



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL URBANA**

CARLOS SILVA THÉ

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DOS RISCOS DE ACIDENTES
AMPLIADOS NO PÓLO INDUSTRIAL DE CAMAÇARI E DAS
VULNERABILIDADES DO SEU ENTORNO**

Salvador
2009

CARLOS SILVA THÉ

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DOS RISCOS DE ACIDENTES
AMPLIADOS NO PÓLO INDUSTRIAL DE CAMAÇARI E DAS
VULNERABILIDADES DO SEU ENTORNO**

Dissertação submetida a banca examinadora do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Bastos Guimarães

Salvador
2009

Thé, Carlos Silva

Estudo exploratório dos riscos de acidentes ampliados no Pólo Industrial de Camaçari e das vulnerabilidades do seu entorno / Carlos Silva Thé. – Salvador, 2009.

122 f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Bastos Guimarães

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2009.

1. Acidentes Ampliados. 2. Riscos Industriais - Gerenciamento de Riscos. 3. Planos de Contingências. 4. Plano de Gerenciamento de Riscos. 5. Vulnerabilidade Ambiental. 6. Desastres. I. Guimarães, Roberto Bastos . II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CARLOS SILVA THÉ

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DOS RISCOS DE ACIDENTES
AMPLIADOS NO PÓLO INDUSTRIAL DE CAMAÇARI E DAS
VULNERABILIDADES DO SEU ENTORNO**

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental Urbana

Salvador, 07 de maio de 2009

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Roberto Bastos Guimarães _____
Universidade Federal da Bahia -UFBA

Prof. Dr. Sandro Lemos Machado _____
Universidade Federal da Bahia -UFBA

Prof. Dr. Juan Pedro Moreno Delgado _____
Universidade do Estado da Bahia -UNEB

Prof. Dr. Marcelo Firpo de Souza Porto _____
Fundação Oswaldo Cruz -FIOCRUZ

Dedico este trabalho a minha família, aos meus filhos Carla, Hussen e Torriceli, a minha esposa Jacira e ao meu querido neto Carlinhos, por terem me incentivado a perseguir esta tarefa tão espinhosa e árdua que é escrever uma dissertação.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Roberto Bastos Guimarães, pela orientação e apoio bem como pela determinação e boa vontade na importação, com recursos financeiros do CNPq, dos diversos livros que abordam sobre um tema tão importante e novo para a sociedade, que são os riscos dos acidentes tecnológicos. Talvez sem essa iniciativa não fosse possível lograr êxito nessa empreitada, visto que não existe bibliografia nacional que aborde em profundidade o assunto, até porque se trata de um tema que nasceu após o surgimento das chamadas sociedades pós-industrial ou pós-moderna, portanto relativamente novo para a sociedade.

Às empresas e órgãos: Suzano Petroquímica S. A, Dow Química S. A (Unidade Isopol), Braskem S. A, COFIC - Comitê de Fomento Industrial de Camaçari, Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Camaçari, Defesa Civil de Camaçari, IMA - Instituto do Meio Ambiente o meu agradecimento pelas reuniões e fornecimento das informações que me ajudaram efetivamente na arquitetura deste trabalho.

De uma forma mais ampla quero agradecer a todos aqueles que entrevistei e conversei, e são muitos, que generosamente contribuíram com informações, incentivos e competências profissionais, tornando possível a elaboração deste estudo. Não devo citar nomes para não ser injusto com aqueles que a memória me faça esquecer. Entretanto quero destacar duas pessoas que contribuíram bastante com esta pesquisa: Renato Wokaman especialista em Planejamento Urbano e Gestão de Cidades e informática, pelas inúmeras discussões que mantivemos no burilamento e tratamento das imagens que compõem este trabalho e ao eminente Prof. Dr. Luis Santiago, do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia, pela contribuição relacionada ao estilo acadêmico.

À minha família, esposa e filhos quero agradecer pela compreensão e apoio ao longo dessa jornada de estudos.

Aos meus saudosos pais, que já não mais habitam nesse plano quero agradecer pela oportunidade de existir e poder contribuir com este trabalho, não só para a consolidação do meu crescimento profissional, mas e, sobretudo para o engrandecimento da engenharia nacional e evolução desse planeta.

Quero por fim agradecer também aquelas pessoas e órgãos que não me ajudaram e até me prejudicaram, me fazendo, em alguns momentos nutrir os sentimentos mais obscuros, mesquinhos e impensáveis da natureza humana, tais como raiva, ódio, ira, rancor, revolta e outros mais. Às essas pessoas e órgãos que alimentaram tais sentimentos me fizeram despertar o quanto eles são prejudiciais para o ser humano, mas também me ensinaram que nunca devemos nutrir tais sentimentos, que só trazem prejuízo à natureza humana. Assim mesmo não querendo acabaram me ajudando, pois conseguiram me engrandecer como ser humano.

Ao desconsiderarmos as múltiplas dimensões e o contexto dos riscos, corremos o risco de reproduzir o provérbio oriental que diz: “Um intelectual que não utiliza seu conhecimento para melhorar o mundo (e a si próprio como pessoa) é semelhante a um burro carregando um monte de livros”.

Marcelo Firpo de Souza, 2007

RESUMO

Esta dissertação refere-se a um estudo exploratório dos riscos de acidentes ampliados no Pólo Industrial de Camaçari bem como das vulnerabilidades do seu entorno. Para tanto realizou-se uma análise do planejamento urbano no entorno do Complexo Petroquímico de Camaçari, quanto aos aspectos protecionais existentes no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU do Município de Camaçari, frente aos riscos desses acidentes. Realizou-se também uma análise das vulnerabilidades daquele município, indicando estratégias de conhecimento e minimização dos danos pós-sinistros, causados por acidentes ampliados gerados pelas empresas do Pólo. Promoveu-se, ainda uma análise, junto ao Instituto do Meio Ambiente - IMA do plano de contingência do Pólo, denominado pelo Comitê de Fomento Industrial de Camaçari - COFIC como "PROJETO APPOLO II". Efetuou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os principais acidentes ampliados ocorridos no Brasil e no mundo, um levantamento histórico dos acidentes ocorridos no Pólo e catalogados pelo Conselho Consultivo de Camaçari e uma análise das vulnerabilidades da defesa civil de Camaçari. As análises do PDDU, do Projeto Appolo II e as observações *in loco* concluíram que: 1) há riscos para a população da sede daquele município dado a proximidade do Pólo, 2) a Defesa Civil de Camaçari não está munida de equipamentos e sistemas protecionais necessários e adequados a situações de enfrentamento dos riscos de acidentes ampliados; 3) não há um plano de contingência para a população da sede do município de Camaçari. Como resultado este trabalho sugere a elaboração de um plano de contingência para o município de Camaçari e outras medidas no sentido de suprir as deficiências constatadas.

Palavras-chave: Acidentes Ampliados; Riscos Industriais; Gerenciamento de Riscos; Plano de Contingências, Plano de Gerenciamento de Riscos; Vulnerabilidade Ambiental, Desastres.

ABSTRACT

This dissertation refers to an exploratory study of risks of accidents increased in the Industrial Pole of Camaçari and the vulnerability of their environment. Thus there was a review of urban planning around the Petrochemical Complex of Camaçari, as to the protectionism in the Master Plan - the city of Camaçari PDDU, facing the risks of accidents. Realizou is also an analysis of the vulnerabilities of that municipality, indicating knowledge and strategies to minimize the damage after accidents, accidents caused by increased business generated by the Pole. Promoted, even if a review, with the Office of Environment - IMA contingency plan of the Pole, called the Committee for Promotion of Industrial Camaçari - COFIC as "PROJECT APPOLO II. Was made a literature search on the major accidents that occurred in Brazil and expanded in the world, a survey history of accidents on the pole and cataloged by the Board of Camaçari and analysis of vulnerabilities in defense of civil Camaçari. As analysis of PDDU of Appolo II project and the comments in loco concluded that: 1) there are risks to the population of that city as the headquarters near the Pole, 2) the defense of Civil Camaçari is not equipped with protective equipment and systems necessary and appropriate to situations of confrontation increased risk of accidents, 3) there is no contingency plan for the population of the county seat of Camaçari. As result of this work suggests the establishment of a contingency plan for the city of Camaçari and other steps to remedy the deficiencies found.

Keywords: Major Accidents; Industrial Risk; Risk Management, Plan Contingencies, Plan for Managing Risk, Environmental Vulnerability, Disaster.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	- Localização do Pólo de Camaçari	22
Figura 02	- Derivados Petroquímicos de Eteno	23
Figura 03	- Síntese de Formação das Etanolaminas	24
Figura 04	- Craqueamento Técnico da Nafta	26
Figura 05	- Estrutura Molecular do Tetraclorodibenzo-Dioxina	35
Figura 06	- Curva de Farmer	44
Figura 07	- Incêndio em Tanque de GLP no Pólo de Atalaia/Se	46
Figura 08	- Pólo de Atalaia/SE	46
Figura 09	- Curva de Risco Individual e Risco Social	47
Figura 10	- Critério de Aceitabilidade dos Riscos Sociais	53
Figura 11	- Planta de Amônia Refrigerada	58
Figura 12	- Curva Isoriscos	60
Figura 13	- Curva de Frequência x Número de Fatalidades (F-N)	69
Figura 14	- Matriz de Aceitabilidade	71
Figura 15	- Curva F-N-Unidade de Olefinas	75
Figura 16	- Benzeno e Derivados	76
Figura 17	- Curva F-N do Parque de Esferas da Unidade de Aromáticos	77
Figura 18	- Parque de Esferas com Medidas Corretivas	78
Figura 19	- Curva F-N Esferas de Butadieno	79
Figura 20	- Nova Curva F-N Esferas de Butadieno com Ações Corretivas	80
Figura 21	- Síntese Química do TDI	81
Figura 22	- Curva F-N-Unidade de Fosgênio Camaçari	82
Figura 23	- Curva F-N-Unidade de Fosgenação de TDI	83

Figura 24	- Curva F-N-Unidade de Fosgenação de TDI com Ações Corretivas	83
Figura 25	- Curva F-N-Armazenagem do HCN	85
Figura 26	- Curva F-N-Armazenagem do HCN com Ações Corretivas	85
Figura 27	- Curva F-N-Unidade de Alquilação I para Produção LAB	86
Figura 28	- Curva F-N-Unidade de Alquilação II para produção de LAB	87
Figura 29	- Nova Curva F-N-Unidade de Alquilação I para produção de LAB	88
Figura 30	- Nova Curva F-N- Unidade de Alquilação II para produção de LAB	89
Figura 31	- Curva F-N-Unidade de Amônia e Uréia	90
Figura 32	- Nova Curva F-N-Unidade de Amônia e Uréia	91
Figura 33	- Curva F-N-Unidade de Caprolactama	92
Figura 34	- Nova Curva F-N- Unidade de Caprolactama com Ações Corretivas	94
Figura 35	- Curva F-N- Transporte deGLP por carretas nas áreas comuns do Polo	96
Figura 36	- Nível das Vias Internas do Pólo de Camaçari	100
Figura 37	- Estacionamento nas Vias Internas do Pólo de Camaçari	101
Figura 38	- Estruturação Espacial- Sede de Camaçari	106
Figura 39	- Zoneamento Territorial de Camaçari	107
Figura 40(a)	- Distância da FAFEN a área urbana e distância de simulação conforme Christou <i>et al.</i> (1999)	114
Figura 40(b)	- Distância da TDI a área urbana e distância de simulação conforme Christou <i>et al.</i> (1999)	114
Figura 40(c)	- Distância da BRASKEN a área urbana	114
Figura 40(d)	- Distância da PROQUIGEL a área urbana	114
Figura 41	- Informações sobre Riscos de Produtos Químicos	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Operações Unitárias Básicas	25
Quadro 02 - Áreas Industriais do Pólo de Camaçari	27
Quadro 03 - Acidentes Ampliados da Indústria Petroquímica no Mundo	28
Quadro 04 - Acidentes Ampliados Ocorridos no Brasil	29
Quadro 05 - Óbitos em Acidentes Químicos no Período de 1945/1991	30
Quadro 06 - Faixas de Perigos Observados	55
Quadro 07 - Distâncias para Efeitos Letais e Danos Irreversíveis	57
Quadro 08 - Cenário de Acidentes x Distâncias para o Primeiro Óbito	59
Quadro 09 - Limites para Análise de Vulnerabilidade(CETESB x APPOLO x FEEMA)	67
Quadro 10 - Limites para Análise de Vulnerabilidade(CETESB x APPOLO x FEEMA)	67
Quadro 11 - Análise Preliminar de Perigos	68
Quadro 12 - Cenários de Perigos	70
Quadro 13 - Produção de Aromáticos da Braskem/Camaçari	77
Quadro 14 - Classificação Decrescente do Risco de Produtos Transportados no Pólo	95
Quadro 15 - Produção de Olefinas/Aromáticos no Pólo – Período 1980/2008	97
Quadro 16- Síntese das Análises Quantitativas dos Riscos- Projeto Appolo II	99
Quadro 17- População do Município de Camaçari	108
Quadro 18 - Riscos do Ácido Fluorídrico e seus Vapores	111
Quadro 19 – Proposta de Organização	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM-Associação Brasileira da Indústria Química
ANTT-Agência Nacional de Transporte Terrestre
ALARP-As Low As Reasonably Practicably
APP-Análise Preliminar de Perigo
APS-Análise Preliminar de Segurança
AQR-Análise Quantitativa de Riscos
BLEVE-Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions
CCC-Conselho Comunitário de Camaçari
CEE-Comunidade Econômica Européia
CEPRAM-Conselho Estadual do Meio Ambiente
CODECA-Coordenação de Defesa Civil de Camaçari
CIFN-Complexo Industrial Ford Nordeste
COFIC-Comitê de Fomento Industrial de Camaçari
CONCIDADE-Conselho Municipal da Cidade
COMAM-Conselho Municipal do Meio Ambiente
CRA-Centro de Recursos Ambientais
EUA-Estados Unidos da América
GLP-Gas Liquefeito de Petróleo
HCN-Ácido Cianídrico
HF-Ácido Fluorídrico
IBP-Instituto Brasileiro do Petróleo
IMA-Instituto do Meio Ambiente
ICMS-Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
LAB-Alcoil Benzeno Linear
MIC-Metil Isocianato
MOPE-Movimentação de Produtos Especiais
PDDU-Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PQU-Petroquímica União
PGR-Programa de Gerenciamento de Riscos
PVC-Policloreto de Vinila
REDUC-Refinaria Duque de Caxias

RMS-Região Metropolitana do Salvador

SASSMAQ-Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade

SUDIC-Superintendência de Desenvolvimento Industrial e Comercial

TCDD- Tetraclorodibenzo-dioxina

TDI-Tolueno Diisocianato

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1.O MUNICÍPIO DE CAMAÇARÍ E O POLO INDUSTRIAL	18
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
2.1 Acidentes Ampliados	28
2.2 Potencialização dos Riscos de Acidentes no Pólo x Ações Preventivas	31
2.3 Acidentes Históricos x Planos de Contingências	34
2.2.1 Seveso/Itália (1976)	35
2.2.2 Bhopal/India (1984)	37
2.2.3 PQU/Brasil (1992)	41
2.4 Riscos	43
3. METODOLOGIA	62
4. ANÁLISES E RESULTADOS DO PROJETO APPOLO II	66
4.1 Características do Projeto Appolo II	66
4.2 Análises do Projeto Appolo II	67
4.3 Apresentação e Discussão das Curvas	74
5. O MUNICÍPIO DE CAMAÇARI E AS VULNERABILIDADES	103
6. CONCLUSÕES/SUGESTÕES	117
REFERÊNCIAS	120

INTRODUÇÃO

A segurança e os riscos das instalações petroquímicas nos países desenvolvidos passaram a ser prioridade das grandes corporações empresariais em função, sobretudo, dos dois grandes acidentes industriais ocorridos em Seveso/Itália, em 1976, e Bhopal/Índia, em 1984 que motivaram a implementação das práticas de gestão dos riscos, já que a sua pura e simples eliminação não é possível.

A realização das estimativas dos riscos industriais objetivando a aplicação das boas práticas de gestão vem evoluindo nos países desenvolvidos, evidentemente, após a ocorrência dos grandes acidentes com impactos nas comunidades vizinhas às indústrias, como foram os casos dos dois acidentes acima referidos, que, como consequência, proporcionaram grandes lições à humanidade.

Nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, essa evolução é lenta e às vezes nem ocorre, fazendo com que os distritos industriais sejam instalados próximos às comunidades, contrariando a legislação ambiental, e como consequência, ameaçando a população que, via de regra, desconhece os riscos proporcionados por essas instalações industriais e seus produtos, por quem efetivamente detém o conhecimento dos riscos decorrentes dos acidentes maiores, que são as indústrias.

A abordagem probabilística dos riscos das instalações químicas e petroquímicas passou a ser utilizada pelos países europeus após os acidentes de grande monta, mas, efetivamente, surgiu nos EUA por volta de 1954, através dos estudos empreendidos pela Atomic Energy Commission, que promoveu uma avaliação das possibilidades teóricas e as subseqüentes consequências de acidentes ampliados em instalações nucleares, gerando o Relatório Wash, que foi publicado por aquela comissão em 1967 (CARVALHO, 2007).

