

4. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E ESTIMATIVA DAS CONSEQUÊNCIAS

4.1 Introdução

Este Capítulo descreve a metodologia utilizada para a identificação dos perigos e estimativa das consequências relativas às instalações da empresa SANTA RITA S.A. – Terminais Portuários, em Santos, e apresenta os resultados obtidos através da aplicação da técnica Análise Preliminar de Perigos (APP) juntamente com a estimativa das consequências impostas pelas hipóteses acidentais identificadas.

Com base na metodologia utilizada para a identificação de perigos, através da APP, foram levantadas as situações capazes de dar origem a acidentes nas instalações analisadas, chamadas de hipóteses acidentais, suas possíveis causas e os efeitos físicos decorrentes de cada hipótese, classificados como cenários acidentais.

Tendo em vista que a categorização do risco de um acidente é função apenas da severidade obtida em seus efeitos físicos, buscou-se já na própria análise preliminar de perigos realizar uma categorização quantitativa, através de modelagens matemáticas das consequências identificadas nas hipóteses acidentais, permitindo assim classificar o grau de severidade segundo a amplitude obtida em cada cenário. Desta maneira, foram avaliadas as consequências das hipóteses acidentais relacionadas à vazamentos de produtos considerados perigosos, sendo posteriormente estudadas para o cálculo do risco, apenas as que geraram efeitos físicos cujos alcances atingiram a circunvizinhança.

Na APP a categorização das frequências foi realizada de maneira qualitativa apenas, uma vez que posteriormente será apresentada a estimativa quantitativa das frequências de ocorrência para as hipóteses acidentais identificadas como de risco. Os critérios para categorização da severidade, a partir das modelagens matemáticas, e da frequência, são apresentados posteriormente neste capítulo, na descrição da metodologia aplicada à Análise Preliminar de Perigos – APP.

A seção 4-2 contém uma breve descrição da metodologia da Análise Preliminar de Perigos (APP), utilizada para a identificação dos perigos, enquanto a seção 4-3 apresenta a metodologia adotada para estimar as consequências das hipóteses acidentais.

4.2 Metodologia da Análise Preliminar de Perigos (APP)

Conforme mencionado anteriormente, por meio da aplicação da APP foram identificados os eventos (perigos) capazes de dar origem a acidentes nas instalações analisadas, denominados “hipóteses acidentais”. Em seguida, foram identificadas as causas básicas de cada um dos perigos identificados e as suas respectivas conseqüências (efeitos físicos), as quais dependem da evolução do acidente após a sua ocorrência. Assim, por exemplo, a hipótese acidental “grande vazamento de álcool devido à ruptura catastrófica de linha” terá como conseqüência a ocorrência de um incêndio na nuvem de vapor formada a partir da liberação, ou ainda, uma explosão da nuvem de vapor. O conjunto formado pela hipótese acidental e por suas conseqüências foi denominado “cenário acidental”.

Na APP, após a identificação dos cenários de acidentes, foi feita uma avaliação qualitativa da freqüência de ocorrência do cenário acidental, através do estabelecimento de categorias de freqüência apresentadas na Tabela 4-1. Em seguida, foram avaliadas as conseqüências das hipóteses acidentais relacionadas à vazamentos de produtos químicos, com base nas informações apresentadas no item 4.3 – Estimativa das Conseqüências, categorizando desta maneira a severidade, através da magnitude das possíveis conseqüências de cada cenário identificado, segundo o critério apresentado na Tabela 4-2.

Tabela 4-1 - Categorias de Freqüência

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente Remota	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cenários que dependam de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão.
B	Remota	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte.
C	Improvável	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento).
D	Provável	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema.
E	Freqüente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema.

Tabela 4-2 – Categorias de Severidade

Categoria	Denominação	Descrição
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar aos funcionários e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo), não extrapolando os limites do empreendimento.
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Com potencial para causar ferimentos aos funcionários, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos, não extrapolando os limites do empreendimento.
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extrapola os limites do empreendimento. ▪ Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais no exterior do empreendimento, ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. ▪ Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extrapola os limites do empreendimento. ▪ Com potencial para causar várias vítimas fatais no exterior do empreendimento. ▪ Danos irreparáveis (custo/tempo) às instalações.

