

8. ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DE RISCOS

8.1 Introdução

Os resultados das estimativas dos riscos do trecho terrestre do Gasoduto PMXL-1-UTGCA estão apresentados neste capítulo. Foram calculados os riscos individual e social, tendo sido apresentados, sob as formas de perfil de iso-risco e curva f-N, respectivamente.

O perfil de risco individual fornece uma visão da distribuição dos níveis de risco nas regiões circunvizinhas à faixa do duto; por sua vez, a curva f-N caracteriza o risco para uma comunidade exposta, fornecendo a frequência acumulada de ocorrência de acidentes com N ou mais vítimas (acidentes com múltiplas vítimas).

Os cálculos para a estimativa dos riscos foram realizados com o programa *QUANTOX* versão *Pipeline*, desenvolvido pelo ITSEMAP STM – Serviços Tecnológicos MAPFRE, integrando frequências e conseqüências para todos os cenários acidentais gerados a partir de cada uma das hipóteses acidentais selecionadas, levando também em consideração a distribuição de fontes de ignição, nas áreas de interesse (áreas vulneráveis).

8.2 Risco Social

8.2.1 Conceito


O risco social representa o risco para um grupo de pessoas constituído pela comunidade, exposta aos efeitos físicos dos acidentes passíveis de ocorrer no gasoduto em análise. Assim, o risco social diz respeito à população presente na zona de alcance dos efeitos físicos gerados pelos diferentes cenários de acidentes.

Normalmente, o risco social é expresso através das “curvas f-N”, as quais fornecem a frequência esperada de ocorrência de acidentes, em geral expressa em base anual, com um número de vítimas maior ou igual a um determinado valor. A vantagem dessas curvas é que elas mostram graficamente todo o espectro dos riscos associados às áreas de interesse, indicando o potencial associado a acidentes maiores.

Apesar da importância do Risco Social como indicador do potencial de fatalidade, não há consenso internacional a respeito da aplicação de critérios de tolerabilidade para tal forma de expressão do risco em EAR's de dutos.

Ainda em atendimento ao item VIII.3 do *Termo de Referência para Estudo de Análise de Riscos em Gasodutos* do IBAMA-DF_Revisão 7 – 20/Jul/2005, o Risco Social apresentado neste estudo tem somente a finalidade de se agregar conhecimento específico, afim de acúmulo de experiência.

A curva f-N, em escala log-log, foi calculada pelo Programa *QUANTOX*, versão *Pipeline*, compilando os dados relativos aos cenários de acidentes que levaram a um determinado número de vítimas fatais maiores ou igual a um determinado valor, de acordo com o número de pessoas presentes nas células dos pontos atingidos pelos alcances dos diferentes efeitos associados aos cenários de acidentes.



Para cada nível de fatalidade são somadas as freqüências que igualam ou ultrapassam aquele nível, obtendo-se então pares ordenados de “f x N” (“f” = freqüência acumulada para “N” ou mais fatalidades), que dão origem à curva de risco social.

Independentemente dos aspectos mencionados e, com a finalidade de se agregar conhecimento específico a esse respeito, foi calculado o risco social de uma área representativa.

8.2.2 Cálculos do Risco Social

Para os cálculos do Risco Social foi selecionado o trecho populacional existente entre o km 0+000 ao km 2+350.

Selecionou-se, na área, para cada lado do duto, a distância correspondente aos maiores alcances obtidos nas simulações e que geraram 1% de fatalidade em cada ponto (maiores alcances), sendo que, ao longo do duto considerou-se a extensão igual ao dobro dessa distância, de forma a se realizar a contagem do número de residências e conseqüentemente o número de pessoas expostas.

Para a contagem de pessoas presentes nas residências considerou-se a presença de 4 moradores por domicílio, conforme já apresentado no capítulo 2, no período noturno. Já para o período diurno, considerando que parte das pessoas não estão presentes nas residências estimou-se

50% da média noturna. Ressalta-se que devido a muitas das casas existentes nos bairros serem casas de veraneio, estimou-se para a metade dos bairros 1 pessoa no período diurno e 2 pessoas no período noturno.

Já para as os outros pontos notáveis apresentados no Capítulo 2, considerou-se o número de pessoas existente em cada local, com seu devido tempo de exposição, lembrando que por ser uma área com locais de população flutuante, o número de pessoas foi corrigido para tornar a situação mais próxima da realidade, conforme Tabela 8.1.