As conclusões do Relatório Wash, segundo Carvalho (2007) estimaram, por meio de Análises Probabilísticas de Segurança-APS, que os possíveis efeitos de um acidente maior em instalações nucleares levariam a 3.400 mortes, 43.000 feridos e US\$ 7 bilhões de danos materiais. Em sua revisão entre 1965/67 os dados chegaram entre 45.000 e 100.000 mortes e US\$ 17 bilhões de danos materiais, segundo a referida pesquisadora.

Apartir de 1979, com o acidente nuclear ocorrido na planta de “Three Mile Island” nos EUA, em março daquele ano, as técnicas de Análises Probabilísticas de Segurança-APS e Análises Quantitativas de Riscos - AQR sofreram melhorias e adaptações e passaram a ser utilizadas nas instalações químicas e petroquímicas, sobretudo após o acidente de Seveso (CARVALHO, 2007). Pode-se dizer assim que já que o risco não pode ser eliminado a sua

gestão eficiente é uma ação de extrema importância para a sociedade, visto que toda decisão ligada aos riscos industriais requer, dos empresários, uma escolha entre o desempenho econômico da corporação ou a segurança máxima das instalações. Já que a segurança máxima está relacionada não apenas aos próprios operários da fábrica e instalações, mas também às populações que ficam no entorno das fábricas, resta assim à população o ônus da vulnerabilidade (VEYRET, 2007), visto que a responsabilidade social corporativa nem sempre é praticada pelas empresas.

O enfrentamento da vulnerabilidade na perspectiva fiscalista das engenharias “ocorre através do aumento da confiabilidade técnica voltada à prevenção e ao controle das disfunções em sistemas técnicos”. Assim os elevados impactos que os acidentes ampliados poderão provocar nas populações vizinhas aos complexos industriais, acarretando perdas de resiliência dessas populações justificam ações preventivas rigorosas tanto por parte das indústrias, através de rígidos programas de gerenciamento dos riscos quanto no âmbito da população, com a implementação pelo poder público de planos de contingências, tendo em vista que a vulnerabilidade social pode ser definida como a redução da “capacidade de antecipar, sobreviver, resistir e recuperar-se dos impactos” (PORTO, 2007).

Esta dissertação é um estudo exploratório dos riscos de acidentes ampliados no Pólo Industrial de Camaçari bem como aborda as vulnerabilidades da população do seu entorno.

De acordo com Porto (2007, p.35) as vulnerabilidades sociais resultam

em gradientes ou diferenciais de exposição e efeito entre grupos que vivem na periferia social e econômica do desenvolvimento e acabam por arcar com as principais cargas ambientais nos ambientes que trabalham e vivem. Riscos em contextos vulneráveis decorrem de discriminações e desigualdades sociais, e são, portanto uma questão de (in) justiça ambiental.

No *primeiro capítulo* faz-se um tratamento sobre o município de Camaçari e o Pólo Petroquímico, onde é apresentado um histórico desde sua criação em 1558 com suas características eminentemente rurais, passando por diversas transformações até a chegada do Pólo Petroquímico, que muda radicalmente a paisagem e economia do município.

O *segundo capítulo* consta de uma revisão bibliográfica sobre os acidentes ampliados, potencialização dos riscos nas unidades petroquímicas em geral e as respectivas ações preventivas contra esses riscos. Em seqüência é promovido um tratamento dos principais acidentes ampliados ocorridos em instalações petroquímicas no mundo e a importância dos planos de contingência como instrumentos minimizadores dos riscos relacionados a acidentes maiores. Faz-se ainda, nesse capítulo, uma apresentação da concepção da “Diretiva de

Seveso”, instrumento formatado pela Comunidade Européia após o célebre acidente ocorrido na Itália, na cidade de Seveso no ano de 1976, bem como uma abordagem do conceito de risco individual e risco social e as principais técnicas de análises dos riscos.

No *terceiro capítulo* é apresentada a metodologia usada na elaboração da pesquisa.

No *quarto capítulo* procede-se uma análise no Projeto Appolo II e as possíveis ameaças de eventuais acidentes maiores no município de Camaçari.

No *quinto capítulo* é feita uma abordagem das vulnerabilidades do município de Camaçari frente aos riscos de acidentes maiores no Pólo e, por fim, no *sexto* e último capítulo, apresentam-se as conclusões e sugestões para futuros estudos acadêmicos na área do Pólo Industrial de Camaçari.

1. O MUNICÍPIO DE CAMAÇARI E O PÓLO INDUSTRIAL

O Pólo Industrial de Camaçari localiza-se no município do mesmo nome, cidade que compõe a Região Metropolitana de Salvador e que fica a apenas 41 km da capital do Estado da Bahia. Iniciou a sua operação em 1978 e desde então o município de Camaçari tem sua economia atrelada às suas atividades produtivas, que ao gerar recursos financeiros decorrentes dos impostos recolhidos, dinamiza e consolida a economia do município, tornando-o, desta forma, um dos mais prósperos do Estado da Bahia, sobretudo, após a implantação do Complexo Industrial Ford do Nordeste - CIFN, em 2001.

Segundo o site “Bahia em Foco”, Camaçari foi fundada 1558, numa aldeia dos índios tupinambás. Essa aldeia foi criada pelos jesuítas às margens do Rio Joanes e batizada com o nome de Aldeia do Divino Espírito Santo, elevando-se à categoria de Vila em 27 de setembro de 1758, com uma nova denominação de Vila Nova do Espírito Santo de Abrantes. Em 1846, o município de Abrantes foi extinto e o seu território incorporado ao de Mata de São João. Em 1848, o município de Abrantes volta a ser recriado com autonomia administrativa.

Ainda segundo o referido site “No final do século XIX, com a implantação da malha ferroviária, Abrantes perde importância político-econômica e a sede do município passa para o distrito de Parafuso. O retorno da sede para a localidade de Abrantes deu-se em 1892, no entanto, em 1925, vai para um povoado emergente chamado Villa de Camassary, sofrendo a mudança do nome para Montenegro. Em 1938, é restituído o nome Camassary, agora ampliado para todo o município, mantendo-se os nomes das outras localidades: Vila de Abrantes, Monte Gordo, Parafuso e Dias D'Ávila. Em 1985, Dias D'Ávila com sua emancipação é elevada a categoria de município”.

Em 25 de dezembro de 1985 ocorre a separação do Distrito de Dias D'Ávila, que compunha a estrutura administrativa de Camaçari, transformado em município segundo a Lei Estadual nº 4404 reduzindo a área de Camaçari para 773 Km², informa ainda o site “Bahia em Foco”.

Trata-se, então de um município que tinha uma tradição eminentemente rural e que sofreu diversas transformações administrativas com desmembramentos de áreas e mudanças de nome. Entretanto, não resta dúvida de que as intensas transformações paisagísticas e populacionais do município na década de 70 começaram de fato quando tem início o processo de industrialização, com a implantação do Pólo Petroquímico, em 1972, e mais tarde (em 2001), com a chegada do Complexo Industrial Ford Nordeste. Estes eventos tornaram Camaçari um dos municípios com a economia mais dinâmica do Estado da Bahia, cuja

população atual é superior a 246.000 habitantes, segundo a Secretaria do Meio Ambiente de Camaçari, mas que convive com um elevado nível de vulnerabilidade, frente aos riscos de eventuais acidentes que possam ocorrer naquele complexo industrial.

O Pólo Petroquímico está localizado numa área com características industrial-urbana, cuja concepção contempla a indústria petroquímica básica, intermediária e final; além das indústrias de transformação plástica, unidades químicas em geral, bem como equipamentos de apoio e serviços ao pólo industrial. Mais recentemente, conforme já referido, instalou-se na área o Complexo Industrial Ford Nordeste - CIFN. Nesse complexo automobilístico foram investidos recursos da ordem de US\$ 1,9 bilhão, tendo iniciado as suas atividades em 2001.

O CIFN localiza-se a apenas 3 km do Pólo Petroquímico, ocupando uma área total de 4,7 milhões de m², sendo 1,6 milhões de m² de área construída. Funciona sob regime de condomínio industrial, onde a montadora e os fornecedores, compreendendo 27 empresas sistemistas (empresas que compõem o sistema Ford em Camaçari), operam de uma forma hierárquica e harmônica dentro das instalações industriais do CIFN.

Dos três pólos petroquímicos existentes no Brasil, o de Camaçari é o maior em extensão territorial, abrangendo uma área de 235 Km² e fica a, aproximadamente 6 km da sede daquele município. Foi considerado pela Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM, como o primeiro complexo industrial planejado do Brasil, onde, só em infra-estrutura foram investidos mais de US\$ 5 bilhões. Atualmente é tido como o maior complexo industrial do Hemisfério Sul, com faturamento anual superior a US\$ 14 bilhões e uma produção anual acima de 10 milhões de toneladas. Esse Pólo responde por 50% do mercado nacional de produtos petroquímicos que também é suprido pelo Pólo de Capuava, em São Paulo e pelo Pólo Petroquímico de Triunfo, no Rio Grande do Sul.

No Pólo Industrial de Camaçari se encontram instaladas mais de 60 empresas químicas, petroquímicas e de outros ramos de atividade, tais como a indústria automotiva, de celulose, metalurgia do cobre, têxtil, bebida e serviços. Essas empresas formam uma rede de interligação por dutovias ou malhas de transportes rodoviárias e/ou ferroviário, onde são distribuídos os produtos em fase gasosa, líquida ou sólida. Alguns dessas substâncias possuem elevado grau de periculosidade, tornando Camaçari uma cidade vulnerável aos riscos de acidentes que venham a ocorrer naquele Pólo.

Essa diversidade de empresas e produtos faz com que o município de Camaçari gere uma contribuição anual de ICMS para o Estado da Bahia da ordem R\$ 1 bilhão. Assim, segundo a Assessoria de Comunicação do Comitê de Fomento Industrial de Camaçari - COFIC o Pólo é responsável por mais de 90% da arrecadação tributária daquele município, que detém a

segunda maior receita de ICMS do Estado (com cerca de R\$ 215 milhões no último exercício de 2007), sendo superado apenas por Salvador.

Esse conglomerado de empresas apesar de promover um efetivo desenvolvimento econômico ao município ocasionou como consequência um elevado potencial de riscos relacionados a acidentes industriais, que uma vez configurados em acidentes de grande monta, poderão proporcionar danos à população de Camaçari, ao patrimônio e ao meio ambiente.

“O modelo de desenvolvimento adotado pelo Brasil, entre os anos 60 e 80, com a ausência de um sistema político democrático, resultou numa rápida e desordenada industrialização e ocupação urbana no país, induzindo a migração do campo para as grandes metrópoles, notadamente aquelas onde se instalavam os chamados distritos industriais” (FREITAS et al.,2000). Isto elevou o contingente de mão-de-obra, em geral de baixa qualificação para os grandes centros, fato também observado no município de Camaçari.

Tal modelo de desenvolvimento foi injusto em sua natureza e fez parte de uma dinâmica de exportação internacional perversa do capital e, sobretudo dos riscos pelos países ricos, tendo como condição um padrão inferior de segurança industrial, proteção ambiental e à saúde, resultando na localização das indústrias perigosas nas áreas vulneráveis das periferias dos grandes centros urbanos, onde vivem as populações mais pobres e marginalizadas pelos poderes públicos (FREITAS et al.,2000).

Em Camaçari a situação não foi diferente, porquanto no auge da implantação do Pólo Petroquímico (biênio 1976/77) houve um forte afluxo de mão-de-obra de baixa qualificação que atingiu mais de 20.000 trabalhadores, para uma cidade que, segundo o Censo Demográfico de 1970, indicava uma população urbana de 12.919 habitantes. Esse fato causou um verdadeiro inchaço à cidade, que não dispunha de infra-estrutura habitacional capaz de abrigar o referido contingente, e nem tampouco possuía qualquer plano preventivo aos riscos de acidentes daquelas indústrias que estavam se implantando a apenas 6 km do tecido urbano.

Segundo Guimarães (2008) em 1981 na Sede de Camaçari fora implantado o “Espaço Alpha”, um loteamento com cerca de 26km de ruas asfaltadas sem que um lote sequer tenha sido vendido. Na mesma época toda a cidade sede do município possuía cerca de 26 Km de ruas asfaltadas. Assim um empreendimento privado daquela magnitude foi um fracasso comercial e serve como exemplo do clima de euforia gerado pela instalação do Pólo Petroquímico. Isso dá uma amostra da ignorância das autoridades e das elites reinantes à época acerca das consequências daquele tipo de empreendimento para atender uma mão-de-obra desqualificada que migrava àquele município à procura de emprego no Pólo, que demandava uma mão-de-obra mais qualificada.

Este modelo de desenvolvimento foi implantado, também na Índia e México, tendo contribuído para o crescimento do número de acidentes com vítimas fatais; e não é por acaso que os acidentes de Bhopal (Índia-mais de 2.500 óbitos), San Juan Ixhuatepec (México-500 óbitos) e Vila Socó (Brasil-mais de 500 óbitos), ocorreram em áreas periféricas aos centros urbanos, vitimando populações pobres das periferias e que habitavam próximas às áreas de riscos potenciais.

A decisão de implantação do Pólo Petroquímico no município de Camaçari criou claramente uma situação de elevado risco à população daquele município e de agressão ao meio ambiente, já que para os sócios japoneses, à época, a opção ideal seria no Centro Industrial de Aratú, Cia-Norte, numa área próxima ao mar. Essa opção também foi compartilhada pelo BEICIP- Bureau d'Etudes Industrielles et de Cooperation de l'Institut Français du Pétrole, órgão contratado pelo governo federal para realização de assessoria na definição da localização do segundo pólo petroquímico do Brasil (SPÍNOLA, 2003).

Caso o Pólo Petroquímico fosse instalado no CIA os custos de infra-estrutura teriam sido bem menores, visto que já existia alguma infra-estrutura pronta naquele distrito industrial viabilizando também aquele complexo de indústrias que iniciava a sua operação e, evitaria ainda graves problemas ambientais ao município de Camaçari e à sua população como, por exemplo, a contaminação do aquífero São Sebastião, importante reserva hídrica com capacidade de abastecer sozinha toda a Região Metropolitana de Salvador (SPÍNOLA, 2003), bem como evitaria submeter aquele município aos riscos de acidentes ampliados.

O Pólo Petroquímico de Camaçari foi implantado na Região Metropolitana do Salvador - RMS, Figura 1, objetivando a produção de petroquímicos de primeira geração (eteno, propeno e aromáticos) e segunda geração (polietileno, polipropileno, PVC etc), substâncias que são intercambiadas, essencialmente entre as unidades que compõem as quatro áreas industriais daquele complexo, conforme mostrado no Quadro 2 , através de uma malha de gasodutos, responsável pela distribuição das matérias-primas (etileno, benzeno, propeno, tolueno, xilenos etc). Esses insumos são transformados em produtos de terceira geração, por meio de *conversões químicas*, envolvendo operações e processos unitários.

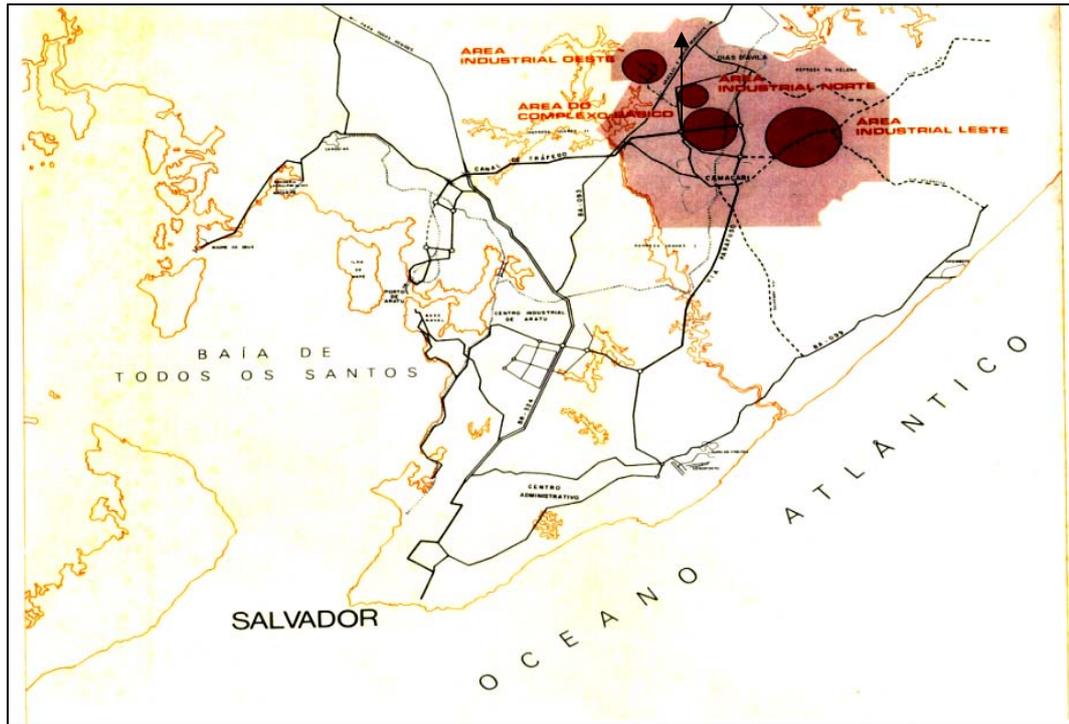


FIGURA 1 - Localização do Pólo de Camaçari-Fonte: Plano Diretor do COPEC

As *conversões químicas* são, via de regra, reações complicadas e às vezes desconhecidas, e em algumas circunstâncias descontroladas (BROWN, 1956), o que eleva o risco de um acidente, com possibilidades de destruição parcial ou mesmo total das instalações caso os parâmetros de processo (pressão, temperatura, vazão, composição) venham a sofrer descontroles (SHREVE e BRINK, 1997).