Assim, com a aplicação das categorias de severidade os cenários acidentais identificados para a instalação puderam ser hierarquizados a partir dos riscos associados. Portanto, os resultados obtidos na aplicação da APP são qualitativos em relação à frequência de ocorrência dos cenários acidentais, e quantitativos em relação aos riscos impostos pela instalação à circunvizinhança.

Em instalações como as da SANTA RITA, os perigos decorrem, fundamentalmente, da possibilidade de perda da contenção dos produtos classificados como perigosos, devido a liberações acidentais, causadas, por exemplo, por rupturas ou falhas de equipamentos como linhas e válvulas.

Assim, conforme classificação dos produtos químicos apresentada no Capítulo 03, foram inseridos como perigos na APP os vazamentos (grandes, médios e pequenos) das substâncias armazenadas na tancagem da empresa, classificadas como perigosas.

A realização da APP foi feita através do preenchimento de uma planilha específica para cada uma das operações que envolvem o abastecimento dos tanques e a transferência dos produtos para os caminhões-tanque. A planilha utilizada está apresentada na Figura 4-1.

APP – Análise Preliminar de Perigos								
Empresa:			Operação:			Folha:		
Referência:			Data :			Revisão:		
Hipótese	Perigo	Causas	Efeitos	Cat. Freq.	Cat. Sev.	Risco	Observações Recomendações	Cenário

Figura 4-1 - Planilha da APP

Por meio da categorização da severidade obteve-se uma matriz de riscos, conforme apresentado na Figura 4-2, a qual forneceu uma indicação quantitativa dos riscos dos cenários acidentais identificados na análise.

4.3 Realização da APP nas Instalações da SANTA RITA

As planilhas da APP foram preenchidas, pelos técnicos da RCA, para a identificação dos perigos, suas causas e respectivos efeitos, determinando-se assim os diversos cenários acidentais. Para cada um dos cenários acidentais foi realizada uma estimativa qualitativa da categoria de frequência. A partir das hipóteses acidentais levantadas foram estimadas as conseqüências, conforme é apresentado no item a seguir, onde foram identificados os cenários que extrapolam os limites da empresa, resultando na detecção da existência ou não de risco, de acordo com a matriz de riscos apresentada na Figura 4-2. Os cenários acidentais (efeitos físicos) cujos alcances extrapolam os limites do empreendimento foram classificados como de severidade “III – Crítica” ou “IV – Catastrófica”, sendo estes selecionados para serem estudados mais detalhadamente. Foram ainda feitas observações e sugeridas eventuais recomendações para o gerenciamento dos riscos identificados.

		FREQUÊNCIA				
		A	B	C	D	E
S E V E R I D A D E	IV	S	S	S	S	S
	III	S	S	S	S	S
	II	N	N	N	N	N
	I	N	N	N	N	N

SEVERIDADE		FREQUÊNCIA	
I	DESPREZÍVEL	A	EXTREMAMENTE REMOTA
II	MARGINAL	B	REMOTA
III	CRÍTICA	C	IMPROVÁVEL
IV	CATASTRÓFICA	D	PROVÁVEL
		E	FREQÜENTE



RISCO	
	SIM
	NÃO

Figura 4-2 - Matriz de Classificação de Riscos

As planilhas de APP relativas à identificação dos perigos nas instalações da SANTA RITA S.A.. estão apresentadas no Anexo D deste relatório.

4.4 Estimativa das Conseqüências

A aplicação de modelos de conseqüências para a simulação de cenários acidentais requer uma série de informações, as quais devem estar perfeitamente definidas para que se possa realizar uma correta interpretação dos dados.

A estimativa das conseqüências aborda a preparação dos cenários acidentais para a aplicação nos modelos, define os modelos de cálculo mais apropriados, considera os procedimentos de cálculo desenvolvidos, bem como define os dados de entrada utilizados e apresenta, de maneira objetiva, os resultados obtidos nas simulações.

4.4.1 Modelos de Cálculo

A avaliação das conseqüências decorrentes dos cenários acidentais gerados por vazamentos de produtos perigosos foi realizada através da aplicação de modelos matemáticos. Para esses cálculos foi utilizado o software PHAST, versão 6.1, desenvolvido pela empresa DNV-Technica.

