

| | | |
|---|--|--|
|  | Manual de Análise de Riscos Industriais | MANUAL DE ANÁLISE FEPAM N.º01/01 FEV/16 |
|---|--|--|

SUMÁRIO

1. OBJETIVO
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA
3. DEFINIÇÕES
4. CLASSIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES
5. EXIGÊNCIAS PARA OBTENÇÃO DE LICENÇAS
6. PADRÕES DE TOLERABILIDADE DE RISCOS ADOTADOS PELA FEPAM

1. OBJETIVO

Esta versão revisada do Manual de Análise de Riscos continua com os mesmos objetivos que nortearam a versão original, ou seja, estabelecer uma sistemática para servir de referência para os procedimentos internos da FEPAM no licenciamento de atividades e/ou instalações, incluindo dutos, capazes de causar danos às pessoas e/ou ao meio-ambiente, em pontos externos às instalações, em decorrência de liberações acidentais de substâncias perigosas e/ou energia de forma descontrolada, dentro de um contexto de análise de riscos industriais.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Na aplicação desta Norma recomenda-se consultar:

1. Lei 11520, de 03/08/00 - Código Estadual do Meio Ambiente;
2. Portaria GM 124, de 20 de agosto de 1980;
3. Lei nº 12.651, de 25/05/2012- Novo Código Florestal;
4. Lei Nº 6938, Política Nacional do Meio Ambiente;
5. Normas ABNT;
6. Resolução CONAMA Nº 237 – Licenciamento Ambiental;
7. **CONCAWE. CONCAWE Report nº 4/15: performance of European cross-country oil pipelines. Statistical summary of reported spillages in 2013 and since 1971. Report nº 4/15. Bruxelas, maio 2015. Disponível em: <<https://www.concawe.eu/publications/534/40/Performance-of-European-cross-country-oil-pipelines>>. Acesso em 16 set. 2015;**

| | |
|---|------------|
| ORIGEM: Departamento de Controle Ambiental / Divisão de Controle da Poluição Industrial | |
| PALAVRAS-CHAVE: análise de riscos industriais, licenciamento | 50 páginas |
| FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE ROESSLER - FEPAM | |

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

8. EGIG. **EGIG – report 1970-2013 gas pipeline incident**: 9th report of the European Gas Pipeline Incident Data Group. Groningen, Fev. 2015. 61 p. (Doc. n. EGIG 14.R.0403). Disponível em: <<http://www.egig.eu>>. Acesso em: 16 set. 2015;
9. “*Loss Prevention in the Process Industries*”, Frank P. Lees, Butterworth-Heinemann, 3 vol., 2ª edição, 1996;
10. “*Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis*”, 2ª Edição, Center for the Chemical Process Safety of the American Center of Chemical Engineers, 1999;
11. “*A Guide to the Control of Major Accidents Hazards Regulations 2015*”, Health and Safety Executive – HSE, Inglaterra, 2015.

3. DEFINIÇÕES

- 3.1 Acidente** – Acontecimento não desejado ou não planejado que pode vir a resultar em danos físicos, lesões, doença, morte, danos ao meio ambiente, prejuízos econômicos etc.
- 3.2 ALARA** – Do inglês “As Low as Reasonably Achievable” (tão baixo quanto razoavelmente atingível), significa que os riscos devem ser reduzidos sempre que o custo das medidas necessárias para redução for razoável quando comparado com os benefícios obtidos em termos de redução de riscos. Às vezes também mencionado na forma ALARP - “As Low as Reasonably Possible” (tão baixo quanto razoavelmente possível).
- 3.3 Análise** – Procedimento técnico baseado em uma determinada metodologia, cujos resultados podem vir a ser comparados com padrões estabelecidos.
- 3.4 Análise de Risco** – Constitui-se em um conjunto de métodos e técnicas que aplicados a uma atividade proposta ou existente identificam e avaliam qualitativa e/ou quantitativamente os riscos que essa atividade representa para a população vizinha, ao meio ambiente e à própria empresa. Os principais resultados de uma análise de riscos são a identificação de cenários de acidentes, suas frequências esperadas de ocorrência e a magnitude das possíveis consequências. Serve de base para os programas de gerenciamento de riscos.
- 3.5 Área Vulnerável** – Área no entorno da atividade, na qual ambiente, população e trabalhadores encontram-se expostos aos efeitos de acidentes. A abrangência dessa área é determinada pela Análise de Vulnerabilidade.

- 3.6 Auditoria** – Conjunto de procedimentos que visam a avaliar a conformidade da atividade com os regulamentos, padrões, condições e restrições estabelecidos pela autoridade ambiental.
- 3.7 BLEVE** – “Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion”, ou explosão por expansão de líquido fervente. Fenômeno que ocorre quando rompe um recipiente com um líquido numa temperatura superior à de ebulição provocando a vaporização súbita do material. Quando se trata de um material não inflamável, tal como a água numa caldeira, os efeitos danosos decorrem da onde pressão gerada pela expansão do material por mudança de fase; com gases liquefeitos inflamáveis costuma ocorrer uma bola de fogo também.
- 3.8 Bola de Fogo** – Combustão de massa de gás liquefeito ou pressurizado liberada subitamente, onde a queima ocorre na parte externa da bola com geração de fluxos térmicos intensos, com potencial de danos sérios.
- 3.9 Categorias de Risco** – Classificação de risco estabelecida com base na combinação da frequência esperada e da potencialidade dos danos causados por acidentes, visando a priorização das ações de controle e fiscalização.
- 3.10 Cenário Acidental** – Situação caracterizada por uma liberação descontrolada de substância perigosa e/ou energia, com causas e consequências definidas, geralmente usado para avaliação de riscos.
- 3.11 Confiabilidade** – Probabilidade de que um equipamento ou sistema opere com sucesso por um período de tempo especificado e sob condições de operação definidas.
- 3.12 Contorno de Isorrisco** – Linha formada pela união dos pontos nos quais o risco individual igual, em geral, nos estudos quantitativos resultam contornos para vários níveis, tipicamente, $1,0E-05$ /ano, $1,0E-6$ /ano etc.
- 3.13 Explosão** – Processo onde ocorre um súbito aumento de volume e grande liberação de energia, geralmente acompanhado altas temperaturas e produção de gases. Resulta da explosão ondas de pressão/choque que podem ter potencial de danos. Exemplo típicos são: reação química descontrolada, decomposição de compostos instáveis, ruptura de vaso com alta pressão de gás ou com líquido mantido numa temperatura acima da de ebulição, arco elétrico/descarga atmosférica
- 3.14 Explosão de nuvem** – Reação de combustão que se propaga com velocidades supersônicas numa mistura com concentrações dentro dos limites de inflamabilidade de gases ou vapores com o ar. O processo de aceleração da queima tornando o processo explosivo é favorecido por confinamento (total ou parcial) ou pela presença de obstáculos que gerem turbulência durante a expansão e queima da mistura gasosa. Resulta da explosão de nuvem ondas de pressão/choque que podem ter potencial de danos.

3.15FD – Fator de distância

$$FD = \frac{\text{distância (m)}}{50}$$

onde “distância (m)” é a menor distância, em metros, entre o ponto de liberação do fator de perigo e o ponto de interesse onde estão localizados os recursos vulneráveis.

3.16FP – Fator de perigo

$$FP = \frac{MLA}{MR}$$

MLA e MR ver 3.30 e 3.31, adiante.

3.17Gerenciamento de riscos – Normalmente estabelece-se um programa composto de formulação, implementação, acompanhamento e auditoria de medidas e procedimentos técnicos e administrativos destinados a eliminar, prevenir, minimizar e controlar os riscos identificados nas instalações.

3.18IDLH - Do inglês “Immediately Dangerous to Life and Health” (Imediatamente perigoso para vida e saúde), concentração da substância no ar ambiente a partir da qual há risco evidente de morte, ou de causar efeito(s) permanente(s) à saúde, ou de impedir um trabalhador de abandonar uma área contaminada. Valores de concentrações (IDLH) para substâncias são estabelecidos pelo NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health - USA).

3.19Incêndio em nuvem – Reação de combustão que se propaga numa mistura com concentrações dentro dos limites de inflamabilidade de gases ou vapores com o ar sem que a velocidade de queima atinja velocidades supersônicas.

3.20Incêndio em poça – Reação de combustão mantida por de vapores emanando de poça de líquido.

3.21Instalação - Conjunto de equipamentos e sistemas que permite o processamento, armazenamento e transporte de insumos, matérias-primas ou produtos. Note-se que dutos (trechos) são considerados como instalações para fins do presente manual.

3.22Jato de fogo - Reação de combustão em jato de gás ou de

líquido.

3.23LC50 – Concentração da substância, no ar, para a qual 50% dos membros de uma dada espécie mais sensíveis morrem em testes de inalação, para um determinado tempo de exposição.

3.24LD50 – Dose de substância para a qual 50% dos membros de uma dada espécie mais sensíveis morrem em testes de absorção cutânea ou por ingestão oral.

3.25LCLO – A mais baixa concentração da substância, no ar, para a qual foi observada morte entre os mamíferos mais sensíveis, em testes de inalação.

3.26LDLO – A mais baixa dose da substância, para a qual foi observada morte entre os mamíferos mais sensíveis, em testes de absorção ou por ingestão oral.

3.27Licença Prévia – (LP) - Licença da FEPAM que deve ser solicitada na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Aprova a viabilidade ambiental do empreendimento, não autorizando o início das obras.

3.28 Licença de Instalação – (LI) - Licença da FEPAM que aprova os projetos. É a licença que autoriza o início da obra/empreendimento. É concedida depois de atendidas as condições da Licença Prévia.

3.29 Licença de Operação – (LO) – Licença da FEPAM que autoriza o início do funcionamento do empreendimento/obra. É concedida depois de atendidas as condições da Licença de Instalação.

3.30 MLA - Massa Liberada Acidentalmente, é a maior quantidade de material perigoso capaz de participar de uma liberação acidental de substância perigosa devido a vazamento ou ruptura de tubulações, componentes em linhas, bombas, vasos, tanques etc. ou por erro de operação ou de reação descontrolada ou de explosão confinada ou não, nas instalações em licenciamento. Na ausência de informações mais precisas, a MLA deve ser considerada como igual a 20% (vinte por cento) da massa de material estocado ou em processo. Havendo sistemas de segurança automáticos ou procedimentos que justifiquem o uso de um tempo de vazamento menor do que o necessário para vazar menos do que 20% (vinte por cento) da massa do material considerado, a MLA poderá ser estimada com base neste tempo desde que devidamente justificado.

3.31 MR - Massa de Referência é definida para cada uma das substâncias perigosas conforme apresentado no Apêndice 1. Esta massa pode ser entendida como a menor quantidade da substância capaz de causar danos a uma certa distância do ponto de liberação.

Considera-se situações graves aquelas onde se possa observar:

- Concentração no ar de substância tóxica capaz de causar morte em 1% das pessoas expostas durante um período de tempo de 30 minutos;
- Fluxo de radiação térmica capaz de causar morte em 1% das pessoas expostas por um período de tempo de 60 segundos;
- Explosão gerando combinação de sobrepressão e impulso capaz de causar morte em 1% das pessoas expostas.

3.32 Risco – Estimativa do potencial de danos a pessoas, instalações, meio ambiente ou imagem baseada em combinação de frequência esperada de ocorrência e magnitude dos danos.

3.33 Risco individual - Risco individual é a frequência anual esperada de morte devido a acidentes com origem em uma instalação para uma pessoa situada em um determinado ponto nas proximidades da mesma. Costuma ser apresentado na forma de curvas de isorrisco.

3.34 Risco social - Risco social associado a uma instalação ou atividade é o número de mortes esperadas por ano em decorrência acidentes com origem na instalação/ atividade, usualmente expresso em mortes/ano. Costuma ser apresentado na forma de curvas FxN, onde F representa a frequência de N ou mais fatalidades.

3.35 Substâncias tóxicas - São consideradas substâncias de ação tóxica, isto é, com risco grave para a saúde, após exposição, as substâncias que tenham:

- $LC_{50} \geq 2000 \text{ mg/m}^3$, para um tempo de exposição ≤ 4 horas, (LC_{50} = concentração da substância, no ar, para a qual 50% dos mamíferos mais sensíveis morrem em testes de inalação), ou

- $LD_{50} - \text{Cutânea} \geq 400 \text{ mg/kg}$ de massa corpórea ($LD_{50} - \text{Cutânea}$ = dose para a qual 50% dos mamíferos mais sensíveis morrem em testes de absorção cutânea), ou

- $LD_{50} - \text{Oral} \geq 200 \text{ mg/kg}$ de massa corpórea ($LD_{50} - \text{Oral}$ = dose para a qual 50% dos mamíferos mais sensíveis morrem em testes de absorção por via oral).

