

9. INTEGRAÇÃO DOS RISCOS DA FAIXA

9.1 Introdução

Em atendimento ao item VIII.4 do Termo de Referência para Estudo de Análise de Riscos em Gasodutos do IBAMA, revisão 7, de 20 de julho de 2005, foi avaliado o risco individual cumulativo da faixa de dutos, em que será instalado o trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA, determinando o Perfil de Iso-Risco resultante da Faixa.

O Risco Individual da Faixa será utilizado como referência para a definição da faixa não edificável, para as áreas de aglomerados significativos identificados ao longo do traçado, de forma a atender o disposto Lei 10.932/04, de 04/08/2004, que altera o artigo 4º da Lei 6766/79 de 19/11/79 – Parcelamento do Solo Urbano.

Os critérios de riscos para a definição da faixa não edificável foram definidos pelo IBAMA, como sendo os preconizados na Norma Técnica CETESB P4.261, de maio/03, indicado no subitem VIII, do item 4.3 do TR do IBAMA, revisão 7, de 20 de julho de 2005.

As etapas do trabalho de integração de riscos podem ser resumidas conforme Tabela 9.1 a seguir.

Tabela 9.1 – Etapas da integração dos riscos

ÍTEM	CONTEÚDO
9.2	DESCRIÇÃO DA FAIXA
9.3	PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS PRODUTOS TRANSPORTADOS
9.4	ESTIMATIVA DE FREQUÊNCIAS
9.5	ANÁLISE DE CONSEQÜÊNCIAS E VULNERABILIDADE
9.6	AVALIAÇÃO DO RISCO INDIVIDUAL DA FAIXA
9.7	CONCLUSÕES

9.2 Descrição da Faixa

O trecho terrestre do gasoduto PMXL-1-UTGCA, gasoduto será instalado em uma faixa nova, no entanto do km 6+217 ao 7+277 compartilhará a faixa com o Oleoduto UTGCA-TEBAR.

É importante observar que para o cálculo do Risco Individual da Faixa é necessário integrar os dados resultantes dos Estudos de Análise de Riscos pertinentes a cada duto existente na faixa.

9.2.1 Características do Duto que Compartilharão com o trecho terrestre do gasoduto PMXL-1-UTGCA

9.2.1.1 Oleoduto UTGCA – TEBAR

Operador: TRANSPETRO

Descrição: o duto compartilhará a faixa por 1,060 km, próximo à UTGCA.

9.2.2 Dados Operacionais do Duto que Compartilha a Faixa do trecho terrestre do gasoduto PMXL-1-UTGCA

A Tabela 9.2 apresenta as principais características do duto que compartilha a faixa com o trecho terrestre do gasoduto PMXL-1-UTGCA.

Tabela 9.2 - Características do duto que compartilha a faixa com o o trecho terrestre do gasoduto PMXL-1-UTGCA

Pressão (kgf/cm ²)	74
Vazão (m ³ /h)	200
Temperatura	Ambiente

9.3 Propriedades Físico-Químicas dos Produtos Transportados

O condensado estabilizado (C5+) é constituído de mistura de hidrocarbonetos saturados, olefínicos e aromáticos.

O Anexo XII apresenta a FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico do Condensado Estabilizado fornecida pela PETROBRAS, enquanto a Tabela 9.3 apresenta a composição do líquido movimentado no oleoduto.

Tabela 9.3 - Composição do Condensado Estabilizado

Componentes	Fração Molar (%)	Componentes	Fração Molar (%)
Etano	0,13	NC12	3,96
Propano	1,03	NC13	4,37
I-Butano	0,84	NC14	3,43
Butano	2,24	NC15	1,44
I-Pentano	6,76	C15+P35	5,54
Pentano	7,26	C15+P41	3,86
Hexano	9,06	NC16	1,00
Heptano	8,99	NC17	0,86
Octano	12,20	NC18	0,72
Nonano	10,51	NC19	0,58
Decano	7,30	C20+	2,30
Undecano	5,62	EG	0,01

Fonte: PETROBRAS

9.3.1 Propriedades Físico-Químicas

O C5+ é um líquido inflamável límpido (isento de materiais em suspensão), de cor amarelada com odor forte de gasolina. Suas principais propriedades físico-químicas são:

- Temperatura máxima de chegada = 38° C;
- Pressão de Vapor = 45 a 73,6 kPa (abs.);
- Salinidade máxima = 570 mg/L ClNa;

- Umidade máxima = 1 %;
- Massa específica = 740,3 kg/m³;
- Viscosidade = 0,971 m.Pas;

9.3.2 Propriedades Toxicológicas

Por inalação pode provocar dor de cabeça, náuseas e tonturas, podendo em altas concentrações chegar a perda de consciência após sensação de embriagues. Tem efeitos narcóticos.

Em casos de contato com a pele, pode causar leve irritação no local e ressecamento. Em contato com os olhos pode causar irritação com congestão das conjuntivas. Já no caso de inalação, pode ser aspirado para os pulmões e provocar pneumonia química.

9.3.3 Riscos ao Fogo

Em caso de incêndio, o fogo deve ser extinto por meio de espuma para hidrocarbonetos, pó químico e dióxido de carbono. Quando do combate ao fogo à brigada de emergência em ambientes fechados deverá utilizar equipamentos de resgate com suprimentos de ar.