Na Rodovia SP-055: 4 pessoas/veículo no período diurno e 2 pessoas/veículo no período noturno. Foi considerado a presença de veículos a cada 100 metros do trecho da rodovia atingido pela maior distância dos efeitos físicos que geraram letalidades. Sobre cada ponto considerou-se 4 (quatro) veículos, correspondente a 1 (um) veículo por pista. Quanto ao tempo de permanência de veículos em cada ponto, foi utilizado o dado de movimentação diária de veículos da Rodovia SP-055, do DER – Departamento de Estradas de Rodagens do Estado de São Paulo, referente ao posto de coleta SP-099 (Caraguatatuba - São Sebastião), localizado no km 115. Utilizou-se o ano base de 2006 para coleta dos dados, visto que este foi o dado mais recente de amostragem por parte do DER. A movimentação média diária para o ano de 2006 de veículos foi de 9.216 veículos/dia = 384 veículos/hora = 4.608 veículos por período (considerada distribuição igual entre período diurno e noturno, sendo que um período equivale à 12 horas).

Considerando a velocidade média dos automóveis neste trecho da rodovia igual a 70 km/h (trecho urbano), um automóvel percorreria o distanciamento de 100 metros em um intervalo de tempo de 5,143 segundos. Desta forma, cada ponto selecionado da rodovia estaria com a presença de carros em um período igual a $4.608 \times 5,143 = 23.699$ segundos, equivalente a um fator de tempo de exposição de $23.699/43.200^* = 0,54$ ou 54%.

Desta forma, a Tabela 8.1 apresenta o número de pessoas expostas, nos períodos diurno e noturno, na área onde foi calculado o risco social.

Tabela 8.1 - População Exposta na Área Seleccionada para o Cálculo do Risco Social no Gasoduto PMXL-1 - UTGCA

| Área seleccionada | Município | Local | Maior alcance das simulações | Nº de Edific./ Ind. | Pessoas por edificação | | Pessoas expostas | |
|---------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | | | | Período Diurno | Período Noturno | Período Diurno | Período Noturno |
| (km 0+000 – 2+350) | Caraguatatuba | Madereira Boturussú | 579,2 | 1 | --- | --- | 12 | 0 |
| | | Quality Gran | | 1 | --- | --- | 8 | 0 |
| | | Depósito Villa | | 1 | --- | --- | 10 | 0 |
| | | Auto Posto Línea | | 1 | --- | --- | 18 | 10 |
| | | Copel | | 1 | --- | --- | 9 | 0 |
| | | Madereira & Cia | | 1 | --- | --- | 4 | 0 |
| | | Transam (transportador a) | | 1 | --- | --- | 20 | 0 |
| | | Edifício Costa Sol e Comércio | | 44 | 2 1 | 4 2 | 78 | 158 |
| | | Restaurante | | 1 | --- | --- | 12 | 6 |
| | | Portal Telhas e Madeiras | | 1 | --- | --- | 10 | --- |
| | | Aço Norte | | 1 | --- | --- | 4 | 0 |
| | | Marmoraria | | 1 | --- | --- | 4 | 0 |
| | | Móveis Casa Nova | | 1 | --- | --- | 2 | 0 |
| | | Auto Posto | | 1 | --- | --- | 32 8 | 12 8 |
| | | Distribuidora Sulvape | | 1 | --- | --- | 10 | 0 |
| | | Motel | | 1 | --- | --- | 4 | 4 |
| | | Ferro Velho | | 1 | --- | --- | 4 | 0 |
| | | Condomínio Britânia Mar | | 11 | 2 | 4 | 22 | 44 |
| | | Pousada Minke | | 1 | --- | --- | 21 | 42 |
| | | Pousada Marambaia | | 1 | --- | --- | 4 | 8 |
| Pousada Portal e Lazer | 1 | --- | --- | 31 | 63 | | | |
| Imobiliária Caravella | 1 | --- | --- | 2 | 0 | | | |
| Est. Elevatória da Sabesp | 1 | --- | --- | 1 | 1 | | | |
| Auto Peças | 1 | --- | --- | 8 | 0 | | | |
| Auto Peças | 1 | --- | --- | 11 | 0 | | | |