No caso de não serem disponíveis os dados de LC_{50} ou LD_{50} , para determinada substância, devem ser utilizados os LC_{LO} ou LD_{LO} correspondentes, que têm o significado de serem a mais baixa concentração ou a mais baixa dose para a qual foi

observado qualquer caso de morte do mamífero mais sensível.

3.36 Substâncias combustíveis e inflamáveis - Substâncias combustíveis são aquelas que podem reagir exotermicamente e de modo auto-sustentado com um agente oxidante, usualmente o oxigênio do ar, com emissão de luz e calor. São classificadas como líquidos inflamáveis os líquidos cujo ponto de fulgor ≤ 60 °C. Líquidos com ponto de fulgor > 60 °C e ≤ 93 °C são classificados como líquidos combustíveis (ver NR-20).

3.37 Substâncias explosivas - Substâncias explosivas são aquelas capazes de causar uma súbita liberação de gases e calor, gerando rápido aumento de pressão, quando submetidas a choque, pressão ou alta temperatura.

3.38 Substância Perigosa – substância que se enquadre em qualquer uma das definições de substância tóxica e/ou combustível e inflamável e/ou explosiva.

Obs.: As Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) são uma fonte de informação para os itens 3.6, 3.7 e 3.8, desde que tenham sido elaboradas de acordo com a ABNT NBR 14725-4 e os produtos classificados quanto aos perigos físico-químicos, para a saúde e ao meio ambiente de acordo com a ABNT NBR 14725-2.

4. CLASSIFICAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

As exigências ou isenções, relativas à análise de riscos, para obtenção de cada uma das licenças necessárias junto à FEPAM serão feitas com base em uma classificação das instalações (ou atividades) definida a partir de um índice de risco.

O risco industrial está diretamente ligado à intensidade de perigo e inversamente à quantidade de salvaguarda, sendo que perigo pode ser representado pela quantidade de material perigoso capaz de ser liberado acidentalmente para o meio e salvaguardas são combinações de fatores que tendem a minimizar os efeitos danosos de liberações acidentais. O principal fator de salvaguarda que deverá ser considerado para fins de classificação são distância entre o ponto de liberação do material perigoso e a população. Assim, tem-se

$$Risco = \frac{Perigo}{Salvaguarda}$$

4.1 MASSA LIBERADA ACIDENTALMENTE

Massa liberada acidentalmente, MLA, é a maior quantidade de material perigoso

capaz de participar de um cenário acidental associado com:

- a) Liberação de substância perigosa devido a vazamento ou ruptura de tubulações, componentes em linhas, bombas, vasos, tanques etc. ou por erro de operação ou de reação descontrolada ou de
- b) Explosão confinada ou não, nas instalações em licenciamento.

Na ausência de informações mais precisas, a MLA deve ser considerada como igual a 20% (vinte por cento) da massa de material estocado ou em processo.

Para estimar a massa de material estocado ou em processo, devem-se usar as capacidades nominais dos diferentes recipientes (tanques, reatores, tubulações etc.) e somar todas as capacidades daqueles que estão interligados e que poderiam contribuir para o inventário vazado em caso de perda de contenção acidental.

Em sistemas fechados, tais como os de refrigeração, considerar o inventário total do sistema.

Havendo sistemas de segurança automáticos ou procedimentos que justifiquem o uso de um tempo de vazamento menor do que o necessário para vazar menos do que 20% (vinte por cento) da massa do material considerado, a MLA poderá ser estimada com base neste tempo desde que devidamente justificado.

Substâncias perigosas que possam ter origem em outro tipo de acidente tais como produtos de decomposição em reação descontrolada ou gerados por combustão devem também ser devidamente considerados.

4.2 MASSA DE REFERÊNCIA

A massa de referência (MR) é definida (em kg) para cada uma das substâncias perigosas conforme apresentado no Apêndice 1. Esta massa pode ser entendida como a menor quantidade da substância capaz de causar danos a uma certa distância do ponto de liberação. No Apêndice 1, apresenta-se os critérios para classificação das substâncias perigosas.

As substâncias perigosas que devem ser consideradas não estão todas contempladas na listagem fornecida no Apêndice 1. Outras substâncias perigosas não incluídas lá, devem ser consideradas, com a classificação baseada nos parâmetros pressão de vapor, IDLH, ponto de fulgor e explosividade, combinados com os critérios de classificação. Havendo dúvidas, a FEPAM deve ser consultada.

4.3 FATOR DE DISTÂNCIA

O fator de distância é definido como o quociente entre duas distâncias:

1. A menor distância entre o ponto de liberação e o ponto de interesse onde estão localizados os recursos vulneráveis e
2. A distância de 50 metros.

$$FD = \frac{\text{distância (m)}}{50}$$

O fator de distância é uma medida das salvaguardas, ou seja, dos fatores capazes de reduzir os efeitos danosos de liberações acidentais de substâncias perigosas. Quanto maior for a distância entre a fonte de perigo e o ponto onde se localizam os recursos vulneráveis, menor deverão ser os danos e, portanto, os riscos.

Tipicamente, recursos vulneráveis a serem considerados são pessoas e recursos ambientais. Assim, áreas residenciais ou públicas devem ser consideradas como pontos contendo recursos vulneráveis. Rios, tomadas de água para consumo humano, mangues etc. são pontos a considerar quando o foco for recursos ambientais.

4.4 FATOR DE PERIGO

O numerador da expressão usada para definir o risco será avaliado por um fator de perigo (FP) definido com base no quociente entre duas grandezas:

1. Massa liberada acidentalmente (MLA) e
2. Massa da referência (MR).

$$FP = \frac{MLA}{MR}$$

O fator de perigo representa uma medida da intensidade da fonte de risco. Quanto maior for a quantidade de material que puder ser liberada acidentalmente, maior será o perigo e, portanto, maior será o risco.

No caso de vários tanques de **estocagem de substâncias inflamáveis situadas no mesmo dique de contenção**, os Fatores de Perigo de cada uma deverão ser somados, sendo o resultado considerado como o Fator de Perigo da área de estocagem.

4.5 ÍNDICE DE RISCO E CLASSIFICAÇÃO

O índice de risco (IR) é definido como a razão entre os fatores de perigo e de distância

$$IR = \frac{FP}{FD}$$

Este índice serve de base para a classificação das instalações/atividades em categorias de risco conforme mostrado na tabela a seguir.

Tabela 4.1 – Classificação das instalações/atividades com base no índice de risco (IR)

| Índice de risco | Categoria de risco |
|-----------------|--------------------|
| $IR \leq 1$ | 1 |
| $1 < IR \leq 2$ | 2 |
| $2 < IR \leq 4$ | 3 |
| $IR > 4$ | 4 |

Estas categorias de risco são definidas a seguir.

1. **Categoria de risco 1** corresponde àquelas instalações/atividades que podem ser consideradas como de risco desprezível por terem quantidades muito pequenas (ou não terem) de substâncias perigosas em processo ou armazenagem ou por estarem muito distantes dos recursos vulneráveis.
2. **Categoria de risco 2** corresponde àquelas instalações/atividades que podem causar danos significativos em distâncias de até 100 m do local.
3. **Categoria de risco 3** corresponde àquelas instalações/atividades que podem causar danos significativos em distâncias entre 100 m e 500 m do local.
4. **Categoria de risco 4** corresponde àquelas instalações/atividades que podem causar danos significativos em distâncias superiores a 500 m do local.

5. EXIGÊNCIAS PARA OBTENÇÃO DE LICENÇAS

Somente as instalações cujo risco esteja dentro dos padrões de tolerabilidade definidos no Capítulo 6 poderão ser licenciadas. Dado que a avaliação quantitativa completa de riscos de uma instalação poderia significar, no caso de instalações/atividades de reconhecido baixo potencial de risco, uma exigência descabida, as exigências com relação aos aspectos relativos aos riscos variarão desde nenhuma até o nível máximo.

Deve-se observar que a realização de qualquer alteração ou ampliação na instalação industrial ou retomada de operações após paradas por períodos superiores a seis meses, são situações que requerem obrigatoriamente a revisão dos estudos de análise de riscos.

As exigências para obtenção das várias licenças: prévia, de instalação e de operação, são função da categoria de risco, conforme Seção 4.5.

- **Empreendimentos na categoria de risco 1:** Instalações/atividades classificadas na categoria de risco 1 ficam isentas de exigências no que diz respeito a riscos industriais.

5.1 EXIGÊNCIAS PARA LICENÇA PRÉVIA

As exigências com relação a riscos, para concessão de licença prévia (LP), são o fornecimento de informações sobre:

1. As substâncias perigosas que serão usadas nas instalações. A listagem contida no Apêndice 1 não cobre, é claro, todo o espectro de possibilidades em termos de substâncias perigosas. As substâncias que não constem da listagem no Apêndice 1 deverão ser acompanhadas das informações de pressão de vapor e IDLH para classificação conforme estabelecido no apêndice recém mencionado;
2. As respectivas MLA's (MLA = Massa liberada acidentalmente) das substâncias perigosas, conforme definição na Seção 4.1;
3. As respectivas distâncias até o(s) ponto(s) de interesse mais próximo, conforme definição na Seção 4.3; e a listagem dos possíveis pontos de interesse ou vulneráveis.

Estes dados permitirão o cálculo do índice de risco do empreendimento e a determinação da sua categoria de risco, conforme procedimentos definidos no Capítulo 4 deste documento. Os responsáveis pelo empreendimento podem apresentar argumentação devidamente documentada com os respectivos cálculos, para alterar esta classificação.

5.2 EXIGÊNCIAS PARA LICENÇA DE INSTALAÇÃO

A licença de instalação (LI), a ser fornecida pela FEPAM, dependerá da apresentação e aprovação de um estudo de análise de risco cuja abrangência dependerá da categoria de risco definida na fase de concessão da licença prévia. A seguir o nível de abrangência do estudo de análise de riscos será apresentado.

- **Empreendimentos na categoria de risco 2:** estudo de análise de risco deverá conter pelo menos uma Análise Preliminar de Riscos (APR), com indicação todos os sistemas de proteção e procedimentos de segurança existentes nas instalações analisadas; o relatório deverá destacar claramente a relação de recomendações e de medidas mitigadoras identificadas pela APR. Os cenários de acidente identificados na APR deverão ser classificados em categorias de frequência e de severidade (ver Apêndice 4) e indicados em uma matriz de risco que congregue essas duas categorias. Caso algum dos cenários de acidente seja classificado na categoria de severidade “catastrófica”, o empreendimento deverá ser considerado de categoria de risco 3, ficando sujeito às exigências indicadas abaixo.

- **Empreendimentos na categoria de risco 3:** o relatório da análise de riscos deverá conter, além dos tópicos indicados para os empreendimentos de categoria de risco 2, também uma Análise de Vulnerabilidade para um conjunto de cenários de acidente considerados razoavelmente prováveis e representativos dos principais cenários de acidente das instalações em questão. Os resultados da Análise de Vulnerabilidade deverão ser apresentados sob a forma de mapas da região com destaque para o layout das instalações analisadas, sobre os quais serão traçadas as curvas demarcatórias das áreas vulneráveis para cada tipo de acidente, abrangendo os seguintes níveis de efeitos físicos para:
 - Nuvens tóxicas: concentração igual ao IDLH da substância (quando a substância não tiver um valor próprio de IDLH, deverá ser usado um valor equivalente calculado de acordo com o procedimento apresentado no Apêndice 1);
 - Nuvens de substâncias inflamáveis: concentração igual ao limite inferior de inflamabilidade da substância;
 - Incêndios em poça ou tocha (jato de fogo), deverá ser indicada a curva representativa do nível de fluxo térmico igual a 5 kW/m^2 ;
 - Explosões de qualquer natureza (de nuvens de vapor, físicas, confinadas ou não e de substâncias explosivas) deverão ser indicadas as curvas representativas dos seguintes níveis de sobrepressão: 13 kPa (1% probabilidade de ruptura de tímpanos) e 7 kPa (danos estruturais em residências).

Caso as curvas de vulnerabilidade de qualquer um desses efeitos ultrapasse a distância de 500 metros, o empreendimento deverá ser considerado de categoria de risco 4, ficando sujeito às exigências indicadas abaixo.

- **Empreendimentos na categoria de risco 4:** deverá ser realizada uma Análise Quantitativa de Risco completa, conforme detalhado no Apêndice 3- Termo de referência para análise quantitativa de risco.

5.3 EXIGÊNCIAS PARA OBTENÇÃO DA LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO)

Para obtenção da licença de operação (LO), os empreendimentos deverão apresentar recursos para o gerenciamento de riscos compatíveis com a categoria de risco indicada nas fases anteriores, conforme o seguinte critério:

- Empreendimentos classificados na categoria de risco 1: estão isentos de qualquer exigência adicional.
- Empreendimentos classificados na categoria de risco 2: deverão apresentar um documento confirmando a implementação de todas as medidas de redução de riscos identificadas na APR.
- Empreendimentos classificados na categoria de risco 3: deverão apresentar um documento confirmando a implementação de todas as medidas de redução de riscos identificadas na APR e na Análise de Vulnerabilidade, bem como Plano de Ação de Emergência (PAE) que contemple os cenários avaliados na Análise de Vulnerabilidade.
- Empreendimentos classificados na categoria de risco 4: além dos documentos requeridos para os empreendimentos de categoria de risco 3, deverão apresentar um Programa de Gerenciamento de Riscos, cuja abrangência encontra-se definida no Apêndice 4. Além disto, estes empreendimentos deverão ser sujeitos a auditorias.

