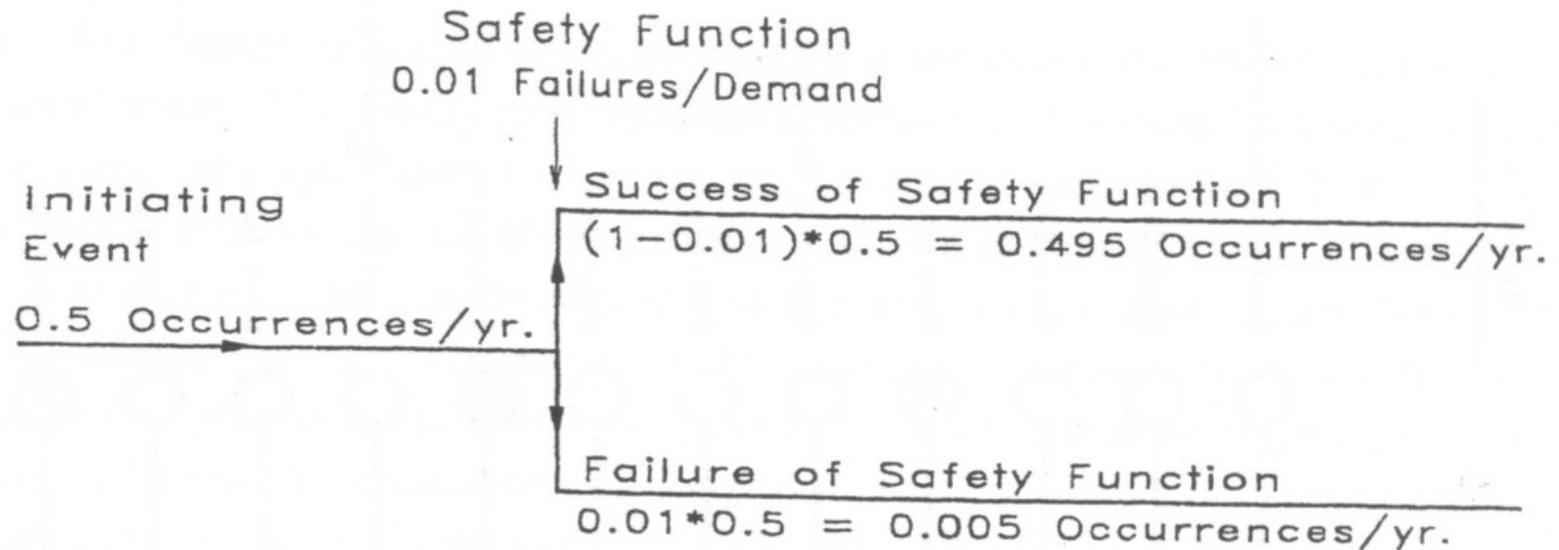


Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Análise de Risco

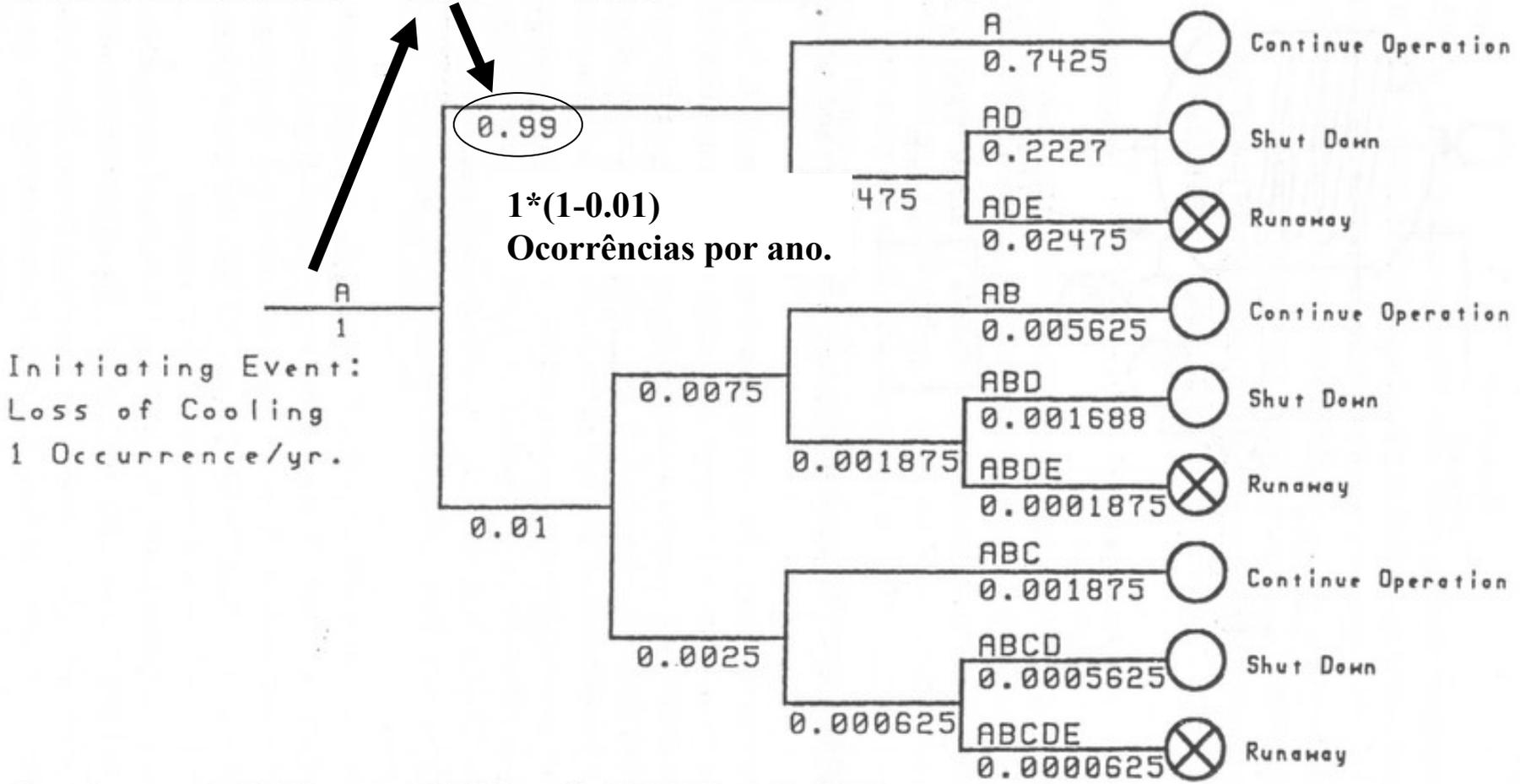
Cálculo do número de ocorrências por ano:



Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



Initiating Event:
Loss of Cooling
1 Occurrence/yr.

Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

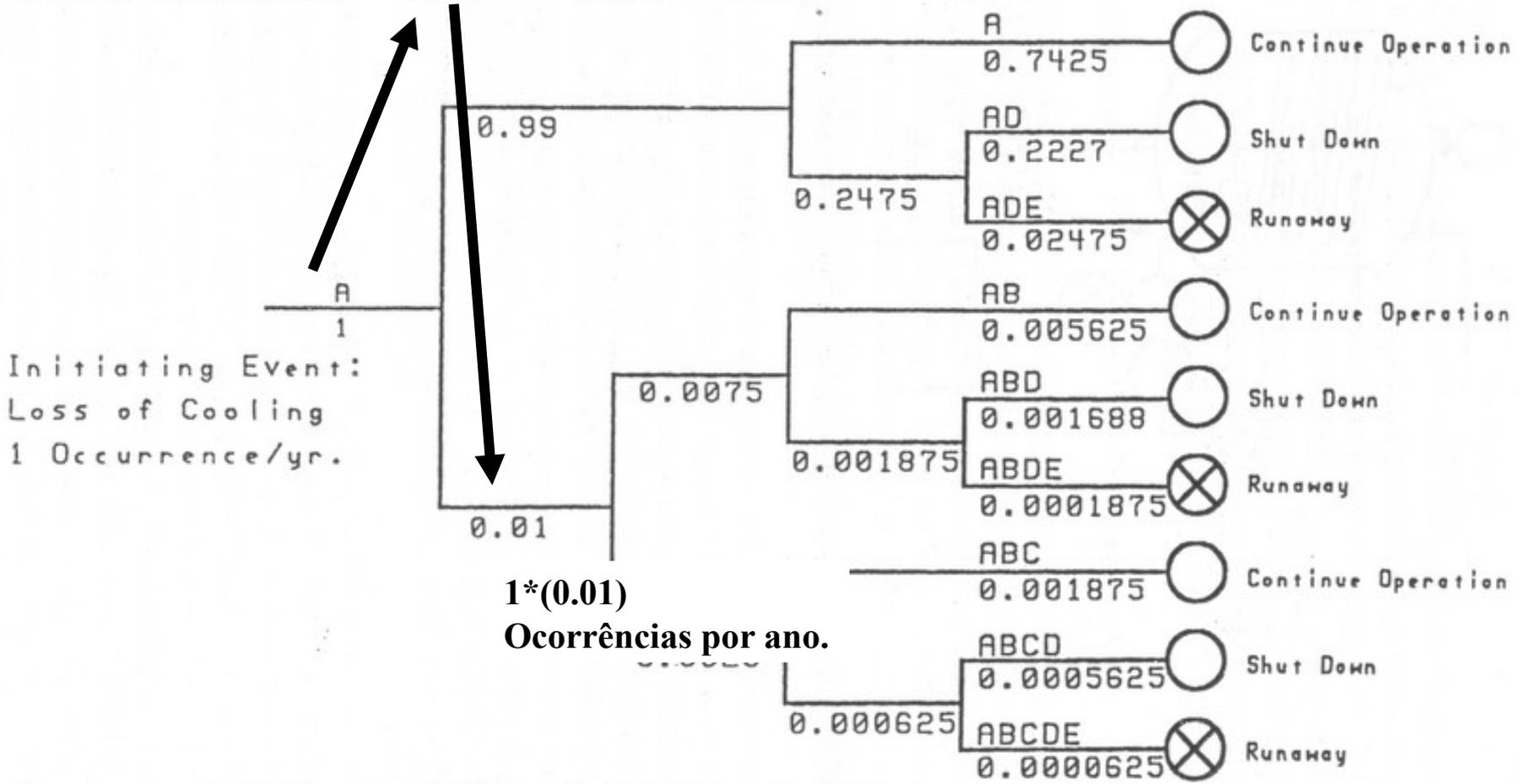
Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.



Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

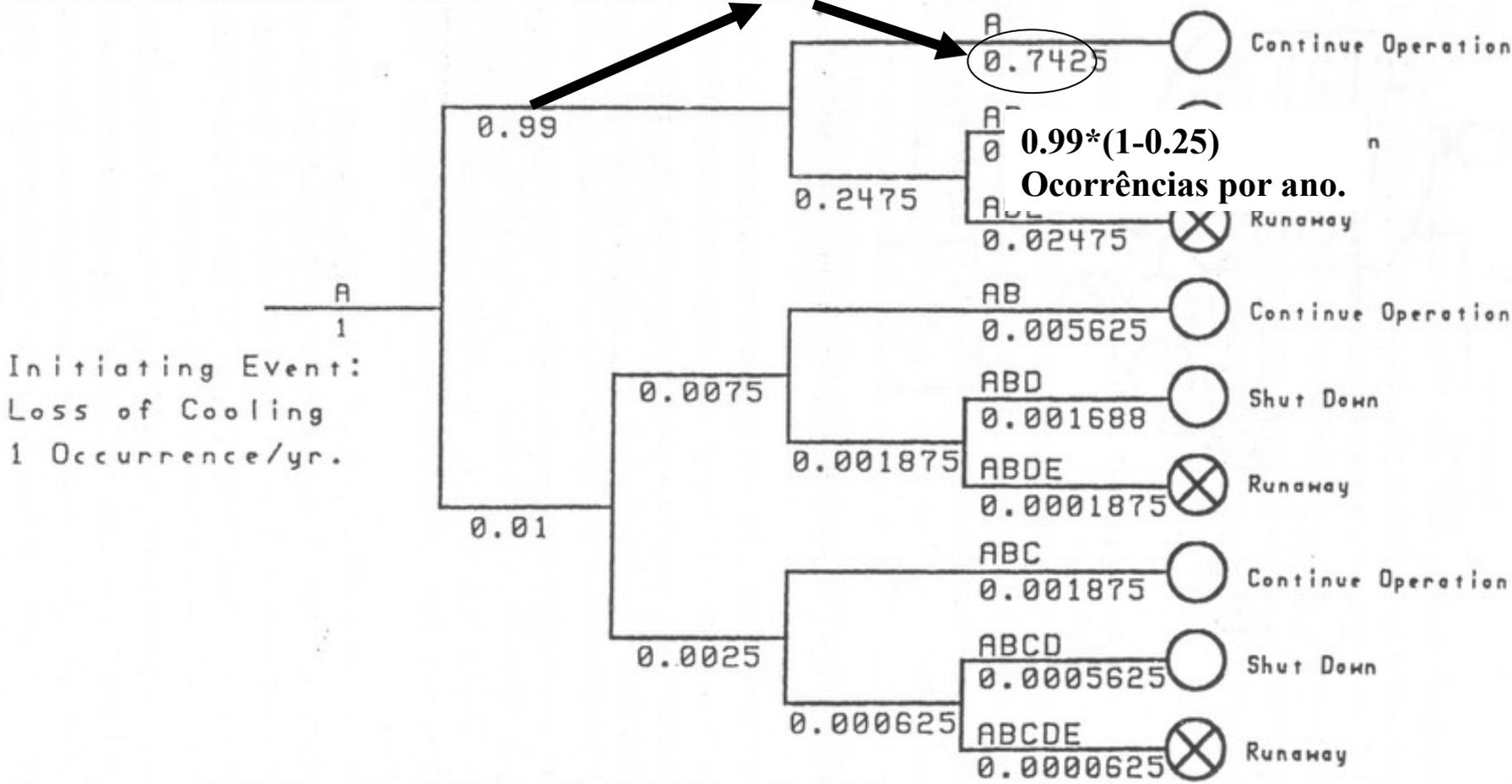
Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.



Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



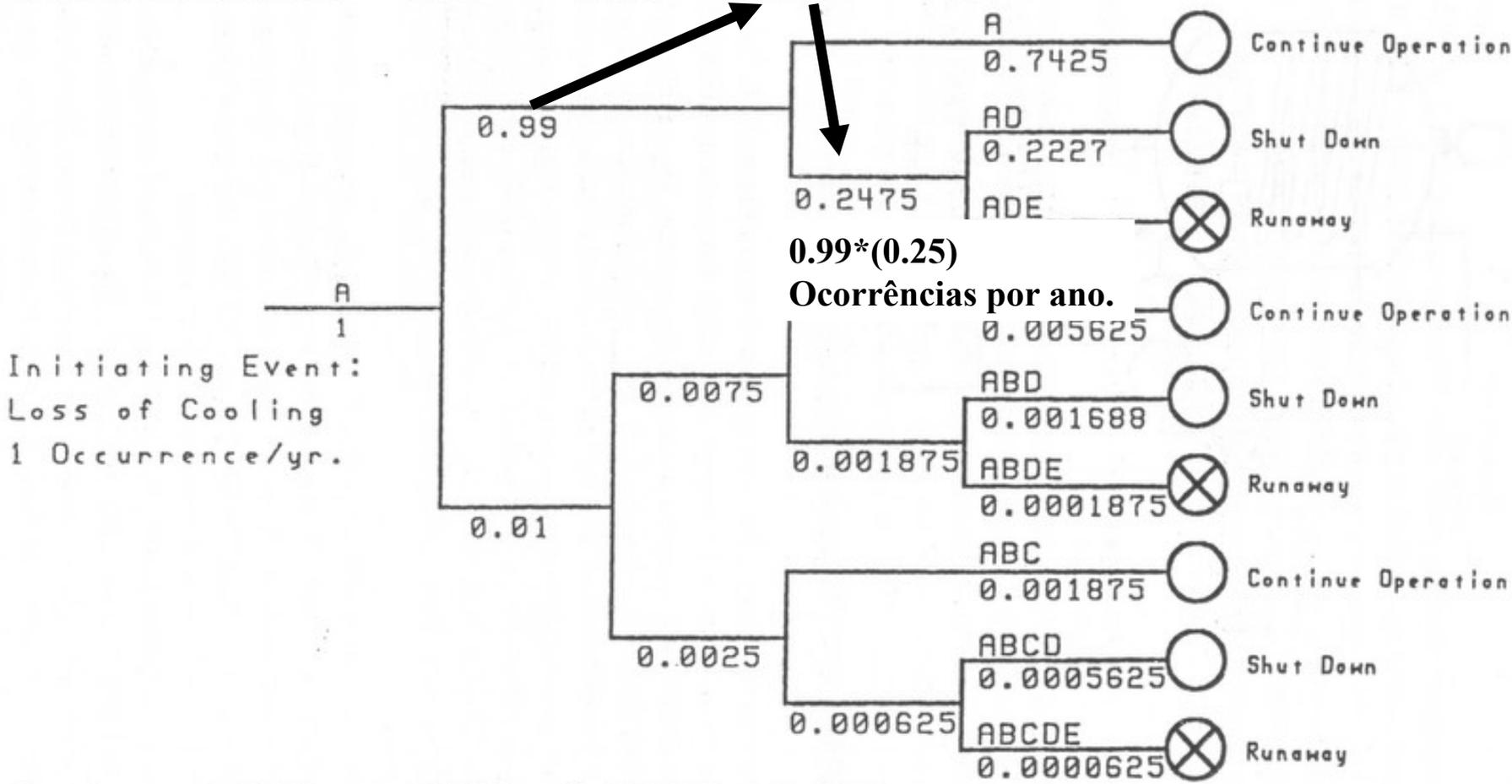
Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	--------