| Área selecionada | Município | Local | Maior alcance das simulações | Nº de Edific./ Ind. | Pessoas por edificação | | Pessoas expostas | |
|--------------------|---------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | | | | Período Diurno | Período Noturno | Período Diurno | Período Noturno |
| (km 0+000 – 2+350) | Caraguatatuba | Cimencaraguá | 579,2 | 1 | --- | --- | 18 | 0 |
| | | Depósito Central | | 1 | --- | --- | 9 | 0 |
| | | Parque Embalagens | | 1 | --- | --- | 10 | 0 |
| | | Fácil Construir | | 1 | --- | --- | 3 | 0 |
| | | Camping (estacionamento) | | 1 | --- | --- | 5 | 10 |
| | | Quiosques | | 7 | --- | --- | 8 | 8 |
| | | Clube Assoc. dos Japoneses | | 1 | --- | --- | 6 | 12 |
| | | Clube dos Escoteiros | | 1 | --- | --- | 12 | 24 |
| | | Comprasa Distribuidora | | 1 | --- | --- | 15 | 0 |
| | | Condomínio (2C) | | 11 | 2 | 4 | 22 | 44 |
| | | Jd. Britânia | | 301 | 2 1 | 4 2 | 463 | 856 |
| | | Porto Santa Marina | | 582 | 2 1 | 4 2 | 914 | 1822 |
| | | Prédio (3A) | | 18 | 2 | 4 | 36 | 72 |
| | | Prédio (3B) | | 36 | 2 | 4 | 72 | 144 |
| | | Prédio (3D) | | 18 | 2 | 4 | 36 | 72 |
| Prédio (3E) | 24 | 2 | 4 | 48 | 96 | | | |
| Rodovia SP-055 | 12 | 2 | 4 | 26 | 13 | | | |

No programa QUANTOX versão *Pipeline* é inserida a quilometragem do duto, bem como a distância e o lado em que se encontra cada residência ou empreendimentos de outras naturezas (comerciais e industriais), com o respectivo número de pessoas presentes nos períodos diurno e noturno.

São considerados, também, no *QUANTOX versão Pipeline*, os seguintes fatores de proteção: presença de pessoas no interior ou exterior das edificações; ou seja, as pessoas dentro das edificações estão protegidas contra radiações térmicas.

Para o cálculo das frequências das tipologias acidentais no programa QUANTOX versão *Pipeline* são inseridos os seguintes dados:

- Frequência das hipóteses, que estão apresentadas no Capítulo 6;

- Probabilidade de ocorrer ignição imediata, extraída de TNO - *Purple Book* conforme descrito na árvore de eventos do Capítulo 6.

A frequência final dos eventos relacionados com ignição retardada é calculada pelo programa levando-se em consideração a condição meteorológica (dia e noite) e as respectivas fontes de ignição. As rotinas levam em consideração as probabilidades mencionadas no Capítulo 6, nas árvores de evento.

8.2.3 Resultados do Risco Social

Como mencionado anteriormente, o Risco Social foi calculado para o trecho populacional existente entre o km 0+000 ao km 2+350, sendo o resultado apresentado na Figura 8.1 a seguir.