Estima-se que mais de 80% das substâncias orgânicas de toda a indústria química são oriundas da cadeia petroquímica, que trabalha essencialmente com os derivados de petróleo nafta e gás natural e que 24% do enxofre e todo o carbono sejam obtidos do gás natural e dos derivados do petróleo (SHREVE, e BRINK, 1997).

No Pólo Industrial de Camaçari a nafta é a principal matéria-prima da cadeia produtiva, não só da petroquímica básica, mas e, sobretudo, da indústria do plástico, conhecida como segmento de transformação plástica, sendo seguida do gás natural (MINK, 1977).

A nafta é submetida inicialmente a um processo denominado *craqueamento*, ou seja, quebra da cadeia carbônica, resultando na obtenção dos petroquímicos básicos: eteno, propeno e aromáticos (CRAM, 1964).

O eteno é considerado o primeiro membro da série das substâncias chamadas de olefinas, denominação dada aos alcenos, moléculas que possuem uma dupla ligação entre dois átomos de carbono (CHAUVIN, 2005). São compostos líquidos oleosos e insolúveis em água que

poderão produzir diversos derivados petroquímicos, evidentemente através de diferenciadas *conversões químicas* (NELSON, 1959), conforme apresentado na Figura 2, a seguir :

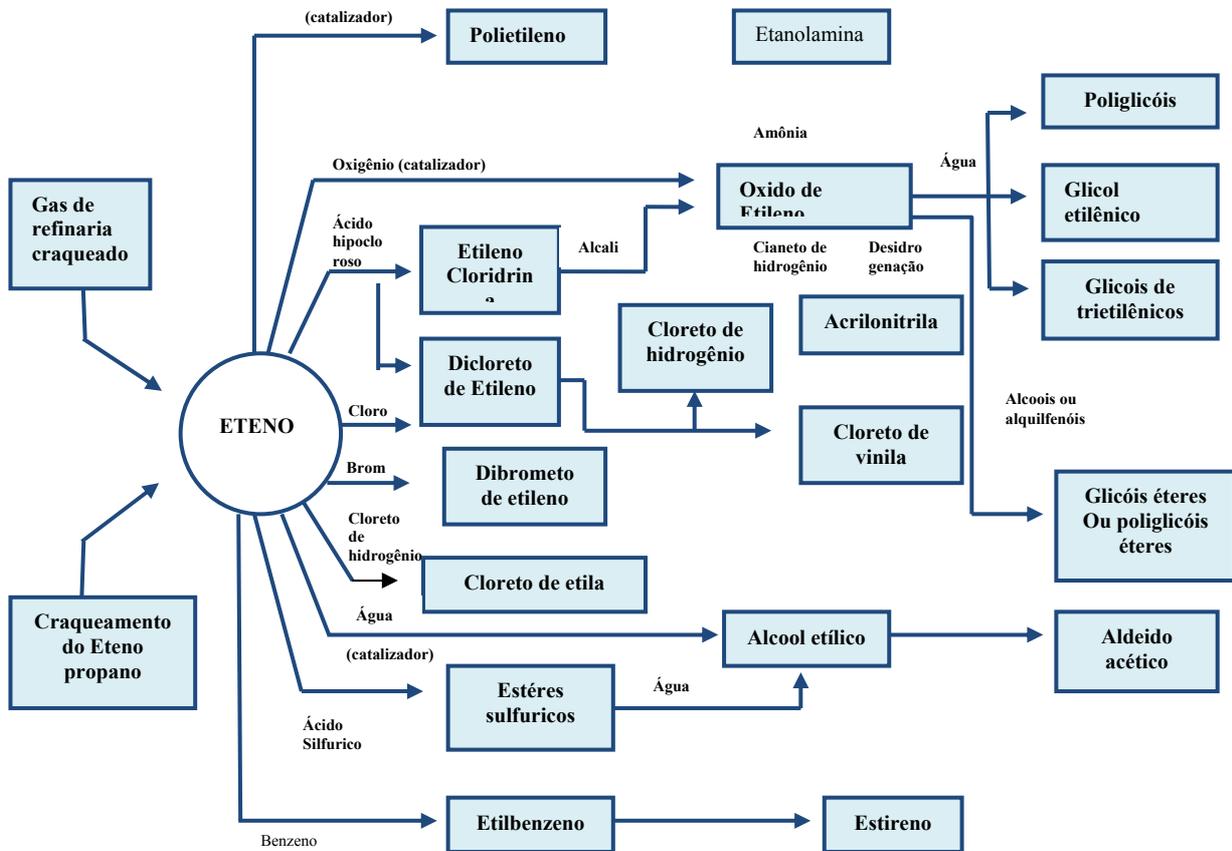


FIGURA 2 - Derivados Petroquímicos de Eteno-Fonte: Nelson, 1959, p. 178

A síntese das etanolaminas, por exemplo, que também são produzidas no Pólo Industrial de Camaçari é realizada por uma reação denominada de aminação mediante amonólise e subsequente redução e pode ser observada na Figura 3:

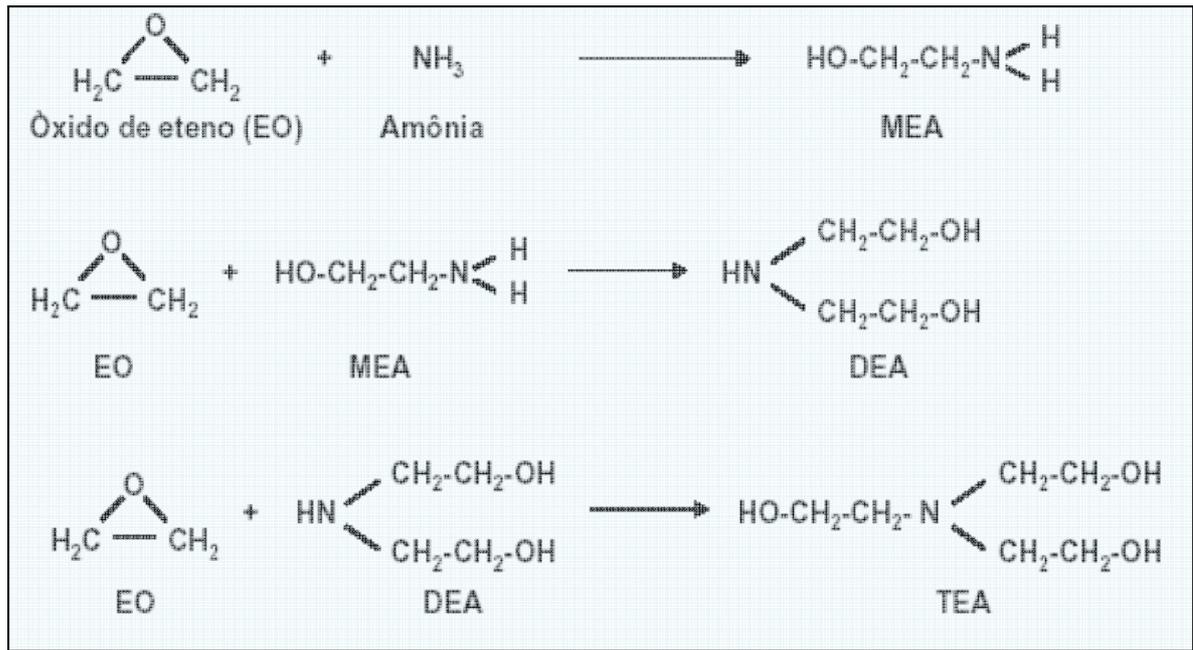


FIGURA 3 : Síntese de Formação de Etanolaminas-Fonte: Campbeell, 1965,p.220

A aminação por amonólise é uma reação química em que são formados os amino compostos usando-se um agente ativo, no caso amônia, onde se obtém uma mistura de etanolaminas (mono, di e tri) através do borbulhamento do óxido de etileno (também produzido naquele complexo), por meio de uma solução aquosa de amônia a 28% a uma temperatura entre 30 a 40°C (CAMPBELL, 1965). Nessa cinética são envolvidas reações exotérmicas rápidas em fase líquida do óxido de etileno (altamente inflamável e explosivo) e amônia (tóxica, corrosiva e explosiva em mistura com o ar), em reatores de aço inoxidável, normalmente verticais e em bombeamento contínuo e com sistema de resfriamento externo.

As unidades industriais do Pólo de Camaçari são plantas petroquímicas cujas instalações já vêm operando desde 1978, portanto há trinta anos. Mesmo sabendo-se que periodicamente elas estão sendo submetidas às chamadas “*paradas para manutenção*”, é factível a ocorrência não só de falhas humanas, mas também de fadigas não identificadas em equipamentos e instalações, que poderão não só comprometer a operacionalidade das instalações, mas e principalmente, ocasionar riscos de acidentes de grande monta, pondo em perigo o tecido urbano.

Os riscos de acidentes no Pólo de Camaçari são derivados da possibilidade de rompimento de tubulações, elevação abrupta de temperatura em reatores, vazamentos de matérias-primas em sistemas fechados, com possibilidade de *reações de hidrocraqueamento e hidrogenação*, que são extremamente exotérmicas, potencializando assim acidentes às

instalações, com a possibilidade inclusive da ocorrência do “Efeito Dominó” (propagação do acidente em cadeia), dado às características de interconexão das unidades daquele complexo.

Do ponto de vista genérico, na indústria petroquímica as substâncias são obtidas por *conversões químicas*, a partir da nafta, do gás natural, do gás de craqueamento, do GLP e às vezes de frações de cadeia fechada, sendo caracterizadas como olefinas e aromáticos. Tecnicamente elas são classificadas como de primeira e segunda geração petroquímica; e disponibilizadas pelas centrais de matérias-primas num fluxo de entrada e saída de insumo-produto. Esse fluxo é intenso e efetuado, preponderantemente, por uma malha de gasoduto e pátios de tancagem para armazenamento e distribuição, onde se configura um efetivo potencial de riscos de acidente, dadas as condições severas de operação, controle de processos, tamanho das instalações, interligações das unidades e, sobretudo, pelo grau de inflamabilidade e toxidez das substâncias processadas nessas instalações.

O Quadro 1 mostra de forma simplificada, as operações e processos unitários básicos envolvidos na separação das olefinas e aromáticos nas centrais petroquímicas:

QUADRO 1: Operações Unitárias Básicas

Operação Unitária	Relacionada nas Diferenças de	Produto (agente usado na separação)
Vapor -Líquido/Destilação/ Destilação Extrativa	Pressão de Vapor / Polarizabilidade	Eteno do Etano; n-butenos de butanos
Absorção	Solubilidade	Etano do metano
Líquido-Líquido/Extração por Solvente	Solubilidade	Benzeno de Alifáticos
Líquido- Sólidos/Cristalização/Cristaliza ção Extrativa	Ponto de Fusão/ formação de clatrato	Para-xilenos de outros xilenos;parafinas normais de outros hidrocarbonetos(uréia); m-xilenos
Encapsulamento/Adsorção/ Peneiras moleculares	Formação de clatrato/ Adsorção Superficial ou em poros	Parafinas normais de isoparafinas
Vapor-sólido/Adsorção	Adsorção Superficial ou em poros	Eteno do Etano (carvão de madeira)

Fonte: R. Norris Shreve; Joseph A . Brink, 1977.

O eteno e o propeno (primeira geração petroquímica) são as substâncias químicas sintetizadas em maiores quantidades, podendo ser obtidas de frações que variam do etano até o gasóleo pesado, ou ainda do óleo cru, em função, evidentemente, das circunstâncias mercadológicas (SHREVE. e BRINK , 1997).

No Pólo de Camaçari, são produzidas 1.280.000 Ton/ano de eteno e 550.000 Ton/ano de propeno, via nafta, fornecida pela Refinaria Landulpho Alves Mataripe-RLAM, através de gasoduto.

Esses produtos são elaborados por craqueamento severo da nafta, com temperaturas próximas de 930°C, e com um tempo de residência muito curto, entre 30 a 100 microssegundos, de acordo com o fluxograma exposto na Figura 4:

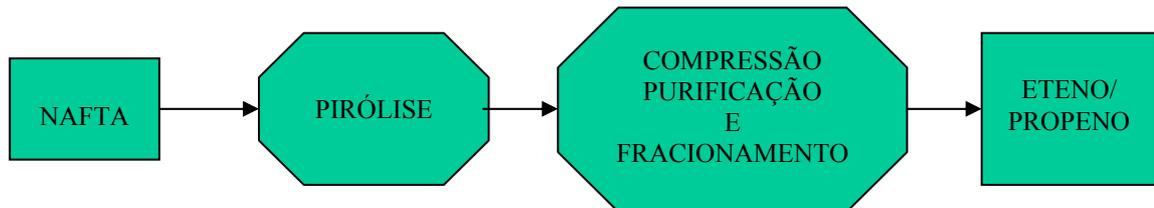


FIGURA 4: Craqueamento Técnico da Nafta

O craqueamento ou quebra da molécula, normalmente é efetuado com um gás inerte, vapor d'água, em altas temperaturas, dando uma mistura teórica, composta dos seguintes componentes: H₂(1,2%), metano (15,2%), acetileno (1,3%), eteno (31,8%), etano (2,8%), propeno (11,6%), butadieno (4,7%); que subsequente são rapidamente arrefecidos, resfriados, desidratados e fracionados com um elevado grau de pureza. Gera-se ainda, no processamento, uma série de frações indesejáveis e que sofrem um processo de reciclagem (SHREVE e BRINK, 1997).

Portanto, em linhas gerais, tratam-se de operações com variáveis de processo (pressão, temperatura, vazão, composição) bastante críticas, demandando, pois, um elevado nível de qualificação da mão-de-obra e um sistema de gerenciamento dos riscos efetivamente rigoroso, em face da elevada susceptibilidade aos acidentes.

O Pólo Industrial de Camaçari foi o segundo pólo petroquímico implantado no Brasil através da Petrobrás/Petroquisa, por meio da formação de “joint-ventures” e um modelo de composição acionária denominado sistema tripartite, ou seja, 33% de capital do sistema Petrobrás/Petroquisa, 33% de capital de empresários nacionais e 33% de capital internacional, sendo esse capital internacional alocado sob a forma de pacotes tecnológicos.

A implantação daquele Pólo teve início numa área denominada Área do Complexo Básico, com 1.293 ha de extensão e onde foram instaladas três unidades industriais básicas: Central de Matérias Primas - CEMAP, com capacidade instalada para produzir 388.000 ton/ano de eteno, além de co-produtos olefinicos e aromática; Central de Utilidades – UTIL, destinada à produção de energia elétrica, vapor, gases industriais e água tratada e a Central de

Manutenção - CEMAM, destinada à prestação de serviços de manutenção preventiva e corretiva às indústrias daquele complexo que se iniciava. Essas centrais foram planejadas e implantadas pela então Petroquímica do Nordeste S/A - COPENE, constituída em janeiro de 1972, empresa subsidiária da Petroquisa.

Posteriormente seguiram-se a implantação de mais três áreas industriais: Área Industrial Leste (AIL), Área Industrial Norte (AIN) e Área Industrial Oeste (AIO) formando assim quatro áreas com as finalidades relacionadas no Quadro 2, a seguir, ficando essas três últimas sob a responsabilidade do governo do Estado da Bahia, que por meio do Decreto No. 23.014, de 07/08/1972 cria a Comissão Coordenadora do Pólo Petroquímico - COMCOP.

QUADRO 2 : Áreas Industriais do Complexo Petroquímico de Camaçari

TIPOS DE ÁREAS	ESTENSÃO	UTILIZAÇÃO
ACB	1.293 ha	Petroquímicos básicos, intermediários e finais
AIL	2.614 ha	Indústria de Transformação Petroquímica(Plásticos)
AIN	451 ha	Indústrias Químicas Potencialmente Poluidoras dos Recursos Hídricos
AIO	544 ha	Indústrias de Transformação do Cobre

Fonte : Plano diretor do COPEC-1988

A COMCOP coordenava e reunia todos os organismos estaduais envolvidos na implantação do Pólo Petroquímico; e inclusive elaborou o Plano de Desenvolvimento Social de Camaçari, visto que aquele município à época não tinha autonomia política, por ter sido transformado pelo regime militar vigente numa “área de segurança nacional” (SPINOLA, 2003).