6. PADRÕES DE TOLERABILIDADE DE RISCOS ADOTADOS PELA FEPAM

Os critérios de tolerabilidade de riscos a seguir apresentados devem ser entendidos como diretrizes para o julgamento dos resultados quantitativos obtidos a partir das Análises Quantitativas de Riscos (AQRs) realizadas em consequência da aplicação dos procedimentos contidos neste documento. Os níveis indicados nos critérios não devem ser vistos como valores rígidos, mas devem servir apenas para o balizamento do julgamento da aceitabilidade dos riscos impostos por uma determinada atividade regulamentada. Outros elementos menos objetivos podem e devem ser também pesados neste processo de tomada de decisão. Fatores tais como, um grande benefício social decorrente da atividade e a impossibilidade ou impraticabilidade da adição de novas medidas de redução de risco, são fatores que tenderiam a flexibilizar os critérios no sentido de se permitir a instalação de atividades que não “passariam” pelos critérios se estes fossem aplicados de forma estrita. Por outro lado, um forte sentimento de rejeição da atividade pela comunidade local, em função da sua “percepção” dos riscos da atividade, ou um histórico de muitos acidentes em outras instalações da mesma empresa responsável pela atividade regulamentada, constituem-se claramente em fatores que tendem a tornar mais rígida e exigente a aplicação dos critérios apresentados a seguir.

Dentro da AQR exigida para os empreendimentos classificados como categoria de risco 4, os resultados deverão ser apresentados na forma de riscos sociais e riscos individuais, de modo que os critérios de tolerabilidade são apresentados de forma independente para estes dois tipos de risco.

A filosofia adotada para o estabelecimento dos Critérios de Tolerabilidade de Riscos da FEPAM é a mesma que vem sendo empregada internacionalmente e que se baseia no estabelecimento de dois níveis de risco:

- Nível alto, aquele acima do qual os riscos são considerados “intoleráveis” (denominado limite de intolerabilidade), e
- Nível baixo, aquele abaixo do qual os riscos são considerados “perfeitamente toleráveis” (denominado limite de tolerabilidade trivial).

Entre os dois limites indicados acima, os resultados são julgados caso a caso, considerando-se o enfoque ALARA (ou ALARP), que significa que, em princípio, os riscos devem ser reduzidos, mas as medidas de redução devem ser implementadas somente se os seus custos não forem excessivamente altos quando comparados aos benefícios em termos de segurança da população (redução marginal ou diferencial do risco) resultantes das respectivas implementações.

Do ponto de vista prático, a adoção de um enfoque ALARA significa que se os riscos estiverem na chamada “região cinzenta”, entre os dois limites de tolerabilidade, os responsáveis pelo empreendimento sendo licenciado devem, pelo menos, discutir a possibilidade de adotar medidas adicionais de redução de risco, indicando as razões que as tornam impraticáveis ou ineficientes, caso estas não venham a ser adotadas e os resultados permaneçam na “região cinzenta”.

Os critérios de aceitabilidade de riscos sociais adotados pela FEPAM, sob a forma tradicional de gráficos FxN estão indicados na Figura 1. As curvas FxN, também chamadas de Curvas de Distribuição Acumulada Complementar, representam a frequência esperada de acidentes na instalação com N ou mais vítimas fatais.

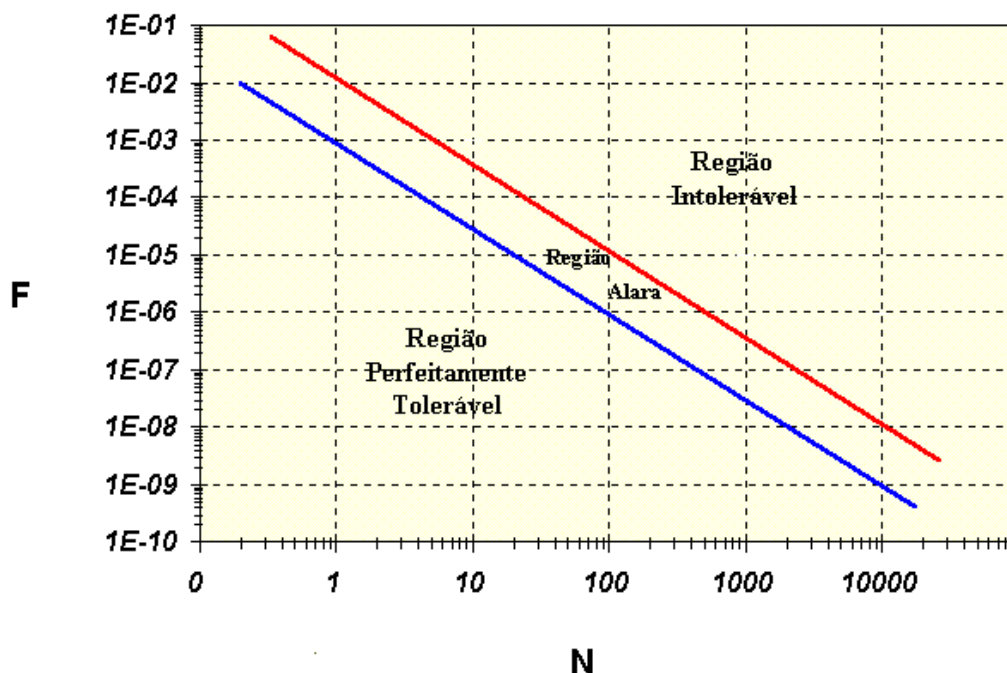


Figura 1 - Critérios de tolerabilidade de riscos adotados pela FEPAM

A definição de risco individual adotada pela FEPAM é a seguinte:

“Risco individual (RI) é a frequência esperada anual de que um indivíduo situado em uma determinada posição nas proximidades de uma instalação industrial seja vítima fatal em decorrência de um acidente na referida instalação”.

Utilizando-se a definição acima, os valores do RI são expressos em ano^{-1} . O Critério de Tolerabilidade de Riscos Individuais adotado pela FEPAM está apresentado na Figura 2. Como mencionado anteriormente, este limite foi estabelecido com vistas à proteção da população e pontos sensíveis do meio ambiente externos às instalações do empreendimento. Em princípio, este limite visa a proteção dos indivíduos pertencentes às populações de comunidades situadas nas proximidades de instalações industriais. De um modo geral, os funcionários de empresas vizinhas não pertencentes aos responsáveis pela atividade regulamentada, são considerados como membros da população externa. Esta consideração, no entanto, não deve ser tomada ao pé da letra. Reconhecendo que existe uma diferença sensível entre as características gerais das populações de residentes de comunidades próximas (compostas de crianças, adultos e idosos) e as dos membros de empresas próximas (formadas basicamente por adultos saudáveis), a FEPAM considerará

a possibilidade de que o Limite de Intolerabilidade de Riscos Individuais seja ligeiramente ultrapassado (até um valor máximo de 10^{-4} /ano) em regiões sabidamente ocupadas apenas por empresas. Esta consideração funciona também como uma compensação para o fato de que o risco individual deve ser calculado tomando por base a premissa de que o indivíduo permanece por 24 horas na região potencialmente afetada, o que sem dúvida, não ocorre para os empregados das empresas vizinhas.

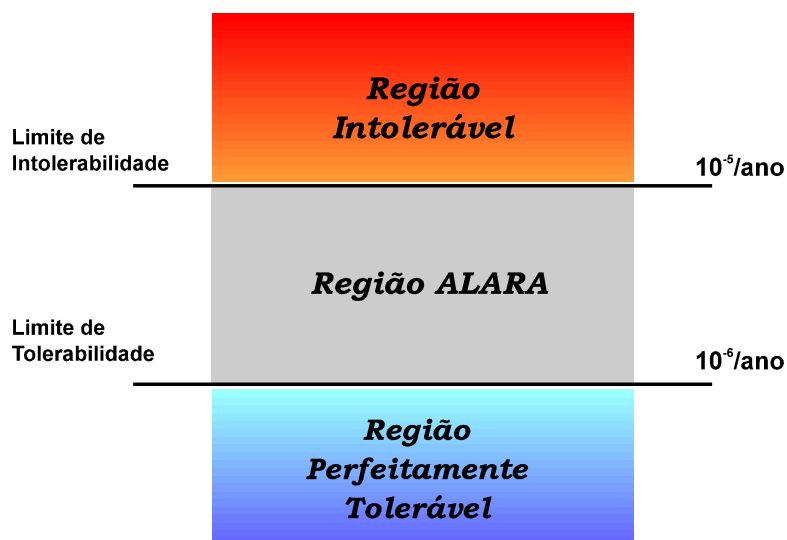


Figura 2 - Critérios de tolerabilidade de riscos individuais adotados pela FEPAM

6.1 CRITÉRIOS DE TOLERABILIDADE PARA DUTOS

Dutos serão avaliados de modo análogo às instalações fixas, sendo que os critérios de tolerabilidade são os mesmos, com algumas adaptações. Para o estabelecimento das curvas de isorrisco deverão ser considerados vazamentos a cada 10 m de distância ao longo do duto e para os riscos sociais um trecho de 500 m será considerado como o equivalente a uma instalação fixa para fins de aplicação dos critérios de tolerabilidade aplicáveis a riscos sociais.

Para fins de cálculo dos riscos sociais e construção da curva FxN, a escolha dos trechos de dutos com comprimento de 500 m deverá ser feita nos locais onde houver ocupação populacional até a distância correspondente a 1 % da probabilidade de morte.

APÊNDICE 1

RELAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS E RESPECTIVAS MASSAS DE REFERÊNCIA

A1-1) Critérios para seleção das substâncias tóxicas incluídas na relação

A seleção das substâncias tóxicas foi feita com base nos valores de dois parâmetros que têm grande influência sobre os níveis de risco impostos pela utilização das substâncias: um parâmetro físico-químico, a pressão de vapor da substância, e um parâmetro indicativo da toxicidade, o valor do seu IDLH.

O primeiro critério de seleção foi o da pressão de vapor: foram selecionadas apenas as substâncias tóxicas que apresentam pressão de vapor acima de 10 mmHg (inclusive), na temperatura de 30 °C. As substâncias tóxicas abaixo deste limite inferior foram consideradas incapazes de causar danos a mais de 50 metros, em função da sua volatilidade muito baixa. Para esse parâmetro (P_v =pressão de vapor a 30 °C) foram estabelecidas 7 faixas de valores:

- $10 < P_v \leq 25$ mmHg
- $25 < P_v \leq 50$ mmHg
- $50 < P_v \leq 100$ mmHg
- $100 < P_v \leq 350$ mmHg
- $350 < P_v \leq 760$ mmHg
- Gás liquefeito
- Gás

Para o IDLH foram consideradas 10 faixas de valores:

- IDLH # 1 ppm
- $1 < \text{IDLH} \leq 10$ ppm
- $10 < \text{IDLH} \leq 50$ ppm
- $50 < \text{IDLH} \leq 100$ ppm
- $100 < \text{IDLH} \leq 250$ ppm
- $250 < \text{IDLH} \leq 500$ ppm
- $500 < \text{IDLH} \leq 1000$ ppm
- $1000 < \text{IDLH} \leq 2000$ ppm
- $2000 < \text{IDLH} \leq 4000$ ppm
- $4000 < \text{IDLH} \leq 8000$ ppm

Substâncias com valores de IDLH acima de 8000 ppm foram consideradas de toxicidade muito baixa e excluídas de classificação.