Tabela 9.3 – Principais Características e Propriedades do C5+

IDENTIFICAÇÃO	
NOME	Gasolina Padrão
SINÔNIMOS	Gasolina
CAS	---
Nº ONU	1203
CLASSE DE RISCO	3
NATUREZA QUÍMICA	Hidrocarbonetos
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	
DENSIDADE	0,75
PESO MOLECULAR	---
PRESSÃO DE VAPOR	45 a 73,6 kPa (abs)
SOLUBILIDADE	Em solventes orgânicos
TEMPERATURA DE AUTO-IGNIÇÃO	257 °C
INFLAMABILIDADE	
PONTO DE FULGOR	- 43° C
TOXICIDADE	
DL ₅₀ (homem)	---
TLV/TWA	---
REATIVIDADE	
Estável sob condições normais de uso e incompatíveis com oxidantes fortes e oxigênio concentrado.	




9.4 Estimativa de Frequências de Oleoduto

Os levantamentos sobre o desempenho de dutos apresentam, normalmente, o número de falhas, suas causas e conseqüências, levando em consideração o duto como um todo, ou seja, com todos os seus componentes e sistemas de proteção, tais como, proteção catódica, sinalização, válvulas de bloqueio, sistemas de sepressurização, etc.

Considerando os estudos existentes sobre falhas em dutos e o conhecimento da seqüência de falhas para este tipo de instalação, confirmada por muitas fontes de dados, pode-se afirmar que a frequência de ocorrência existente representa a frequência de ocorrência para o duto em análise.

Para os cálculos de frequências foi utilizado o banco de dados *CONCAWE* publicado em maio de 2007, conforme mostra a seguir.

9.4.1 CONCAWE



O relatório *Performance of European cross – country oil pipelines – Statistical summary of reported spilages in 2005 and since 1971*, publicado em maio de 2007 pelo *CONCAWE - The oil companies european organization and health protection*, contempla a análise de 436 registros de vazamentos em dutos que transportam petróleo e seus derivados, numa malha de aproximadamente 34.841 km de dutos da Europa Ocidental. Os registros cobrem 35 anos, no período compreendido entre 1971 e 2005.

A partir dos dados obtidos do *CONCAWE*, podemos observar que nos últimos anos a maior frequência de vazamentos em dutos não aquecidos foram associadas a: 47,4% ação de terceiros, seguidos por 26,3% de falha mecânica, 21% de corrosão, 3,5% por falha operacional e 1,7% de causas naturais. Considerando que a taxa de falha é $3,26 \cdot 10^{-4}$ oc/ km.ano para o período de 2001 a 2005. Este valor é o mais recente disponível para dutos, estando bastante próximo da atual tecnologia associada à construção, inspeção e operação de dutos.

O relatório *CONCAWE* apresenta a tabulação de vários dados sobre furos. Dos 436 registros de vazamentos em dutos, existem informações referentes a tamanhos em 193 deles (40%), conforme mostra a Tabela 9.4.

Tabela 9.4 – Dados Referentes a Vazamentos em Dutos segundo a Classificação dos Furos

Item	Classe de Vazamento					Total
	Ponto	Fissura	Furo	Fenda	Ruptura	
Número de registros	22	26	74	27	44	193
Porcentagem (%)	11,4	13,5	38,3	14,0	22,8	100

A classificação dos tamanhos dos furos apresentada na Tabela 9.4, segundo o relatório *CONCAWE* é a seguinte:

- Ponto – menor que 2mm x 2mm;
- Fissura – de 2 mm a 75 mm de extensão com no máximo 10% de abertura;
- Furo – de 2 mm a 75 mm de extensão com no mínimo 10% de abertura;
- Fenda – de 75 mm a 1000 mm de extensão com no máximo 10% de abertura;
- Ruptura – maior que 75 mm de extensão com no mínimo 10% de abertura.

Considerou-se, no presente estudo vazamentos segundo três classes: furo, fenda e ruptura total, sendo que para o furo considerou-se o agrupamento das classes *ponto, fissura e furo*.

Desta forma, conforme dados anteriormente mostrados na Tabela 9.4, 63,2% dos registros representam os furos, 14,0% a fenda e 22,8% a ruptura, resultando nas seguintes taxas de falhas para as classes de vazamento:

- Furo: $(0,632).(3,26.10^{-4})$ oc/km.ano = $2,06.10^{-4}$ oc/km.ano;
- Fenda: $(0,14).(3,26.10^{-4})$ oc/km.ano = $4,56.10^{-5}$ oc/km.ano;
- Ruptura: $(0,228).(3,26.10^{-4})$ oc/km.ano = $7,43.10^{-5}$ oc/km.ano.

Sendo assim, para os cálculos de frequência os valores adotados estão listados na Tabela 9.5 abaixo.

Tabela 9.5 – Frequências das hipóteses acidentais para as diferentes classes de vazamento levantadas na Análise Histórica para o duto de C5+

Classe de Vazamento	% do diâmetro do duto	Frequência Total/ Oleoduto (oc/km.ano)	Participação da Taxa de Falha por Classe de vazamento (%)	Frequência por Classe de Vazamento (oc/km.ano)
Furo	5 %	3,26E-04	63,2	2,06E-04
Fenda	20 %		14,0	4,56E-05
Ruptura Catastrófica	100 %		22,8	7,43E-05

A Tabela 9.6 apresenta as porcentagens de utilização dos dutos e as taxas de falhas calculadas para o oleoduto UTGCA-TEBAR.