Inicialmente os cenários a serem estudados foram caracterizados considerando-se os seguintes aspectos:

- quantidade da substância envolvida;
- características do cenário em estudo, tais como pressão, temperatura e diâmetro da linha, entre outras;
- características do vazamento, como área do furo e tipo de liberação (contínua ou instantânea);
- condições meteorológicas, como velocidade do vento, temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

A partir desses dados, o modelo realizou a estimativa das conseqüências para todos os eventos que podem ocorrer no cenário em estudo, selecionando automaticamente os modelos de cálculo mais apropriados. Os principais modelos utilizados incluíram os seguintes cálculos, quando pertinente:

- taxa de vazamento (gás, líquido ou bifásico);
- formação e evaporação de poça;
- dispersão de produto na atmosfera;
- radiação térmica decorrente de incêndios de poça e *flashfire*;
- explosão de nuvem de vapor na atmosfera (*VCE*).

O conjunto de equações matemáticas desenvolvidas para cada um dos modelos de cálculo está disponível no manual do software PHAST.

4.4.2 Fenômenos Envolvidos

4.4.2.1 Líquidos inflamáveis

O vazamento de um líquido no ambiente acarretará na formação de uma poça de produto que, após trocar calor com o solo e o ambiente, irá evaporar-se.

Se o produto envolvido for inflamável e a ignição ocorrer, o fenômeno resultante é conhecido como incêndio de poça. A análise do comportamento de incêndio de poças é realizada considerando-se, basicamente, as dimensões da poça e a taxa de evaporação do produto, ou seja, a taxa na qual o produto deixa a poça e alimenta o incêndio.

No caso de não ocorrer a ignição imediata da poça pode-se, em determinadas situações, estudar o comportamento de uma nuvem de vapor formada a partir da evaporação da poça através da utilização de modelos de dispersão atmosférica.

Se o produto for inflamável, esta nuvem de vapor poderá, de acordo com a massa envolvida e o seu grau de confinamento, dar origem à formação de uma massa de produto em condições inflamáveis, que ao encontrar uma fonte de ignição poderá resultar em dois fenômenos: *flashfire* ou *VCE* (Vapour Cloud Explosion).

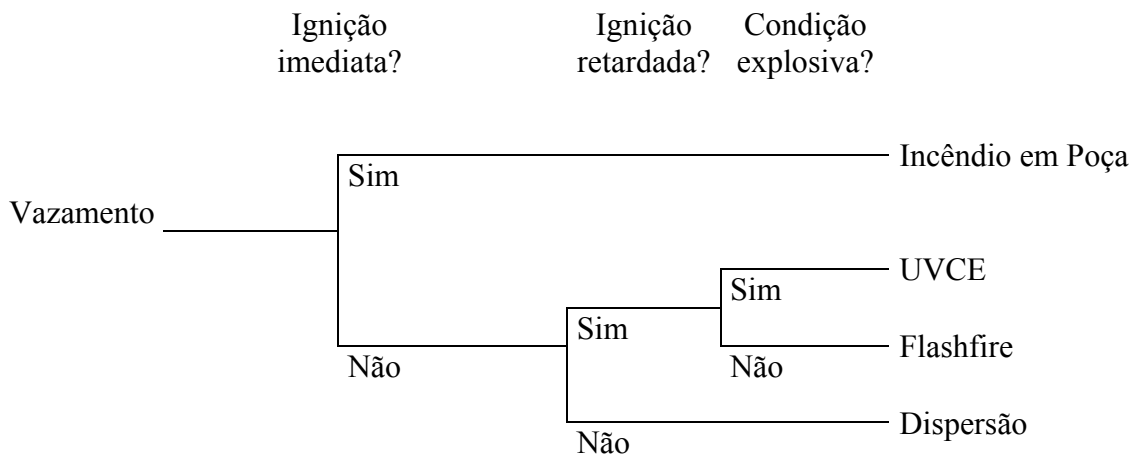
O *flashfire* é a ignição retardada de uma nuvem de gás sem efeitos de sobrepressão, porém com efeitos térmicos, e a *VCE* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor onde ocorrem efeitos significativos de sobrepressão, gerando danos às pessoas, equipamentos e edificações.

