

5. ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS

5.1 Frequências das Hipóteses Acidentais

A relação das hipóteses acidentais selecionadas da APP para serem avaliadas quantitativamente neste estudo foi apresentada na Tabela 4-9 e estão relacionadas a grandes vazamentos de substâncias químicas que eventualmente venham a ocorrer nas diferentes operações realizadas na empresa SANTA RITA S.A. e que podem vir a extrapolar os limites do empreendimento.

No presente trabalho, foram elaboradas árvores de falha que apresentam as frequências das diversas causas associadas aos vazamentos. As causas das hipóteses acidentais estão relacionadas às falhas de linhas ou de outros componentes associados ao trecho da instalação analisado na hipótese. Todos os dados de falha utilizados neste trabalho foram extraídos de referências bibliográficas internacionalmente reconhecidas.

5.1.1 Cálculo das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais

A seguir são apresentados os cálculos das frequências de ocorrência para cada hipótese acidental selecionada na APP.

- **H-13: Ruptura catastrófica do tanque de álcool**

A falha catastrófica do tanque atmosférico tem frequência de ocorrência de $5,0 \times 10^{-6}$ ano⁻¹, segundo a literatura do TNO⁽²⁾ – *Guide Lines for Quantitative Risk Assessment, Purple Book, first edition*, 1999. Considerando que a empresa possui 4 tanques de armazenamento a frequência de ocorrência é de $2,0 \times 10^{-5}$ ano⁻¹.

- **H-14: Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque**

Foi levantado o incêndio externo como sendo a causa da explosão da fase vapor de um tanque de armazenamento, o qual tem como frequência de ocorrência $1,0E-06$ (Lees⁽⁵⁾).

As hipóteses relacionadas às operações de armazenamento de produtos nos tanques, possuem probabilidades de ocorrência de 50% em cada um dos períodos.

Tabela 5-1 – Frequência das Hipóteses Acidentais Corrigidas

Nº	Hipótese Acidental	Frequência (ano ⁻¹)	Período	Probab. período	Frequência Final (ano ⁻¹)
13	Ruptura catastrófica do tanque	2,0 x 10 ⁻⁵	Diurno	0,5	1,0 x 10 ⁻⁵
			Noturno	0,5	1,0 x 10 ⁻⁵
14	Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque	1,0 x 10 ⁻⁶	Diurno	0,5	5,0 x 10 ⁻⁷
			Noturno	0,5	5,0 x 10 ⁻⁷

5.2 Frequências dos Cenários Acidentais

O risco associado a um acidente pode ser estimado quantitativamente como sendo uma função da frequência de ocorrência e de suas respectivas conseqüências (efeitos físicos).

O cenário acidental pode ser configurado como uma determinada tipologia acidental gerada a partir de uma hipótese acidental e das diferentes possibilidades de evolução do acidente a partir da ocorrência dessa hipótese. Essa evolução, normalmente desenvolvida pela técnica Análise de Árvore de Eventos (AAE), depende das várias interferências que podem existir após a ocorrência da hipótese acidental, como por exemplo presença ou não de fontes de ignição, em se tratando de um acidente envolvendo um produto inflamável.

O objetivo da AAE é apresentar, de uma forma esquemática, os cenários passíveis de ocorrer em conseqüência de uma dada hipótese acidental, considerando as diferentes possibilidades de evolução do acidente, além de permitir a estimativa das frequências de ocorrência dos cenários de interesse. A frequência esperada de ocorrência do cenário é referida a um certo intervalo de tempo; normalmente considera-se o período de um ano, de modo que o risco é obtido em base anual.

Para cada uma das hipóteses acidentais foi construída uma árvore de eventos, tendo sido adotados os valores das probabilidades de ignição imediata utilizados pelo Health and Safety Executive – HSE, da Inglaterra no Estudo de Análise de Riscos de Canvey Island (SRD, 1978), conforme apresentado na Tabela 5-2.

Tabela 5-2 – Probabilidades de Ignição Imediata

Fontes de Ignição	Probabilidade
Nenhuma	0.1
Muito Poucas	0.2
Poucas	0.5
Muitas	0.9

Nesse estudo foi adotado o valor de 0,5 para probabilidade de ignição imediata, o qual de acordo com a Tabela 5-2 corresponde à situação onde há “poucas” fontes de ignição, uma vez que tratam-se de fontes de ignição próximas aos locais de armazenamento e distribuição de produtos inflamáveis, nos quais existem medidas de controle e segurança.

Com relação às probabilidades de ignição retardada foram também adotados os valores para nuvens em movimento utilizados no Estudo de Análise de Riscos de Canvey Island (SRD, 1978), conforme apresentado na Tabela 5-3.

Tabela 5-3 – Probabilidades de Ignição de uma Nuvem em Movimento

Nuvens Sobre	Probabilidade
Terreno Vazio	0,0
Área Industrial	0,9
Terminal da British Gás	0,5

Foi adotado o valor de 0,9 para a probabilidade de ignição retardada, uma vez que trata-se de uma área industrial.