Tabela 9.6 – Taxas de Falhas segundo utilização do oleoduto C5+

Duto	Produto	Com bombeamento	Sem Bombeamento	Taxas de Acidentes Básicas para as Diferentes Classes de Vazamento (oc/km.ano)					
				Furo		Fenda		Ruptura	
		85 %	15 %	2,06E-04		4,56E-05		7,43E-05	
				Com bombeamento	Sem bombeamento	Com bombeamento	Sem bombeamento	Com bombeamento	Sem bombeamento
UTGCA-TEBAR	C5+	100%	100%	1,75E-04	3,09E-05	3,88E-05	6,84E-06	6,32E-05	1,11E-05


As frequências apresentadas na tabela acima foram obtidas através da multiplicação da porcentagem de utilização de cada produto com a porcentagem de operação (com ou sem bombeamento) e a frequência de ocorrência de falhas para as classes de vazamento estudadas.

9.1.2 Árvores de Eventos para Líquido Inflamável

O vazamento de C5+ (condensado estabilizado), que é um líquido inflamável, faz com que num primeiro momento, o produto se espalhe pelo solo formando uma poça, cujas dimensões dependerão da taxa de alimentação (vazão da liberação), das características da substância, do tipo de solo e da presença de obstáculos, como por exemplo, diques de contenção.

O fenômeno seguinte é a evaporação do produto, cuja taxa depende do tamanho da poça, da troca térmica com o ar e com o solo, da velocidade do vento, do tipo de solo e das características da substância (volatilidade).

No caso de não ocorrer ignição imediata, pode-se estudar o comportamento da nuvem de vapor de condensado estabilizado na atmosfera por meio de modelos de dispersão, que possibilitam estimar a máxima distância atingida pela nuvem inflamável.



Uma vez formada a nuvem em condições inflamáveis, esta, ao encontrar uma fonte de ignição, poderá gerar o fenômeno *flashfire*. O *flashfire* é a ignição retardada de uma nuvem de vapor sem efeitos de sobrepressão, porém com efeitos térmicos.

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

No *flashfire* ocorre a ignição da massa de vapor sem uma considerável emissão de radiação térmica ao longo da distância. Portanto, a menos que haja um indivíduo dentro da área ocupada pela mistura inflamável, este evento não traz maiores conseqüências à população circunvizinha.

As Figuras 9.1 e 9.2 apresentam respectivamente as Árvores de Eventos para o C5+.

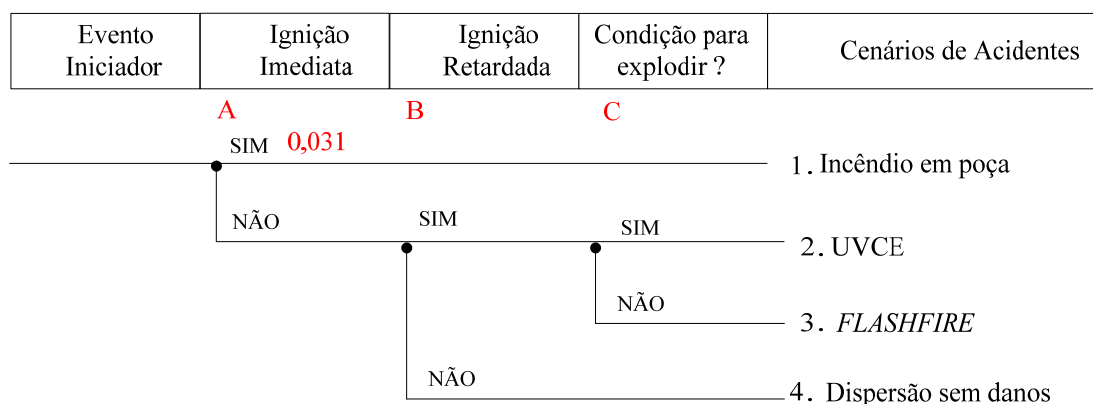


Figura 9.1 – Árvore de Eventos para Vazamentos de C5+ - Ruptura Catastrófica (100% diâmetro) e (Fenda – 20% diâmetro)

As probabilidades da árvore de eventos, apresentada na Figura 9.1, são definidas a seguir:



- A** - Probabilidade de ignição imediata - extraída HSE CONTRACT RESEARCH REPORT 206/1999 – página 20, igual a 0,031 para rupturas total e parcial – fenda, resultando em incêndio em poça;
- B** - Probabilidade de ignição retardada – probabilidade calculada considerando todas as fontes de ignição que se encontram dentro da nuvem de vapor, delimitada pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII), num determinado ponto de liberação. A probabilidade é estimada a partir do estabelecido por Lees – Volume 3 – Pág. A7/32.

Tabela 9.7 – Probabilidade de Ignição Retardada

Fontes de Ignição	Probabilidade
“Nenhuma”	0,1
Muito poucas	0,2
Poucas	0,5
Muitas	0,9

- C** - Condição para explodir – as probabilidades de explosão utilizadas na rotina de cálculo do programa QUANTOX, extraída Lees – Volume 2, pág. 16/154 e 16/155. Observa-se que a probabilidade varia com a massa, obtida a partir das simulações das conseqüências.