As substâncias selecionadas foram classificadas em 6 categorias de perigo, de acordo com a matriz apresentada na Figura A1.1, na qual estão representados os 7 níveis

de pressão de vapor e os 10 níveis de IDLH. As massas de referência (MRs) foram então estabelecidas por categoria de perigo, de acordo com a Tabela A1.1.

| | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------|---------|---------|--------|-------|------|-----|-------------------------------|
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | G |
| 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | GL |
| 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 350-760 |
| 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 100-350 |
| 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 50-100 |
| 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 25-50 |
| 6 | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 10-25 P _{vap} (mmHg) |
| 4000-8000 | 2000-4000 | 1000-2000 | 500-1000 | 250-500 | 100-250 | 50-100 | 10-50 | 1-10 | 0-1 | |

Figura A1.1 - Matriz de categorias de perigo das substâncias tóxicas

Tabela A1.1 - MRs para cada categoria de perigo das substâncias tóxicas

| Categoria | MR (kg) |
|-------------|---------|
| Categoria 1 | 50 |
| Categoria 2 | 100 |
| Categoria 3 | 250 |
| Categoria 4 | 500 |
| Categoria 5 | 750 |
| Categoria 6 | 1000 |

A relação das substâncias tóxicas selecionadas com os respectivos valores de IDLH, pressão de vapor e MRs está apresentada na Tabela A1.2

Os valores do IDLH das substâncias selecionadas foram extraídos da Edição de

junho de 1994 do Pocket Guide to Chemical Hazards, publicado pelo NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) dos EUA. Nos casos em que o NIOSH não desenvolveu valores de IDLH, estes foram estimados pela FEPAM com base no critério proposto pela EPA na publicação “Technical Guidance for Hazard Analysis” (1987), conforme indicado abaixo:

1. IDLH estimado = $LC50 \times 0.1$; ou
2. IDLH estimado = LCLO; ou
3. IDLH estimado = $LD50 \times 0.01$; ou
4. IDLH estimado = $LDLO \times 0.1$,

por ordem decrescente de prioridade. Os significados dos níveis LC50, LCLO, LD50 e LDLO estão explicados no Capítulo 2.

Observações:

1. As condições em que a substância está sendo processada ou armazenada devem ser levadas em conta para fins de classificação e uso da respectiva massa de referência. Por exemplo, uma substância cujo IDLH esteja na faixa 1-10 ppm e pressão de vapor na faixa 10-25 mmHg seria de categoria 3 (MR=250 kg), mas se no processo a mesma é usada acima do seu ponto de ebulição, a classificação a ser utilizada deve ser 1 cuja MR=50 kg.
2. As substâncias perigosas capazes de serem geradas intermediariamente ou por reação descontrolada no processo ou por combustão também devem ser consideradas.

Tabela A1.2 - Massas de Referência das Substâncias Tóxicas Selecionadas

| Substância | Nº CAS | IDLH | Pvap (mmHg) | Categoria | MR (kg) |
|-----------------------|-----------|--------|----------------|-----------|---------|
| 1,1-dicloroetano | 75-43-3 | 3000,0 | 182 | 5 | 750 |
| 1,1- dimetilhidrazina | 57-14-7 | 15,0 | 157 | 2 | 100 |
| 1,3-butadieno | 106-99-0 | 2000,0 | Gás | 3 | 250 |
| 2-butanona | 78-93-3 | 3000,0 | 78 | 5 | 750 |
| Acetato de etila | 141-78-6 | 2000,0 | 73 | 5 | 750 |
| Acetato de metila | 79-20-9 | 3100,0 | 173 | 5 | 750 |
| Acetato de n-butila | 123-86-4 | 1700,0 | 10 | 6 | 1000 |
| Acetato de sec-butila | 105-46-4 | 1700,0 | 10 | 6 | 1000 |
| Acetona | 67-64-1 | 2500,0 | 180 | 5 | 750 |
| Ácido cianídrico | 74-90-8 | 50,0 | Gás | 1 | 50 |
| Ácido clorídrico | 7647-01-0 | 50,0 | Gás | 1 | 50 |
| Ácido fluorídrico | 7664-39-3 | 30,0 | Gás | 1 | 50 |
| Ácido nítrico | 7697-37-2 | 25,0 | 83 | 2 | 100 |
| Ácido peracético | 79-21-0 | 14,5 | 20 | 3 | 250 |
| Ácido selênico | 7783-07-5 | 1,0 | Gás | 1 | 50 |
| Ácido sulfídrico | 7783-06-4 | 100,0 | Gás | 1 | 50 |
| Acrilonitrila | 107-13-1 | 85,0 | 137 | 2 | 100 |
| Acroleína | 107-02-8 | 2,0 | 339 | 2 | 100 |
| Álcool alílico | 107-18-6 | 20,0 | 36 | 3 | 250 |
| Alilamina | 107-11-9 | 28,6 | 305 | 2 | 100 |
| Amônia | 7664-41-7 | 300,0 | Gás liquefeito | 2 | 100 |
| Arsina | 7784-34-1 | 3,0 | Gás | 1 | 50 |
| Bromo | 7726-95-6 | 3,0 | 265 | 2 | 100 |
| Ciclohexano | 110-82-7 | 1300,0 | 78 | 5 | 750 |
| Ciclohexilamina | 108-91-8 | 1,0 | 14 | 5 | 250 |
| Cloreto cianogênico | 506-77-4 | 119,5 | Gás | 2 | 100 |
| Cloreto de acrila | 814-68-6 | 2,5 | 300 | 2 | 100 |
| Cloreto de etila | 75-00-3 | 3800,0 | Gás | 3 | 250 |

| Substância | Nº CAS | IDLH | Pvap (mmHg) | Categoria | MR (kg) |
|-----------------------------|------------|--------|----------------|-----------|---------|
| Cloreto de metila | 74-87-3 | 2000,0 | Gás | 2 | 100 |
| Cloreto de metileno | 75-09-2 | 2300,0 | 350 | 5 | 750 |
| Cloro | 7782-50-5 | 10,0 | Gás liquefeito | 1 | 50 |
| Cloroformiato de isopropila | 108-23-6 | 200,0 | 50 | 3 | 250 |
| Cloroformiato de metila | 79-22-1 | 700,0 | 141 | 2 | 100 |
| Cloroformiato de propila | 109-61-5 | 3,2 | 24 | 3 | 250 |
| Clorofórmio | 67-66-3 | 500,0 | 247 | 3 | 250 |
| Clorometil éter | 542-88-1 | 1,0 | 39 | 2 | 100 |
| Clorometil metil éter | 107-30-2 | 5,5 | 224 | 2 | 100 |
| Crotonaldeído | 123-73-9 | 50,0 | 41 | 3 | 250 |
| Cumeno | 98-82-8 | 900,0 | 8 | 6 | 1000 |
| Diborano | 19287-45-7 | 15,0 | Gás | 1 | 50 |
| Dicloromonofluorometano | 75-43-4 | 5000,0 | Gás | 4 | 500 |
| Dióxido de cloro | 10049-04-4 | 5,0 | Gás | 1 | 50 |
| Dióxido de enxofre | 7446-09-5 | 100,0 | Gás | 1 | 50 |
| Dissulfeto de carbono | 75-15-0 | 500,0 | 439 | 3 | 250 |
| Epicloridina | 106-89-8 | 75,0 | 20 | 4 | 500 |
| Etanol | 64-17-5 | 3300,0 | 44 | 6 | 1000 |
| Etilenodiamina | 107-15-3 | 1000,0 | 17 | 5 | 750 |
| Etilenoimina | 151-56-4 | 100,0 | 269 | 2 | 100 |
| Etil éter | 60-29-7 | 1900,0 | 440 | 4 | 500 |
| Fluor | 7782-41-4 | 25,0 | Gás | 1 | 50 |
| Formaldeído | 50-00-0 | 20,0 | Gás | 1 | 50 |
| Formiato de metila | 107-31-3 | 4500,0 | 476 | 5 | 750 |
| Fosfina | 7803-51-2 | 50,0 | Gás | 1 | 50 |
| Fosgênio | 75-44-5 | 2,0 | Gás | 1 | 50 |
| Furano | 110-00-9 | 4,3 | 734 | 1 | 50 |

| Substância | Nº CAS | IDLH | Pvap (mmHg) | Categoria | MR (kg) |
|---|------------|--------|----------------|-----------|---------|
| Gás liquefeito de petróleo (GLP) | 68476-85-7 | 2000,0 | Gás liquefeito | 3 | 250 |
| Hidrazina | 302-01-2 | 50,0 | 20 | 3 | 250 |
| Isobutironitrila | 78-82-0 | 1000,0 | 43 | 5 | 750 |
| Isocianato de metila | 624-83-9 | 3,0 | 559 | 1 | 50 |
| Isopropanol | 67-63-0 | 2000,0 | 33 | 5 | 750 |
| Isopropil éter | 108-20-3 | 1400,0 | 119 | 4 | 500 |
| Metacrilonitrila | 126-98-7 | 3,6 | 90 | 2 | 100 |
| Metanol | 67-56-1 | 6000,0 | 96 | 6 | 1000 |
| Metil acetileno | 74-99-7 | 1700,0 | Gás | 3 | 250 |
| Metil ciclohexano | 108-87-2 | 1200,0 | 37 | 5 | 750 |
| Metil hidrazina | 60-34-4 | 20,0 | 49 | 3 | 250 |
| Metil mercaptan | 74-93-1 | 150,0 | Gás | 2 | 100 |
| Metilal | 109-87-5 | 2200,0 | 330 | 5 | 750 |
| Metiltriclorosilano | 75-79-6 | 3,0 | 280 | 2 | 100 |
| Mistura de metil-acetileno e propadieno | 59355-75-8 | 3400,0 | Gás | 3 | 250 |
| Morfolina | 110-91-8 | 1400,0 | 6 | 6 | 1000 |
| N-butanol | 71-36-3 | 1400,0 | 6 | 6 | 1000 |
| N-hexano | 110-54-3 | 1100,0 | 124 | 4 | 500 |
| N-pentano | 109-66-0 | 1500,0 | 420 | 4 | 500 |
| Nafta (carvão) | 8030-30-6 | 1000,0 | < 5 | 6 | 1000 |
| Nafta (petróleo) | 8002-05-9 | 1100,0 | 40 | 5 | 750 |
| Níquel carbonil | 13463-39-3 | 2,0 | 400 | 1 | 50 |
| Octano | 111-65-9 | 1000,0 | 10 | 6 | 1000 |
| Oxicloreto de fósforo | 10025-87-3 | 4,8 | 46 | 2 | 100 |
| Óxido de etileno | 75-21-8 | 800,0 | Gás liquefeito | 3 | 250 |
| Óxido de mesitila | 141-79-7 | 1400,0 | 9 | 6 | 1000 |
| Óxido de propileno | 75-56-9 | 400,0 | 652 | 3 | 250 |

| Substância | Nº CAS | IDLH | Pvap (mmHg) | Categoria | MR (kg) |
|--------------------------|------------|--------|-------------|-----------|---------|
| Óxido nítrico | 10102-43-9 | 100,0 | Gás | 1 | 50 |
| Pentacarbonil ferro | 13463-40-6 | 87,5 | 40 | 3 | 250 |
| Perclorometilmercaptan | 594-42-3 | 10,0 | 10 | 3 | 250 |
| Piperidina | 110-89-4 | 260,1 | 42 | 4 | 500 |
| Propano | 74-98-6 | 2100,0 | Gás | 3 | 250 |
| Propilenoimina | 75-55-8 | 100,0 | 236 | 3 | 250 |
| Propionitrila | 107-12-2 | 16,3 | 61 | 2 | 100 |
| Tetracloroeto de titânio | 7550-45-0 | 189,7 | 16 | 4 | 500 |
| Tetrafluoreto de enxofre | 7783-60-0 | 19,0 | Gás | 1 | 50 |
| Terahidrofurano | 109-99-9 | 2000,0 | 132 | 4 | 500 |
| Tetrametil chumbo | 7446-11-9 | 40,0 | 22 | 3 | 250 |
| Tetranitrometano | 75-74-1 | 4,0 | 13 | 3 | 250 |
| Tricloreto de arsênio | 7784-34-1 | 13,5 | 10 | 1 | 50 |
| Tricloreto de boro | 10294-34-5 | 20,0 | Gás | 2 | 100 |
| Tricloreto de fósforo | 7719-12-2 | 25,0 | 150 | 1 | 50 |
| Trifluoreto de boro | 7637-07-2 | 25,0 | Gás | 3 | 250 |
| Trimetilclorosilano | 75-77-4 | 112,7 | 71 | 3 | 250 |
| Trióxido de enxofre | 7446-11-9 | 357,5 | 433 | 3 | 250 |
| Vinil acetato | 108-05-4 | 155,0 | 146 | 3 | 250 |

A1-2) Critério para seleção das substâncias inflamáveis (gases e líquidos voláteis) incluídas na relação

Dentre todas as substâncias combustíveis, somente aquelas definidas como inflamáveis (ver Seção 3) foram selecionadas para integrar a relação de substâncias inflamáveis perigosas.

No que concerne a segurança, o principal foco de atenção da FEPAM é a proteção das comunidades externas às instalações analisadas. A grande preocupação relativa aos possíveis danos decorrentes de acidentes com substâncias inflamáveis recai sobre a sua capacidade de formação de nuvens de vapor. Esta preocupação justifica-se pela possibilidade desse tipo de acidente causar danos a distâncias significativas do ponto de origem do acidente (acima de 50 metros).