Identifier: B C D E

Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



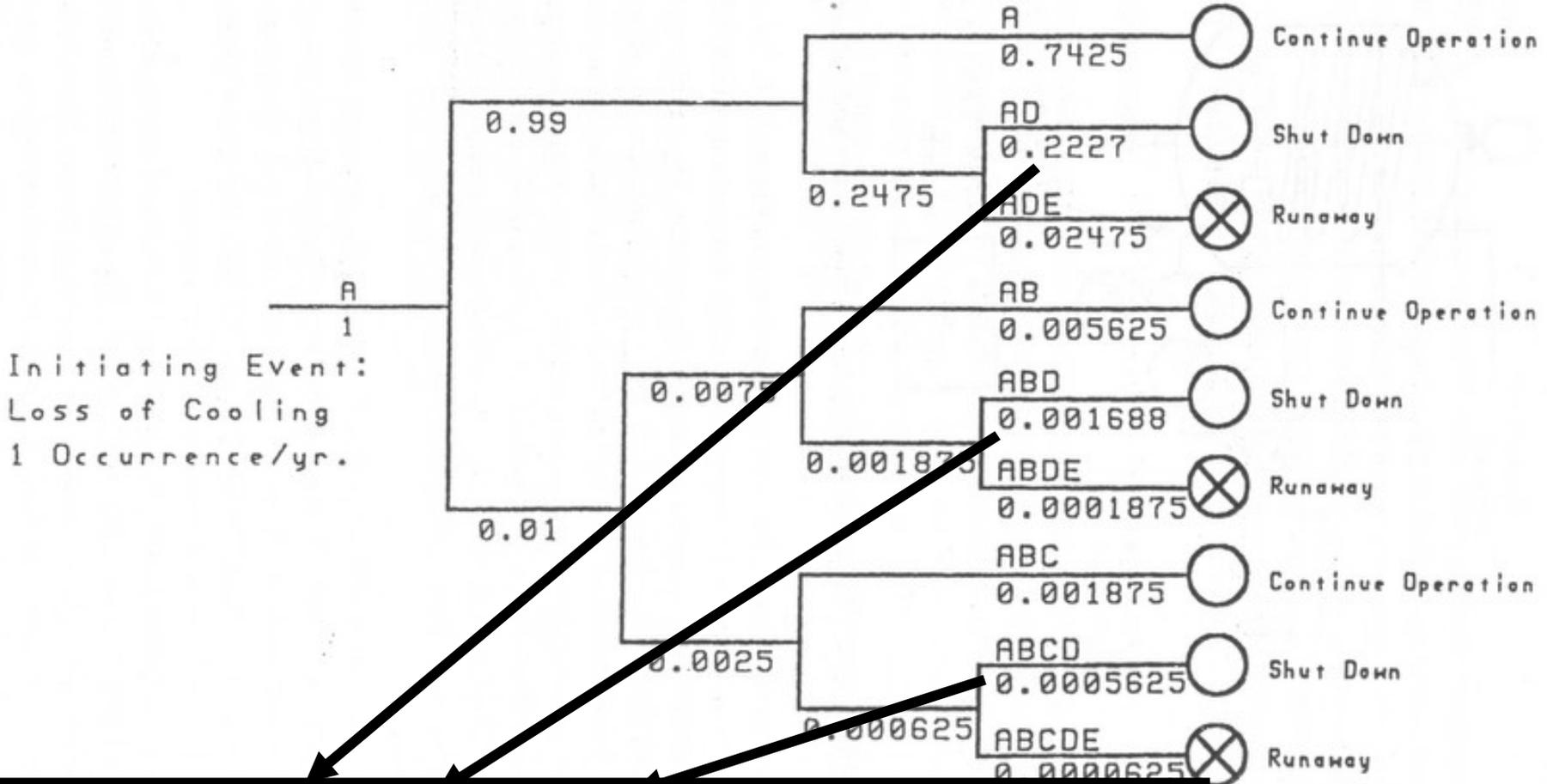
Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Alerts Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	---------------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	--------