No *flashfire* ocorre a ignição da massa de gás sem uma considerável emissão de radiação térmica ao longo da distância. Entretanto, o flashfire traz conseqüências fatais para os indivíduos que estiverem dentro da área ocupada pela mistura inflamável.

A ocorrência de uma explosão de nuvem na atmosfera está diretamente relacionada com a massa de produto existente entre os limites de inflamabilidade na nuvem de vapor e ao seu grau de confinamento.

A seguir encontra-se a árvore de eventos, na qual estes fenômenos podem ser claramente visualizados.

• Tipologia accidental para vazamentos de líquidos inflamáveis



4.4.3 Metodologia de Cálculo

Para a utilização de modelos de conseqüências é necessária a adoção de diversos pressupostos que norteiam as simulações. Assim, são apresentadas a seguir as principais considerações assumidas para a realização da estimativa das conseqüências.

Definição dos Cenários Acidentais

Para a realização do estudo de conseqüências, é necessário identificar as hipóteses acidentais, as quais serão avaliadas pelo modelo de cálculo utilizado. As hipóteses acidentais contempladas nesse estudo foram obtidas através da APP e estão apresentadas na Tabela 4-3 abaixo, por operação.

Este estudo de conseqüências foi realizado para todas as hipóteses da APP relacionadas à grandes e médios vazamentos de álcool anidro, os quais são considerados perigosos segundo o Critério para "Classificação das substâncias químicas segundo a periculosidade" da Cetesb, de acordo com suas características de inflamabilidade ou toxicidade, as quais podem ser observadas no Capítulo 03 deste estudo.

Tabela 4-3 – Hipóteses Acidentais Identificadas na APP

Nº	Hipótese Acidental	Efeito Físico	Cenário	Operação
1	Grande vazamento de álcool desde o caminhão-tanque até a bomba	Incêndio em poça	1	Recebimento de álcool através de caminhão-tanque
		Flashfire	2	
		UVCE	3	
2	Médio vazamento de álcool desde o caminhão-tanque até a bomba	Incêndio em poça	4	
		Flashfire	5	
		UVCE	6	
4	Grande vazamento de álcool desde a bomba até o tanque de armazenamento	Incêndio em poça	8	
		Flashfire	9	
		UVCE	10	
5	Médio vazamento de álcool desde a bomba até o tanque de armazenamento	Incêndio em poça	11	
		Flashfire	12	
		UVCE	13	
7	Grande vazamento de álcool desde os tanques até a bomba	Incêndio em poça	15	
		Flashfire	16	
		UVCE	17	
8	Médio vazamento de álcool desde os tanques até a bomba	Incêndio em poça	18	
		Flashfire	19	
		UVCE	20	
10	Grande vazamento de álcool desde a bomba até o navio	Incêndio em poça	22	
		Flashfire	23	
		UVCE	24	
11	Médio vazamento de álcool desde a bomba até o navio	Incêndio em poça	25	
		Flashfire	26	
		UVCE	27	
13	Ruptura catastrófica do tanque	Incêndio em poça	29	Armazenamento de álcool anidro
		Flashfire	30	
		UVCE	31	
14	Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque	CVE	32	

Definição dos Dados de Entrada

Para todas as hipóteses denominadas como "grandes vazamentos", as simulações foram realizadas considerando a ruptura total da linha (100% do diâmetro). Já para as hipóteses denominadas "médios vazamentos", as simulações foram realizadas considerando-se um furo com diâmetro de 20% do diâmetro total da tubulação.

Outro dado de entrada requerido pelos modelos refere-se ao tempo de vazamento. Apesar das operações de transferência de produto serem totalmente assistidas por operadores e de todo sistema de segurança existente, foi considerado um tempo de vazamento máximo de 10 minutos (600 segundos) para todos os cenários estudados. Este tempo foi assumido como máximo para a detecção e reação (controle) ao vazamento. Certamente, esse tempo encontra-se acima do tempo de resposta da empresa.

Como as substâncias armazenadas na empresa SANTA RITA apresentam características similares, as simulações das hipóteses referentes à vazamentos de álcool anidro e álcool hidratado foram realizadas no Programa PHAST utilizando álcool anidro, a qual encontra-se no banco de dados do Programa PHAST.