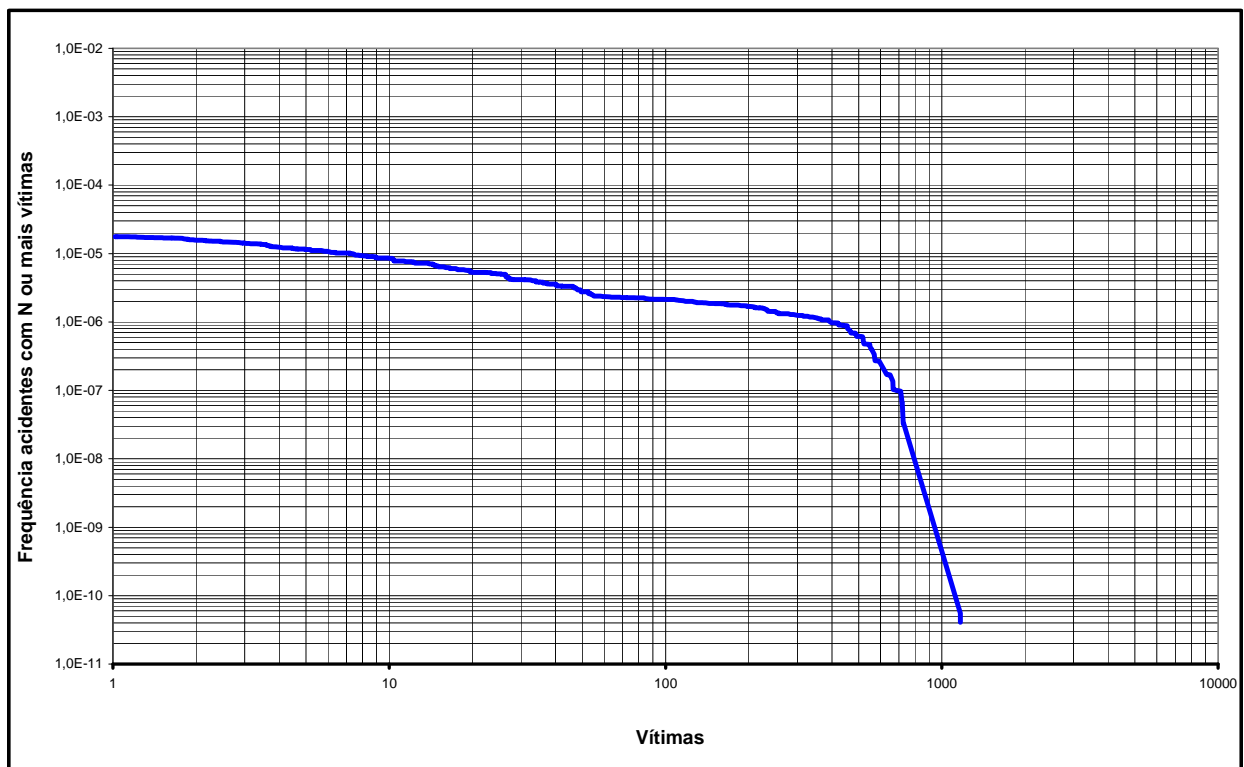


Figura 8.1 – Curva f-N – km 0+000 – km 2+350

8.3 Risco Individual

8.3.1 Conceito

O risco individual pode ser definido como sendo a frequência esperada, normalmente expressa em base anual, a que um indivíduo situado numa determinada posição em relação às

instalações em análise, venha a sofrer certo dano, em geral fatalidade, em decorrência de acidentes que eventualmente venham a ocorrer nessas instalações.

O risco individual é, comumente, representado por meio dos contornos de risco. No caso de estudos de risco em dutos é bastante usual a expressão do risco individual sob a forma de perfil de risco, o qual fornece, em forma de gráfico, os níveis de risco em diferentes distâncias, a partir do eixo central do duto.

8.3.2 Critério de Tolerabilidade

A Figura 8.2 apresenta os limites de tolerabilidade para o Risco Individual conforme os critérios do IBAMA.

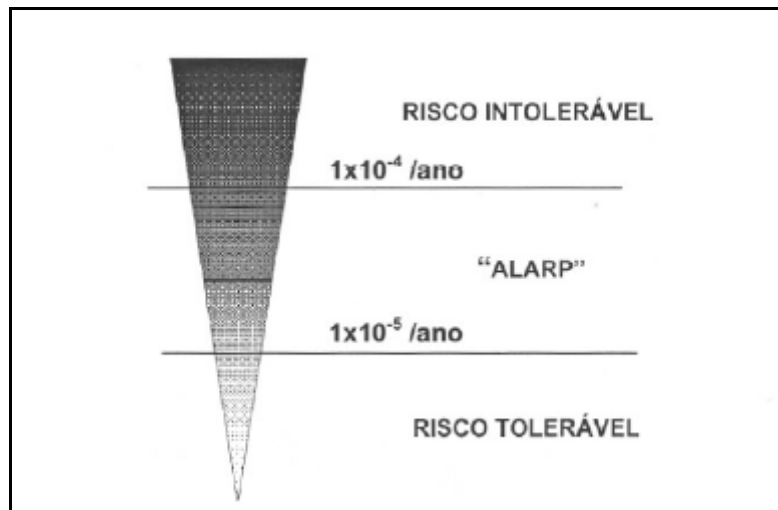


Figura 8.2 – Critério de Tolerabilidade de Risco Individual para duto

8.3.3 Cálculo do Risco Individual

De acordo com as hipóteses selecionadas na Tabela 7.8 do Capítulo 7, foram identificados 43 pontos notáveis para o cálculo do Risco Individual, ou seja, pontos que representam aglomerados humanos significativos atingidos pelos alcances das conseqüências, distribuídos nos trechos correspondentes da hipótese simulada.

Foi calculado o Risco Individual pelo Programa *QUANTOX* para cada um dos possíveis cenários de acidentes gerados pelas diferentes hipóteses acidentais selecionadas para a AQR (Avaliação Quantitativa de Riscos), com base no seguinte procedimento:

Foram definidos pontos numa perpendicular à diretriz do duto, para que o Programa *QUANTOX*, calcule o risco individual em cada um desses pontos, até o maior alcance obtido nas simulações, como exemplificado na Figura 8.3.