Identifier: B C D E

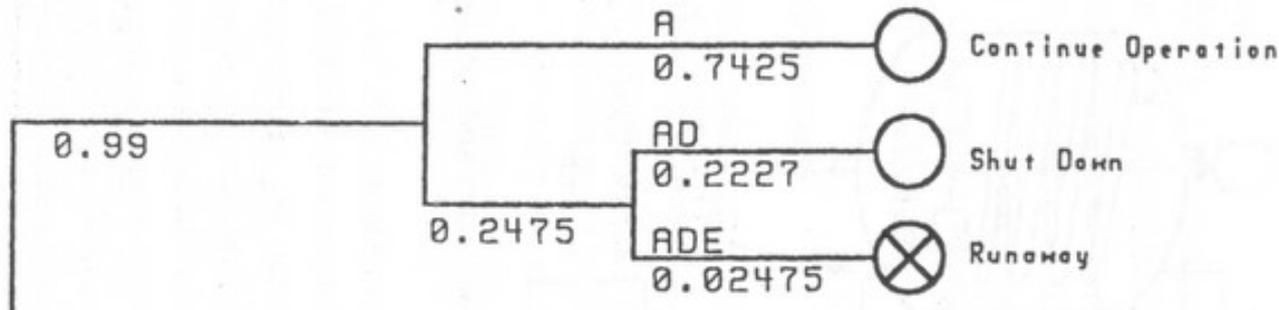
Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1



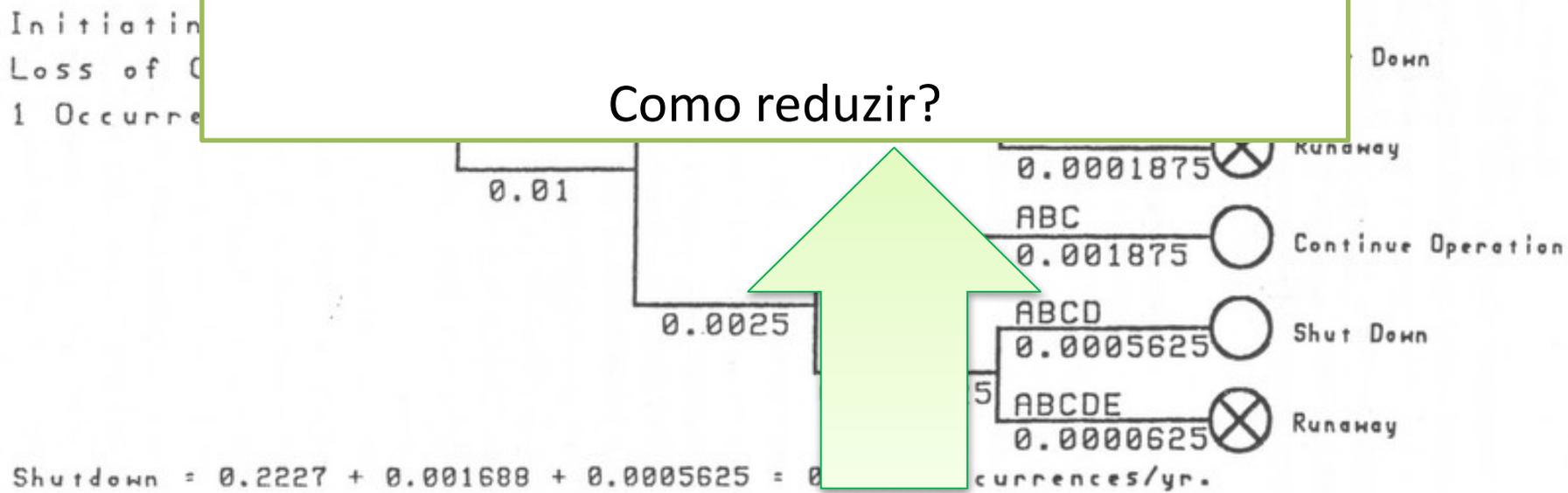
Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.2250 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
Identifier:	B	C	D	E	
Failures/Demand:	0.01	0.25	0.25	0.1	



A probabilidade de Runaway está muito elevada.
 Como reduzir?



Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.22495 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Safety Function:	High Temp Alarm Operator	Operator Notices High Temp	Operator Re-starts Cooling	Operator Shuts Down Reactor	Result
------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	--------