Tanto a implantação da infra-estrutura física das áreas industriais do Pólo como também a urbano-social da cidade ficaram sob a responsabilidade do Governo da Bahia (com recursos do BNDE/BNH) e foram executadas, por delegação do COMCOP pela Secretaria das Minas e Energia, que para tanto criou a autarquia Coordenação do Complexo Petroquímico - COPEC.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O crescimento e diversificação dos diversos tipos de riscos industriais possuem suas raízes nos avanços irregulares da industrialização em direção ao espaço urbano. Nessa revisão serão estudados os acidentes ampliados com impactos nas populações no entorno das indústrias, a potencialização dos riscos gerada pelos avanços tecnológicos, as ações preventivas necessárias a minimização dos riscos, os acidentes históricos que legaram lições e conhecimentos às corporações industriais e para a população e, por último a conceituação de risco do ponto de vista tecnológico e as ações de prevenção quanto ao mesmo, com destaque às ferramentas de estudo e contenção dos riscos.

2.1 Acidentes Ampliados

Denominam-se acidentes químicos ampliados aqueles cujos “os eventos agudos, tais como explosões, incêndios e emissões, individualmente ou combinados, envolvendo uma ou mais substâncias perigosas com potencial de causar simultaneamente múltiplos danos ao meio ambiente e à saúde dos seres humanos expostos” (FREITAS, et al., 2000). O Quadro 3 a seguir mostra alguns acidentes ampliados que ocorreram no mundo, destacando as suas conseqüências em termos materiais e vidas humanas:

QUADRO 3 : Acidentes Ampliados na Indústria Petroquímica no Mundo

DATA	LOCAL	ATIVIDADE	PRODUTO	CAUSA	CONSEQUÊNCIAS
16/04/47	Texas City,USA	Navio	Nitrato de Amônia	Explosão	552 mortes 3000 feridos
04/01/66	Feizin,França	Estocagem	Propano	BLEVE	18 Mortes, 81 feridos. Perdas de US\$ 68 milhões
13/07/73	Potchefstroom	Estocagem	Amônia	Vazamento	18 mortes e 65 intoxicados
01/06/74	Flixborough, UK	Planta de Caprolactama	Ciclohexano	Explosão Incêndio	28 mortes, 104 feridos. Perdas de US\$ 412 milhões
10/07/76	Seveso, Itália	Planta de Processo	TCDD	Explosão	Contaminação de grande área, devido a emissão de dioxina
06/03/78	Portsall, UK	Navio	Petróleo	Encalhe	230.000 ton. Perdas de US\$ 85,2 milhões
19/11/84	México City	Estocagem	GLP	BLEVE Incêndio	650 mortes, 6400 feridos. Perdas de US\$ 22,5 milhões
03/12/84	Bhopal, Índia	Estocagem	Isocianato de Metila	Emissão Tóxica	4000 mortes. 200.000 intoxicados
11/03/91	Catzacoala	Planta de Processo	Cloro	Vazamento Explosão	Perdas de US\$ 150 milhões

Composição do autor a partir de : Whitman & Mattord ,2007; Valle&Lage, 2003; Kletz,2001; Freitas,2000.

São, portanto sinistros provocados por acidentes tecnológicos, considerados catastróficos e que envolvem explosão, vazamento de produtos tóxicos e incêndio, associados às atividades de produção, transporte e armazenagem de produtos e materiais perigosos. Eles apresentam a possibilidade de provocar mais de cinco vítimas e acarretar problemas de saúde imediatos ou futuros à população, bem como danos ao meio ambiente e perdas materiais (Glickman, Golding & Silverman apud Freitas, Porto & Machado 2001, p.26). Estes sinistros ultrapassam muitas vezes o ambiente interno das indústrias, haja vista que via de regra, essas atividades estão inseridas no tecido urbano, como é o caso do Pólo Industrial de Camaçari, causando, pois, apreensão à população, tendo em vista os efeitos em cadeia desses sinistros e as vulnerabilidades das cidades no entorno das indústrias.

Em função da dinamização do crescimento econômico ocorrido no Brasil entre os anos 1960 e 1980, a industrialização do país intensificou-se de uma forma desordenada e com a ausência de estratégias de controle, gerenciamento e mitigação dos riscos de acidentes ampliados, contribuindo assim para a vulnerabilidade das populações vizinhas aos distritos industriais. O Quadro 4 mostra alguns exemplos de acidentes ampliados que ocorreram no Brasil entre os anos de 1972 a 2001:

QUADRO 4: Acidentes Ampliados Ocorridos no Brasil

ANO	LOCAL	CONSEQUÊNCIAS
1972	Rio de Janeiro-REDUC	Estocagem de GLP: Vazamento seguido de BLEVE; 37 mortes e 53 feridos.
1983	Pojuca/Ba	Descarrilhamento de trem com explosão e incêndio: 43 mortes.
1984	Cubatão/SP	Vazamento de Gasolina em duto da Petrobrás, com 508 mortes.
1985	Cubatão/SP	Duto Amônia :Rompimento; Evacuação de 6.500 pessoas.
1991	Santos/SP	Estocagem de Acrilonitrila: Explosão; Incêndio; Poluição do Ar e do Mar.
1992	Cubatão/SP	Industrial: Vazamento de 300Kg Cloro: 37 intoxicados.
1998	Araras/SP	Gasolina/Óleo Diesel; Caminhão Tanque: Explosão e Incêndio com 54 mortes.
2000	Rio de Janeiro	1.500.000 litros de óleo derramados na Baía de Guanabara.
2001	Rio de Janeiro	Plataforma P-36 : vítimas fatais ; Prejuízo de US\$ 497 milhões(seguro); Multas (IBAMA e Capitania dos Portos).

Fonte: Valle&Lage, 2003; Freitas&Porto., 2000.

Segundo o Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana-CESTEH da Fundação Osvaldo Cruz-FIOCRUZ, em levantamentos realizados pela Organização Internacional do Trabalho-OIT, em 1999, para o período compreendido entre 1945 e 1991 foram registrados 815 óbitos no Brasil em 13 acidentes químicos maiores (PORTO & FREITAS, 2002). Observe-se que o Brasil está em segundo lugar no número de óbitos por acidente, conforme mostrado no Quadro 5, a seguir:

QUADRO 5 : Óbitos em Acidentes Químicos no Período 1945/1991

ÓBITOS EM ACIDENTES QUÍMICOS MAIORES-intervalo 1945-1991			
PAIS	ACIDENTES	ÓBITOS	NÚMERO/ÓBITOS
Índia	18	4.430	246,1
Brasil	13	815	62,7
México	17	848	49,9
China	13	454	34,9
Itália	14	260	18,6
Japão	30	526	17,5
França	15	236	15,7
Estados Unidos	144	2.241	15,6
Inglaterra	13	170	13,1
Alemanha Ocidental	18	158	8,8

Fonte: Organização Internacional do Trabalho - OIT-1999

Sabe-se que as instalações petroquímicas são tidas como de elevadas densidades tecnológicas, demandando, portanto, uma massa crítica especializada, visto que a diversificação e evolução das técnicas operativas, a aceleração e a densificação das trocas de matéria e energia, a interdependência e a interconexão dos sistemas e instalações, apresentam uma variedade de riscos que estão potencialmente presentes no setor.

Por outro lado, os riscos são construções sociais, ou seja, é a percepção que os atores sociais têm sobre algo que venha a representar um perigo para eles próprios, para os outros e para os seus bens (VEYRET, 2003, p.23). Portanto, o risco está associado a um sentimento de incerteza de algo ruim que venha a acontecer à sociedade e sendo assim é prudente usar o *Princípio da Precaução* na proteção da sociedade. No direito brasileiro este princípio está fundamentado na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938, de 31/08/81), que preceitua um posicionamento preventivo baseado na responsabilidade efetiva de não causar danos ao meio ambiente e à sociedade.

Portanto a aplicação do “Princípio da Precaução” requer não apenas o entendimento e a explicação das incertezas relativas aos eventuais efeitos maléficos das substâncias químicas sobre os organismos vivos, com ênfase ao ser humano e o meio ambiente, mas também a aceitação por parte da comunidade científica da ignorância¹ ou desconhecimento de certos aspectos técnicos inerentes a estas substâncias e aos processos industriais, tidos como tecnologias de ponta, mas que representam perigo para a população.

A complexidade dos riscos e uma gama enorme de limites e incertezas relacionados às avaliações técnicas dos riscos das substâncias e processos petroquímicos avolumam-se quando levamos em conta que o mecanismo saúde-doença relacionado à exposição das substâncias químicas eliminadas em acidentes ampliados envolvem um sinergismo e/ou interações não-lineares de aspectos biológicos, psicológicos e sociais que são extremamente interligados. Isto acarreta inúmeras e inesperadas interações, que na maioria das vezes, se tornam, efetivamente invisíveis e incompreensíveis à comunidade científica no curto prazo, demandando um período de maturação até que se possa elucidar os seus efeitos maléficos.

Portanto o “Princípio da Precaução” deve efetivamente ser aplicado quando o conhecimento científico não permite eliminar a dúvida e a incerteza sobre as conseqüências de certas áleas², nem avaliar de maneira precisa os riscos incorridos no estado atual da arte, ou seja, ele admite que a incerteza científica não elimina as responsabilidades dos agentes públicos, mesmo que as conseqüências das suas omissões e decisões só venham a aparecer muito tempo depois do término de seus mandatos (VEYRET, 2003).

2.2 Potencialização dos Riscos x Ações Preventivas

Os avanços tecnológicos atingidos no final do século XIX, em decorrência do processo de industrialização na Europa e EUA se propagaram ao redor do mundo, mas trouxeram a reboque os riscos relacionados aos grandes acidentes, e as condições para a efetivação dos mesmos, baseado em três situações (VALLE & LAGE, 2003):

- A existência de novas substâncias, ainda pouco conhecidas e estudadas (derivados de petróleo, medicamentos, pesticidas, plásticos etc);

¹ A ignorância é entendida, por definição como aquilo que escapa do conhecimento, sendo ela endêmica ao conhecimento científico

² Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Este termo será eventualmente usado ao longo da dissertação.

- Parâmetros físicos de processos (temperatura, pressão e tensão de trabalho), operando no limite da resistência dos materiais de uso mais comuns à época: aço, cimento, ligas metálicas etc;
- Processos químicos que geravam resíduos de periculosidade ainda desconhecida ou desprezada, para os quais, ainda não se possuía à época soluções técnicas adequadas ou comprovadas;

O Brasil, juntamente com a Índia, México, China e a Indonésia apresentam os piores indicadores de gravidade em acidentes industriais ampliados, envolvendo mortes por acidentes. São exemplos: REDUC/RJ (em 1972 com 39 mortos); Vila Socó/Cubatão (em 1984, morte de mais de 500 pessoas); Plataforma da Bacia de Enchova (em 1984 com 37 mortos); Baía da Guanabara (em 2000 com vazamento de 1,3 milhões de litros de petróleo) e Explosão da Plataforma P-36 (em 2001 com 11 mortos) segundo Freitas et al. (2000).

Para os referidos pesquisadores a prevenção dos acidentes industriais deve ser trabalhada em três etapas:

- Prevenção Preditiva: Cujo objetivo seria eliminar ou reduzir os riscos de acidentes durante o desenvolvimento do projeto de tecnologias, instalações e organizações, incluindo aí o licenciamento ambiental;
- Prevenção Operacional: Onde o objetivo seria evitar acidentes durante a operação das instalações industriais;
- Prevenção Mitigadora: Que teria como objetivo reduzir ao máximo as conseqüências negativas de eventos e acidentes ocorridos durante a operação de instalações e funcionamento das fábricas. Nesta etapa é destacada a importância da existência de plano de emergência interno (in site) e externo à fábrica (off-site), treinamento de simulados, atenção às vítimas, primeiros socorros, indenizações e punições aos causadores dos riscos.

Os desafios que teríamos que enfrentar devem levar em conta, sobretudo o crescimento acelerado da população e a ocupação desordenada dos espaços urbanos, os quais se configuram pela vulnerabilidade institucional, social e a exportação de riscos, passando por quatro ações preventivas, segundo Freitas. et al, (2000):

- Realizar inventário das instalações de riscos;

- Desenvolver e implementar o planejamento de emergências, envolvendo também as populações, principalmente em áreas e grupos vulneráveis;
- Melhorar a prevenção nas fases preditivas, operacional e mitigadora;
- Análise das causas dos acidentes, passando da análise das causas imediatas e individuais para aquelas de natureza gerenciais;

No Brasil é importante ser destacado o “Caso Rhodia”, em Cubatão/SP, em 1965, que através da empresa Clorogil, subsidiária da multinacional francesa PROGIL, pertencente ao Grupo Francês Rhône-Poulenc (aqui no Brasil conhecida como Rhodia S/A), inicia em Cubatão as operações de uma fábrica para produzir os pesticidas organoclorados denominados pentaclorofenol e pentaclorofenato de sódio, ambos conhecidos popularmente como pó da China. Essas substâncias provocaram uma verdadeira catástrofe ao meio ambiente urbano, além da contaminação de seus funcionários, inclusive levando vários deles a óbito. (ACPO- *Associação de Consciência à Prevenção Ocupacional*).

Levantamentos estatísticos realizados por Freitas. et al (2000) indicaram entre os anos de 1974 e 1987, a ocorrência de acidentes químicos ampliados em países centrais e periféricos, com mais de 50 óbitos ou mais de 100 lesionados, ou mais de 2000 pessoas evacuadas. Dos 10 acidentes com mais de 50 óbitos 90% ocorreram em países subdesenvolvidos.

Alertam os referidos autores sobre a importância do “direito de saber” e citam como exemplo o acidente ocorrido na Baía de Minamata, no Japão, aonde uma indústria vinha despejando desde 1932 efluentes industriais contendo mercúrio, sem que a população fosse informada dos riscos ambientais e à saúde da comunidade, provocados por esse metal. A empresa só foi reconhecer a relação de causa e efeito que resultou em crescente número de pessoas e animais domésticos deficientes, contaminados por metil mercúrio após vinte anos de pressão da sociedade.

Essa omissão levou a comunidade a empreender vários processos judiciais a posteriori, que culminaram com o fechamento da fábrica, visto ser o mercúrio um metal pesado e causador de diversos males, tais como dor de estômago, diarreia, tremores, depressão, ansiedade, gosto de metal na boca, dentes moles, inflamação e sangramento nas gengivas (VALLE & LAGE 2003).

2.3 Acidentes Históricos x Planos de Contingências

Os grandes acidentes industriais têm proporcionado importantes lições às corporações e à sociedade, mas, também confirmado cada vez mais a importância dos programas de gerenciamento de riscos por parte das indústrias, bem como a necessidade de implantação de planos de contingências por parte dos municípios que circundam os complexos industriais. Essas ações demonstram que a prevenção de um acidente tem um custo significativamente menor do que remediar as suas conseqüências ou mesmo sanar os seus efeitos, visto que as lições tiradas com os acidentes industriais ocorridos nas instalações petroquímicas ao redor do mundo deixaram marcas indeléveis nos ecossistemas. Como resultado benéfico colateral destas catástrofes pode-se dizer que elas despertaram uma consciência ambiental em todo o planeta, notadamente com a criação de normas mais rígidas para a localização de unidades industriais, desenvolvimento de tecnologias limpas e programas preventivos que minimizam os riscos de novos acidentes (VALLE & LAGE, 2003).

Como os acidentes ampliados consistem em sinistros que extrapolam as fronteiras que delimitam as instalações industriais; e como o Pólo Industrial de Camaçari é considerado o maior e mais estruturado parque industrial petroquímico da América do Sul, em quantidade de indústrias e, principalmente, em volume de substâncias processadas, é razoável e prudente supor que um eventual acidente naquela área, em apenas uma unidade que compõe as mais de 60 empresas daquele complexo, venha a desencadear um processo de descontrole dos riscos e subsequente propagação do sinistro, por “Efeito Dominó” o que comprometeria, sem dúvida alguma, a segurança e integridade física dos municípios no entorno daquele conglomerado de indústrias, podendo vir a provocar, ainda, indesejáveis impactos ao meio ambiente.

Os casos históricos de acidentes químicos ampliados ou catástrofes, registrados na literatura específica, sinalizam a presença simultânea de problemas organizacionais e tecnológicos no interior das fábricas, sobretudo a imperícia e/ou a negligência dos procedimentos de segurança causados por falha no sistema de gestão e organização dos trabalhos em função do nível de complexidade das instalações e pela falta de informações técnicas que deveriam ser disponibilizadas pelas indústrias aos operadores. São fatores agravantes a presença de trabalhos rotineiros de baixa qualificação (terceirização, por exemplo), falha fortuita, erros de diagnóstico em decorrência do desconhecimento científico dos princípios de operação dos processos. É apresentado, a seguir uma síntese dos acidentes clássicos ocorridos em Seveso, Bhopal e Petroquímica União - PQU.