Para fins do estabelecimento das MRs, as substâncias inflamáveis foram subdivididas em 4 categorias de perigo, em função da sua volatilidade:

- Categoria 1 - substâncias inflamáveis com pressão de vapor igual ou inferior a 100 mm Hg a 30 °C;
- Categoria 2 - substâncias inflamáveis com pressão de vapor entre 100 e 250 mmHg a 30 °C;
- Categoria 3 - substâncias inflamáveis com pressão de vapor superior a 250 mmHg a 30 °C;
- Categoria 4 - gases inflamáveis: substâncias que são gasosas à temperatura de 30 °C e pressão atmosférica

Os valores de MR de cada categoria de perigo das substâncias inflamáveis estão apresentados na Tabela A1.3.

Tabela A1.3 - MRs para cada categoria de perigo das substâncias inflamáveis

| Categoria de Perigo | MR (kg) |
|----------------------------|----------------|
| Categoria 1 | 25.000 |
| Categoria 2 | 10.000 |
| Categoria 3 | 5.000 |
| Categoria 4 | 2.500 |

A relação das substâncias inflamáveis selecionadas e respectivas MRs está apresentada na Tabela A1.4.

Tabela A1.4 - Relação das substâncias inflamáveis selecionadas e respectivas MRs

| SUBSTÂNCIA | Nº CAS | MR (kg) |
|-----------------------|-----------|---------|
| 1,3-Butadieno | 106-99-0 | 2.500 |
| 1,3-Pentadieno | 504-60-9 | 2.500 |
| 1-Buteno | 106-98-9 | 2.500 |
| 1-Cloropropileno | 590-21-6 | 2.500 |
| 1-Penteno | 109-67-1 | 2.500 |
| 2,2-Dimetilpropano | 463-82-1 | 2.500 |
| 2-Buteno | 107-01-7 | 5.000 |
| 2-Cloropropileno | 557-98-2 | 2.500 |
| 2-Metil-1-buteno | 563-46-2 | 5.000 |
| 2-Metilpropeno | 115-11-7 | 2.500 |
| 3-Metil-1-buteno | 563-45-1 | 2.500 |
| Acetaldeído | 75-07-0 | 2.500 |
| Acetileno | 74-86-2 | 2.500 |
| Aguarrás | - | 25.000 |
| Benzeno | 71-43-2 | 25.000 |
| Bromotrifluoroetileno | 593-73-2 | 2.500 |
| Butano | 106-97-8 | 2.500 |
| Cianogênio | 460-19-5 | 2.500 |
| Ciclopropano | 75-19-4 | 2.500 |
| cis-2-Buteno | 590-18-1 | 2.500 |
| cis-2-Penteno | 646-04-8 | 5.000 |
| Cloreto de etila | 75-00-3 | 2.500 |
| Cloreto de isopropila | 75-29-6 | 5.000 |
| Cloreto de vinila | 75-01-4 | 2.500 |
| Cloreto de vinilideno | 75-35-4 | 5.000 |
| Diclorosilano | 4109-96-0 | 2.500 |
| Difluoroetano | 75-37-6 | 2.500 |
| Diluyente de tintas | - | 25.000 |

| SUBSTÂNCIA | Nº CAS | MR (kg) |
|----------------------------------|------------|---------|
| Dimetilamina | 124-40-3 | 2.500 |
| Etano | 74-84-0 | 2.500 |
| Etanol | 64-17-5 | 25.000 |
| Eter etílico | 60-29-7 | 5.000 |
| Eter metílico | 115-10-6 | 2.500 |
| Eter vinil etílico | 109-92-2 | 5.000 |
| Eter vinil metílico | 107-25-5 | 2.500 |
| Etil acetileno | 107-00-6 | 2.500 |
| Etil mercaptan | 75-08-1 | 5.000 |
| Etilamina | 75-04-7 | 2.500 |
| Etileno | 74-85-1 | 2.500 |
| Fluoreto de vinila | 75-02-5 | 2.500 |
| Fluoreto de vinilideno | 75-38-7 | 2.500 |
| Formiato de metila | 107-31-3 | 5.000 |
| Gás liquefeito de petróleo (GLP) | 68476-85-7 | 2.500 |
| Gás natural | - | 2.500 |
| Gasolina | 8006-61-9 | 5.000 |
| Hexano | 110-54-3 | 10.000 |
| Hidrogênio | 1333-74-0 | 2.500 |
| Isobutano | 75-28-5 | 2.500 |
| Isopentano | 78-78-4 | 2.500 |
| Isoprene | 78-79-4 | 2.500 |
| Isopropilamina | 75-31-0 | 2.500 |
| Metano | 74-82-8 | 2.500 |
| Metanol | 67-56-1 | 10.000 |
| Metilamina | 74-89-5 | 2.500 |
| Monóxido de cloro | 7791-21-1 | 2.500 |
| MTBE | 1634-04-4 | 5.000 |
| Nafta | 8030-30-6 | 25.000 |
| Nitrito de etila | 109-95-5 | 2.500 |

| SUBSTÂNCIA | Nº CAS | MR (kg) |
|------------------------|------------|---------|
| Óleo diesel | - | 10.000 |
| Oxissulfeto de carbono | 463-58-1 | 2.500 |
| Pentano | 109-66-0 | 5.000 |
| Propadieno | 463-49-0 | 2.500 |
| Propano | 74-98-6 | 2.500 |
| Propileno | 115-07-1 | 2.500 |
| Propino | 74-99-7 | 2.500 |
| Querosene | - | 25.000 |
| Silano | 7803-62-5 | 2.500 |
| Tetrafluoroetileno | 116-14-3 | 2.500 |
| Tolueno | 108-88-3 | 25.000 |
| trans-2-Buteno | 624-64-6 | 2.500 |
| trans-2-Penteno | 627-20-3 | 5.000 |
| Triclorosilano | 10025-78-2 | 5.000 |
| Trifluorocloroetileno | 79-38-9 | 2.500 |
| Trimetilamina | 75-50-3 | 2.500 |
| Tetrametilsilano | 75-76-3 | 2.500 |
| Vinil acetileno | 689-97-4 | 2.500 |

A1-3) Critério para seleção das substâncias explosivas incluídas na relação

A relação das substâncias explosivas selecionadas está apresentada na Tabela A1.5, a qual consiste na listagem de todas as substâncias explosivas listadas pelo Departamento dos Transportes dos EUA (US DOT) na Divisão 1.1 da Tabela de Materiais Perigosos (Table of Hazardous Materials and Special Provisions) do 49 CFR 172.101. Além daquelas listadas na Tabela A1.5, também fazem parte da categoria explosivos todos os produtos assim denominados, detonadores (UN0030), flares (UN00092), fogos de artifício (UN0333), ignitores (UN0454) etc.

A massa de referência de cada substância (MR) foi fixada em 50 kg para todas as substâncias da relação. Esta massa corresponde aproximadamente à massa de TNT que ao explodir resulta em uma sobrepressão de 1 psi a cerca de 50 metros do centro da explosão. Este valor de sobrepressão, embora resulte em quebra de vidros de algumas janelas, não é suficiente para causar danos significativos aos edifícios residenciais situados à distância de 50 metros, não resultando, portanto, em dano às pessoas presentes no seu interior.

Tabela A1.5 - Relação das substâncias explosivas selecionadas e respectivas MRs

| Substância | Nº da ONU | MR (kg) |
|---------------------------------|-----------|---------|
| 5-Nitrobenzotriazol | UN 0385 | 50 |
| Ácido pícrico | UN 1344 | 50 |
| Azida de bário | UN 0129 | 50 |
| Azida de chumbo | UN 0224 | 50 |
| Ciclotetrametilenoteranitramina | UN 0484 | 50 |
| Diazodinitrofenol | UN 0074 | 50 |
| Dingu | UN 0489 | 50 |
| Dinitrato de dietilenoglicol | UN 0075 | 50 |
| Dinitrofenol | UN 0076 | 50 |
| Dinitroglucoluril | UN 0489 | 50 |
| Dinitroresorcinol | UN 0078 | 50 |
| Estifanato de bário | NA 0473 | 50 |
| Fulminato de mercúrio | UN 0135 | 50 |
| Goma nitrada | UN 0146 | 50 |
| Hexanitrato de manitol | UN 0133 | 50 |
| Hexanitroestilbeno | UN 0392 | 50 |
| Hexolite | UN 0118 | 50 |
| Hexotonal | UN 0393 | 50 |
| Hexyl | UN 0079 | 50 |
| Nitrato de amônio | UN 0222 | 50 |
| Nitroanilinas | UN 1661 | 50 |
| Nitrobenzeno | UN 0385 | 50 |
| Nitrocelulose | UN 0341 | 50 |
| Nitroglicerina | UN 0143 | 50 |
| Nitromanita | UN 0133 | 50 |

| | | |
|--------------------------------|---------|----|
| Nitrotriazolona | UN 0490 | 50 |
| Nitroureia | UN 0147 | 50 |
| Octol | UN 0266 | 50 |
| Octonal | UN 0496 | 50 |
| Pentaeritritol | UN 0150 | 50 |
| Pentolita | UN 0151 | 50 |
| Perclorato de amônio | UN 0402 | 50 |
| Picrato de amônio | UN 0004 | 50 |
| Pólvora negra | UN 0027 | 50 |
| Propelente líquido | UN 0495 | 50 |
| Propelente sólido | UN 0498 | 50 |
| RDX | UN 0391 | 50 |
| Sulfeto de dipicrila | UN 0401 | 50 |
| Tetranitrato de pentaeritritol | UN 0150 | 50 |
| Trinitrotolueno | UN 1356 | 50 |

APÊNDICE 2

**ABRANGÊNCIA DA ANÁLISE QUANTITATIVA DE RISCOS (AQR)
A SER REALIZADA PELAS ATIVIDADES DE CATEGORIA DE RISCO 4**

A estrutura geral da Análise Quantitativa de Riscos (AQR) das instalações integrantes da atividade regulamentada está mostrada na Figura A2.1.

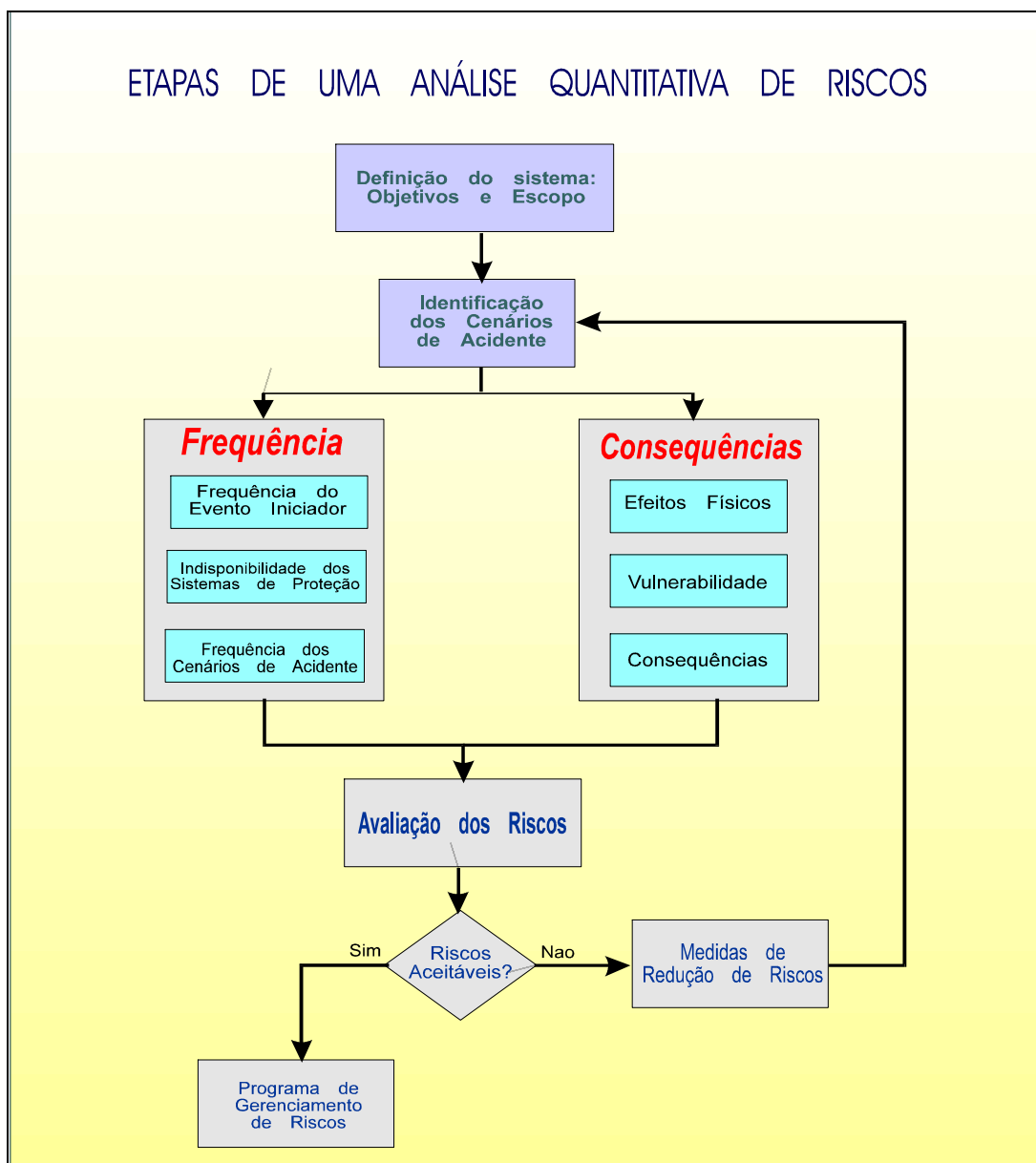


Figura A2.1 - Diagrama Ilustrativo das Etapas de uma AQR

A abrangência da AQR a ser realizada pelas atividades classificadas na categoria

de Nível de Risco 4, deverá contemplar pelo menos os seguintes elementos:

1. Objetivos e abrangência do estudo
2. Informações gerais sobre a região onde se localiza a atividade
3. Descrição técnica dos sistemas e das instalações em geral
4. Identificação dos Eventos Iniciadores
5. Avaliação da frequência de ocorrência dos cenários
6. Análise de vulnerabilidade
7. Avaliação dos riscos
8. Identificação de medidas de redução dos riscos
9. Reavaliação dos riscos considerando-se a implementação das medidas; discussão sobre eficiência ou não das medidas (ALARA)

A seguir são apresentadas algumas questões específicas a serem abordadas em cada um dos tópicos indicados acima.