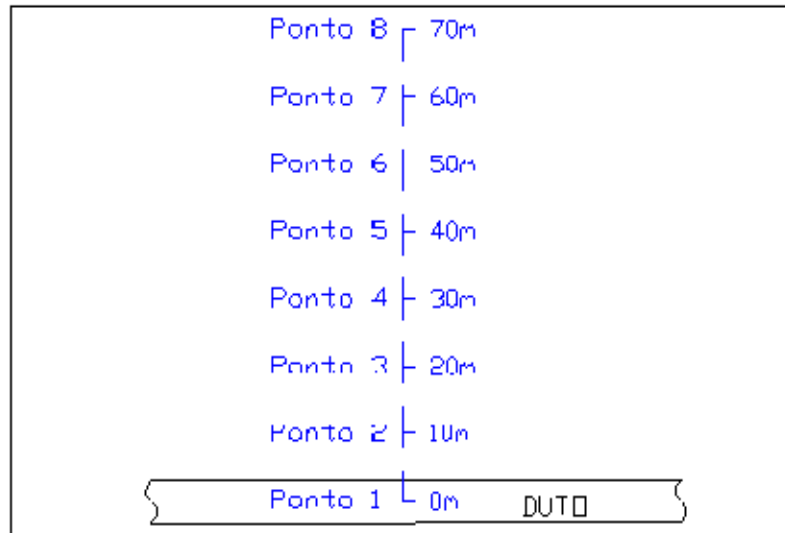


Figura 8.3 – Pontos Vulneráveis para Cálculos do Risco Individual

Foram definidos os pontos de liberação ao longo do duto, a partir do eixo dos pontos vulneráveis até a maior distância obtida nas simulações das conseqüências.

As freqüências das hipóteses em cada ponto foram calculadas para os respectivos espaçamentos, partindo das freqüências apresentadas no Capítulo 6.

Os dados de entrada da tabela de árvore de eventos são os mesmos para todos os trechos, visto que, o que os diferencia são os resultados das simulações de conseqüência. Os valores de probabilidade de ignição e de freqüência são os mesmos para todo o traçado.

A Tabela 8.2 abaixo apresenta os dados de entrada das árvores de eventos do Programa *QUANTOX* versão *Pipeline*, utilizadas no cálculo do risco individual do trecho terrestre do Gasoduto PMXL-1 - UTGCA para as hipóteses simuladas.

Tabela 8.2 – Árvore de Eventos do Programa QUANTOX - Risco Individual

| N° Ponto de Liberação | Classe de Vazamento | Produto | Posição do Ponto de Liberação (m) | Frequência inicial (oc./km.ano) | Espaçamento (m) | Frequência (oc./ano) | Prob (jato/bola) | Prob (disp) |
|-----------------------|---------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------|------------------|-------------|
| PL1 | Ruptura | Gás Natural | 2,5 | 2,21E-05 | 5 | 1,11E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 2,5 | 1,07E-05 | 5 | 5,35E-08 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 2,5 | 5,33E-05 | 5 | 2,67E-07 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 2,5 | 1,38E-05 | 5 | 6,9E-08 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 2,5 | 6,88E-05 | 5 | 3,44E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Ruptura | Condensado | 2,5 | 2,21E-07 | 5 | 1,11E-09 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 2,5 | 1,08E-07 | 5 | 5,38E-10 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 2,5 | 5,38E-07 | 5 | 2,69E-09 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 2,5 | 1,39E-07 | 5 | 6,94E-10 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 2,5 | 6,94E-07 | 5 | 3,47E-09 | 0,04 | 0,96 |
| PL2 | Ruptura | Gás Natural | 10 | 2,21E-05 | 10 | 2,21E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 10 | 1,07E-05 | 10 | 1,07E-07 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 10 | 5,33E-05 | 10 | 5,33E-07 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 10 | 1,38E-05 | 10 | 1,38E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 10 | 6,88E-05 | 10 | 6,88E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Ruptura | Condensado | 10 | 2,21E-07 | 10 | 2,21E-09 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 10 | 1,08E-07 | 10 | 1,08E-09 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 10 | 5,38E-07 | 10 | 5,38E-09 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 10 | 1,39E-07 | 10 | 1,39E-09 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 10 | 6,94E-07 | 10 | 6,94E-09 | 0,04 | 0,96 |
| PL3 | Ruptura | Gás Natural | 25 | 2,21E-05 | 20 | 4,42E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 25 | 1,07E-05 | 20 | 2,14E-07 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 25 | 5,33E-05 | 20 | 1,07E-06 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 25 | 1,38E-05 | 20 | 2,76E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 25 | 6,88E-05 | 20 | 1,38E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Ruptura | Condensado | 25 | 2,21E-07 | 20 | 4,42E-09 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 25 | 1,08E-07 | 20 | 2,15E-09 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 25 | 5,38E-07 | 20 | 1,08E-08 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 25 | 1,39E-07 | 20 | 2,78E-09 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 25 | 6,94E-07 | 20 | 1,39E-08 | 0,04 | 0,96 |