2.3.1 Seveso/Itália (1976)

Ocorrido na cidade de Seveso/Itália, em julho de 1976, onde uma fábrica de propriedade da empresa Industrie Chimiche Meda Società Azionaria - ICMESA produtora da substância química 2,4,5 - triclorofenol explodiu, gerando uma nuvem tóxica, que pairou sobre a região ao longo de 20 minutos. Esta nuvem continha 2,3,7,8 tetraclorodibenzo-p-dioxina, conhecida como uma das substâncias químicas mais tóxicas sintetizadas pelo homem, levando ao pânico direto, pelo menos quatro municípios: Seveso - 17 mil habitantes; Meda - 19 mil habitantes; Désio - 33 mil habitantes e Maderno - 34 mil habitantes (MOCARELLI et al., 1991 apud FREITAS et al., 2000).

Estima-se que cerca de 250 pessoas desenvolveram a doença cloroacne, por intoxicação provocada pela dioxina e aproximadamente 450 foram queimadas pela soda cáustica, além de uma grande área de terra, com cerca de 17km², ter sido contaminada e aproximadamente 4km² ter se tornado inabitável. Embora tenha havido apenas 4 mortes, tornou-se um dos acidentes emblemáticos da história por ter levado à promulgação, pela Comunidade Européia, da Diretiva Seveso (KLETZ, 2003).

As dioxinas são subprodutos de muitos processos industriais, principalmente envolvendo a combustão, nos quais o cloro e os produtos químicos dele derivados são produzidos, utilizados e eliminados. As emissões industriais de dioxina para o meio-ambiente podem ser transportadas a longas distâncias por correntes atmosféricas e, de uma forma menos importante, pelas correntes dos rios e mares.

O termo dioxina é a denominação comumente usada para a classe química conhecida como dibenzo-p-dioxinas policlorados (PCDDs) e dibenzofuranos policlorados (PCDFs), conforme Figura 5, a seguir:

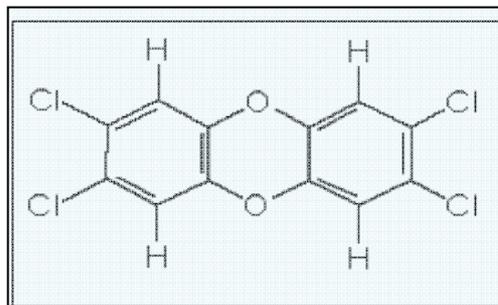


FIGURA 5: Estrutura Molecular do Tetraclorodibenzo-dioxina

A Dioxina é, portanto, um xenobiótico, sendo o nome de uma família de compostos químicos organoclorados obtidos como subprodutos não intencionais de determinadas atividades industriais, não-industriais e de processos naturais de queimas, geralmente envolvendo combustão de lixos orgânicos, incêndios florestais e de compostagens.

Trata-se, pois de um derivado clorado (observe-se a presença de dois átomos de cloro no anel benzênico) e segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS, a dose diária tolerável de dioxina no corpo humano varia entre 1 a 4 pg / kg de massa corporal por dia (picogramas por quilograma de peso corporal por dia) para adultos.

O acidente em Seveso foi provocado pela ruptura em um disco dentro do reator, numa batelada para o fabrico de 2,4,5 - trichlorophenol e 1,2,4,5 - tetraclorobenzeno e soda cáustica, na presença de etileno glicol.

Essa substância não é normalmente formada logo nos minutos iniciais dessa reação, mas o reator começou muito quente e uma cinética brusca ocorreu com a produção de dioxina e provavelmente do gás hidrogênio, que é altamente inflamável. Isso teria ocasionado uma conseqüente elevação na pressão interna do reator que acarretou a subsequente explosão do mesmo, despejando no meio ambiente, cerca de 30 a 200 gramas de dioxina (KLETZ, 2003).

Não havia anéis de contenção no entorno do reator, e sendo assim cerca de 6 toneladas de substâncias tóxicas, contendo dioxinas foram espalhadas ao longo da área que circunda a fábrica. Um operador ouviu o ruído e abriu uma válvula para a alimentação de água de refrigeração do reator, o que minimizou o acidente (KLETZ, 2003).

Um ano após o acidente de Seveso o Parlamento Italiano criou uma Comissão Parlamentar de Inquérito, gerando um relatório sobre o mesmo. Essa comissão criticou a empresa (ICMESA) por ter mudado os procedimentos descritos na petição inicial da patente de 1947. Eles tinham alterado a cinética da reação e as matérias-primas, o que poderia ter levado a uma descaracterização da realidade dos fatos (KLETZ, 2003).

A Diretiva 82/501/CEE, também conhecida como “Diretiva de Seveso” foi efetivamente o primeiro grande acordo internacional sobre o tema acidentes ampliados e assegurava que os países membros da Comunidade Econômica Européia - CEE se comprometeriam a implementar programas preventivos dentro das unidades industriais que manipulassem substâncias químicas perigosas, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes maiores.

Posteriormente, em 09 de dezembro de 1996 a CEE subscreve a Diretiva 96/82/CE, chamada de Diretiva de Seveso II, que aborda os seguintes aspectos:

- As indústrias obrigavam-se a enviar notificações relativas as suas instalações e substâncias manipuladas para as autoridades competentes;
- Os Estados da CEE comprometiam-se a implantar políticas de prevenção de acidentes graves;
- As empresas obrigavam-se a enviar periodicamente relatórios de segurança, de forma a demonstrar que mantém programas de prevenção de acidentes e gerenciamento de riscos;
- Os planos de emergências deveriam ser do conhecimento das autoridades;
- Os Estados da CEE devem levar em consideração políticas de uso e ocupação do solo, compatíveis com a prevenção de acidentes;
- As empresas são obrigadas a informar às autoridades a ocorrência de acidentes graves bem como promover a investigação dos mesmos;
- Os Estados membros da CEE devem periodicamente inspecionar as instalações perigosas;

Dos cinquenta trabalhadores que foram envolvidos na limpeza do derrame da dioxina, estimada em 30-200g, quatro morreram e cerca de doze contraíram a cloroacne, que é uma doença desagradável, mas que tem recuperação completa, deixando somente uma ligeira cicatriz, visto que a dioxina, além de ser altamente tóxica é uma substância bastante persistente (KLETZ, 2003).

Segundo Porto & Freitas (2000) “os efeitos mais importantes do acidente de Seveso foram o incremento de mortes de origem psicossomática, como por exemplo, o infarto, visto que ainda não se comprovou cientificamente qualquer ameaça de consequência mais grave para a saúde humana, como os casos de câncer que se podiam esperar”.

2.3.2 Bhopal/Índia (1984)

Esse acidente é tido como o pior já ocorrido na indústria química. Um vazamento de 25 toneladas de metil isocianatos-MIC, ocorreu em uma unidade industrial da Union Carbide Company, durante 90 minutos, na madrugada do dia 2 para o dia 3 de dezembro de 1984. Milhares de pessoas foram afetadas. Estima-se entre 3.000 a 8.000 mortes e cerca de 200.000 pessoas atendidas, em virtude da nuvem tóxica se espalhar para além dos limites da fábrica (KLETZ, 2003).

Segundo Valle & Lage (2003), o referido acidente ocorreu em função, essencialmente, de três fatores: falha dos procedimentos de segurança; falha dos sistemas de alarme e falta de preparo da comunidade no entorno da unidade industrial para situações de emergência, sendo considerado pelo setor industrial como o maior acidente ambiental de origem industrial já provocado pelo homem, trazendo inúmeras conseqüências e podendo servir, inclusive de aprendizado e referência quanto aos prováveis riscos que o município de Camaçari estaria exposto.

É também um acidente considerado como uma fonte rica de informação, visto que comparado a Seveso a quantidade de vítimas foi muito maior e mais grave. Uma das preocupações maiores é que ele aconteceu num país do terceiro mundo como o Brasil, onde normalmente as condições de segurança das instalações industriais são geralmente negligenciadas e o nível de organização das empresas é nitidamente inferior ao dos países do primeiro mundo.

A Union Carbide implantou a sua unidade industrial em Bhopal, na Índia em 1969, objetivando, inicialmente, formular uma série de agrotóxicos derivados de uma base química denominada carbaril (1-naftil-N-metilcarbamato). O processo de fabricação desses compostos envolve uma cinética de reação (reação química) entre metil isocianato (MIC) e alfa naphthol, que eram importados pela empresa (GUNN, 2003).

Em 1979, portanto dez anos depois, a empresa construiu uma unidade de MIC em Bhopal, no âmbito das instalações já existentes e que eram localizadas próximas a um bairro densamente povoado e nas proximidades da estação ferroviária. Ao proceder assim, a Union Carbide violou o “Plano de Desenvolvimento 1975 Bhopal”, que estipulava às indústrias perigosas, tais como à planta de MIC a localização a nordeste do centro da cidade, na sua periferia e em zona de baixa densidade populacional, o que não foi cumprido pela empresa (KLETZ, 2003).

De acordo com Buch apud Kletz (2003) um dos autores do “Plano de Desenvolvimento 1995 Bhopal” o pedido inicial de uma licença municipal para a planta de MIC foi rejeitado. A empresa, no entanto conseguiu obter aprovação das autoridades governamentais centrais da Índia e avançou para a construção da planta de MIC no meio a um denso aglomerado urbano na periferia da cidade, ou seja, numa favela.

Durante o planejamento para a implantação da unidade de MIC em Bhopal foram analisadas duas questões básicas: uma relativa ao tamanho da unidade e a outra ao sistema de armazenamento adotado. Em vista da microlocalização da unidade os técnicos da Union Carbide Índia Limited - UCIL defendiam uma planta de pequeno porte, mas foram vencidos

pelos executivos nos EUA, que optaram por uma unidade de grande porte, em face dos baixos custos e pela economia em escala, mesmo sabendo dos elevados riscos que a comunidade de Bhopal estaria submetida (KLETZ, 2003).

O número de mortos em Bhopal teria sido muito menor se referida indústria não fosse localizada próxima a essa pacata cidade. Em muitos países o controle do planejamento urbano impede esse tipo de localização, mas infelizmente na Índia, país periférico, isso não ocorreu (VALLE & LAGE, 2003).

O que aconteceu, efetivamente na planta industrial de Bhopal foi que um dos tanques do MIC vinha apresentando um vazamento devido a uma válvula defeituosa. Esse defeito já tinha sido descoberto sete dias antes do acidente, mas ainda não havia ocorrido a manutenção. Desta forma houve a contaminação do tanque de armazenamento de metil isocianato por quantidades substanciais de água e clorofórmio, até o limite de uma tonelada de água para 1 ½ tonelada de clofórmio. Isso desencadeou uma complexa série de reações exotérmicas e uma súbita elevação da temperatura e pressão e a descarga subsequente de vapores de metil isocianato pela válvula de alívio do tanque de armazenamento, para a atmosfera (GUNN, 2003).

No decorrer do acidente de Bhopal milhares de pessoas foram mortas dormindo. Uma parte da população foi avisada do acidente e conseguiu escapar. As pessoas mais afetadas foram as que habitavam em áreas densamente povoadas, ou seja, nos barracos da favela perto da indústria. Nessas áreas viviam os mais pobres e foram eles os que mais sofreram. O sintoma entre as pessoas afetadas pelo gás venenoso tomou as diferentes formas em função da sua distância em relação à fábrica. A população não estava preparada sobre o que fazer, em caso de um vazamento com aquele produto químico. Não existiam medidas preventivas e o sistema de saúde local estava despreparado, pois o simples fato de colocar um pano úmido sobre o nariz e a boca poderia ter poupado muitas vidas (GUNN, 2003).

A Union Carbide Corporation - UCC, empresa americana que forneceu a tecnologia era sócia proprietária da planta de Bhopal e mantinha um programa de supervisão global daquela indústria, porém com níveis de segurança inferiores (exportação dos riscos) a unidade de Virgínia nos EUA. Todas as decisões importantes eram emanadas dos executivos nos EUA, inclusive os trabalhadores da UCIL/Bhopal foram enviados para o Instituto West Virgínia, para treinamento sobre como lidar com os procedimentos de segurança relativos ao MIC, mas devido à escassez de recursos financeiros na Índia os programas de treinamento na planta de Bhopal foram reduzidos, ocasionando uma depreciação acelerada na unidade da Índia (CHOUHAN, 2005).

Enquanto isso, por razões econômicas, os inspetores do Governo indiano continuaram a aprovar os procedimentos operacionais da unidade, ou seja, a planta de Bhopal estava operando legalmente mesmo com os padrões de segurança inferiores aos da unidade de Virgínia nos EUA, ocasionando assim uma grande ameaça às populações vizinhas a fábrica (KLETZ, 2003).

Assim, houve negligência nos procedimentos, normas de segurança e rotinas de manutenção em Bhopal em comparação com a planta co-irmã de Virgínia/EUA, tais como um elevado risco pela localização de uma unidade MIC; baixos níveis de segurança com a conseqüente aceitação passiva das autoridades indianas da localização da planta próxima aos núcleos de favelas. Tais omissões nunca foram reconhecidas pela Union Carbide Corporation - UCC ou pelo Governo indiano. Além disso, a falta de informação sobre procedimentos de emergência à comunidade para lidar com acidentes de grande escala contribuiu para elevar o número de vítimas daquela catástrofe.

As autoridades municipais locais estavam cientes dos riscos da planta de MIC naquela localização, mas fatores econômicos e políticos pesaram e a cúpula do governo central da Índia ignorou ou subestimou os perigos que aquela indústria poderia causar à população. Embora a agência reguladora local tenha classificado a planta como um grave perigo à população a sua localização permaneceu (CHOUHAN, 2005).

Não existia também nenhum plano de informação ativa para a população e uma defesa civil com recursos necessários aos acidentes e mesmo que houvesse, por exemplo, as pessoas em Bhopal não conseguiam fechar as janelas, por que os barracos não as possuíam. Mesmo que os favelados soubessem da necessidade de fechar portas e janelas e colocar uma toalha molhada no rosto, os barracos não possuíam portas, nem janelas nem tampouco as pessoas possuíam toalhas e talvez até mesmo nem água (CHOUHAN, 2005).

Segundo Chouhan (2005) os funcionários da agência reguladora local não aprovaram a instalação da indústria, argumentando a violação de normas segurança, mas o Governo Central vetou, contra-argumentando o seguinte: que o Estado precisava continuar os investimentos na Planta de Bhopal; que a empresa iria oferecer um volume de postos de trabalho necessários ao desenvolvimento regional. Outros fatores contribuíram para o agravamento da vulnerabilidade da população, segundo o referido pesquisador quais sejam:

- O crescimento urbano na área elevou o número de invasões nas proximidades da fábrica fazendo com que o governo municipal promovesse a legalização das terras dando aos moradores o título de propriedade do lotes invadidos;

- A UCIL se queixava às autoridades de que um inadequado abastecimento de água e de eletricidade poderia afetar a segurança dos equipamentos atualmente instalados, em função do crescimento desordenado da população no entorno da fábrica, que demandava essas utilidades;
- Os moradores estavam desatentos sobre os riscos potenciais na área além de não existir organizações civis e sistemas no local para lidar adequadamente com quaisquer emergências em grande escala;
- As políticas de nacionalização do governo central tiveram como resultado a substituição prematura dos engenheiros e técnicos UCC por técnicos indianos com pouco conhecimento da planta;

O descaso do governo da Índia e também a omissão deliberada da Union Carbide, ilustram talvez a incapacidade de conceber programas de ajuda e reabilitação à população atingida pelo acidente. Num primeiro momento, o governo anunciou indenização às famílias das vítimas. Promoveu também a distribuição de roupas, alimentos, cobertores e outros materiais. Estas medidas estabelecidas foram tidas pela população indiana como respostas típicas para catástrofes naturais na Índia (RAJAN, 1988).

Segundo Rajan (1988) a burocracia oficial respondeu cerca de onze meses depois do desastre com um compromisso de longo prazo para a reabilitação da área sinistrada. Seria implantado um programa econômico baseado em três linhas. Em primeiro lugar, o governo iria tentar atrair novas empresas para a área degradada e, assim, criar mais postos de trabalho para a comunidade atingida pelo desastre. Em segundo lugar o governo criaria centros de produção para o mercado de exportação. E por último iria implantar um programa de qualificação profissional com o objetivo de redução da pobreza. Como se trata de um país subdesenvolvido é provável que tais promessas não tenham sido efetivadas.

Existe uma farta literatura acerca do acidente de Bhopal. Por se tratar de um caso emblemático envolvendo tecnologia de ponta, e de uma país em desenvolvimento como a Índia, tornou-se um escândalo internacional ainda maior, pelo impacto socioambiental provocado na sociedade indiana.

2.3.3 PQU/Brasil (1992)

A Petroquímica União S/A - PQU é localizada em Santo André no estado de São Paulo e foi inaugurada em 1972, sendo, portanto, a primeira central petroquímica do Brasil.

O acidente na PQU foi uma explosão na planta industrial seguida de morte, ocorrido em 15 de junho de 1992, resultado de um processo de sucateamento dos equipamentos e instalações associado à deficiência de manutenção. Isso ocorreu no bojo do Plano Nacional de Desestatização (FREITAS. et al.,2000). É, pois, um caso típico que envolve simultaneamente deficiência na manutenção, ausência de programas de gerenciamentos de riscos e falta de planos de contingências, visto que esse acidente ocorreu vinte anos após a entrada em operação da PQU, portanto já com um elevado grau de depreciação nos equipamentos e instalações.