A2-1) Apresentação do trabalho

Este tópico deverá conter uma apresentação dos objetivos e da abrangência da AQR realizada, indicando claramente a estrutura geral do trabalho realizado.

A2-2) Dados gerais sobre a região onde se localizam as instalações analisadas

No âmbito deste tópico deverão ser apresentados todos os dados gerais sobre a região onde se localizam as instalações analisadas, incluindo mapas e plantas de localização, dados populacionais e dados meteorológicos.

Os dados populacionais deverão ser apresentados sob a forma de mapas, com setores censitários (ou equivalente) e pontos de interesse (escolas, hospitais, estádios etc.), indicando os valores da ocupação populacional (número de pessoas) em cada área de interesse para o cálculo dos riscos das instalações. Os dados populacionais deverão ser mapeados para as duas situações de interesse: dia (06h01min até 18h00min) e noite (18h01min até 06h00min).

Os dados meteorológicos deverão ser apresentados sob a forma de tabelas de frequência relativa de ventos (direção e velocidade), contendo pelo menos 8 direções de vento e 4 faixas de velocidades. Caso se disponha de dados relativos a classe de estabilidade atmosférica na região, estes deverão ser usados conjuntamente com os dados de direção e velocidade para se compor as tabelas de frequências relativas. Caso não se disponha desses dados, o trabalho deverá ser realizado tomando-se a classe de estabilidade D (neutra) como representativa da região. Deverão ser utilizados valores médios ou valores mais prováveis para os demais parâmetros ambientais de interesse: temperatura ambiente, umidade relativa, pressão atmosférica, temperatura do solo etc.

A2-3) Descrição dos sistemas e das instalações em geral

Deverá ser feita uma descrição sucinta das principais características técnicas das instalações e sistemas em estudo, definindo-se claramente as suas fronteiras e interfaces com outras instalações e sistemas, processos e/ou atividades realizadas nas instalações incluindo principais parâmetros (pressão, temperatura etc.). Deverá ser dada ênfase à descrição dos sistemas de segurança previstos para as instalações.

Devem constar da descrição, a lista de substâncias perigosas manipuladas (armazenadas, transportadas ou processadas) nas instalações, com as respectivas quantidades, incluindo possíveis compostos intermediários ou que possam ser gerados em reações ou combustão descontrolada.

Devem ser descritas as operações de carga e descarga, de processamento, com as quantidades envolvidas, vazões, temperaturas, pressões e demais parâmetros operacionais, bem como dispositivos de acompanhamento e de proteção.

A2-4) Descrição para dutos

Descrever o sistema de distribuição ou de transmissão com o traçado geral em um mapa de localização, indicando os municípios cortados pelo sistema. Listar todas as substâncias transportadas com suas principais, com os respectivos fatores de utilização anual de cada substância, em porcentagem de tempo.

Quando for o caso, incluir os seguintes dados:

- a) Informações básicas: material de fabricação das tubulações, diâmetro, isolamento térmico e revestimento de proteção etc.;
- b) Parâmetros de operação: pressão, vazão e temperatura na condição normal de operação, máxima (MAOP- Maximum Allowable Operating Pressure) e de projeto (design pressure);
- c) Métodos construtivos, indicando profundidade, método de instalação (vala a céu aberto, furo direcional etc.), respectiva localização e extensão.
- d) Classe de locação: indicar em quadro/tabela a classe de locação adotada com a respectiva localização e extensão de cada trecho;
- e) Válvulas, dispositivos de segurança e de alívio: identificação, localização (distância), tipo de válvula (bloqueio, controle, de segurança, de alívio etc.) e acionamento (automático, remoto ou manual), mostradas no traçado (foto, imagem de satélite, fluxograma etc.);
- f) Descrição do sistema proteção utilizado contra corrosão;
- g) Descrição dos tipos de proteção mecânica, indicando tipo, localização e extensão (barreiras contra erosão, encamisamento, placas de concreto etc.);
- h) Parâmetros de monitoração: descrever o sistema de monitoração, informando os parâmetros observados/acompanhados, controle e atuação e a localização do centro de controle;
- i) Sinalização: informar o tipo de sinalização aérea utilizada (placas, marcos de concreto ou tachões), sua finalidade (identificação de válvulas, pontos de teste, quilometragem do duto, advertência tipo “não escavar” etc.), informações contidas (telefones de emergência, profundidade etc.) e os critérios de instalação;

- j) Faixa do duto: indicar a largura e presença de sinalização dos limites da faixa com o critério de instalação;
- k) Gradiente hidráulico: apresentar o gráfico do perfil hidráulico do sistema, incluindo as curvas de pressão para cada substância transportada de acordo com as condições operacionais, em escala adequada;
- l) Normas e códigos de projeto: relacionar as normas e códigos que orientam os aspectos de segurança e de projeto do empreendimento;
- m) Lista de documentos anexos: toda a descrição deve ser acompanhada de material de referência pertinente como fotos aéreas, plantas, fluxogramas de processo, diagramas de instrumentação e tubulação, leiaute, entre outros, com o qual seja possível identificar as instalações.

A2-5) Identificação dos Eventos Iniciadores

Uma clara e abrangente identificação dos eventos iniciadores de acidente é uma parte fundamental do processo de avaliação de riscos. Diversas técnicas analíticas têm sido utilizadas para este fim, dentre elas: Análise Histórica, Análise Preliminar de Riscos (APR) também denominada Análise Preliminar de Perigos (APP), Análise de Perigos e Operabilidade (HAZOP), Análise de Modos e Efeitos de Falhas (FMEA), Análise E SE etc. No contexto da AQR requerida pela FEPAM, será considerado satisfatório se a identificação dos eventos iniciadores for feita através da aplicação da técnica de APR. A realização de Análise Histórica previamente à APR é recomendável. As demais poderão ser utilizadas para complementar o trabalho, caso os responsáveis pela atividade regulamentada assim o desejarem. No Apêndice 4 deste manual, encontram-se orientações para a realização de uma APR.

A2-6) Eventos Iniciadores para Dutos

Para os casos de dutos, considerar pelo menos três hipóteses de cenários:
Ruptura- vazamento por orifício de diâmetro igual ao da tubulação;
Médio- vazamento por orifício com 20 % do diâmetro da tubulação;
Pequeno- vazamento por orifício com 5 % do diâmetro da tubulação;

Inventário a considerar no caso de bola de fogo- na hipótese de ruptura de duto com ignição imediata é necessário estabelecer um tempo de vazamento para estimativa da massa de material a ser considerada na bola de fogo. Para gases liquefeitos, considerar a massa vazada nos primeiros dez segundos de vazamento. Para dutos transportando gás natural usar a seguinte expressão para estabelecer a massa a considerar na bola de fogo.

A massa será estimada com base na seguinte expressão:

$$M = \text{Max}[M_1(t), M_3(t)]$$

Onde,

$$M1(t) = \left[\frac{29 * t}{4.5 * A} \right]^3 = 9.527 * t^3 \quad [kg]$$

$$M3(t) = \left[\frac{29 * t}{8.2 * A} \right]^6 = 2,479 * 10^{-3} * t^6 \quad [kg]$$

Com o tempo obtido com base no instante em que a massa vazada do duto é igual ao maior valor entre M1(t) e M3(t). Nas figuras a seguir, tem-se dois exemplos.

As simulações foram feitas com o programa PHAST 6.7, da Det Norske Veritas – DNV, onde foi considerada a ruptura no extremo de um duto de 5000 m conectado a um reservatório contendo metano. Para o primeiro caso o inventário no sistema foi de 100 ton e no segundo 10⁶ ton. As estimativas de massa total vazada, como função do tempo transcorrido desde o instante da ruptura, estão mostradas nas Figura 1 e 2, juntamente com M1(t) e M3(t).

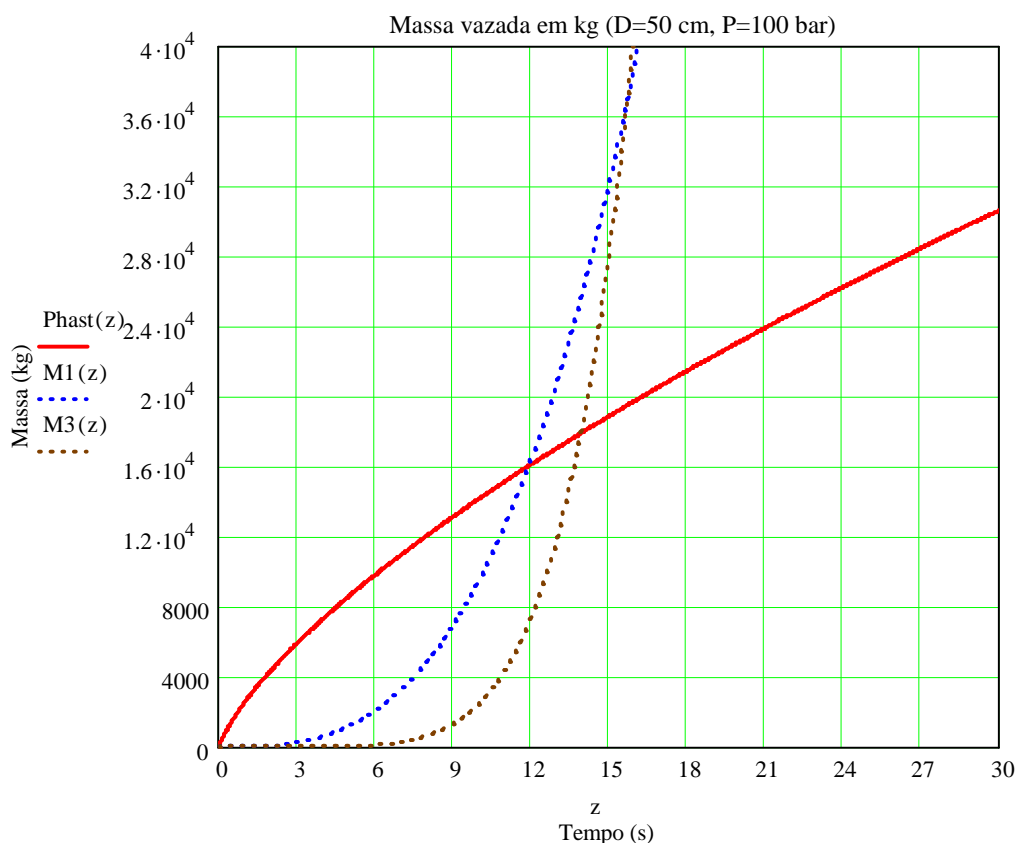


Figura 1- Massa vazada usando Phast 6.7, M1(t) e M3(t), D=20 pol, P= 100 barg

No caso do duto de 20 pol, as curvas de massa total vazada e $M1(t)$ encontram-se em $t=12s$, correspondendo a 16,46 ton de metano. Já, para o duto de 48 pol, o encontro da curva correspondente ao total vazado acontece com $M3(t)$, em $t=20,6 s$, onde o valor de massa vazada é 189,2 ton.