Em todas as hipóteses, os líquidos inflamáveis encontram-se a pressão e temperatura ambientes, dessa forma, o modelo de vaso utilizado foi o "*Unpressurized*".

Nas hipóteses acidentais relacionadas às operações de bombeamento a partir da bomba foram utilizadas nas simulações, as vazões máximas do bombeamento. A partir das vazões máximas, calculou-se as taxas de vazamento e a velocidade do vazamento através da densidade e da área da seção do vazamento. Os cálculos encontram-se juntamente com os demais dados de entrada das simulações. Para as hipóteses de médio vazamento nesta operação, considerou-se, conservativamente, os mesmos dados de entrada das simulações calculadas para o grande vazamento.

Nas hipóteses acidentais relacionadas à vazamentos a partir dos tanques de armazenamento e dos caminhões-tanque foi inserido nas simulações o "tank head" (altura da coluna de líquido acima do ponto de vazamento). Ressalta-se que, desta forma, as taxas de vazamento obtidas são maiores do que as vazões máximas das bombas utilizadas para estas operações.

Nas hipóteses relacionadas à vazamentos a partir dos tanques de armazenamento, foi considerado como inventário as capacidades máximas dos mesmos.

Outro dado para a avaliação de conseqüências é a altura da emissão dos produtos para a atmosfera. As alturas das emissões foram fornecidas ao Programa PHAST de acordo com as alturas encontradas nos pontos de vazamento, as quais variam entre 0,3 m e 1,0 m. De acordo com a localização do vazamento, foi inserida a respectiva área de contenção existente.

Os modelos de dispersão de nuvem requerem um valor de referência para o cálculo da diluição do produto. Em todos os casos estudados foi utilizado o valor referente ao limite inferior de inflamabilidade de cada líquido inflamável.

Para a hipótese H-14, a qual envolve a explosão de fase vapor no interior dos tanques de líquidos inflamáveis, o cálculo da massa de vapor foi realizado considerando-se que as misturas substância/ar estariam dentro da faixa de inflamabilidade com um enchimento de 50% do tanque. Para este cálculo, conservativamente, adotou-se a relação referente ao limite superior de inflamabilidade, que corresponde à maior massa em condições de explosão no tanque. O cálculo da massa inflamável referente à hipótese H-14 encontram-se abaixo:

H-14

- Volume do tanque: 18.450 m³
- Volume da fase vapor (50%): 9.225 m³
- Limite superior de inflamabilidade: 19 % (vol)
- Densidade do vapor: 1,59 (relativa): 1,95 kg/m³
- Determinação do volume de vapor de álcool no tanque

$$V_{\text{álcool}} = V_{\text{fase vapor tanque}} \times \text{LSI}$$

$$V_{\text{álcool}} = 9.225 \text{ m}^3 \times 0,19$$

$$V_{\text{álcool}} = 1752,75 \text{ m}^3$$

- Determinação da massa de vapor de álcool no tanque

$$M_{\text{álcool}} = V_{\text{álcool}} \times \rho_{\text{álcool}}$$

$$M_{\text{álcool}} = 1752,75 \text{ m}^3 \times 1,95 \text{ kg/m}^3$$

$$M_{\text{álcool}} = 3416 \text{ kg}$$

Assim, tomando por base as considerações acima, estão apresentados abaixo as hipóteses acidentais com os principais dados de entrada utilizados nas simulações de consequências.

Tabela 4-4 – Dados de entrada das simulações

Nº	Hipótese Acidental	Efeito Físico
1	Grande vazamento de Álcool desde o caminhão-tanque até a bomba	Produto: Álcool anidro Inventário: 23,7 ton Densidade: 0,79 Diâmetro: 16” Pressão no sistema: atmosférica Temperatura: ambiente Tank head: 3,0 m
2	Médio vazamento de Álcool desde o caminhão-tanque até a bomba	Produto: Álcool anidro Inventário: 23,7 ton Densidade: 0,79 Diâmetro: 3,2” Pressão no sistema: atmosférica Temperatura: ambiente Tank head: 3,0 m
4	Grande vazamento de Álcool desde a bomba até o tanque de armazenamento	Produto: Álcool anidro Inventário: 23,7 ton Vazão máxima: 450 m ³ /h = 0,125 m ³ /s Densidade: 0,79 Vazão mássica máxima: 98,75 kg/s Velocidade do vazamento: 0,96 m/s Fase: líquida; Altura da emissão: 1,0 m
5	Médio vazamento de Álcool desde a bomba até o tanque de armazenamento	Produto: Álcool anidro Inventário: 23,7 ton Vazão máxima: 450 m ³ /h = 0,125 m ³ /s Densidade: 0,79 Vazão mássica máxima: 98,75 kg/s Velocidade do vazamento: 0,96 m/s Fase: líquida; Altura da emissão: 1,0 m
7	Grande vazamento de álcool desde os tanques até a bomba	Produto: Álcool anidro Inventário: 14.575 ton Densidade: 0,79 Diâmetro: 16” Pressão no sistema: atmosférica Temperatura: ambiente Tank head: 19,2 m 7800m dique

