**Segurança do Trabalho e Meio Ambiente**

A tabela 1, a seguir, mostra os critérios para elaboração das Análises de Vulnerabilidade e Análises Quantitativas de Riscos considerando as características físico-químicas de cada produto utilizado na instalação, e o inventário disponível para vazar em cada um dos cenários identificados nas Análises de Risco Qualitativas (Ex.: APR, HAZOP, entre outras)

**Nota:** Para Análises Quantitativas de Risco, quando não existirem dados históricos de falhas dos equipamentos, deve ser utilizado banco de dados de fontes internacionais. (Ex.: Offshore Reliability Data handbook - OREDA)

**Tabela 1 – Categorização de Consequência Qualitativa pra Cenários Individuais**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Inventário disponível para vazar:** | **1 a 5 kg disponível para vazar** | **5 a 50 kg disponível para vazar** | **50 a 500 kg disponível para vazar** | **500 a 5000 kg disponível para vazar** | **5000 to 50000 kg disponível para vazar** | **> 50000 kg disponível para vazar** |
| **Caracterísitca do Produto Químico** |
| **Extremamente tóxico acima do ponto de ebulição para pressão atmosférica de 1 Atm.** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** |
| **Extremamente tóxico**  **ou**  **Altamente Tóxico acima do ponto de ebulição para pressão atmosférica de 1 Atm.** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** |
| **Altamente Tóxico**  **ou**  **Inflamável acima do ponto de ebulição para pressão atmosférica de 1 Atm.** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** |
| **Produto Explosivo** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** |
| **Inflamável abaixo do ponto de ebulição para pressão atmosférica de 1 Atm.** | **Análise Qualitativa** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar AQR e Análise de Vulnerabilidade** |
| **Líquido Combustível** | **Análise Qualitativa** | **Análise Qualitativa** | **Análise Qualitativa** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** | **Realizar Análise de Vulnerabilidade** |

\*Tabela baseada em estimativas de alcance de nuvem ao nível do solo.

\* Atm. B.P. = atmospheric boiling point

**Análise Quantitativa de Riscos**

Análise quantitativa de determinada instalação tem o objetivo de calcular o risco através da estimativa da frequência de ocorrência e as possíveis consequências em termos de fatalidades às comunidades expostas, levando em conta os cenários identificados na APR ou HAZOP, por exemplo.

A realização de uma AQR pode ser dividida resumidamente nas seguintes etapas:

* + Descrição do sistema / atividade/ processo analisado (dados).
  + Caracterização da Região
  + Identificação dos Cenários de Acidentes Analisados. (Análise Qualitativa de Risco)
  + Estimativa das Frequências de Ocorrência dos Cenários de Acidente.
  + Análise de Vulnerabilidade e Estimativa das Consequências dos Cenários de Acidentes.
  + Avaliação do Risco Social e Risco Individual.

Análise de Vulnerabilidade é o conjunto de modelos computacionais usados para estimar as áreas potencialmente sujeitas aos efeitos danosos de liberações acidentais de substâncias perigosas ou de energia de forma descontrolada. Estas liberações descontroladas geram os chamados efeitos físicos dos acidentes (sobrepressão, fluxo térmico e nuvens de gases tóxicos) que potencialmente podem gerar danos às pessoas e/ou instalações. A extensão dos possíveis danos é delimitada pela intensidade (nível) do efeito físico causador do dano, sendo que a relação entre a intensidade do efeito físico e o dano correspondente fica estabelecida por meio dos modelos de vulnerabilidade.

A Tabela 2, a seguir, indica os níveis de efeito físico a serem considerados durante as Análises de Vulnerabilidade para cada tipo de efeito físico. As áreas vulneráveis a estes níveis devem ser consideradas quando da elaboração do Plano de Atendimento a Emergência das unidades, considerando a área a ser “evadida” e a área a ser “monitorada”.

**Tabela 2 – Níveis de Vulnerabilidade**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de  Efeito Fisico** | **Efeito  Fisico** | **Nivel do  Efeito Fisico** | **Possíveis  Danos** | **Plano de Atendimento a Emergência (PAE)** |
| **Incêndio em poça Jato de fogo Bola de fogo (BLEVE\*)** | Radiação  Térmica | 4.0 kW/m2 | Dores em 20 seg. de exposição. 0% de fatalidades | Evasão |
| 1.6 kW/m2 | Sem danos | Monitoramento |
| **Nuvem tóxica** | Concentração | LC 1-30 | Concentração que provoca letalidade em 1 % dos que ficarem expostos por 30 minutos. O interior desta região apresenta elevado risco de letalidade, mesmo para uma comunidade treinada nos procedimentos de evasão. | Evasão |
| IPVS (*Imediatamente Perigoso a Vida e a Saúde*) da substância. | Sem danos | Monitoramento |
| **Explosão** | Sobrepressão | 1.0 psig  (0.07 bar) | Demolição parcial de residências | Evasão |
| 0.3 psig (0.02 bar) | “Distância segura” (probabilidade 0.95 sem danos sérios abaixo deste valor). Limite de lançamento de projéteis; danos em telhados das construções; 10% de quebra de vidros. | Monitoramento |
| **Incêndio em Nuvem** | Radiação  Térmica | Utilizar a concentração igual ao Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) da substância | 100% de fatalidade | Evasão |
| Utilizar a concentração igual a 50% do Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) da substância | Sem danos | Monitoramento |