Tabela 9.8 - Probabilidade de Explosão

Massa de vapor inflamável (kg)	Probabilidade de Explosão
< 1.000	0,01
> 100.000	1,0

Para massas menores que 100.000 kg e maiores que 1.000 kg, o programa faz uma interpolação logarítmica para obter a probabilidade de explosão correspondente a massa.

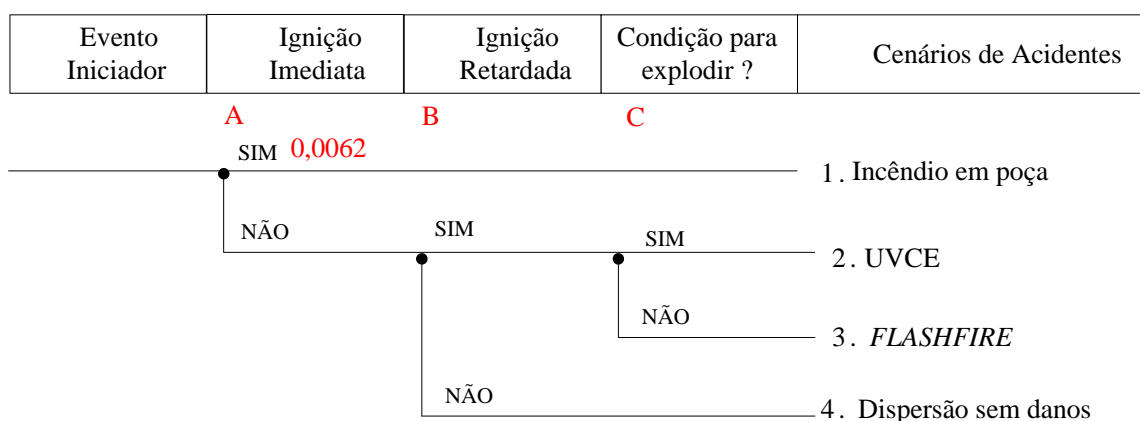


Figura 9.2 – Árvore de Eventos para Vazamentos de C5+ - Furo (5% do diâmetro)

As probabilidades da árvore de eventos, apresentada na Figura 9.2, são definidas a seguir:

- A** - Probabilidade de ignição imediata - extraída HSE CONTRACT RESEARCH REPORT 206/1999 – página 20, igual a 0,0062 para ruptura parcial – furo, resultando em incêndio em poça;
- B** - Probabilidade de ignição retardada – probabilidade calculada considerando todas as fontes de ignição que se encontram dentro da nuvem de vapor, delimitada pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII), num determinado ponto de liberação. A probabilidade é estimada a partir do estabelecido por Lees – Volume 3 – Pág. A7/32, conforme tabela 9.7;
- C** - Condição para explodir – probabilidades de explosão utilizadas na rotina de cálculo do programa QUANTOX, extraída Lees – Volume 2, pág. 16/154 e 16/155, conforme tabela 9.8.

9.5 Análise de Conseqüências e Vulnerabilidade

Esse capítulo apresenta as tipologias acidentais e os respectivos resultados obtidos das simulações das conseqüências (efeitos físicos) e vulnerabilidade realizadas para o duto que compartilha a faixa com o trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA.

Utilizou-se para os cálculos das conseqüências o software PHAST versão 6.4, desenvolvido pela DNV-Technica, considerando-se os seguintes aspectos:

- Características da liberação, área do furo, tipo de liberação, quantidade e fluxo mássico da liberação;
- Duração da liberação;
- Altura da fonte de escape;
- Características meteorológicas;
- Fator de rugosidade do terreno.

Da mesma forma que para o trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA, foram consideradas as seguintes tipologias acidentais:

- Incêndio em Poça para ignição imediata em vazamentos contínuos;
- Incêndio em Nuvem (flashfire) para ignição retardada em vazamentos contínuos e instantâneos;
- UVCE (*Unconfined Vapor Cloud Explosion*) para ignição retardada com condições de explosão.

9.5.1 Dados de Entrada nos Modelos

As hipóteses acidentais foram simuladas considerando a ruptura catastrófica da tubulação e as rupturas parciais (furo e fenda). Sendo assim, foram adotadas as seguintes premissas:

- Furo (5% do diâmetro da linha);

- Fenda (20% do diâmetro da linha);
- Ruptura (100% do diâmetro da linha).

A Tabela 9.9 a seguir apresenta os dados de entrada para as simulações realizadas para o oleoduto UTGCA-TEBAR.

Tabela 9.9 – Dados de Entrada das Simulações das Conseqüências do Duto que compartilha a faixa com o gasoduto PMXL1-UTGCA

Duto	Hipótese	Diâmetro (pol)	Densidade (kg/m ³)	Taxa de vazamento (kg/s)	Temperatura (°C)	Pressão (kgf/cm ²)
Oleoduto UTGCA-TEBAR	Rupt.com bomba	6	750	745,2	25	74
	Rupt.sem bomba			202,2		
	Fenda com bomba			28,8		
	Fenda sem bomba			31,5		
	Furo com bomba			1,9		
	Furo sem bomba			2		

Os dados meteorológicos utilizados para simulação dos gasodutos foram os mesmos apresentados no Capítulo 02 do presente estudo, referentes à temperatura, umidade e velocidade do vento.