Tabela 4-4 – Dados de entrada das simulações

Nº	Hipótese Acidental	Efeito Físico
8	Médio vazamento de álcool desde os tanques até a bomba	Produto: Álcool anidro Inventário: 14.575 ton Densidade: 0,79 Diâmetro: 3,2” Pressão no sistema: atmosférica Temperatura: ambiente Tank head: 19,2 m
10	Grande vazamento de álcool desde a bomba até o navio	Produto: Álcool anidro Inventário: 14.575 ton Vazão máxima: 450 m ³ /h = 0,125 m ³ /s Densidade: 0,79 Vazão mássica máxima: 98,75 kg/s Velocidade do vazamento: 0,96 m/s Fase: líquida; Altura da emissão: 1,0 m
11	Médio vazamento de álcool desde a bomba até o navio	Produto: Álcool anidro Inventário: 14.575 ton Vazão máxima: 450 m ³ /h = 0,125 m ³ /s Densidade: 0,79 Vazão mássica máxima: 98,75 kg/s Velocidade do vazamento: 0,96 m/s Fase: líquida; Altura da emissão: 1,0 m
13	Ruptura catastrófica do tanque de armazenamento	Produto: Álcool anidro Inventário: 14.575 ton Pressão no sistema: atmosférica Temperatura: ambiente Altura da emissão: 1,0 m
14	Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque	Produto: Álcool anidro Massa de vapor inflamável: 3.416 kg

Dados meteorológicos

Com relação às condições atmosféricas, as simulações foram realizadas com os seguintes dados, conforme apresentado no Capítulo 2.

Tabela 4-5 – Condições Meteorológicas Médias da Região

Parâmetro	Período	
	Dia	Noite
Temperatura atmosférica	23,8°C	20,0°C
Temperatura do solo	28,8°C	25,0°C
Velocidade média do vento	2,36 m/s	2,00 m/s
Classe de Estabilidade Pasquill	B	F
Umidade Relativa do Ar	75,0%	80,0%

Em função da velocidade do vento e da temperatura ambiente, foram selecionadas as categorias de estabilidade atmosférica B (moderadamente instável) e F (estável). A categoria B ocorre somente durante o dia, enquanto que a categoria F ocorre somente durante a noite, conforme pode ser observado na Tabela 4-6.

Ressalta-se que as categorias de estabilidade de Pasquill são válidas para áreas rurais, sendo que em áreas industriais e urbanas deve-se considerar uma categoria de estabilidade abaixo daquela indicada na referida Tabela.

Tabela 4-6 – Categorias de Estabilidade para Diversas Condições Atmosféricas

Velocidade do vento (m/s)	Período Diurno			Período Noturno	
	Insolação			Nebulosidade	
	Forte	Moderada	Fraca	Parcialmente Encoberto	Encoberto
< 2	A	A - B	B	F	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

4.4.4 Análise dos Resultados Obtidos nas Simulações

As Tabelas 4-7 e 4-8 apresentam os resultados obtidos nas simulações, enquanto os relatórios das simulações encontram-se no Anexo E.