Tabela 8.2 – Árvore de Eventos do Programa QUANTOX - Risco Individual

| N° Ponto de Liberação | Classe de Vazamento | Produto | Posição do Ponto de Liberação (m) | Frequência inicial (oc./km.ano) | Espaçamento (m) | Frequência (oc./ano) | Prob (jato/bola) | Prob (disp) |
|-----------------------|---------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------|------------------|-------------|
| PL4 | Ruptura | Gás Natural | 70 | 2,21E-05 | 70 | 1,55E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 70 | 1,07E-05 | 70 | 7,49E-07 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 70 | 5,33E-05 | 70 | 3,73E-06 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 70 | 1,38E-05 | 70 | 9,66E-07 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 70 | 6,88E-05 | 70 | 4,82E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Ruptura | Condensado | 70 | 2,21E-07 | 70 | 1,55E-08 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 70 | 1,08E-07 | 70 | 7,54E-09 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 70 | 5,38E-07 | 70 | 3,77E-08 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 70 | 1,39E-07 | 70 | 9,72E-09 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 70 | 6,94E-07 | 70 | 4,86E-08 | 0,04 | 0,96 |
| PL5 | Ruptura | Gás Natural | 75 | 2,21E-05 | 170 | 3,76E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 75 | 1,07E-05 | 170 | 1,82E-06 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 75 | 5,33E-05 | 170 | 9,06E-06 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 75 | 1,38E-05 | 170 | 2,35E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 75 | 6,88E-05 | 170 | 1,17E-05 | 0,04 | 0,96 |
| | Ruptura | Condensado | 75 | 2,21E-07 | 170 | 3,76E-08 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 75 | 1,08E-07 | 170 | 1,83E-08 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 75 | 5,38E-07 | 170 | 9,15E-08 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 75 | 1,39E-07 | 170 | 2,36E-08 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 75 | 6,94E-07 | 170 | 1,18E-07 | 0,04 | 0,96 |
| PL6 | Ruptura | Gás Natural | 427,5 | 2,21E-05 | 305 | 6,74E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 427,5 | 1,07E-05 | 305 | 3,26E-06 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 427,5 | 5,33E-05 | 305 | 1,63E-05 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 427,5 | 1,38E-05 | 305 | 4,21E-06 | 0,04 | 0,96 |
| | Furo Impinge | | 427,5 | 6,88E-05 | 305 | 2,1E-05 | 0,04 | 0,96 |
| | Ruptura | Condensado | 427,5 | 2,21E-07 | 305 | 6,74E-08 | 0,04 | 0,96 |
| | Fenda Vertical | | 427,5 | 1,08E-07 | 305 | 3,28E-08 | 0,09 | 0,91 |
| | Fenda Impinge | | 427,5 | 5,38E-07 | 305 | 1,64E-07 | 0,09 | 0,91 |
| | Furo Vertical | | 427,5 | 1,39E-07 | 305 | 4,23E-08 | 0,04 | 0,96 |

Tabela 8.2 – Árvore de Eventos do Programa QUANTOX - Risco Individual

| N ° Ponto de Liberação | Classe de Vazamento | Produto | Posição do Ponto de Liberação (m) | Frequência inicial (oc./km.ano) | Espaçamento (m) | Frequência (oc./ano) | Prob (jato/bola) | Prob (disp) |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------------|--|--|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| PL6 | Furo Impinge | Condensado | 427,5 | 6,94E-07 | 305 | 2,12E-07 | 0,04 | 0,96 |

- Ponto de Liberação representa a distância do eixo de pontos vulneráveis até o ponto de liberação – Figura 8.4.
- Frequência inicial (oc./km.ano) – extraída do Capítulo 6;
- Espaçamento representa a distância em metros utilizada no cálculo da frequência;
- Frequência (oc./ano) – representa o produto da frequência inicial pelo espaçamento;
- Prob. (ignição imediata) representa a probabilidade de ocorrer ignição imediata, resultando em jato/incêndio em poça/ bola de fogo - extraída do Capítulo 6;
- Prob. (disp) representa a probabilidade de não havendo a ignição imediata, a nuvem de vapor entrar em processo de dispersão na atmosfera quando poderá ignizar retardadamente ou não (dispersão sem danos).



Dessa forma, o programa determina a frequência esperada para cada uma das seqüências de acidentes (cenários), multiplicando a frequência de ocorrência da hipótese acidental pelas probabilidades associadas a uma determinada condição em que o acidente venha a ocorrer.

A partir desses dados e dos cálculos realizados pelo *QUANTOX*, obteve-se um conjunto de cenários de acidentes, que conduziram, cada um, a um determinado efeito físico.