As simulações de conseqüências foram realizadas para os valores de interesse (endpoints) adotados:

- Incêndio em Poça: distâncias para PROBITS correspondentes a 1%, 50% e 99% de fatalidade, além de níveis de efeitos para 3,0 kW/m².
- *Flashfire*: distância correspondente ao Limite Inferior de Inflamabilidade (LII)
- *UVCE*: distâncias para PROBITS correspondentes a 1%, 50% e 99% de fatalidade, além de níveis de efeitos para 0,05 bar.

9.5.2 Resultados das Simulações

A Tabela 9.10 e 9.11 apresenta o resumo dos resultados obtidos nas simulações do trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA e do Oleoduto UTGCA-TEBAR.. O Anexo XIII apresenta o relatório de saída do Programa PHAST 6.4 das simulações realizadas para o Oleoduto UTGCA-TEBAR.

Tabela 9.10 - Distâncias Atingidas por Radiações Térmicas - Bola de Fogo

DUTO	Duração do Fireball (s)	Nível de Radiação (kW/m ²)	Distância Atingida (m)		Fatalidade (%)
			Dia	Noite	
Gasoduto PMXL1-UTGCA	18,58	19,25	472,20	473,59	1
		38,05	334,60	335,55	50
		75,22	225,61	226,21	99



Tabela 9.11 - Distâncias Atingidas por Radiações Térmicas e Sobrepressões

Duto	Hipótese	Flash Dia	Flash Noite	Jato de Fogo/Incêndio em Poça (kW/m ²)								Sobrepressão (bar)							
				Dia				Noite				Dia				Noite			
				71,2	36,0	18,3	3,0	71,2	36,0	18,3	3,0	0,4	0,3	0,1	0,05	0,4	0,3	0,1	0,05
PMXL-UTGCA	2A	7,92	11,04	*	*	*	178,3	*	*	*	177,3	*	*	46,97	83,85	*	*	59,2	98,32
	2BV	9,45	13,38	*	*	*	214,76	*	*	*	216,57	*	*	59,1	98,12	*	*	69,2	108,32
	2BI	192,17	269,1	88,09	97,56	109,08	173,5	89,62	99,13	110,64	173,47	*	*	349,1	388,12	*	*	579,2	618,32
	2CV	1,91	2,86	*	*	*	62,05	*	*	*	61,49	*	*	*	*	*	*	*	*
	2CI	47,4	66,86	25,79	28,48	31,58	47,15	26,25	28,96	32,07	47,2	*	*	109,1	148,12	*	*	159,2	198,32
	4A	46,57	79,92	*	*	*	932,55	*	*	*	910,79	*	*	137,63	185,15	*	*	247,75	295,4
	4BV	15,89	25,23	*	*	*	432,43	*	*	*	418,75	*	*	77,63	125,15	*	*	97,75	145,41
	4BI	241,22	331,91	*	347,58	380,2	494,62	*	354,5	387,45	501,55	*	*	397,63	445,15	*	*	537,75	585,41
	4CV	3,63	4,91	*	*	*	117,12	*	*	*	111,41	*	*	35,2	60,35	*	*	*	*
4CI	65,04	81,03	*	100,99	112,03	144,68	*	102,86	114,24	146,8	*	*	147,63	195,15	*	*	157,75	205,41	
UTGCA-TEBAR	Rupt.com bomba	53,13	70,66	*	*	41,66	118,8	*	*	42,54	117,4	98,95	110,28	174,24	257,38	119,03	130,4	194,55	277,93
	Rupt.sem bomba	18,19	23,74	*	*	18,83	68,29	*	*	18,95	67,31	34,42	40,07	71,94	113,37	48,39	57,37	96,2	149
	Fenda com bomba	16,73	21,86	*	*	20,44	71,47	*	*	21,57	71,39	31,21	36,7	60,38	92,6	45,96	52,21	45,96	133,29
	Fenda sem bomba	17,1	22,15	*	*	18,89	69,36	*	*	20,62	68,97	30,96	35,25	56,47	90,95	44,94	52,25	83,81	126,72
	Furo com bomba	7,16	9,77	*	9,44	16,93	44,75	*	11,2	18,27	26,51	15,5	17,65	29,8	45,6	14,54	16,32	26,35	39,4
	Furo sem bomba	7,84	9,94	*	10,26	17,73	45,6	*	9,94	14,14	46,62	15,44	17,57	29,59	45,22	14,56	16,34	26,41	39,5

9.5.3 Análise de Vulnerabilidade

Os conceitos de vulnerabilidade e equações para obtenção dos valores de referência (*end points*) das simulações já foram apresentados no capítulo 7 do presente relatório.

Analisando as distâncias listadas na tabela anterior, observa-se que os maiores valores das simulações são provenientes do trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA. Desta forma, o Mapeamento de Vulnerabilidade para do trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA, apresentado no Anexo X, se mantém para a integração dos riscos da faixa.

9.6 Avaliação do Risco Individual da Faixa

Os resultados dos riscos individuais da faixa para o trecho de compartilhamento do trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA, estão apresentados neste item. Foram calculados os riscos individuais para cada duto e o risco individual cumulativo da faixa, sendo os mesmos apresentados sob a forma de perfil de risco, que fornece uma visão dos alcances da distribuição dos níveis de risco.