Tabela 4-7 - Resultados das simulações

Hipótese acidental	Prob. Fatal.	Distâncias atingidas (m)					
		Incêndio em poça		Flashfire		UVCE	
		Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
H-1	1%	36,1	35,9	2,1	1,6	19,8	15,1
	50%	24,2	23,8			10,2	7,7
H-2	1%	14,7	14,6	2,7	1,3	25,8	**
	50%	10,4	10,2			17,9	**
H-4	1%	23,0	22,8	0,2	0,9	**	**
	50%	15,1	14,8			**	**
H-5	1%	23,0	22,8	0,2	0,9	**	**
	50%	15,1	14,8			**	**
H-7	1%	49,0	49,1	6,0	26,1	30,4	56,5
	50%	34,1	33,9			16,6	35,0
H-8	1%	23,1	23,0	4,2	13,1	10,8	33,8
	50%	17,0	16,7			6,3	22,9
H-10	1%	23,0	22,8	0,2	0,9	**	**
	50%	15,1	14,8			**	**
H-11	1%	23,0	22,8	0,2	0,9	**	**
	50%	15,1	14,8			**	**
H-13	1%	147,6	147,4	22,1	146,0	933,0	825,3
	50%	96,4	95,3			466,0	412,2

(*) A hipótese não ocorre no período noturno.

(**) Nível de radiação ou sobrepressão definido não atingido.

Tabela 4-8 - Resultados da Simulação - CVE

Hipótese Acidental	Probabilidade de Fatalidade	Distância (m)
		CVE
H-14	1%	132,4
	50%	66,1

Análise dos Resultados e Vulnerabilidade

De acordo com os resultados obtidos nas simulações de líquidos inflamáveis e apresentados na Tabela 4-7, a dispersão de nuvem inflamável proveniente da hipótese acidental H-13 foi a que atingiu a maior distância; 146,0 metros, no período noturno.

Ainda de acordo com a Tabela 4-7, para o evento incêndio em poça, a radiação térmica de $12,5 \text{ kW/m}^2$, correspondente ao nível de letalidade de 1%, obteve maior alcance na hipótese H-13; 147,6 m, no período noturno.

De acordo com os resultados obtidos, a ocorrência de explosão de nuvem de vapor não confinada (UVCE) proveniente da hipótese acidental H-13 foi a que atingiu a maior distância; 933,0 metros, no período diurno.

Já para o evento de explosão de vapor confinado (CVE) no interior dos tanques, conforme apresentado na Tabela 4-8, a maior distância foi obtida na hipótese acidental H-14; 132,4 metros, para a probabilidade de fatalidade de 1%.

Os pontos de liberação correspondentes às hipóteses acidentais estão apresentados na figura constante do Anexo F.

Objetivando propiciar uma melhor visualização das áreas afetadas, foi elaborado o mapeamento das áreas vulneráveis, o qual está apresentado no Anexo G.

4.5 Classificação dos cenários acidentais da APP

Na APP, após a identificação dos cenários de acidentes, foi feita uma avaliação qualitativa da severidade de suas respectivas conseqüências, através do estabelecimento de categorias de severidade. Estas categorias foram definidas com base na classificação apresentada na Tabela 4-2, a qual está relacionada aos possíveis danos causados pelas conseqüências de cada hipótese acidental.

A classificação quanto à periculosidade de cada hipótese acidental foi obtida através de modelagens matemáticas, as quais balizaram a classificação dos cenários acidentais, com base nas suas distâncias atingidas. Assim, de acordo com as áreas vulneráveis plotadas a partir dos resultados apresentados nas Tabelas 4-7 e 4-8, conclui-se que as hipóteses acidentais H-13 e H-14, contemplam cenários acidentais os quais extrapolam os limites da empresa.

Assim, as hipóteses acidentais cujos efeitos físicos ultrapassam os limites da empresa, foram classificadas com categorias de severidade III ou IV, sendo consideradas de risco, uma vez que podem vir a atingir pessoas na circunvizinhança. Desta forma, as hipóteses acidentais identificadas para a instalação puderam ser hierarquizadas a partir das conseqüências e dos riscos associados.

Durante a identificação dos perigos relacionados com as operações envolvendo a manipulação e transferência de líquidos inflamáveis, realizada através da aplicação da técnica APP, foram identificadas 14 hipóteses de acidentes e relacionados 32 cenários acidentais, cuja distribuição, de acordo com a metodologia utilizada, se deu da seguinte forma:

- **Frequência:**
 - 01 hipótese (7,1 %) classificada na categoria de frequência A (extremamente remota);
 - 09 hipóteses (64,2 %) classificadas na categoria de frequência B (remota);
 - 04 hipóteses (28,5 %) classificadas na categoria de frequência C (improvável).