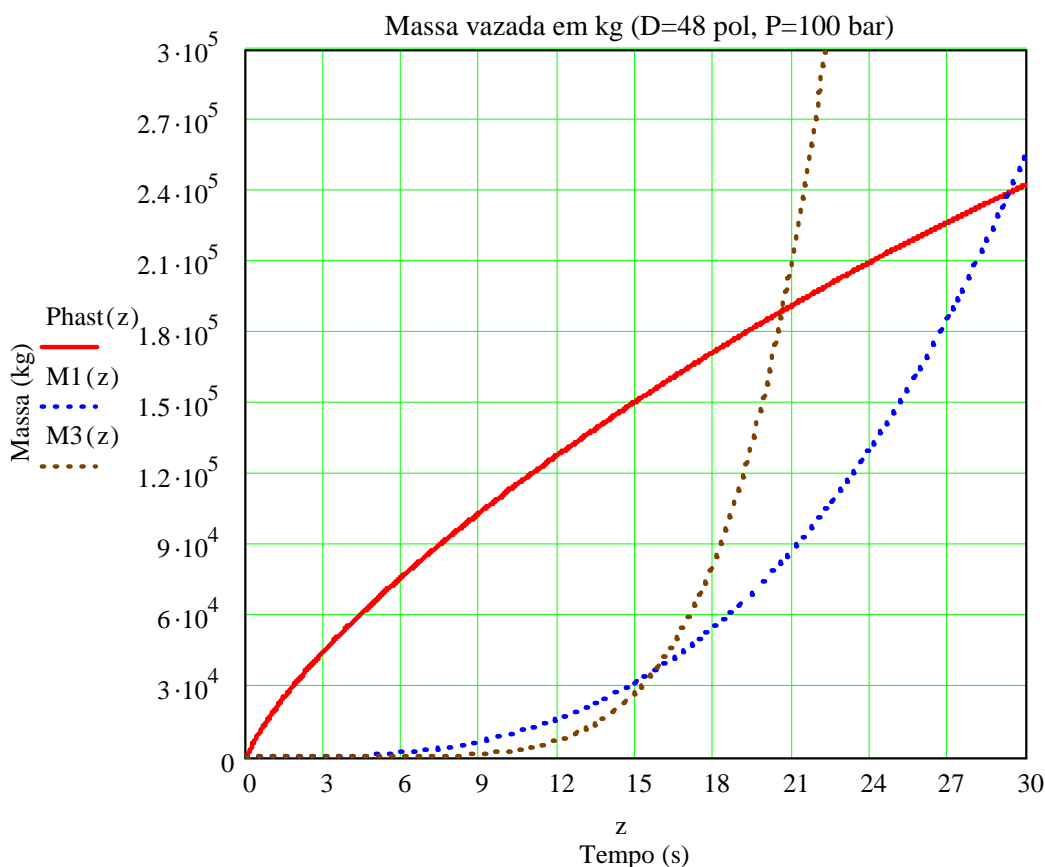


Figura 2- Massa vazada usando Phast 6.7, $M1(t)$ e $M3(t)$, D=48 pol, P= 100 bar

A2-7) Avaliação da frequência de ocorrência dos cenários

Deverá ser feita uma avaliação quantitativa da frequência de ocorrência de cada evento iniciador, utilizando-se dados existentes em referências bibliográficas e bancos de dados internacionais. Para eventos iniciadores complexos que envolvam falhas de sistemas, deverão ser construídas e avaliadas árvores de falhas específicas para cada situação. Ainda no âmbito deste elemento, deverão ser avaliadas as frequências de ocorrência dos diversos cenários de acidente capazes de ocorrer após um dado evento iniciador. Estes cenários envolvem desde falhas de eventuais sistemas de segurança que

venham a ser demandados em cada caso, até as diferentes direções e faixas de velocidade do vento e as possibilidades de ignição imediata e retardada. Estes cenários podem ser determinados através da construção de árvores de eventos para cada evento iniciador. A probabilidade de falha (indisponibilidade) dos sistemas de segurança deve ser avaliada através da construção de árvores de falhas ou por outras técnicas equivalentes de análise de confiabilidade.

A2-8) Análise de vulnerabilidade

Deverá ser realizada uma Análise de Vulnerabilidade para o conjunto dos cenários classificados na APR como pertencentes às categorias de severidade (consequências) crítica e catastróficas, ou seja, aqueles cenários com maior potencial de causar danos às populações circunvizinhas, ao meio-ambiente e às instalações analisadas. Esta análise deverá ser realizada para as condições meteorológicas mais prováveis da região onde se encontram as instalações em questão. Esta análise deverá ser conduzida para vários níveis de danos característicos dos diferentes tipos de efeitos físicos resultantes dos cenários analisados:

- Para incêndios em poça ou tocha (jato de fogo), deverá ser indicada a curva representativa do nível de fluxo térmico igual a 5 kW/m^2 , a probabilidade de morte seria de 1%, no caso de exposição de uma pessoa a este nível de fluxo térmico, por tempo de aproximadamente 1 minuto, ver “Guidelines for Quantitative Risk Assessment”, CPR18E, 2ª edição, Committee for the Prevention of Disasters, Holanda, 2005;
- Para explosões de qualquer natureza (de nuvens de vapor, físicas, confinadas ou não e de substâncias explosivas) deverão ser indicadas as curvas representativas dos seguintes níveis de sobrepressão: 13 kPa (1% probabilidade de ruptura de tímpanos) e 7 kPa (danos estruturais em residências).
- Para nuvens tóxicas, deverão ser indicadas (pelo menos) as curvas representativas dos seguintes níveis de danos: concentração correspondente ao LC1-30 e concentração igual ao IDLH da substância tóxica em questão.

As curvas referidas acima deverão ser indicadas sobre mapas indicativos da região abrangida pelas curvas de vulnerabilidade, sendo indicadas nesses mapas as localizações dos pontos mais críticos da região, tais como, residências, praças, estádios, hospitais, escolas etc.

A2-9) Avaliação dos riscos

Deverão ser avaliados tanto os riscos individuais como os riscos sociais. Os primeiros deverão ser indicados sob a forma de contornos de iso-risco, sendo apresentadas curvas representativas desde os maiores valores de risco obtidos até, pelo menos, o nível de 10^{-8} /ano, variando de uma ordem de magnitude de uma para a outra. Os riscos sociais deverão ser apresentados sob a forma de curvas F-N. Tendo em visto, a possibilidade de uma análise custo-benefício tenha que ser realizada (conforme indicado abaixo), deverá ser obtido também o índice correspondente ao “risco social médio”, correspondente ao somatório dos produtos frequência x consequência para todos os cenários de acidente analisados. Os riscos individuais e sociais obtidos na avaliação quantitativa deverão ser comparados aos Critérios de Tolerabilidade de Riscos adotados pela FEPAM, conforme descritos no Capítulo 7 deste manual.

A2-10) Identificação de medidas de redução dos riscos

Dependendo da análise comparativa dos resultados obtidos com os valores dos critérios de tolerabilidade, deverão ser propostas medidas de redução dos riscos da instalação. Estas medidas poderão objetivar tanto a redução da frequência de ocorrência dos cenários de acidente, como a mitigação das suas consequências.

A2-11) Reavaliação dos riscos considerando-se a implementação das medidas; discussão sobre eficiência ou não das medidas (ALARA)

Deverá ser feita uma reavaliação dos riscos sociais e individuais considerando-se a implementação das medidas de redução de riscos propostas no item anterior. Os resultados do impacto de cada medida sobre os riscos das instalações deverão ser apresentados separadamente (por medida sugerida) e para a implementação de um conjunto de medidas ou para todas as medidas simultaneamente. Os resultados obtidos deverão ser novamente comparados aos Critérios de Tolerabilidade da FEPAM. Caso os novos valores de risco não estejam plenamente dentro da região considerada “perfeitamente tolerável”, a reavaliação dos riscos deverá ser seguida de uma análise custo-benefício para se avaliar a eficiência de cada medida de redução de risco em relação ao seu custo de implementação. A implementação ou não de cada medida deverá ser decidida tomando-se por base os resultados dessa análise custo-benefício, no contexto de uma análise tipo ALARA (“As Low As Reasonably Achievable”), ou seja, somente não precisarão ser implementadas as medidas para as quais as respectivas relações custo-benefício indicarem valores de custo desproporcionalmente altos em relação aos benefícios resultantes. Os responsáveis pela AQR deverão indicar claramente suas decisões envolvendo cada uma das medidas propostas, apresentando argumentações referentes aos padrões adotados em seu julgamento. Deverá ser apresentada uma relação final contendo as medidas de redução de riscos a serem implementadas nas instalações em análise.

Além dos tópicos indicados acima, os relatórios das AQRs deverão vir acompanhados de anexos contendo os modelos utilizados nos cálculos, bem como, cópias (em papel ou em disquete) dos arquivos de entrada e saída dos programas de cálculo utilizados na AQR.

APÊNDICE 3

ABRANGÊNCIA DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RISCOS A SER IMPLEMENTADO PELAS ATIVIDADES DE CATEGORIA DE RISCO 4

O Programa de Gerenciamento de Risco a ser implementado pelas atividades regulamentadas de nível de risco 4 deverá conter no mínimo os seguintes elementos de gestão:

1. Alocação de responsabilidades
2. Informação sobre segurança de processo
3. Análise de riscos
4. Investigação de acidentes
5. Normas e procedimentos operacionais
6. Capacitação de recursos humanos
7. Gerenciamento de modificações
8. Manutenção e garantia de integridade dos equipamentos críticos e dos sistemas de proteção
9. Planejamento de resposta a emergências
10. Auditoria do PGR

Um breve resumo descritivo de cada um desses elementos está apresentado a seguir.

A3-1) Alocação de responsabilidades

Em última instância, a responsabilidade pelo gerenciamento dos riscos das instalações regulamentadas cabe à Gerência Superior da empresa responsável. No entanto, para atender a este elemento de gestão, a prática recomendada neste caso consiste em se designar uma pessoa do mais alto nível de gerência sênior das instalações como responsável pela garantia de que o Programa de Gerenciamento de Riscos foi devidamente implementado e que está sendo seguido continuamente em todos os locais e níveis operacionais da organização.

Além da identificação do responsável máximo referido no parágrafo anterior, deverá constar deste item, a estruturação organizacional do Programa de Gerenciamento de Riscos e uma relação de todas as pessoas responsáveis pela implementação de cada um dos demais elementos de gestão do Programa nos diversos níveis operacionais pertinentes em cada caso.

A3-2) Informação sobre segurança de processo

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão manter uma compilação de informações sobre segurança de processo pertinente para as suas instalações. Esta

compilação deverá abranger: 1) informações referentes aos perigos das substâncias reguladas utilizadas ou produzidas no processo e 2) informações referentes à tecnologia e aos equipamentos do processo.

No que se refere ao primeiro grupo de informações, deverão ser apresentados os seguintes dados:

1. Informações de toxicidade
2. Limites permissíveis de exposição
3. Dados físicos
4. Dados de reatividade
5. Dados de corrosividade
6. Dados de estabilidade térmica e química
7. Efeitos perigosos de misturas inadvertidas de diferentes materiais existentes nas instalações.

No que se refere ao segundo grupo (informações sobre a tecnologia e equipamentos do processo), deverão constar os seguintes documentos:

1. Fluxograma de processo
2. Memorial descritivo das instalações
3. Fluxogramas de engenharia
4. Classificação elétrica
5. Dados constitutivos dos equipamentos e das tubulações
6. Descritivo do sistema de intertravamento (incluindo matriz de causa e efeito)
7. Descritivo dos sistemas de segurança (alívio, combate a incêndio, detecção de fogo e gás, etc)
8. Normas e códigos de projeto empregados

As informações referidas acima deverão ser mantidas atualizadas, de modo a refletir sempre a real situação das instalações ao longo do tempo, o que demandará a implementação de um sistema de controle específico para este elemento.

A3-3) Análise de riscos

As análises de riscos referidas ao longo deste documento formam o principal elemento de gestão do Programa de Gerenciamento de Riscos, pois são elas que indicarão os riscos a serem de fato gerenciados. A abrangência das análises a serem realizadas em cada caso deverão seguir as indicações contidas no Capítulo 5 (Exigências para licenças) deste documento.

As análises de risco realizadas no âmbito do Programa de Gerenciamento de Riscos deverão ser revisadas periodicamente (no máximo a cada 5 anos, ou quando forem executadas modificações significativas nas instalações analisadas), visando a sua atualização em função de mudanças nas instalações ou nos seus procedimentos operacionais e de manutenção, as quais ocorrem normalmente durante a operação de

unidades de processamento.

A3-4) Investigação de acidentes/incidentes

A investigação de acidentes e incidentes visa obter o maior número possível de elementos que possam identificar as causas básicas do fato ocorrido, a fim de prevenir novas ocorrências similares e promover aprendizagem com os eventos ocorridos.

Incidentes que resultem ou possam resultar em não conformidades operacionais, danos à integridade física de pessoas, danos ao patrimônio ou impactos ambientais devem ser, obrigatoriamente investigados.

A investigação de um acidente contempla:

- A natureza do acidente;
- As causas e os fatores que contribuíram para a sua ocorrência;
- As ações corretivas a serem implantadas.