Os cálculos para a estimativa dos riscos foram realizados com os programas *QUANTOX* e *QUANTOX* versão *Pipeline*, desenvolvidos pelo ITSEMAP STM – Serviços Tecnológicos MAPFRE, integrando frequências e conseqüências para todos os cenários acidentais gerados a partir de cada um dos cenários acidentais, levando também em consideração a distribuição de fontes de ignição nas áreas de interesse.

9.6.1 Critério de Aceitabilidade

De acordo com a Norma Técnica CETESB P4.261, de maio/03, o critério de aceitabilidade a ser utilizado para o transporte por dutos é o de Risco Individual Cumulativo da Faixa.

A Figura 9.3 apresenta os limites de aceitabilidade para o Risco Individual.

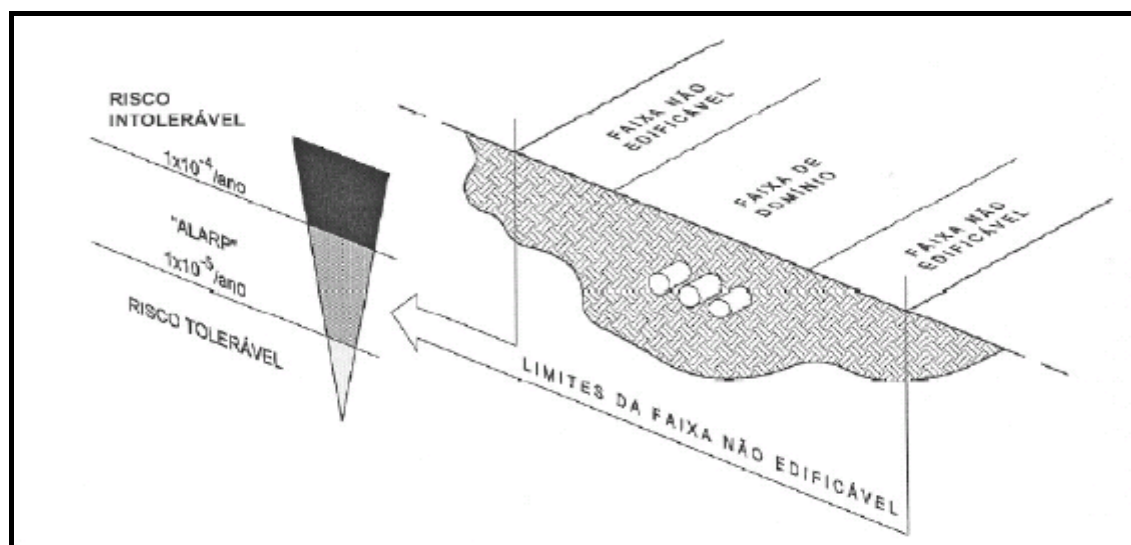


Figura 9.3 - Critério de Aceitabilidade de Risco Individual para Faixa

9.6.2 Cálculos do Risco Individual

No presente trabalho, o risco individual foi calculado para trecho onde há compartilhamento de faixa.

Desta forma, para cada trecho, foi calculado o Risco Individual, através do Programa *QUANTOX* versão *Pipeline*, para cada um dos possíveis cenários de acidentes gerados pelas diferentes hipóteses acidentais.

Os perfis de risco para cada duto referente ao trecho de compartilhamento com o trecho terrestre o Gasoduto PMXL1-UTGCA, estão apresentados a seguir.

9.6.3 Resultados do Risco Individual da Faixa

9.6.3.1 Risco Individual - Trecho terrestre o Gasoduto PMXL1-UTGCA

O resultado do Risco Individual para o trecho terrestre o Gasoduto PMXL1-UTGCA, foi apresentado no Capítulo 8, sendo apenas o perfil de iso-risco reapresentados nas Figuras 9.4 a seguir.