Com base em teorias, as quais consideram como a condição para a ocorrência de uma explosão o grau de confinamento da nuvem de vapor, adotou-se no presente estudo o valor de 0,5 (AICHE⁽⁸⁾) para a probabilidade de ocorrer à explosão para uma nuvem de vapor inflamável.

Para a estimativa das frequências de ocorrência dos cenários acidentais foi elaborada uma árvore de eventos padronizada para vazamentos de líquidos inflamáveis, as quais serão aplicadas a cada uma das hipóteses acidentais pertinentes. A Figura 5-1 apresenta esta árvore de eventos.

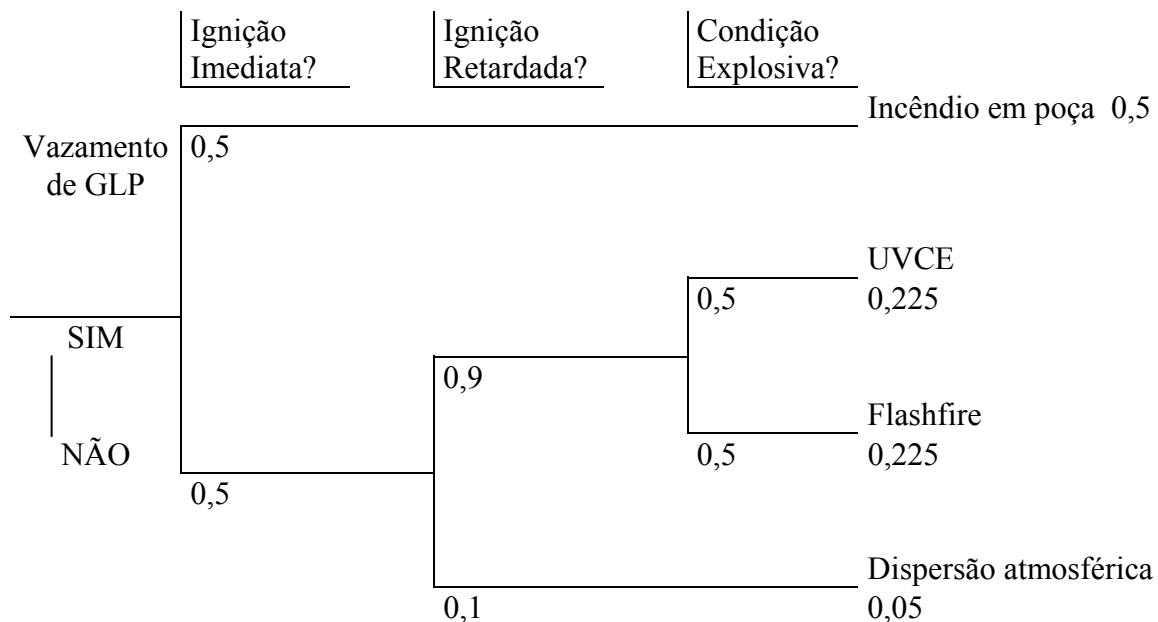


Figura 5-1 – Árvore de Eventos para Grandes Vazamentos de líquidos inflamáveis

Assim, desenvolvendo a árvore de eventos para cada hipótese acidental foi possível elaborar a Tabela 5-4, onde estão apresentadas as frequências de ocorrência dos cenários acidentais.

Tabela 5-4 – Frequências dos Cenários Acidentais

Hipótese Acidental				Cenário Acidental			
Nº	Descrição	Período	Frequência (ano ⁻¹)	Efeito Físico	Cenário	Probabilidade de Ignição	Frequência (ano ⁻¹)
13	Ruptura catastrófica do tanque	Diurno	1,0 x 10 ⁻⁵	I. Poça	29	0,5	5,0 x 10 ⁻⁶
				Flashfire	30	0,225	2,25 x 10 ⁻⁶
				UVCE	31	0,225	2,25 x 10 ⁻⁶
		Noturno	1,0 x 10 ⁻⁵	I. Poça	29	0,5	1,25 x 10 ⁻⁶
				Flashfire	30	0,225	5,63 x 10 ⁻⁷
				UVCE	31	0,225	5,63 x 10 ⁻⁷
14	Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque	Diurno	5,0 x 10 ⁻⁷	CVE	32	1,0	5,0 x 10 ⁻⁷
		Noturno	5,0 x 10 ⁻⁷	CVE	32	1,0	5,0 x 10 ⁻⁷

Cabe ainda ressaltar que nos cenários acidentais associados a flashfires e UVCEs foram consideradas oito direções de ventos; assim, esses cenários acidentais tiveram suas frequências corrigidas nas diferentes direções do vento, de acordo com a frequência anual média das direções dos ventos. As frequências finais com as considerações acima encontram-se no Anexo J.