A comunicação e o registro de acidentes e/ou incidentes devem ser feitos através do preenchimento de formulários ou outras formas equivalentes de acordo com a característica do mesmo (incidentes sem lesão, acidentes com lesão e incidentes ambientais).

O encarregado da Segurança do Trabalho deve ser responsável por conduzir o processo de investigação e propor as ações corretivas necessárias para evitar novas ocorrências semelhantes.

As ações corretivas recomendadas na análise de acidentes e/ou incidentes devem ser registradas num programa de Tratamento de Não Conformidades ou similar, definindo os prazos, recursos e responsabilidades para as não conformidades levantadas.

Após o fechamento do processo de investigação e de tratamento de não conformidades deve ser elaborado um relatório sobre o acidente/incidente ocorrido. Cabe ao setor responsável a divulgação do relatório para os funcionários e demais colaboradores da instalação.

A3-5) Procedimentos operacionais

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão desenvolver e implementar procedimentos operacionais escritos, que forneçam indicações claras para a condução segura das atividades envolvidas em cada processo. Tais procedimentos deverão ser consistentes com as informações de segurança de processo indicadas anteriormente e deverão abranger os seguintes elementos:

1. Passos para cada fase de operação das instalações:
 - a) Partida

- b) Operação normal
 - c) Operações temporárias
 - d) Parada normal
 - e) Desligamento de emergência (incluindo as condições em que tal procedimento é necessário e a atribuição de responsabilidades aos operadores qualificados para a execução desse procedimento de forma segura)
 - f) Repartida, após um desligamento normal ou de emergência
2. Limites operacionais
- a) Valores dos limites operacionais dos parâmetros críticos de segurança do processo
 - b) Consequências da ocorrência de desvios operacionais (valores dos parâmetros fora dos limites operacionais)
 - c) Passos necessários para se evitar a ocorrência dos desvios operacionais
3. Considerações de segurança e saúde ocupacional
- a) Propriedades perigosas dos materiais utilizados no processo
 - b) Precauções necessárias para se evitar a exposição, incluindo controles de engenharia, controles administrativos e equipamentos de proteção individual
 - c) Medidas de controle a serem empregados em caso de ocorrência de contato físico ou exposição aérea inadvertida
 - d) Controle de qualidade das matérias primas
 - e) Controle dos níveis do inventário das substâncias perigosas
4. Sistemas de segurança existentes e suas funções

Os procedimentos operacionais referidos acima deverão ser revisados tanto quanto necessário para refletir a prática operacional corrente, incluindo as modificações que resultem de mudanças nos processos químicos, mudanças de tecnologia e mudanças de equipamento. Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão certificar-se, pelo menos anualmente, de que os procedimentos existentes refletem as práticas operacionais em uso.

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão desenvolver e implementar práticas seguras de trabalho para atividades tais como entrada em espaços confinados, abertura de equipamentos ou linhas de processo e trabalho a quente. Estas práticas seguras de trabalho deverão ser aplicadas tanto para trabalhos realizados por funcionários da empresa como por empregados de contratadas.

A3-6) Capacitação de recursos humanos

O programa de capacitação de recursos humanos a ser implementado deverá ser formado por três partes: treinamento inicial, retreinamento e documentação do

treinamento, as quais estão apresentadas a seguir.

a) Treinamento inicial

Todos os empregados envolvidos atualmente na operação de um processo e todos aqueles prestes a serem envolvidos na operação de um novo processo, deverão receber treinamento nos procedimentos operacionais referidos na seção 4 desse apêndice.

Em lugar desse treinamento inicial, para os empregados que já desempenham funções operacionais atualmente, os responsáveis pela atividade regulamentada poderão certificar por escrito que os empregados já possuem os conhecimentos, qualificações e habilidades necessárias para desenvolverem as suas funções de forma segura.

b) Retreinamento

O retreinamento deverá ser feito, pelo menos a cada 3 anos, de modo a se assegurar que os empregados entenderam e estão seguindo de fato os procedimentos operacionais existentes.

c) Documentação do treinamento

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão manter registros do treinamento de cada empregado envolvido com a operação do processo, contendo identidade do empregado, as datas do treinamento e os meios utilizados para verificar que o empregado entendeu e teve bom aproveitamento no treinamento.

A3-7) Gerenciamento de modificações

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão estabelecer e implementar procedimentos escritos para o gerenciamento de modificações nos processos químicos, em tecnologia, nos equipamentos e nos procedimentos operacionais.

Os procedimentos deverão garantir que as seguintes considerações sejam feitas antes que qualquer mudança seja realizada:

- a) A base técnica para a mudança proposta
- b) O impacto da mudança sobre a segurança de processo e sobre a segurança ocupacional (a realização de uma APR pode ser suficiente)
- c) As modificações correspondentes nos procedimentos operacionais
- d) O período de tempo necessário para a realização da mudança
- e) As autorizações requeridas para a realização da mudança

Os empregados (próprios e de contratadas) envolvidos na operação e na manutenção, cujas tarefas venham a ser afetadas pelas modificações deverão ser informados e treinados antes da repartida da planta ou da parte afetada.

A3-8) Garantia de manutenção, integridade e confiabilidade dos equipamentos críticos e dos sistemas de proteção

Este elemento do Programa de Gerenciamento de Riscos aplica-se aos seguintes itens do processo:

- a) Vasos de pressão
- b) Tanques de estocagem
- c) Sistemas de alívio e de vent
- d) Sistemas de desligamento de emergência
- e) Sistemas de controle (incluindo sistemas de monitoração, alarme e intertravamento)
- f) Bombas
- g) Compressores
- h) Sistemas de controle de efluentes

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão estabelecer e implementar procedimentos escritos para garantir a manutenção, manter a integridade e a confiabilidade dos sistemas, equipamentos e dispositivos de processo referidos acima. Tais procedimentos deverão conter explicitamente a realização de inspeções e testes funcionais de todos os itens referidos acima. A frequência de realização das inspeções e testes funcionais deverá ser compatível com as recomendações dos fabricantes e com boas práticas de engenharia.

A3-9) Planejamento de resposta a emergências

Os responsáveis pela atividade regulamentada deverão desenvolver e implementar um Plano de Resposta a Emergências (PRE) com o objetivo de proteger os empregados, o público externo e o meio ambiente. Tal programa deverá envolver, pelo menos, os elementos relacionados a seguir.

- a) Atribuição de responsabilidades
- b) Designação de um Centro de Controle de Emergência (principal e alternativo)
- c) Procedimentos para comunicação com Autoridades Competentes
- d) Procedimentos para informação ao público potencialmente afetado
- e) As bases técnicas para a elaboração do Plano
- f) Procedimentos e medidas de ação de emergência no decorrer do acidente
- g) Procedimentos para revisão e atualização do Plano
- h) Procedimentos para treinamento periódico dos empregados

As bases técnicas para elaboração do PRE deverão ser consistentes com os resultados da análise de riscos das instalações envolvidas, identificando claramente os

cenários de acidente tomados como base para o desenvolvimento do Plano e contemplando procedimentos e medidas de ação de emergência específicos para o controle das emergências geradas por cada um dos cenários analisados ou por grupos de cenários que apresentem evoluções semelhantes.

APÊNDICE 4

TERMO DE REFERÊNCIA PARA REALIZAÇÃO DE ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

Neste apêndice, serão apresentados os tópicos que deverão ser contemplados em trabalhos de Análise Preliminar de Riscos (APR) de plantas industriais ou de dutos a serem apresentados à FEPAM.

A análise preliminar de Riscos (APR), também conhecida como Análise Preliminar de Perigos (APP), é uma técnica qualitativa para identificação de possíveis cenários de acidentes em uma dada instalação. A APR segue uma metodologia estruturada para identificar os perigos que podem ser causados devido à ocorrência de eventos indesejáveis.

Na APR, as causas de cada um dos possíveis eventos acidentais e suas respectivas consequências devem ser identificadas/registradas e, em seguida, deve ser feita uma avaliação qualitativa do risco associado a cada cenário acidental, avaliando a frequência de ocorrência do evento, conforme as suas causas e avaliando a severidade do cenário de acidente. Portanto, os resultados obtidos são qualitativos, não fornecendo estimativa numérica. Usam-se categorias de frequência e de severidade, as quais são combinadas em categorias de risco.

A4-1) Principais tópicos de um relatório de APR

1. Objetivo da aplicação da APR e abrangência de análise;
2. Descrição do sistema analisado, com ênfase em operação, manutenção e em prováveis alterações a serem propostas para o sistema;
3. Metodologia utilizada, ressaltando os critérios aplicados na análise;
4. Apresentação do sistema analisado, identificando os módulos de análise e apresentando as planilhas correspondentes com estatística dos cenários dos acidentes arrolados pela técnica;
5. Apresentação das conclusões gerais da APR, arrolando os cenários de risco sério ou crítico identificados;
6. Listagem das recomendações decorrentes da análise;
7. Referências bibliográficas;
8. Deverão integrar o estudo a ser encaminhado todos os fluxogramas utilizados na APR
9. Deverão integrar os anexos: plantas da fábrica com identificação de todas as unidades e entorno da unidade fabril com discriminação dos usos.

A4-2) Equipe da APR

Deverá constar do trabalho a relação de todos os participantes da equipe, bem como suas funções no grupo e na empresa. Preferencialmente, a equipe que realizará a

APR deverá ser composta de:

1. Um especialista em análise de riscos que deve explicar aos demais membros do grupo como se faz a aplicação da técnica e conduzir as reuniões,
2. Pelo menos um membro da gerência da planta,
3. Pelo menos um engenheiro de projeto,
4. Pelo menos um engenheiro ou técnico ligado à produção,
5. Pelo menos um engenheiro de instrumentação;
6. Pelo menos um técnico envolvido nas rotinas operacionais do setor avaliado;
7. Um(a) secretário(a).

A4-3) Categorias de frequências dos cenários usadas em APR

De acordo com a metodologia da APR, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de frequência, as quais fornecem uma indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário identificado conforme exemplifica a Tabela A4.1 (ou similar).

Tabela A4.1– Categorias de Frequência

| Categoria | Denominação | Descrição |
|------------------|-------------------------|--|
| A | Muito improvável | Cenários que dependam de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação. |
| B | Improvável | Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação. |
| C | Ocasional | A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento). |
| D | Provável | Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema. |
| E | Frequente | Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação. |

A4-4) Categorias de severidade das consequências dos cenários

Ainda de acordo com a metodologia da APR, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de severidade, as quais fornecem uma indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário identificado. Na Tabela A4.2 (ou similar) são exemplificadas categorias de severidade que poderão ser utilizadas.

Tabela A4.2 – Categoria de Severidade

| Categoria | Denominação | Descrição / Características |
|------------------|---------------------|--|
| IV | Catastrófica | Com potencial para causar várias vítimas fatais. Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/ tempo) às instalações. |
| III | Crítica | Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe. |
| II | Marginal | Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável. |
| I | Desprezível | Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais. |

A4-5) Categorias de risco

As categorias de frequência e severidade podem ser combinadas para se gerar categorias de risco. Na tabela A4.3, tem-se uma possível definição das categorias de risco mencionadas.

Tabela A4.3 – Matriz de Classificação de Riscos

| Matriz de Risco | | Severidade | | | |
|------------------------|----------|-------------------|-----------|------------|-----------|
| | | I | II | III | IV |
| Frequência | E | 3 | 4 | 5 | 5 |
| | D | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | C | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | B | 1 | 1 | 2 | 3 |
| | A | 1 | 1 | 1 | 2 |

Para a classificação do risco foram consideradas as seguintes cinco classes:

- 1 – Desprezível (Amarelo)
- 2 – Menor (Verde)
- 3 – Moderado (Marrom)
- 4 – Sério (Lilás)
- 5 – Crítico (Vermelho)

A4-6) Matriz de risco

Após realizado o preenchimento da planilha, deve-se fazer um levantamento do número de cenários identificados em cada uma das combinações de classe de frequência e de severidade, montando-se uma tabela tal como a Tabela A4.4 abaixo representada.

Tabela A4.4 – Matriz de Riscos

| Matriz de Risco | | Severidade | | | | |
|-----------------|-------|------------|-----------|------------|-----------|-------|
| | | I | II | III | IV | Total |
| Frequência | E | n_{EI} | n_{EII} | n_{EIII} | n_{EIV} | |
| | D | n_{DI} | n_{DII} | n_{DIII} | n_{DIV} | |
| | C | n_{CI} | n_{CII} | n_{CIII} | n_{CIV} | |
| | B | n_{BI} | n_{BII} | n_{BIII} | n_{BIV} | |
| | A | n_{AI} | n_{AII} | n_{AIII} | n_{AIV} | |
| | Total | | | | | |

Onde n_{AI} corresponde ao número de cenários que foram classificados como sendo de categoria de frequência A (*muito improvável*) e de severidade I (*desprezível*). As demais entradas na tabela têm significado semelhante.