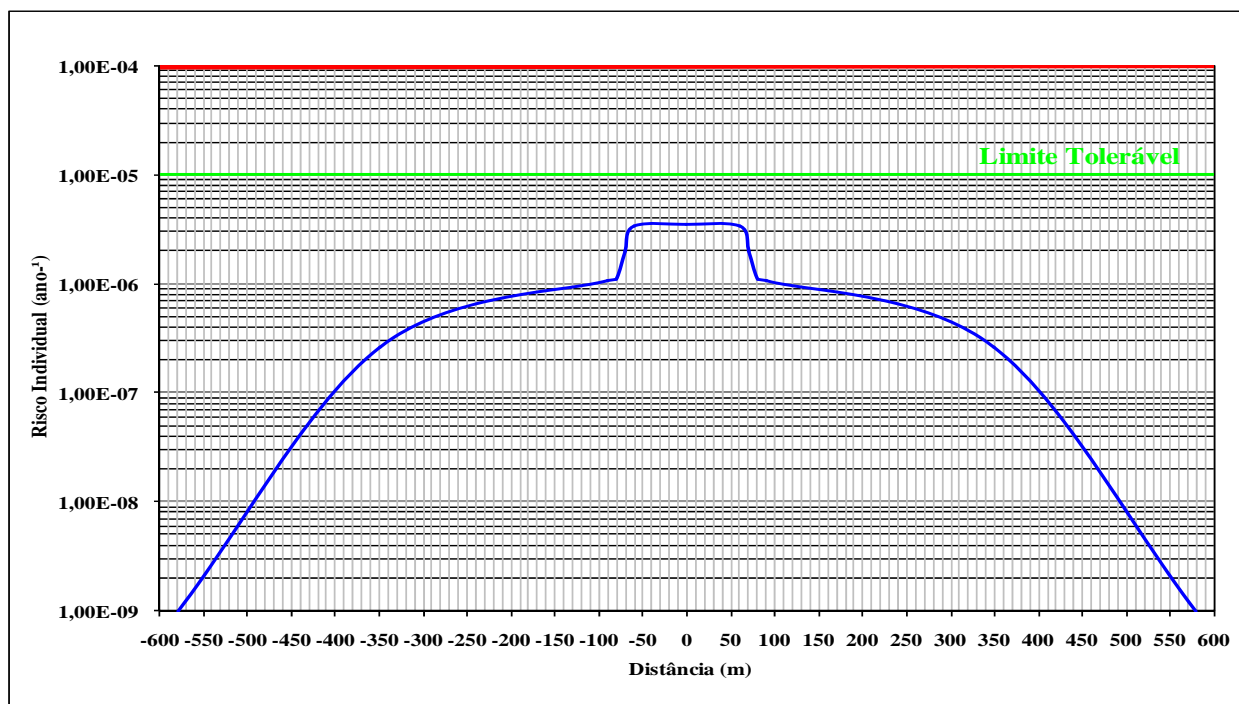


Figura 9.4 – Perfil de Risco Individual - Trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA

9.6.3.2 Risco Individual - Oleoduto UTGCA-TEBAR

A Tabela 9.12 apresenta os resultados do cálculo realizado pelo QUANTOX, que serviram de dados de entrada para o perfil de risco do Oleoduto UTGCA-TEBAR apontado na Figura 9.4.

Tabela 9.12 – Dados de Entrada para o Perfil de Risco do Oleoduto UTGCA-TEBAR

Distância (m)	Nível de Risco (ano ⁻¹)
0	4,89E-08
60	1,16E-08
100	1,17E-09
140	1,16E-10
190	1,55E-11

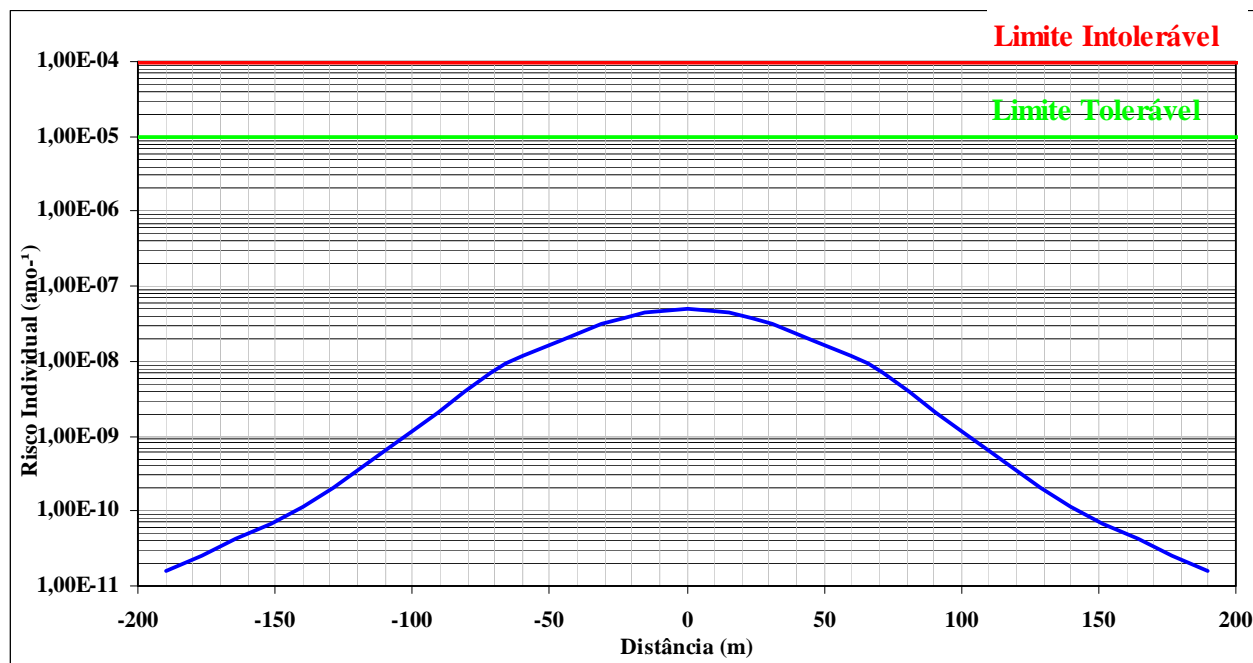


Figura 9.4 – Perfil de Risco Individual – Oleoduto UTGCA-TEBAR

9.6.3.3 Risco Individual Cumulativo da Faixa

A Tabela 9.13 apresenta os resultados do cálculo realizado pelo *QUANTOX*, que serviram de dados de entrada para o perfil de risco cumulativo, apontado na Figura 9.5

Tabela 9.13 – Dados de Entrada para o Perfil de Risco – Risco Cumulativo da Faixa

Distância (m)	Nível de Risco (ano ⁻¹)
0	3,55E-06
90	1,06E-06
350	2,65E-07
460	1,03E-08