Identifier: B C D E

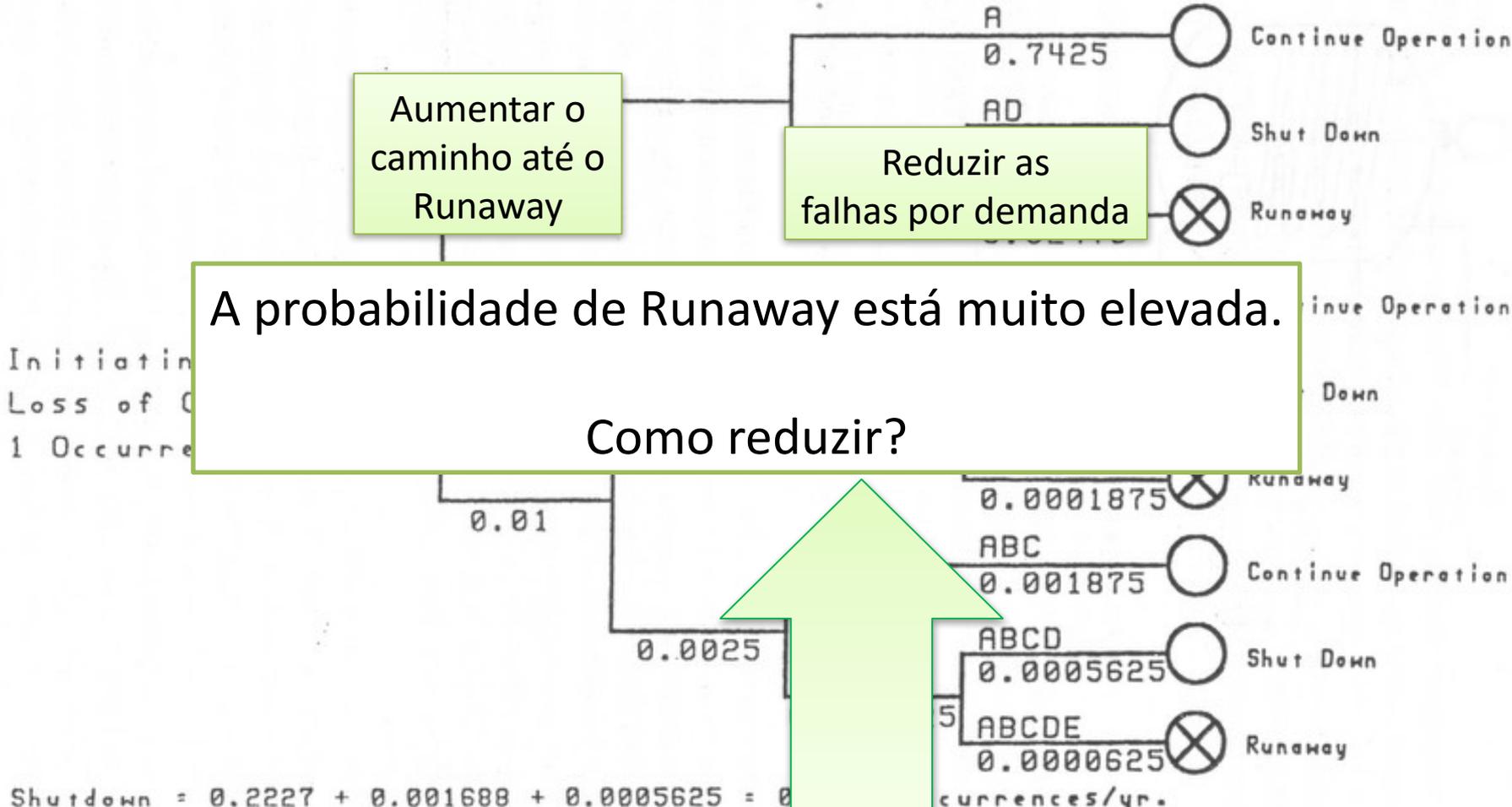
Failures/Demand: 0.01 0.25 0.25 0.1

Aumentar o caminho até o Runaway

Reduzir as falhas por demanda

A probabilidade de Runaway está muito elevada.

Como reduzir?



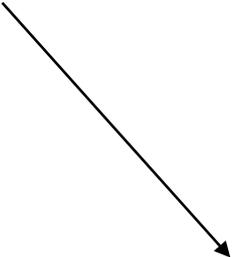
Shutdown = 0.2227 + 0.001688 + 0.0005625 = 0.224948 occurrences/yr.

Runaway = 0.02475 + 0.0001875 + 0.0000625 = 0.02500 occurrences/yr.

Árvore de Eventos

Limitações:

- Processos complexos geram árvores de evento gigantescas
- Dados estatísticos para cada eventos são necessários
- Começa com uma falha que inicia uma sequência de eventos, com diferentes consequências. Caso o interesse seja estudar uma consequência específica, será muito difícil de usar a árvore de eventos.



Para esses casos
existem as
Árvores de Falhas

Análise de Riscos

Extras

Curva F-N

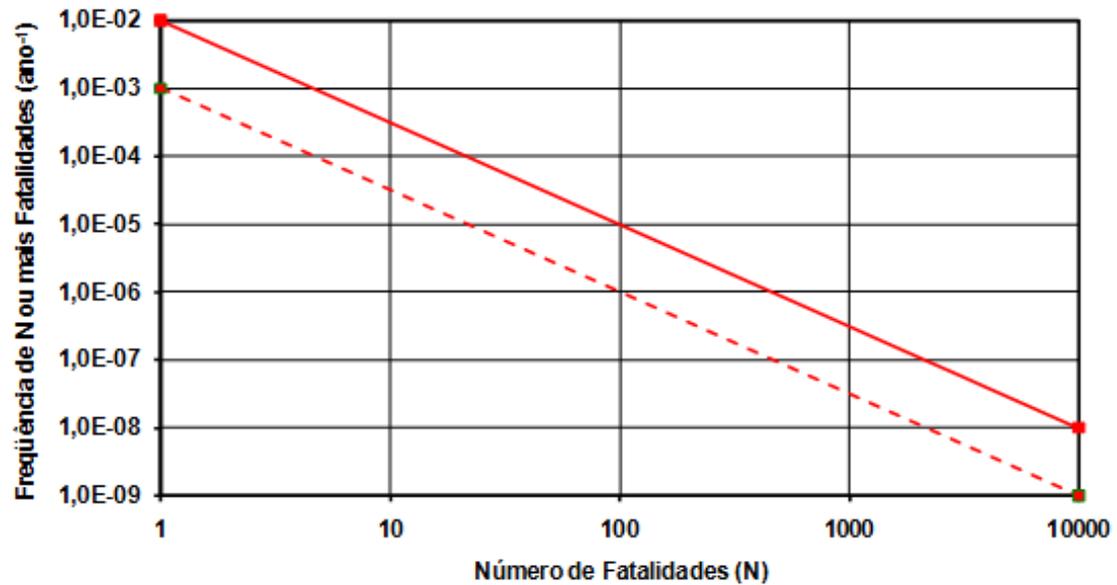


Figura 3 – Curva F-N do INEA^(****)

(****) Os limites definidos pela curva inferior se aplicam a novos empreendimentos.