O programa obteve então um valor de “f” (frequência esperada de ocorrência) para cada cenário acidental e um valor de “p” (probabilidade condicional de ocorrência de fatalidade) em cada ponto do eixo de pontos vulneráveis;

O risco individual em cada ponto foi calculado, pelo *QUANTOX*, por meio do produto “f x p”; como “f” função da hipótese acidental e das condições fenomenológicas, e “p” é função do tipo de acidente e do local considerado, fazendo-se a somatória dos produtos “f x p” no ponto, sobre todos cenários de acidentes para uma determinada hipótese acidental, obteve-se o risco individual, associado à hipótese em questão.

Com esses valores do risco individual em cada ponto, foi possível traçar o gráfico denominado perfil de risco, que apresenta o decaimento do nível de risco individual, em função do afastamento do duto.

8.3.4 Resultados do Risco Individual

Os itens a seguir apresentam os resultados dos cálculos do risco individual para a hipótese selecionada, enquanto o Anexo XI apresenta os contornos de risco individual.

A Tabela 8.3 apresenta os aglomerados humanos significativos existentes neste trecho que foi levado para o Mapeamento do Risco Individual (Anexo XI) e a Tabela 8.4 apresenta os resultados do cálculo realizado pelo *QUANTOX*, que serviram de dados de entrada para o perfil de risco do gasoduto PMXL-1 - UTGCA, apontado na Figura 8.4.

Tabela 8.3 – Aglomerados Humanos Significativo / Cálculo do Risco Individual

| Ponto Notável | Município | Localidade | Localização (km) |
|---------------|-----------------------|--|------------------|
| 01 | Caraguatatuba | Bairro jardim Britânia | 0+000 à 0+500 |
| 47 | | Quiosques | 0+000 |
| 33 | | Pousada Marambaia | 0+000 |
| 34 | | Pousada Portal e Lazer | 0+000 |
| 35 | | Imobiliária Caravella | 0+000 |
| 46 | | Camping (estacionamento) | 0+035 |
| 31 | | Condomínio Britânia-Mar | 0+180 |
| 32 | | Pousada Minke | 0+180 |
| 03A | | Edifício Residencial | 0+180 |
| 02 C | | Condomínio Residencial | 0+325 |
| 36 | | Estação elevatória Sabesp | 0+315 |
| 37 | | Auto peças | 0+400 |
| 38 | | Lojas de Peças | 0+400 |
| 40 | | Cimencaraguá | 0+420 |
| 41 | | Depósito Central | 0+420 |
| 42 | | Parque Embalagens | 0+420 |
| 43 | | Fácil Construir (Materiais de Construção) | 0+420 |
| 06 | | Madereira Boturussú | 0+420 |
| 07 | | Comprasa | 0+422 |
| 08 | | Quality gran | 0+422 |
| 09 | | Depósito Villa | 0+422 |
| 10 | | Auto Posto Linea | 0+422 |
| 12 | | Copel (reciclagem) | 0+422 |
| 13 | | Madeira & Cia | 0+422 |
| 14 | | Transan (Transportadora) | 0+422 |
| 15 | | Condomínio Costa de Sol + Pequeno Comércio | 0+422 |
| 18 | | Restaurante | 0+422 |
| 01 | | Bairro Pontal Santa Marina | 0+500 à 2+350 |
| 19 | | Portal das telhas e madeiras | 0+831 |
| 20 | | Aço Norte | 0+831 |
| 21 | | Marmoraria | 0+831 |
| 22 | | Móveis Casanova | 0+831 |
| 23 | Auto Posto | 0+831 | |
| 25 | Distribuidora Sulvape | 0+831 | |
| 26 | Motel | 0+831 | |
| 27 | Ferro Velho | 0+831 | |
| 03 B | Edifício Residencial | 0+917 | |

Tabela 8.3 – Aglomerados Humanos Significativo / Cálculo do Risco Individual

| Ponto Notável | Município | Localidade | Localização (km) |
|---------------|---------------|---|------------------|
| 48 | Caraguatatuba | Clube e associação Japonesa | 1+135 |
| 49 | | Clube desativado (associação dos aposentados) | 1+135 |
| 50 | | Clube dos escoteiros | 1+135 |
| 03 D | | Edifício Residencial | 1+925 |
| 03 E | | Edifício Residencial | 1+950 |
| 03 F | | Edifício Residencial | 2+155 |

Tabela 8.4 – Dados de Entrada para o Perfil de Risco

| Distância (m) | Nível de Risco (ano ⁻¹) |
|---------------|-------------------------------------|
| 0 | 3,5E-06 |
| 60 | 3,38E-06 |
| 70 | 1,97E-06 |
| 80 | 1,12E-06 |
| 90 | 1,06E-06 |
| 350 | 2,65E-07 |



