

CAPÍTULO 10

ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO

O Estudo de Análise de Riscos (EAR) foi desenvolvido pela empresa RCA – Rabaneda Consultoria Ambiental, subcontratada da CPEA e contempla as futuras instalações do Terminal Brites, da empresa Santa Rita S.A. – Terminais Portuários, localizada no município de Santos, Estado de São Paulo.

O estudo completo está fornecido no Anexo 10 - 1 e a seguir é apresentado um resumo do estudo realizado, com as principais premissas, avaliações e resultados obtidos.

O referido estudo teve por objetivo identificar, analisar e avaliar os eventuais riscos impostos ao meio ambiente e à comunidade circunvizinha às instalações, decorrentes das atividades de recebimento, armazenamento e distribuição de combustíveis.

As etapas do EAR podem ser resumidas em:

- Definição dos objetivos da análise, caracterização da instalação e da região de interesse;
- Identificação dos perigos e definição das hipóteses e respectivos cenários acidentais decorrentes de situações anormais que possam ocorrer nas instalações, por meio da aplicação da técnica Análise Preliminar de Perigos (APP). Cabe ressaltar que a APP foi realizada com base nos dados fornecidos pela empresa em documentos entregues à RCA;
- Avaliação das conseqüências (efeitos físicos) devido à ocorrência de diferentes tipos de vazamentos dos produtos manipulados pela empresa, que possam resultar em eventuais explosões e/ou incêndios e determinação das respectivas áreas vulneráveis associadas a cada um desses efeitos;

- Estimativa dos riscos impostos às pessoas situadas fora dos limites do empreendimento, expressos em termos de Riscos Individual (contorno de isorisco) e Social (curva F-N);
- Avaliação dos riscos.

O estudo apresentado no relatório anexo baseou-se no escopo definido na Norma P4.261 Manual de Orientação para a Elaboração de Estudos de Análise de Riscos, da Companhia de Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), cuja seqüência de etapas pode ser observada no fluxograma apresentado na Figura 10 – 1, a seguir.