Referência: “Critérios de Avaliação de Riscos Aplicados ao Licenciamento Ambiental no Brasil: Uma Análise Crítica”
Ricardo Rodrigues Serpa. ITSEMAP do Brasil Serviços Tecnológicos MAPFRE Ltda.
São Paulo, SP, Brasil rserpa@itsemabrasil.com.br

Análise de Riscos

Extras

Curva F-N

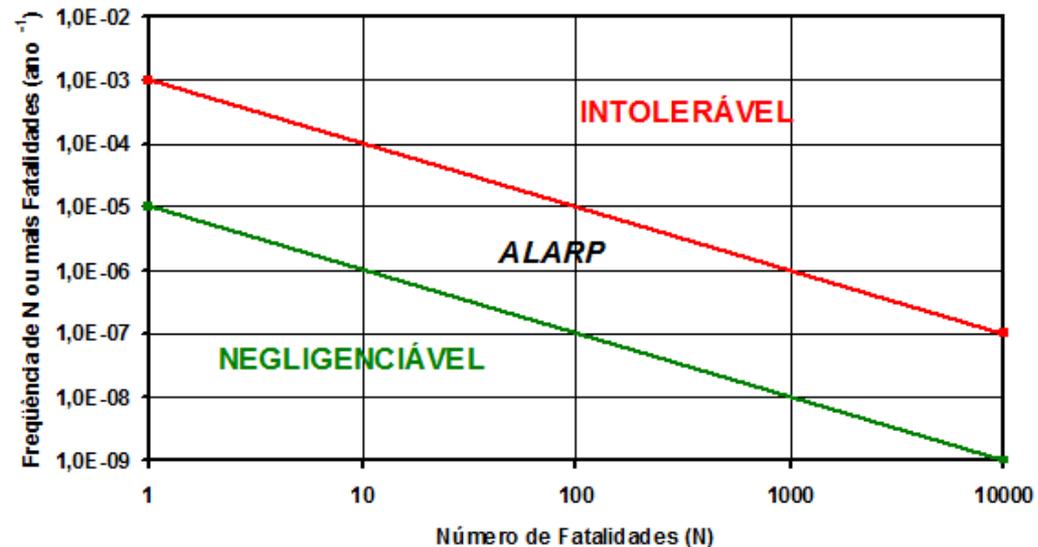


Figura 2 – Curva F-N da CETESB^(***)

(***) A CETESB, a exemplo da flexibilização para dutos no critério de avaliação do Risco Individual, não estabeleceu uma curva F-N diferenciada para essas instalações.

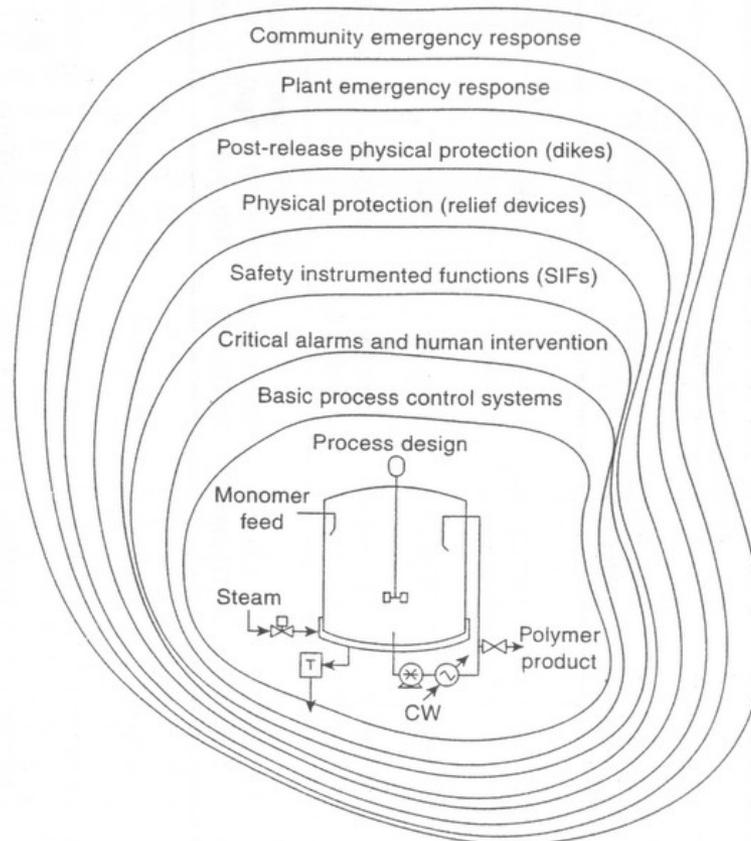
Referência: “Critérios de Avaliação de Riscos Aplicados ao Licenciamento Ambiental no Brasil: Uma Análise Crítica”

Ricardo Rodrigues Serpa. ITSEMAP do Brasil Serviços Tecnológicos MAPFRE Ltda. São Paulo, SP, Brasil rserpa@itsemabrasil.com.br

Análise de Riscos

Extras

LOPA Layer of Protection Analysis



Análise de Riscos

Extras

Check List

Lista de itens ou áreas que podem ocasionar problemas e precisam ser checados.

A lista serve para que o projetista, engenheiro ou operador não se esqueça de um determinado item que é crítico para a segurança do processo.

Análise de Riscos

Extras

Check List



Análise de Riscos

Extras

Check List

Plantas químicas tem check-lists com centenas de milhares de itens.