- **Severidade:**
 - 03 hipóteses (21,4 %) classificadas na categoria de severidade I (desprezível);
 - 09 hipóteses (64,2 %) classificadas na categoria de severidade II (marginal);
 - 01 hipótese (7,1 %) classificada na categoria de severidade III (crítica);
 - 01 hipótese (7,1 %) classificada na categoria de severidade IV (catastrófica).

A Figura 4-3 apresenta a matriz de riscos com a distribuição das 14 hipóteses acidentais identificadas na APP elaborada para as instalações da SANTA RITA.

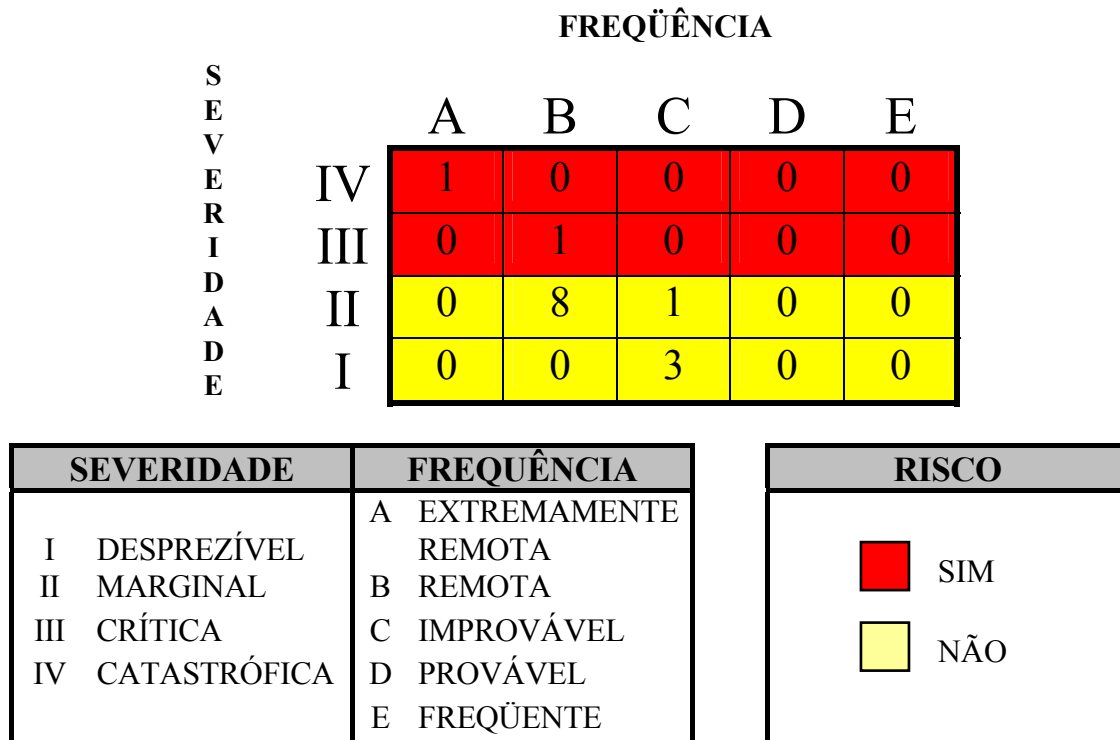


Figura 4-3 - Matriz de Riscos das instalações da SANTA RITA

Conforme pode ser observado na Figura 4-3, foram selecionadas as 2 hipóteses acidentais, classificadas com as categorias de severidade III e IV para o cálculo dos riscos impostos pela SANTA RITA à circunvizinhança., as quais extrapolam os limites da empresa, sendo assim. A tabela 4-9 abaixo apresenta as hipóteses acidentais selecionadas e seus respectivos cenários acidentais.

Tabela 4-9 – Hipóteses Acidentais Seleccionadas na APP

Nº	Hipótese Acidental	Efeito Físico	Cenário	Operação
13	Ruptura catastrófica do tanque	Incêndio em poça	29	Armazenamento de álcool
		Flashfire	30	
		UVCE	31	
14	Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque	CVE	32	