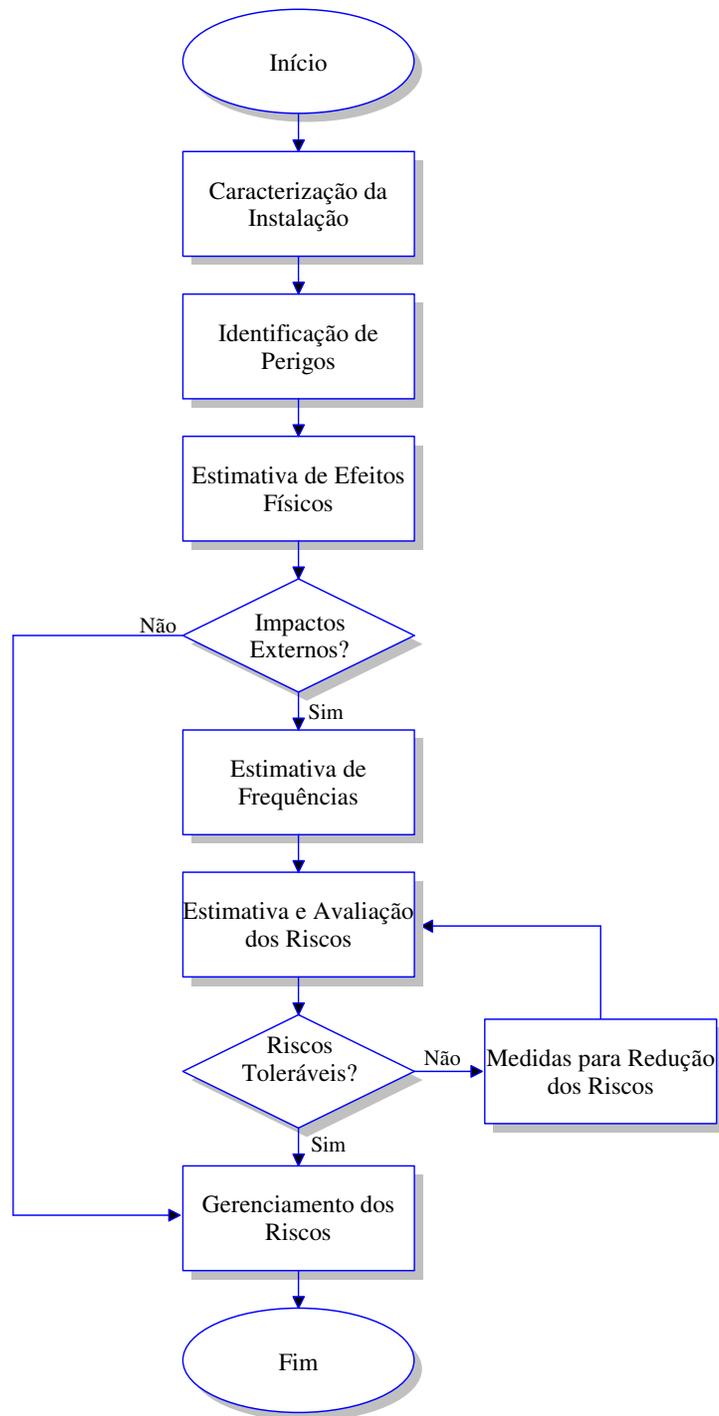


Figura 10 - 1 - Etapas do Estudo de Análise de Riscos - Norma P4.261

10.1. CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DOS PRODUTOS MANIPULADOS

O conhecimento das características dos produtos que serão armazenados e manipulados no Terminal Brites é de fundamental importância para a análise e avaliação dos riscos provenientes destes.

A Classificação das Substâncias Manipuladas está apresentada na Tabela 10.1 - 1 a seguir, com base nos critérios contidos na Norma P4.261 da Cetesb, a qual utiliza como parâmetros para a classificação das substâncias quanto à inflamabilidade, o ponto de ebulição e o ponto de fulgor. Já para a classificação das substâncias quanto à toxicidade, utiliza-se como parâmetros, o CL50 (via respiratória para rato ou camundongo) ou DL50 (via oral para rato ou camundongo), para substâncias com pressão de vapor acima de 10 mmHg.

Os níveis de toxicidade e inflamabilidade variam de 1 (um) a 4 (quatro), sendo consideradas perigosas as substâncias classificadas nos níveis 3 (três) e 4 (quatro). Na tabela 10.1 - 1 abaixo serão apresentadas as principais características destas substâncias, assim como sua Classificação de Periculosidade quanto à Inflamabilidade e quanto à Toxicidade.

Conforme pode ser observado na Tabela 10.1 - 1, as substâncias identificadas em vermelho são consideradas perigosas, devido à suas características de inflamabilidade.

Tabela 10.1 - 1: Características dos Produtos Manipulados

Produto	Temp. de ebulição (°C)	Ponto de Fulgor (°C)	Classe Inflam.	Pressão de vapor (mmHg)	CL ₅₀ (ppm.h)	DL ₅₀ (mg/kg)	Classe Tox.
Álcool Anidro	78,5	13	3	44,0	20.000 . 10	7.060	1
Álcool Hidratado	77,0	15	3	98,8	20.000 . 10	7.060	1

N/D: Não Disponível; N/C: Não Classificado.

*Valor retirado do Manual de Produtos Químicos da CETESB

10.2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E HIPÓTESES ACIDENTAIS

A identificação dos eventos (perigos) capazes de dar origem a acidentes nas instalações analisadas, denominados “hipóteses acidentais” foi realizada por meio da aplicação da APP. Em seguida, foram identificadas as causas básicas de cada um dos perigos identificados e as suas respectivas consequências (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 consequência 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 consequências foi denominado “cenário acidental”.

Na APP, após a identificação dos cenários de acidentes, foi feita uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência do cenário acidental, através do estabelecimento de categorias de frequência e em seguida, foram avaliadas as consequências das hipóteses acidentais relacionadas a vazamentos de produtos químicos, categorizando desta maneira a severidade, através da magnitude das possíveis consequências de cada cenário identificado.

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 do Terminal Portuário proposto, 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.

Conforme classificação dos produtos químicos apresentada anteriormente, 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.

As hipóteses acidentais contempladas nesse estudo foram obtidas através da APP e estão apresentadas na Tabela 10.2 – 1, abaixo, por operação.

Tabela 10.2 - 1: 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 Flashfire UVCE	1	Recebimento de álcool através de caminhão-tanque
			2	
			3	
2	Médio vazamento de álcool desde o caminhão-tanque até a bomba	Incêndio em poça Flashfire UVCE	4	
			5	
			6	
4	Grande vazamento de álcool desde a bomba até o tanque de armazenamento	Incêndio em poça Flashfire UVCE	8	
			9	
			10	
5	Médio vazamento de álcool desde a bomba até o tanque de armazenamento	Incêndio em poça Flashfire UVCE	11	
			12	
			13	
7	Grande vazamento de álcool desde os tanques até a bomba	Incêndio em poça Flashfire UVCE	15	Carregamento de navio com álcool anidro
			16	
			17	
8	Médio vazamento de álcool desde os tanques até a bomba	Incêndio em poça Flashfire UVCE	18	
			19	
			20	
10	Grande vazamento de álcool desde a bomba até o navio	Incêndio em poça Flashfire UVCE	22	
			23	
			24	
11	Médio vazamento de álcool desde a bomba até o navio	Incêndio em poça Flashfire UVCE	25	
			26	
			27	
13	Ruptura catastrófica do tanque	Incêndio em poça Flashfire UVCE	29	Armazenamento de álcool anidro
			30	
			31	
14	Explosão de vapor em condições explosivas no interior do tanque	CVE	32	

O estudo de conseqüências foi realizado para todas as hipóteses da APP relacionadas a 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.