A PQU, como usualmente é chamada, deu partida a sua planta petroquímica em 1972, sendo considerada à época, unidade modelo para os demais complexos petroquímicos que se lhe seguiram: COPEC - Complexo Petroquímico de Camaçari (1978) e COPESUL - Complexo Petroquímico do Rio Grande do Sul (1982).

Segundo Freitas, et al (2000) nesse acidente dez operários foram atingidos, sendo que um deles veio a óbito três dias depois e dois outros sofreram queimaduras graves em todo o corpo. Eles eram operários de firma empreiteira que executavam serviços terceirizados e foram surpreendidos por um rompimento de uma tubulação de saída de vapores de um forno, ocorrido devido a uma elevação súbita da temperatura do produto na linha de processo.

O referido acidente foi precedido de dois outros ocorridos naquele mesmo ano: o primeiro em 16 de maio e o outro em 10 de junho: o primeiro forçou a antecipação em, pelo menos uma semana, da Parada Geral XII que a PQU faria, em vista de um vazamento na serpentina de um forno, que foi estancado a tempo e sem maiores problemas. O segundo foi de maior gravidade, por se tratar de um vazamento de hidrogênio por uma junta de um trocador de calor, ocasionando violenta explosão seguida de incêndio, precisamente às cinco horas da madrugada e que provocou destruição em diversas casas próximas a PQU (FREITAS, et al, 2000).

É possível que tais acidentes estejam efetivamente associados às más condições de manutenção dos equipamentos àquela época na PQU, haja vista que no primeiro caso a serpentina encontrava-se comprometida pela corrosão e condições de uso; e no segundo foi constatado que a junta encontrava-se “mordida”. É, portanto um caso típico de falta de inspeção ou mesmo baixa qualificação da mão-de-obra, por ocasião da fixação daquela junta. São, pois, as chamadas falhas por imperícia e/ou negligência, ou mesmo irresponsabilidade administrativa para alguns, muito comuns nas atividades industriais que não dispõem de rigorosos programas de gerenciamento de riscos.

Essa série de três acidentes na PQU teve como desdobramento a realização do Primeiro Seminário Nacional sobre Riscos de Acidentes Maiores, que foi realizado em Atibaia/SP em 1995 e contou com apoio da Organização Internacional do Trabalho.

Pode-se dizer dos casos acima apresentados que os acidentes industriais cujos impactos tiveram extensão urbana e ceifaram vidas humanas, devem servir de lições e alerta à sociedade na busca de soluções que incorporem, sobretudo, ações preventivas envolvendo não só os geradores dos riscos, mas também os poderes públicos e entidades representativas da sociedade civil, tais como: trabalhadores e sindicatos classistas, grupos ambientalistas, associações representativas das populações atingidas todos atuando harmoniosamente com ética e responsabilidade ambiental.

2.4 Riscos

Segundo Veyret (2007) o *risco* é a percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele, diferenciando-se de perigo que seria segundo a definição da Norma BS 8800 “uma fonte ou uma situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, dano à propriedade, dano ao meio ambiente, ou uma combinação destes”. Ou seja, o perigo seria a propriedade ou condição da própria substância ou atividade industrial que possua a capacidade de causar danos a pessoas, propriedades e ao meio ambiente.

Por outro lado o risco seria a capacidade que um perigo possui em se transformar em um acidente. Ora entende-se que todo sistema ou atividade que produz benefícios quer sejam em termos pessoais, sociais, tecnológicos, científicos ou industriais possui um elemento de risco associado e, assim sendo, deve-se promover a maior segurança possível aos sistemas, atividades, indústrias ou processos e, sobretudo à população, baseada num pleno conhecimento dos riscos envolvidos e os possíveis planos para minimizá-los.

Como as atividades petroquímicas envolvem uma engenharia de processamento, com operações e processos unitários de elevados riscos é possível que na abordagem deles se possa quantificá-los por meio da expressão a seguir, segundo Renn, apud Guilam(1996):

$$\text{Risco [probabilidade de ocorrência de um evento]} = \text{ameaça} \times \text{vulnerabilidade}$$

Essa equação possibilita um tratamento quantitativo aos riscos em geral, visto tratar-se de uma “Análise de Risco”, baseada na quantificação dos níveis ou escalas de riscos dentro e

fora das instalações industriais, analisando, por exemplo, o nível de degradação ambiental, as perdas e danos econômicos decorrentes de acidentes industriais, bem como fatores técnicos quantificáveis (Guilan, 1996).

Ela não leva em conta, por outro lado aspectos não quantificáveis, tais como fatores individuais e contextos sociais, já que, segundo Guilan (1996), a abordagem da engenharia pressupõe um mundo imaginário, onde a tecnologia, indivíduos e sociedade operariam de forma completamente independentes.

As análises dos riscos são conseguidas atualmente para a cobertura de acidentes ambientais, como forma de se estabelecer às apólices de seguros, sendo que em alguns países já estão sendo praticadas as chamadas apólices específicas, Environmental Impairment Liability - EIL, onde são efetuados estudos e análises detalhadas de cada local e instalação a ser segurado (POLIDO, W, 2005).

Esses estudos e análises detalhadas dos riscos são formatados utilizando diversas ferramentas, dentre elas destacam-se as seguintes:

- Análise Preliminar de Perigos,
- Análise de Vulnerabilidade,
- Análise Quantitativa de Riscos;
- Análise Qualitativa dos Riscos (Método Hazop);

Há outro entendimento de que, como o risco industrial foi inicialmente estudado exclusivamente por engenheiros, o mesmo deva ter um tratamento quantitativo, podendo ser definido tanto pela relação entre probabilidade x consequência ou ainda pela frequência x gravidade, sendo representado pela “Curva de Farmer” (VEYRET, 2003), conforme Figura 6, a seguir:

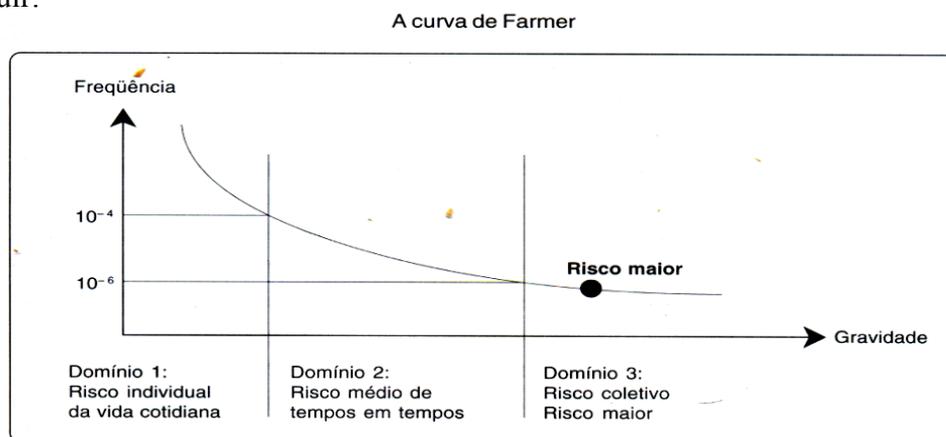


FIGURA 6: Curva de Farmer-Fonte: Veyret, 2007, p.169

A curva de Farmer permite analisar o fenômeno *risco* e, subseqüentemente estabelecer os níveis de aceitabilidade do mesmo. A partir de determinado limite, denominado “domínio 3” de acordo com a curva ,teríamos a “probabilidade de ocorrer um acontecimento fora do comum, temporalmente inesperado, ou seja o risco maior, que estaria ligado à disfuncionalidade de um sistema complexo e cujas conseqüências são de uma amplitude excepcional, mas não delimitável no espaço e no tempo, e que pode afetar a coletividade no seu conjunto e desestabilizar os poderes instalados” (VEYRET, 2003).

Os riscos industriais estão associados às múltiplas atividades de produção, armazenagem de produtos tóxicos, e ao transporte de substâncias perigosas, sendo que as fontes de riscos industriais maiores (também chamadas de áleas) se decompõem em quatro tipos (VEYRET, 2003):

1. Explosão com um volume de choque que provoca uma onda de supressão cujos efeitos podem afetar as pessoas, as formações vegetais e a área construída;
2. Vazamento de um produto tóxico podendo provocar várias formas de poluição;
3. Incêndio, podendo originar queimaduras e prejuízos consideráveis;
4. Combinação dos itens 2 e 3 anteriores;

Como as atividades industriais, em muitos casos estão inseridas no tecido urbano, há uma grande apreensão e temor na população, em virtude dos efeitos em cadeia, provocados pelos acidentes que na maioria das vezes criam uma série de acontecimentos, dificilmente previsíveis e domináveis.

Não obstante a probabilidade de ocorrência dos acidentes industriais maiores ser, geralmente muito pequena, desde que as indústrias sejam supervisionadas e gerenciadas de forma a privilegiar a segurança, vindo a ocorrer um acidente maior numa instalação industrial, os seus efeitos são geralmente catastróficos. Este problema tende a se agravar com o tempo pois as fábricas inicialmente instaladas nas periferias das grandes cidades são, sistematicamente, integradas ao tecido urbano, à medida que os aglomerados populacionais se ampliam, como foram os casos da fábrica AZF, em Toulouse na França e do Pólo Químico na região de Lyon, também na França (VEYRET, 2003). No Brasil tem-se os casos da PQU em Cubatão/SP, do Centro Industrial do Subaé, em Feira de Santana/Ba do Pólo Industrial de Camaçari/Ba, do Pólo de Atalaia/SE todos localizados próximos a centros urbanos, destacando-se que neste último já ocorreu um grave acidente em 2003, relacionado à explosão de um tanque de GLP, conforme mostrado na Figura 7 a seguir.



FIGURA 7 : Incêndio em Tanque de GLP no Pólo de Atalaia/SE- **Fonte:** Coordenadoria Especial de Defesa Civil de Aracaju/Se, palestra proferida no 5º Fórum de Defesa Civil de Camaçari/Ba por Nailson Melo Santos (**Coordenador**)

Na figura 8, a seguir ilustra-se a proximidade do pátio de tancagem do Pólo Industrial de Atalaia da área populacional:



FIGURA 8 : Pólo de Atalaia/SE-**Fonte:** Coordenadoria Especial de Defesa Civil de Aracaju/Se, palestra proferida no 5º Fórum de Defesa Civil de Camaçari/Ba por Nailson Melo Santos (**Coordenador**)

Em geral as técnicas de análises probabilísticas dos riscos tais como Probabilistic Risk Assessment, Probabilistic Safety Analysis e Quantified Risk Assessment definem o risco como uma combinação das conseqüências derivadas das diversas possibilidades de acidentes, bem como a probabilidade da ocorrência desses acidentes. Assim elas normalmente são constituídas por quatro fases (CHRISTOU et al, 1999):

- Identificação dos perigos;
- Estimativa da probabilidade de ocorrência de acidentes potenciais;

- Estimativa das conseqüências dos acidentes;
- Comparação com os índices de risco global (estabelecidos pelas normas e padrões internacionais Norma Occupational Health and Safety Assessment Series - OSHAS, Diretiva de Seveso, Programa de Atuação Responsável da ABIQUIM e outros).

Então são usados dois índices para o cálculo dos riscos relacionados aos acidentes industriais ampliados (CHRISTOU et al, 1999):

- 1) O risco individual que é definido como a probabilidade de ocorrência de uma fatalidade (morte) devido a um acidente numa instalação industrial relacionado a um indivíduo que esteja localizado num determinado local da indústria;
- 2) O risco social definido para diferentes grupos de pessoas e refere-se a probabilidade de ocorrência de algum acidente que resulte em morte superior ou igual um valor específico, representado na Figura 9, a seguir:

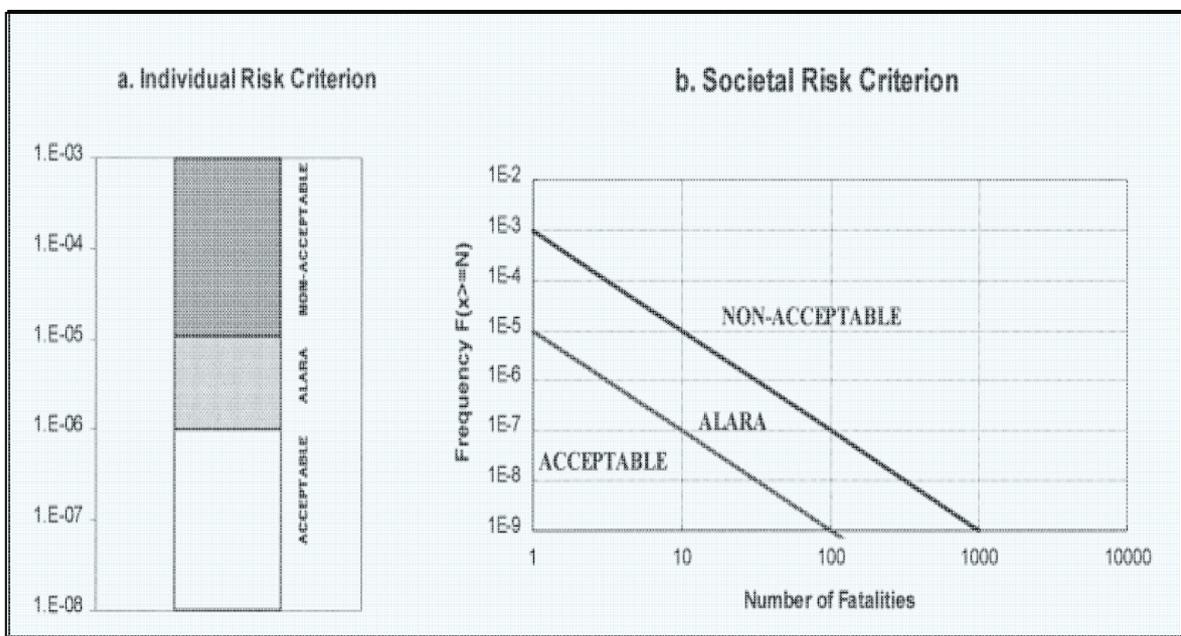


FIGURA 9:Curvas do Risco Individual e Risco Social-Fonte:Christou,1999

O risco social é uma medida do risco para um grupo constituído por toda a comunidade exposta aos efeitos do acidente. Portanto, o risco social diz respeito a toda a população exposta, relacionando a magnitude dos danos que podem ser causados sobre a comunidade como um todo, e as frequências esperadas dos acidentes capazes de causar os referidos danos. Até há alguns anos atrás, os riscos sociais das instalações da IPQ (Indústria Petroquímica) eram expressos apenas

através dos chamados índices de” risco social médio “, que é obtido fazendo-se o somatório dos produtos” frequência x consequência “para cada cenário de acidente analisado, ou seja:

$$\text{Risco Social Médio} = \sum_n \sum_c F_{nc} \times C_{nc}$$

onde, F_{nc} é a frequência esperada de ocorrência do c -ésimo cenário do n -ésimo evento Iniciador e C_{nc} corresponde à magnitude das consequências esperadas caso este cenário venha a ocorrer (CHRISTOU et al, 1999)

O critério de risco social foi criado objetivando proteger a população contra a ocorrência de acidentes maiores. Para isso calcula-se não somente o tamanho da população no entorno das instalações industriais, mas também a variação temporal dessa população ao longo do dia, bem como possibilita a estimativa dos cenários de acidentes (CHRISTOU et al, 1999).

Esse critério é mais importante do que o do risco individual, sendo este último usado apenas para um indivíduo isoladamente e que esteja localizado próximo a uma distância de segurança onde possa ocorrer um acidente maior e que venha a afetá-lo. Quando o acidente envolve grande número de vítimas aí sim se calcula o risco social, sobretudo porque o critério do risco individual não depende da população em volta da indústria ou do número de vítimas potenciais, já que ele comporta um nível pré-definido de risco acima do qual nenhum indivíduo poderá se expor. (CHRISTOU et al, 1999).

Na Figura 9 (b) acima, tem-se a representação do risco social, onde são apresentadas a frequência dos acidentes esperados, expressos numa base anual versus o número de vítimas maior ou igual a um valor determinado. Para a população residencial esse valor é de 10^{-6} por ano. No gráfico estão representadas três regiões: uma onde o risco social é considerado aceitável para uma curva cuja frequência esperada de acidentes esteja abaixo de 10^{-5} por ano e um número de vítima que varia de 1 a 100; uma segunda região, onde o risco social é considerado aceitável, mas requer medidas para redução do mesmo. Essa região é denominada As Low as Reasonably Achievable - ALARA, cuja frequência de acidentes está compreendida entre 10^{-5} e 10^{-3} e o número de vítima na faixa de 100 a 1000 por ano. Por último tem-se uma terceira região onde a frequência de acidentes está acima de 10^{-3} para um número de vítimas acima de 1000. Nessa última o risco social é considerado inaceitável (CHRISTOU. et al, 1999).