Melhor classificar por equipamento, tarefa ou função.

- por setor da planta (FCC, HDT, etc),
- por equipamento (trocador de calor, bomba, reator, etc)
- por atividade (partida, parada programada, parada de emergência, etc)
- por tipo de projeto (novo, desgargalamento, adaptação, etc)

Análise de Riscos

Extras

Check List

Aplicações:

- etapa de projeto: lembrar e avaliar itens relevantes para segurança da planta
- partida: sequência de itens que devem ser checados durante a partida da planta
- operação: áreas ou equipamentos que demandam verificações periódicas ou a cada novo ciclo de operação (batelada).
- shutdown

Análise de Riscos

Extras

Check List

O operador não deve memorizar os passos ou itens a serem checados.

Nem mesmo mudar a ordem destes.
Deve seguir a Check List.

O Check List para cenários de resposta de emergência deve ser rápido, objetivo e começar pelo que interessa.

	Further study required ↓	Does not apply ↓	Completed ↓
General layout			
1. Areas properly drained?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Aisleways provided?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Fire walls, dikes and special guardrails needed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Hazardous underground obstructions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Hazardous overhead restrictions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Emergency accesses and exits?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Enough headroom?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Access for emergency vehicles?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Safe storage space for raw materials and finished products?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Adequate platforms for safe maintenance operations?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Hoists and elevators properly designed and safeguarded?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Clearance for overhead power lines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Buildings			
1. Adequate ladders, stairways and escapeways?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Fire doors required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Head obstructions marked?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ventilation adequate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Need for ladder or stairway to roof?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Safety glass specified where necessary?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Need for fireproofed structural steel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Process			
1. Consequences of exposure to adjacent operations considered?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Special fume or dust hoods required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Unstable materials properly stored?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Process laboratory checked for runaway explosive conditions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Provisions for protection from explosions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Hazardous reactions possible due to mistakes or contamination?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Chemistry of processes completely understood and reviewed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Provisions for rapid disposal of reactants in an emergency?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Failure of mechanical equipment possible cause of hazards?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Further study required ↓	Does not apply ↓	Completed ↓
10. Hazards possible from gradual or sudden blockages in piping or equipment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Public liability risks possible from sprays, fumes, mists or noise?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Provisions made for disposal of toxic materials?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Hazards involved in sewerage material?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Material safety data sheets available for all chemical species?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Hazards possible from simultaneous loss of two or more utilities?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Safety factors altered by design revisions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Consequences of reasonably worst incident, or combination of incidents, reviewed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Process diagrams correct and up-to-date?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Piping			
1. Safety showers and eye baths required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sprinkler systems required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Provisions for thermal expansion?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. All overflow lines directed to safe areas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Vent lines directed safely?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Piping specifications followed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Washing-down hoses needed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Check valves provided as needed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Protection and identification of fragile pipe considered?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Possible deterioration of exterior of piping by chemicals?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Emergency valves readily accessible?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Long and large vent lines supported?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Steam condensate piping safely designed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Relief valve piping designed to prevent plugging?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Drains to relieve pressure on suction and discharge of all process pumps?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. City water lines not connected to process pipes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Flammable fluids feeding production units shut off from a safe distance in case of fire or other emergency?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Personnel protective insulation provided?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Hot steam lines insulated?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Equipment			
1. Designs correct for maximum operating pressure?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Corrosion allowance considered?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Further study required ↓	Does not apply ↓	Completed ↓
3. Special isolation for hazardous equipment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Guards for belts, pulleys, sheaves and gears?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Schedule for checking protective devices?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Dikes for any storage tanks?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Guard rails for storage tanks?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Construction materials compatible with process chemicals?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Reclaimed and replacement equipment checked structurally and for process pressures?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Pipelines independently supported to relieve pumps and other equipment, as necessary?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Automatic lubrication of critical machinery?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Emergency standby equipment needed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Venting			
1. Relief valves or rupture disks required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Materials of construction corrosion resistant?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Vents properly designed? (Size, direction, configuration?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Flame arrestors required on vent lines?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Relief valves protected from plugging by rupture disks?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Teletale pressure gauges installed between rupture disks and relief valve?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instrument and Electrical			
1. All controls fail safe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Dual indication of process variables necessary?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. All equipment properly labelled?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Tubing runs protected?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Safeguards provided for process control when an instrument must be taken out of service?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Process safety affected by response lag?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Labels for all start-stop switches?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Equipment designed to permit lockout protection?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Electrical failures cause unsafe conditions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Sufficient lighting for both outside and inside operations?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Lights provided for all sight glasses, showers and eyebaths?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Breakers adequate for circuit protection?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. All equipment grounded?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Further study required ↓	Does not apply ↓	Completed ↓
14. Special interlocks needed for safe operation?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Emergency standby power on lighting equipment required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Emergency escape lighting required during power failure?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. All necessary communications equipment provided?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Emergency disconnect switches properly marked?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Special explosion proof electrical fixtures required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Safety Equipment			
1. Fire extinguishers required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Special respiratory equipment required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Diking material required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Colorimetric indicator tubes required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Flammable vapor detection apparatus required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Fire extinguishing materials compatible with process materials?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Special emergency procedures and alarms required?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raw Materials			
1. Any materials and products require special handling equipment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Any raw materials and products affected by extreme weather conditions?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Any products hazardous from a toxic or fire standpoint?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Proper containers being used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Containers properly labelled for toxicity, flammability, stability, etc?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Consequences of bad spills considered?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Special instructions needed for containers or for storage and warehousing by distributors?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Does warehouse have operating instructions covering each product regarded as critical?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>