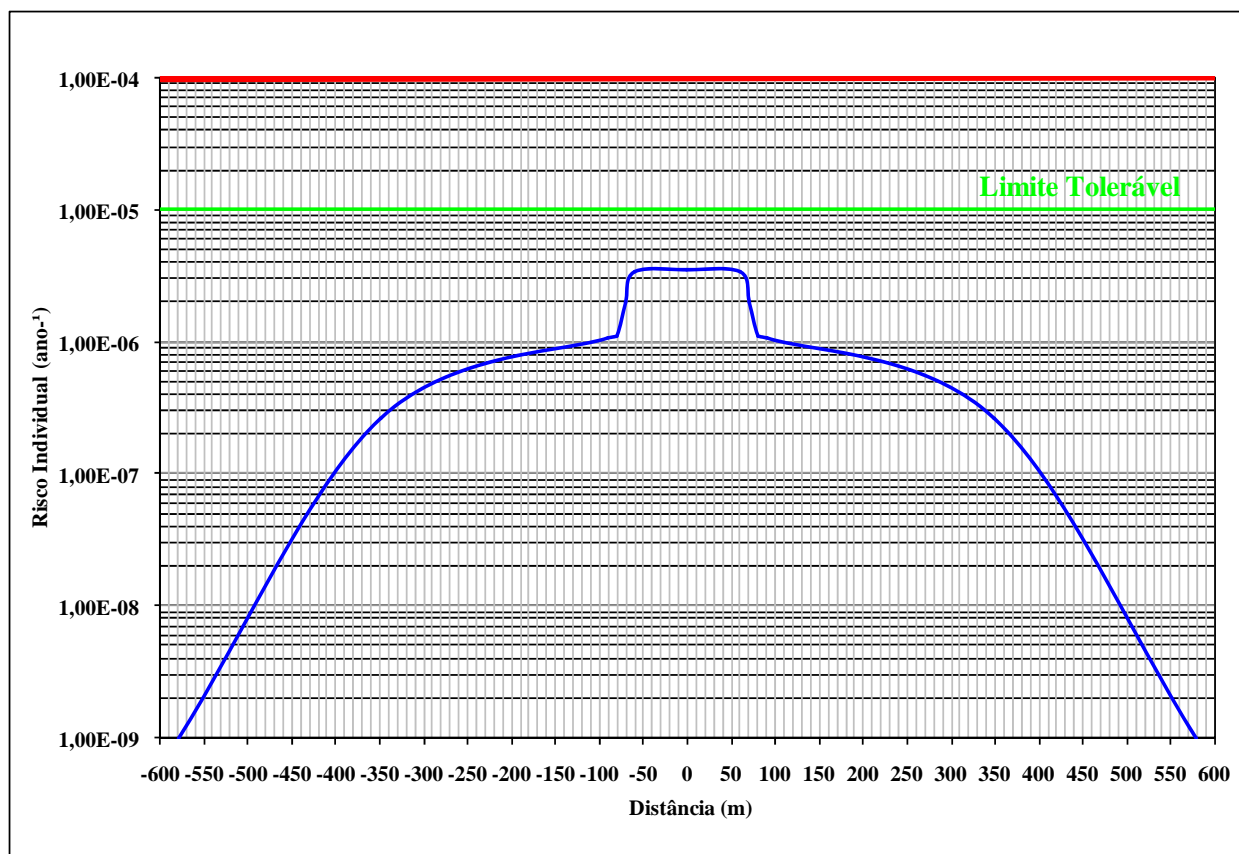


Figura 8.4 – Perfil de Risco Individual

8.4 Avaliação dos Resultados

Tomando por base os resultados obtidos nas estimativas dos riscos associados ao trecho terrestre do Gasoduto PMXL-1 - UTGCA, pode-se observar que em relação aos perfis de Risco Individual, os mesmos variaram entre $3,5E-06/\text{ano}$ e $6,11E-09/\text{ano}$, valores estes considerados plenamente toleráveis, quando comparados com o critério estabelecido pelo IBAMA, ou seja, $1 \times 10^{-4}/\text{ano}$ (máximo tolerável) e $1 \times 10^{-5}/\text{ano}$ (negligenciável).

Ressalta-se ainda que o EAR considerou, nesta etapa, vários parâmetros conservativos para a sua avaliação, por exemplo pressão máxima de 100 kgf/cm^2 para todos os trechos avaliados, ou seja, considerando que o duto está “empacotado” 100 % do tempo.