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.

10.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS E VULNERABILIDADE

De acordo com os resultados obtidos nas simulações de líquidos inflamáveis e apresentados na Tabela 10.3 - 1, a dispersão de nuvem inflamável proveniente da hipótese acidental H-13 foi a que atingiu a maior distância; 146,0 metros, no período noturno.

Para o evento incêndio em poça, a radiação térmica de 12,5 kW/m², 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 10.3 - 2, 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 e o mapeamento das áreas vulneráveis estão apresentados nas Figuras e mapas constantes do estudo completo, apresentado no Anexo 10 - 1

Tabela 10.3 - 1: 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 10.3 - 2: Resultados da Simulação - CVE

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

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, 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 10.3 - 1 e 10.3 - 2, conclui-se que as hipóteses acidentais H-13 e H-14, destacadas na Tabela 10.3 - 3, contemplam cenários acidentais os quais extrapolam os limites da empresa.

Tabela 10.3 - 3: Hipóteses Acidentais Selecionadas 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 do vapor em condições explosivas no interior do tanque	CVE	32	

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.

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

10.4. ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Os resultados das estimativas dos riscos individual e social gerados pela empresa SANTA RITA estão apresentados neste Capítulo. Os riscos individuais estão apresentados na forma de curvas (contornos) de iso-risco e os riscos sociais na forma de curva F-N. Os contornos de iso-risco individual fornecem uma visão da distribuição espacial dos níveis de risco na região circunvizinha às instalações analisadas; por sua vez, a curva F-N caracteriza o risco social, ou seja, o risco para a comunidade exposta, fornecendo a frequência acumulada de ocorrência de acidentes com N ou mais vítimas (acidentes com múltiplas vítimas).

A estimativa dos riscos foi realizada com o Programa CRIS – Cálculo de Risco Social e Individual, que calculou os riscos individuais no centro de cada célula numa malha de 10 m x 10 m, sobreposta à região de interesse, considerando a distribuição populacional da região. Os cálculos foram realizados de forma integrada (frequências e conseqüências) para todos os cenários acidentais gerados a partir de cada uma das hipóteses acidentais selecionadas no item anterior.

De acordo com os cálculos efetuados, demonstrados no Estudo completo apresentado em anexo, o número máximo de pessoas afetadas é de 3 pessoas, para uma frequência de $2,23 \times 10^{-7}$ ano⁻¹.

Todos os pontos da curva situaram-se na região NEGLIGENCIÁVEL. Desta forma, o risco social imposto pela empresa SANTA RITA pode ser considerado plenamente aceitável, segundo os critérios de aceitabilidade de riscos da CETESB.

Cabe ressaltar-se que todo o Estudo de Análise de Riscos, desenvolvido, partiu de pressupostos bastante conservativos, tendo considerado um número elevado de hipóteses e cenários acidentais em todas as possíveis operações realizadas na empresa.

10.5. CONCLUSÕES

O Estudo de Análise de Riscos (EAR) elaborado para as futuras instalações do Terminal Brites, em Santos, identificou quatorze hipóteses acidentais e trinta e dois cenários acidentais passíveis de ocorrer nessa instalação, causados por eventuais vazamentos de líquidos inflamáveis.

Foram estudadas as conseqüências (efeitos físicos) das hipóteses relacionadas à grandes e médios vazamentos. A partir dos resultados do Estudo de Conseqüências, verificou-se que 02 (duas) hipóteses acidentais obtiveram efeitos físicos que ultrapassaram os limites da empresa. Assim, a partir destas hipóteses foram calculados os riscos impostos pelo Terminal na sua circunvizinhança.

Os riscos associados às hipóteses com potencial de causar impactos externos às instalações da empresa, expressos na forma de risco individual e social, podem ser considerados plenamente aceitáveis quando comparados aos critérios de aceitabilidade da Cetesb.

Embora os riscos estejam em níveis aceitáveis, a empresa Santa Rita S.A., possui o Programa de Gerenciamento de Riscos, o qual inclui Procedimentos Operacionais, Procedimentos de Manutenção Preventiva e Procedimentos de Treinamento dos funcionários e o Plano de Ação de Emergência elaborado especificamente para os cenários acidentais identificados neste Estudo de Análise de Riscos, que também serão apresentados neste EIA.