\* Boiling liquid expanding vapor explosion.

**Tabela 3 – Critério de Risco Social**

Risco Social é a medida do risco para o grupo constituído por toda a comunidade exposta (empregados ou população externa), que indica o potencial de ocorrência de acidentes com múltiplas vítimas. É frequentemente expresso como uma relação entre a frequência e número de vítimas em um evento. A expressão do Risco Social médio é a seguinte:

**RISCO SOCIAL MÉDIO = FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA x NÚMERO DE FATALIDADES**

* Risco Individual é o risco para um dado indivíduo da população exposta. Quantitativamente corresponde à frequência esperada que um indivíduo situado numa determinada posição, nas imediações ou no interior de uma instalação (fonte de risco), venha a sofrer certo nível de dano (morte, ferimento, perda econômica, ambiental inconveniência, etc.) motivado por ocorrência na instalação.
* Curva de iso-risco é a curva referente ao risco individual determinada pela união de todos os pontos com os mesmos valores de risco de uma mesma instalação industrial. Também conhecida como “contorno de risco”.
* O Critério de Aceitabilidade para o risco individual na Mosaic é que a curva de iso-risco para 1x10 -5/ano deve estar interna à unidade (site) avaliada.
* Outra forma de apresentar o Risco Social é a Curva FxN, onde cada ponto representa a frequência acumulada para “N” ou mais mortes. A figura a seguir apresenta o critério de aceitabilidade da Mosaic para o Risco Social.
* Curvas FxN é uma representação gráfica da frequência acumulada (F) em que N ou mais membros da população seriam mortos.



**Negligenciável**

**Intolerável**

**Região ALARP**

**Nota:** ALARP - acrônimo do inglês: “as low as reasonably practicable”. Região em que os riscos são aceitáveis, porém devem ser reduzidos a um nível mais baixo quanto razoável (custo x benefícios).

Região Intolerável: Região em que os riscos são considerados intoleráveis para a Mosaic. Atenção: Algumas legislações locais definem seus próprios limites de intolerância, devendo-se respeitar sempre o mais restritivo.

Região Negligenciável: Região na qual os riscos são aceitáveis.

* A figura abaixo mostra um exemplo ilustrativo de uma Curva F x N.



**Negligenciável**

**Intolerável**

**Região ALARP**

**Higiene Ocupacional**

**Critérios de Aceitabilidade para Higiene Ocupacional**

As situações de riscos derivadas de exposições a agentes ambientais categorizados na etapa de avaliação qualitativa como Extremas, Muito Altas, Altas e Médias terão que seguir para a etapa de avaliação quantitativa (dados quantitativos de monitoramento de exposição).

Os resultados quantitativos obtidos deverão ser classificados e ações deverão ser adotadas conforme critérios definidos na tabela abaixo:

**Tabela 4 – Critérios de Aceitabilidade – Dados Quantitativos de Higiene Ocupacional**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Classificação** | **Descrição** | **Ações** |
| **Inaceitável** | Média geométrica igual ou maior que o limite de exposição ocupacional (MG ≥ LEO) | Medidas de controle de redução de risco devem ser adotadas, ao menor nível razoavelmente alcançável (*ALARA*), medidas de controle médico devem ser implantadas. |
| **Aceitável** | Média geométrica menor que o limite de tolerância e maior ou igual ao nível de ação (NA ≤ MG < LEO) | Reavaliação quantitativa periódica e medidas de controle médico devem ser implantadas. |
| **Controlada** | Média geométrica menor que o nível de ação e maior que 10% do nível de ação (0,1\*NA ≤ MG < NA) | Reavaliação quantitativa periódica |
| **Irrelevante** | Média geométrica menor que 10% o nível de ação (MG < 0,1\*NA) | Nenhuma ação necessária |

Os controles devem ser estabelecidos sem que seja levada em consideração a utilização de EPI – Equipamento de Proteção Individual.