É um método baseado na avaliação probabilística dos riscos cujo propósito é não só avaliar a severidade do potencial de acidentes, mas também estimar a possibilidade de tais ocorrências.

Quanto aos os riscos de lesões pessoais o critério estabelece certos limites relacionados a ferimentos provocados por acidentes que envolvem radiação térmica, sobrepressão e concentrações de substâncias tóxicas, que não devem ser excedidos em áreas residenciais com freqüências superiores a 50×10^{-6} por ano. Esses limites seriam de 4.7 KW/m² para radiação térmica e 7 KPa para explosão com sobrepressão bem como concentrações de substâncias tóxicas que causem irritação na garganta e nos olhos e que deverão ser estabelecidas para cada produto químico (CHRISTOU et al., 1999).

Outra técnica bastante usada para a análise dos riscos em instalações industriais é o Método Hazop (Hazard and Operability Study), que tem caráter qualitativo e que foi desenvolvido objetivando examinar as linhas de processo, identificando perigos e prevenindo problemas futuros nas instalações. Ele é indicado especialmente quando da implantação de novos processos; na fase de projeto ou na modificação dos processos já existentes. Nesse método são identificados mais problemas operacionais do que propriamente os perigos, visto que a minimização dos riscos está muito mais relacionada à eliminação de problemas operacionais da unidade industrial (KLETZ, 2001).

O gerenciamento dos riscos do ponto de vista industrial pode ser explicado como um processo que envolve a utilização de recursos humanos, materiais, financeiros e tecnológicos de uma forma sistêmica e preventiva e que tenha como objetivo evitar e/ou minimizar os acidentes industriais que eventualmente possam causar danos à saúde dos trabalhadores e à comunidade e impactos ao meio ambiente (VALE & LAGE, 2003).

Segundo os autores acima referidos a formatação de um Programa de Gerenciamento de Risco - PGR, é uma prática relativamente recente no Brasil e no mundo, tendo iniciado a partir da década de 1990 e segundo eles existem dois pontos de suma importância nesses PGR's:

- 1- Devem ser compostos por elementos que, obrigatoriamente, precisam manter uma forte ligação entre si. Assim a remoção de um único elemento que componha um PGR pode comprometê-lo na sua forma global;
- 2- A aplicação prática de um PGR revela que o grande desafio é produzir documentos que efetivamente sejam seguidos e utilizados no dia-a-dia das indústrias. “Assim papeis teóricos e sem aplicação prática não tem qualquer valor e devem ser evitados, já que trazem uma falsa sensação do dever cumprido” (VALE & LAGE, 2003).

Os autores acima referidos entendem ainda que o conceito de risco industrial envolve duas situações: risco de acidente súbito e imprevisto e risco operacional, explicitando ainda que em um bom PGR devem constar os seguintes itens:

- Organização: Quem será responsável p/ implantação e manutenção do PGR;
- Identificação, Avaliação, Eliminação e Controle de Riscos;
- Normas e Procedimentos;
- Treinamento;
- Manutenção de Equipamentos Críticos;
- Dados de Segurança de Produtos;
- Investigação de Acidentes/Incidentes;
- Controle de Modificações de Processo/Equipamentos;
- Gerenciamento de Emergências;
- Comunicação;
- Seguro e Auditoria;

Portanto um PGR ideal deve desenvolver todas as atividades acima referidas de um modo harmônico e sistêmico objetivando perseguir os chamados riscos mínimos e aceitáveis e que possam preencher as seguintes condições (VALLE&LAGE, 2003):

- “A situação em análise atenda a todas as leis e regulamentações aplicáveis”;
- “O risco aceitável corresponda à situação chamada de o *estado da arte*, ou seja, utiliza a melhor tecnologia disponível”;
-

Um exemplo a ser destacado como um bom programa de gerenciamento de riscos é o Programa Apell (Alert Preparedness Emergency Level Location), ou seja, “Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais”, criado pelo PNUD - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente /UNEP-United Nations Environment Programme, em 1987 e trazido para o Brasil em 1988 pela ABIQUIM-Associação Brasileira da Indústria Química, cuja estratégia é preparar a comunidade contra os riscos industriais bem como promover o treinamento para o atendimento a situações de emergências em face dos riscos de acidentes industriais.

O Processo Apell já é utilizado por diversos países e foi concebido com dois objetivos básicos, segundo a UNEP, tendo em vista as ameaças criadas pela própria indústria.

- a) “Criar e/ou aumentar a conscientização da comunidade quanto aos possíveis perigos existentes na fabricação, manuseio e utilização de materiais perigosos e quanto às medidas tomadas pelas autoridades e indústrias no sentido de proteger a comunidade local”;
- b) “Desenvolver, com base nessas informações e em cooperação com as comunidades locais, planos de atendimento para situações de emergências que possam ameaçar a segurança da coletividade”;

Trata-se, portanto de um programa que atua com ações cooperadas entre a indústria, as autoridades locais e a comunidade, cujo foco é intensificar a conscientização e a preparação da população civil para as situações que envolvem emergências decorrentes de acidentes industriais.

No Brasil, esse processo já está sendo utilizado em Cubatão/SP (desde 1989) e no Pólo Industrial de Campos Elíseos no Rio de Janeiro, que iniciou a implantação do Processo Apell em 1991, contando inclusive com a participação do “Grupo de Análise de Risco Tecnológico” da COPPE/UFRJ. Esse grupo foi contratado pela Refinaria Duque de Caxias/Petrobrás, em 1992 para a realização das atividades de articulação junto às comunidades no entorno do complexo de Campos Elíseos (identificação e registro dos problemas de cada comunidade, discussão sobre os riscos de acidentes, fornecimento de noções sobre orientação espacial e leitura de mapas). Entretanto, no caso do Município de Camaçari, o estudo não identificou o uso de medidas de proteção semelhantes ao Programa Apell.

As ações empreendidas pelos governos de alguns países desenvolvidos (Comunidade Européia e EUA), com vistas à minimização dos riscos de acidentes industriais são expressas através de programas (Diretiva de Seveso, Processo Apell, Responsible Care e outros) com abrangência tanto no ambiente interno as indústrias, quanto nas comunidades vizinhas. Estas ações impulsionaram, a partir de 1970, uma nova dinâmica dos riscos industriais com o surgimento do mecanismo de exportação dos riscos.

Nos países periféricos, tais como Brasil, México e Índia são mais expressivas as defasagens entre os riscos das plantas industriais e as estruturas e culturas existentes para gerenciar tais riscos (FRANCO, 1993).

A transferência dos riscos industriais dos países desenvolvidos para os países subdesenvolvidos se intensificaram após os anos 80; sendo que segundo Franco (1993) as atividades produtivas deslocadas no espaço internacional passaram de 13,2% em 1973 para

16,8% em 1988. Essa progressão vem ocorrendo com uma velocidade considerável para os países do terceiro mundo e com o apoio do Banco Mundial, segundo a autora. Assim as indústrias químicas dos EUA, por exemplo, apresentaram em 1976 custos de controle ambiental da ordem de 12,3% do capital dispendido naquele país contra apenas 5,5% em outros países do terceiro mundo.

Segundo Torres apud Franco (1993) os Pólos Petroquímicos de Cubatão e de Camaçari são casos emblemáticos de exportação dos riscos e do “descaso do Estado para com o meio ambiente, a saúde pública e do trabalhador”. As atenções (internacional e nacional) voltaram-se para Cubatão quando este já era um fato consumado de desastre ecológico. Para ela, este modelo não foi alterado, se reproduzindo país a fora, “agora de maneira desconcentrada no espaço nacional”, em especial em direção a Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo.

Quanto a Camaçari, segundo Franco (1993) “desde a implantação daquele complexo industrial foram freqüentes as violações dos limites legais estabelecidos para a proteção ambiental”. Desta forma as empresas não sofrem punições ou coerções efetivas que objetivem coibir os abusos ou recuperar os danos causados ao meio ambiente e às pessoas. Ou seja, o processo de degradação ambiental e a perda da qualidade de vida em Camaçari são visíveis e a população não é informada dos riscos a que está exposta.

Além da sua localização indevida, instalado sobre a maior reserva hídrica subterrânea da Bahia, a formação de São Sebastião (SPINOLA, 2003) e na divisa entre duas grandes bacias hidrográficas, que são destinadas ao consumo humano, o Pólo Industrial de Camaçari poderá está contaminando os solos de Camaçari e demais municípios no entorno daquele complexo, que inclusive foram, por muito tempo, utilizados como depósitos de resíduos tóxicos clandestinos que associados aos aterros da CETREL e aos resíduos de fosfogesso da Caraíba Metais formam um considerável passivo ambiental que poderão contaminar os aquíferos subterrâneos de Camaçari.

Os estudos empreendidos pelo Projeto Appolo II destinados à aferição do critério de aceitabilidade dos riscos sociais no Pólo Industrial de Camaçari usaram como referência os critérios estabelecidos pela CETESB e FEEMA, conforme mostrado na Figura 10, a seguir:

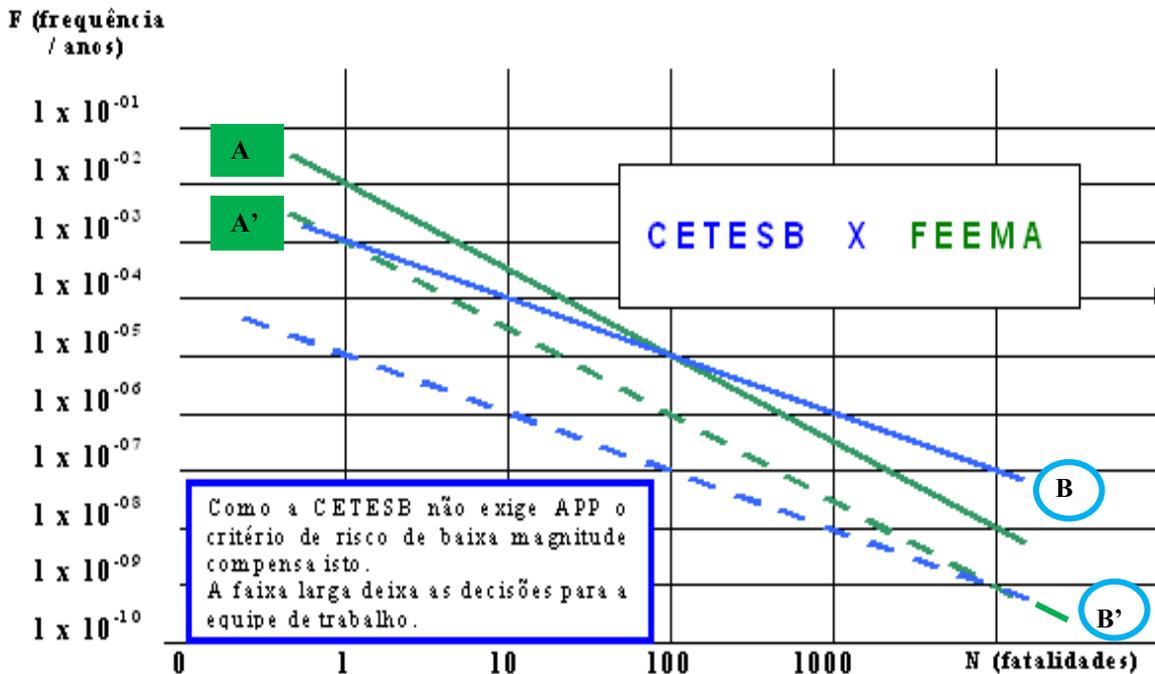


FIGURA 10 : Critério de Aceitabilidade dos Riscos Sociais-Fonte: Projeto Appolo II-DNV

Observe-se pela (Figura 10) que a curva freqüência de acidentes x número de fatalidades da CETESB, representada pelo círculo em azul apresenta uma freqüência de acidentes de 10^{-7} /ano para um número de fatalidade 100. É menor, portanto do que a curva da FEEMA, representada pelo retângulo verde. Isto é atribuído, segundo o Projeto Appolo II tendo em vista que a FEEMA não exige a realização de Análise Preliminar de Perigos, o que requer assim um maior rigor nos programas de gerenciamento de riscos por parte das empresas analisadas por aquele órgão.

Essas curvas fornecem a freqüência esperada de acidentes, expressos numa base anual, com um número de vítimas maior ou igual a um determinado valor. Elas apresentam graficamente todo espectro de riscos da instalação, indicando claramente o potencial de acidentes de grande intensidade nas instalações analisadas.

Estudos realizados pelo Projeto Appolo II, objetivando aferir o potencial de acidentes de grande magnitude no Pólo Industrial de Camaçari usaram a técnica de Análise Quantitativa de Riscos, que quantificam os riscos relacionados não só aos funcionários das empresas do Pólo bem como às comunidades de Camaçari e Dias Dávila. Os dados relacionados a população dos municípios de Camaçari e Dias Dávila foram extraídos do censo demográfico do IBGE, relativos ao ano 2000. O Projeto Appolo II considerou que 75% da população total permanece nos município durante o dia de segunda a sexta-feira e 100% durante o dia e a noite nos fins

de semana. Assim as populações daqueles municípios foram estimadas em: Camaçari-101.176 habitantes durante o dia e 134.901 durante a noite; Dias D'Ávila- 28.437 habitantes durante o dia e 37.916 durante a noite.

A Análise Quantitativa de Riscos - AQR tenta identificar todos os cenários de acidentes prováveis de acontecer numa instalação industrial, promovendo uma quantificação da frequência esperada de ocorrência dos acidentes e das conseqüências relacionadas com cada um dos cenários analisados. Assim o risco pode ser caracterizado através de um conjunto de três elementos, segundo consta do projeto Appolo II:

- a) Descrição completa do cenário de acidentes, com a identificação da causa básica do mesmo, ou seja, do evento iniciador do acidente e a evolução do acidente em função do desempenho dos sistemas de proteção existentes nas instalações industriais bem como das situações subseqüentes que caracterizam o cenário de acidente;
- b) A frequência esperada da ocorrência do cenário de acidente;
- c) As conseqüências indesejadas previstas na hipótese de ocorrência do cenário;

Em geral, os métodos a utilizar instrumentos mais sofisticados, como é o caso da AQR, parecem ser mais eficientes nas análises de riscos. Entretanto, eles são mais complexos, mais demorados e conseqüentemente mais caros. Existem críticas relativas às incertezas associadas a tais métodos, tais como aquelas relacionadas com as frequências atribuídas a ocorrência de alguns eventos iniciadores dos acidentes (CHRISTOU, et e al, 1999).

Segundo os autores acima referidos as abordagens para a quantificação do risco utilizam uma combinação das conseqüências derivadas da variedade dos possíveis acidentes, bem como a probabilidade da ocorrência desses acidentes. Por isso, conforme já relatado essas abordagens normalmente são constituídas por quatro fases: identificação de perigos; estimativa da probabilidade de ocorrência de acidentes potenciais; estimativa das conseqüências dos acidentes e da comparação com um índice de risco referencial.

Ora os acidentes como os de Bhopal e da cidade do México demonstraram claramente as conseqüências trágicas dos riscos que estão submetidas às populações localizadas nas proximidades de instalações industriais que processam produtos perigosos, sobretudo áreas com alta densidade populacional, como é o caso de Camaçari com uma população superior a 246.000 habitantes e com adensamentos populacionais a menos de 2 km do Pólo Petroquímico.

Na maioria dos países europeus determinadas leis (principalmente baseado no Código Napoleônico) já existiam para separar certas instalações industriais de populações vizinhas as indústrias, bem como existe regulamentação com planos urbanos que distinguem as zonas industriais das outras utilizações para o solo.

Objetivando estabelecer distâncias adequadas das instalações industriais aos adensamentos urbanos os critérios dos riscos tolerados, nos países da Comunidade Européia são rígidos e obrigatórios e são formulados, em termos de riscos individuais através de valores pontuais (HAUPTMANNNS, 2005).

Segundo Hauptmanns (2005) o artigo 12 da Diretiva de Seveso estabelece que a prevenção dos acidentes graves objetiva reduzir as suas conseqüências e sendo assim os Estados-Membros da Comunidade Européia obrigam-se a implementar políticas públicas de ocupação do solo que desestimule a instalação dos complexos industriais próximos de comunidades, inclusive promovendo, quando necessário o remanejamento de indústrias já existentes, criando vias exclusivas para o transporte de produtos perigosos, proibindo a ocupação pela população de áreas próximas as indústrias, enfim estabelecendo barreiras que possam prevenir os acidentes. Desta forma o objetivo é manter distâncias adequadas entre as instalações industriais e as zonas residenciais bem como as zonas de utilização pública, visto que quanto maior essas distâncias menores serão os efeitos nocivos dos acidentes à população.