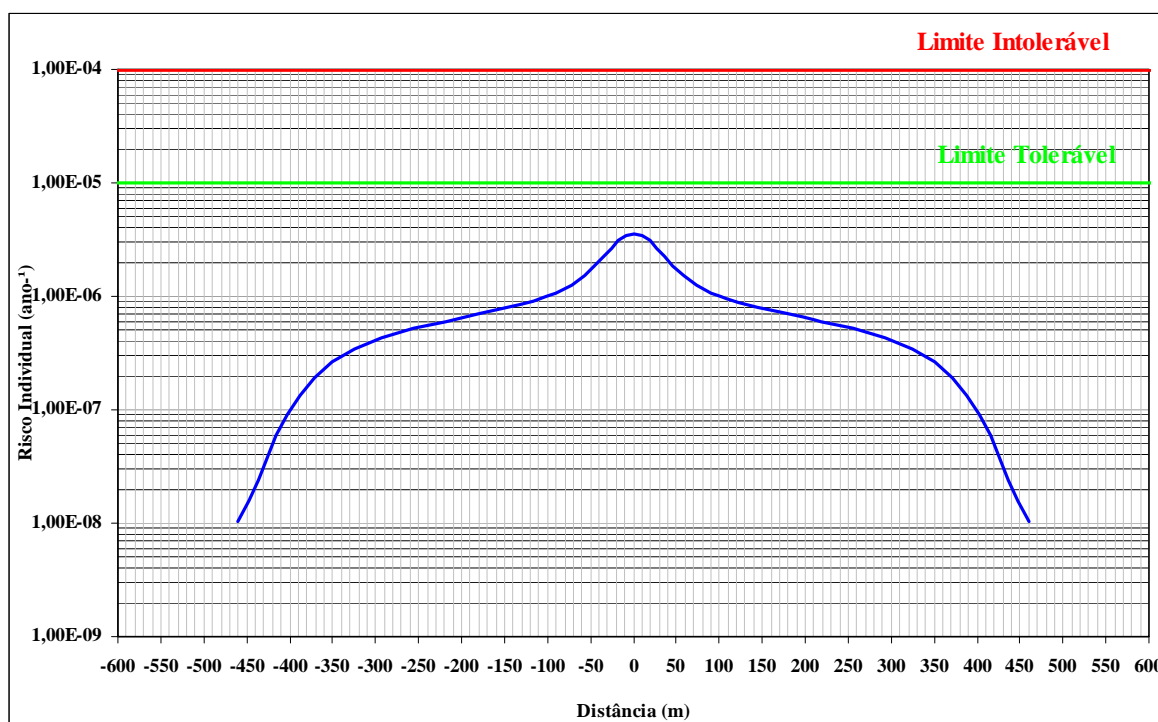


Figura 9.5 – Perfil de Risco Individual – Risco Cumulativo da Faixa

9.6.4 Avaliação dos Resultados

Com base os resultados obtidos nas estimativas dos riscos associados a faixa do trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA, pode-se observar que os perfis de Risco Individual Cumulativo variaram entre $3,55E-06/\text{ano}$ e $6,11E-09/\text{ano}$, valores estes considerados plenamente toleráveis, quando comparados com o critério estabelecido pelo IBAMA, ou seja, $1,0E-04/\text{ano}$ (máximo tolerável) e $1,0E-05/\text{ano}$ (negligenciável).

9.7 Conclusões

A avaliação do Risco Individual de uma Faixa de Dutos visa prioritariamente a definição das dimensões da Faixa Não Edificável. Os valores de Risco Individual - RI a serem confrontados são os definidos pela Norma Técnica CETESB P4.261, Maio/03.

Conforme representado na Figura 9.3, a largura da faixa não edificável será definida pelo limite superior de risco individual, ou seja, $1,0E-04$ /ano, considerado como máximo tolerável pela citada Norma Técnica da CETESB. Por outro lado, fora dos limites da faixa não edificável os valores de RI deverão ser inferiores a 1×10^{-4} /ano, possibilitando assim o atendimento aos critérios e parâmetros que garantam a segurança da população e a proteção do meio ambiente, conforme preconizado na Lei 6766/79, alterada pela Lei 10.932/04.

Se em algum trecho da faixa, que esteja na região ALARP (níveis de RI entre $1,0E-05$ /ano e $1,0E-04$ /ano), haja a presença de aglomerados urbanos, tal situação deverá ser analisada de forma específica, de maneira que o princípio ALARP seja considerado, ou seja, o risco deverá ser reduzido tanto quanto razoavelmente praticável, sem, contudo, ser considerado intolerável. Assim, deverão ser estudadas propostas de medidas mitigadoras que efetivamente possibilitem o aumento do grau de segurança e de prevenção de acidentes, possibilitando assim a redução dos níveis de risco.

Ressalta-se que em casos extremos, onde não seja demonstrada a efetividade das medidas mitigadoras propostas poderá ser definida a extensão da largura da faixa não edificável até o nível de $1,0E-05$ /ano.

Confrontando este Critério de Faixa Não Edificável com os resultados obtidos para o Risco Individual do trecho terrestre do Gasoduto PMXL1-UTGCA, podemos identificar que não houve situação com nível de Risco Individual superior a $1,0E-05$ /ano (está na Região Tolerável), portanto a Faixa Não Edificável, pode ficar restrita as dimensões da largura da Faixa de Domínio dos Dutos.