O Quadro 06, a seguir fornece algumas indicações sobre faixas de extremo perigo à população em caso de acidentes maiores, destacando a sua correlação com alguns acidentes históricos já ocorridos:

QUADRO 06 : Faixas de Perigos Observados

FAIXAS DE PERIGOS OBSERVADOS	
LANÇAMENTOS TÓXICOS	Efeitos Nocivos para a Saúde até os 3, 8 e 32 Km
LANÇAMENTOS DE FRAGMENTOS	Até 1200 metros (México city: BLEVE com “ Efeito Dominó”)
EXPLOSÃO	Prejuízos para os tímpanos até 2Km(Toulouse), quebra de vidros até 4,8km e morte em até 7Km
RADIAÇÃO DE CALOR	Raio de até 300 metros foram observados lesões por radiação de calor no acidente de Feyzin a até 400 metros no acidente de México city(BLEVE tanque de GLP-650 mortes/6.400 feridos
FOGO EM NUVEM DE VAPOR	Letalidade varia entre 2 e 3 km
BLEVE	(Expansão explosiva de um líquido aquecido acima de sua temperatura de ebulição, passando bruscamente à fase de vapor devido a ruptura do recipiente) : Sopro causa danos extensos embora menores dentro de 500 metros, janelas quebradas até 3km(Feyzin: BLEVE tanque de propano-18 mortes/81 feridos)

Fonte: HAUPTMANNNS, 2005

No planejamento da ocupação do solo em áreas vizinhas de plantas industriais é imperativo que as empresas e autoridades estejam sintonizadas quanto às ações que desestimulem não só a ocupação desordenada da população em direção às indústrias, mas também que as empresas sejam proibidas de se implantarem em zonas urbanas, como foi o caso da indústria Pneus Bridgestone/Firestone, que se instalou na Via Parafuso e a cerca de 2 km do centro urbano de Camaçari.

Na comunidade europeia qualquer tentativa de estabelecer orientações em matéria de ordenamento territorial deve certamente levar em consideração não só a legislação de cada país membro, mas principalmente as diretrizes estabelecidas na Diretiva de Seveso. De um modo geral lá há duas situações ou grupos de países:

- 1- Aqueles que já estabeleceram as suas estruturas de planejamento preventivas contra acidentes graves: Países Baixos, Reino Unido, França e Alemanha.
- 2- Países em que tais procedimentos ainda estão em fase de consolidação: Países do Sul da Europa como Itália, Grécia, Espanha e Portugal.

Os autores Christou et al., (1999) apresentam dois casos ilustrativos envolvendo armazenamento de substâncias químicas perigosas e as distâncias limites de propagação dos seus efeitos nocivos e letais:

- a) Unidade de armazenamento de cloro liquefeito, com um furo de 40 mm, estando a substância a uma temperatura de 25°C e à pressão de 7,6 Bar , com uma altura do líquido acima do furo de 2 metros.

A simulação consistirá no cálculo da taxa de liberação do cloro, modelagem da sua taxa de dispersão sob condições climáticas desfavoráveis (velocidade do vento 3m/s) e o cálculo da distância em que a concentração da substância ainda apresenta efeitos letais e irreversíveis à saúde, considerando ainda que o período de inalação seria de 3 minutos, segundo o Quadro 07, a seguir:

QUADRO 07 : Distâncias para Efeitos Letais e Danos Irreversíveis (CLORO)

CONDIÇÕES	DOSE	DISTÂNCIA
-Dose correspondente ao início do efeito letal(corresponde a 1% da probabilidade de fatalidade)	369 ppm por 3 minutos	1.380 metros
-Dose correspondente ao início de efeitos irreversíveis à saúde	65 ppm por 3 minutos	3.940 metros

Fonte : Christou et, al. , p.170

Essa modelagem poderá também ser considerada para vazamentos com ácido sulfúrico e ácido fluorídrico, visto tratar-se de substâncias químicas catalogadas na categoria de “indústria química inorgânica” (CHRISTOU *et al*, 1999). Esses produtos são também manufaturados no Pólo de Camaçari.

b) O segundo caso hipotético refere-se a uma planta de amônia localizada num terminal marítimo, onde existe um gasoduto submerso que se liga a um tanque de armazenamento de amônia de 15.000 toneladas (refrigerado) e uma linha de gasoduto que se liga a dois tanques pressurizados dentro de uma planta de fertilizantes e dois vasos pressurizados, conforme Figura 13, a seguir:

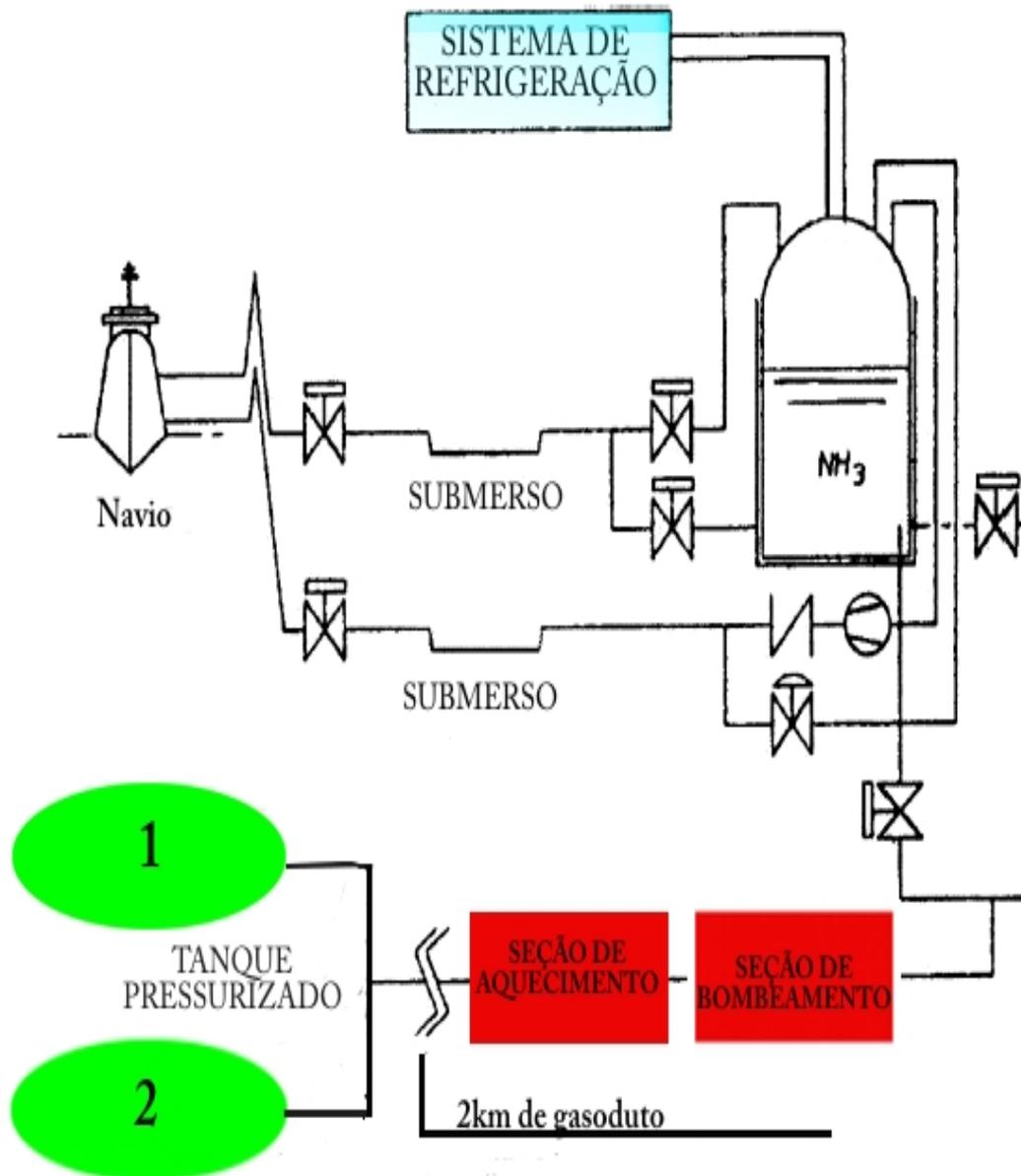


FIGURA 11: Planta de Amônia Refrigerada-Fonte:M.D.Christou,*et.al* (1999, p. 172)

Amoníaco liquefeito a -33°C chega de navio no terminal marítimo e é descarregado de forma criogênica. A descarga é efetivada com uma vazão de 600 t/h. Partindo desse tanque a substância é bombeada para o acondicionamento em vasos pressurizados situados a 2 km de distância, onde é armazenada a , aproximadamente 13 bar de pressão e temperatura de 20°C . Seu inventário normal é de 60 toneladas, operando sob 50% da capacidade (CHRISTOU *et., al,* 1999).

Uma série de cenários de acidentes foram simulados nessa planta, tanto em termos de frequência de ocorrência como das conseqüências relevantes, tais como:

- a) Ruptura do teto do tanque de armazenamento criogênico devido ao trabalho excessivo, com uma frequência de 2×10^{-4} por ano;
- b) Rompimento do amonioduto entre o terminal marítimo e o tanque de armazenamento criogênico em um ponto próximo ao tanque e acima do solo, com uma frequência de 10^{-4} por ano;
- c) Ruptura catastrófica dos vasos pressurizados com uma frequência de 5×10^{-5} por ano;

Esses cenários constituem os principais contribuintes dos riscos em longas distâncias e foram analisados para velocidades dos ventos entre 2 a 5m/s e estabilidade atmosférica de Pasquill: neutra(D) e moderadamente estável (F). Com o uso do aplicativo SOCRATES-Safety Optimisation Criteria and Risk Assessment Tools for Emergencies and Siting, foram obtidos os resultados constantes na Quadro 08, a seguir:

QUADRO 08 : Cenários de Acidentes x Distâncias para o Primeiro Óbito (Amônia)

CENÁRIO DE ACIDENTE	DISTÂNCIA PARA O PRIMEIRO ÓBITO		
	D2	F2	D5
- Ruptura do teto do tanque de armazenamento criogênico devido a pressão excessiva;	800 metros	1.280 metros	Muito perto
- Rompimento do amonioduto entre o terminal marítimo e o tanque de armazenamento criogênico em um ponto próximo ao tanque e acima do solo;	1.180 metros	1.850 metros	Muito perto
-Ruptura catastrófica dos vasos pressurizados;	980 metros	1.520 metros	Muito perto

Fonte: Christou et al, 1999., p.173

Portanto, para uma classe de estabilidade atmosférica neutra (modelo Pasquill) e considerando uma velocidade do vento de 2m/s no cenário 1 teríamos o primeiro óbito a 800 metros de distância da fonte(tanque criogênico). Para uma estabilidade moderadamente estável e uma velocidade do vento de 2m/s no cenário 1 o primeiro óbito ocorreria a 1.280 m da fonte(tanque criogênico).

No cenário 2 nas classes de estabilidades e velocidades de vento acima referidas (modelo Pasquill) os primeiros óbitos ocorreriam a 1.180m e 1.850 m, respectivamente. Identicamente no cenário 3, considerando as classes D e F e velocidades do vento de 2m/s os primeiros óbitos ocorreriam a 980m e 1.520m, respectivamente, conforme se observa no (Quadro 08).

Os círculos correspondentes à D2 e F2, juntamente com os contornos isoriscos relativamente a 10^{-3} , 10^{-6} e 10^{-7} níveis de risco são apresentados na Figura 12. A Organização Internacional do Trabalho - OIT recomenda uma distância de 1000 m para armazenamento de amoníaco (CHRISTOU et., al, 1999). No Pólo de Camaçari a unidade da Fabrica de Fertilizante - FAFEN (produtora de amônia e uréia) está localizada a 2.500 metros da cidade e não é raro o cheiro forte de amônia no centro da cidade.

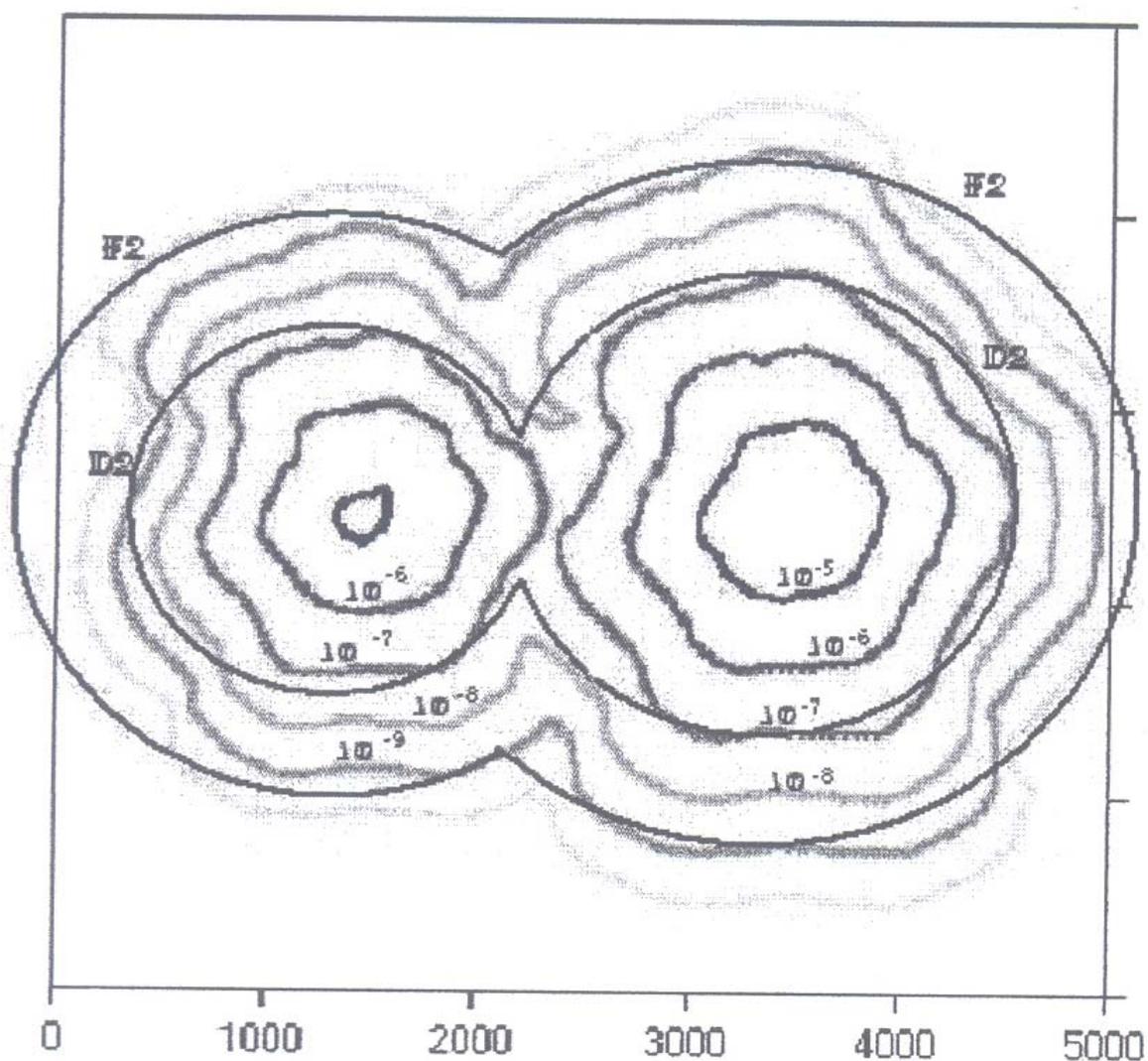


FIGURA 12: Curva Isoriscos - Fonte: Christou et. al, (1999., p.173)

Nos estudos empreendidos no Pólo Industrial de Camaçari as Análises Quantitativas de Riscos - AQR's envolveram as seguintes fases, segundo consta do Projeto Appolo II:

- 1- Caracterização da Região: Envolvendo informações relacionadas com os seguintes parâmetros:
 - Dados Meteorológicos: temperatura ambiente, umidade relativa, distribuição dos ventos etc.
 - Dados de População: População das indústrias do Pólo e das cidades de Camaçari e Dias D'ávilã;
 - Dados de Ignição: Identificação das principais fontes existentes na região;
- 2- Identificação dos Cenários de Acidentes Analisados;
- 3- Estimativa das Frequências de Ocorrências dos Cenários de Acidentes;
- 4- Estimativa das Conseqüências dos Cenários de Acidentes;
- 5- Avaliação do Risco Social;

As modelagens matemáticas realizadas pelo Projeto Appolo II foram realizadas utilizando o software SAFETY (Suíte for the Assessment of Flammable, Explosive and Toxic Impact), que segundo consta do Projeto é uma ferramenta de avaliação de risco integrado e que permite “a avaliação detalhada dos perigos de substâncias tóxicas e inflamáveis”.

3. METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa foram utilizados os procedimentos metodológicos seguintes:

- A análise do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU do município de Camaçari;
- Levantamento Histórico das ocorrências de acidentes no Pólo Industrial de Camaçari registradas pelo Conselho Consultivo de Camaçari, instrumento usado pelo Programa de Atuação Responsável para a aproximação entre as indústrias e as comunidades no seu entorno, objetivando perseguir a melhoria crescente das condições de segurança, saúde e meio ambiente;
- Análise da existência de equipamentos médico-hospitalares que possibilitem atendimento e respostas eficientes à população (Pesquisa direta a Defesa Civil de Camaçari);
- Verificação da existência de sistema de comunicação e intercâmbio entre a Defesa Civil, o Pólo e a população de Camaçari (Pesquisa direta a Defesa Civil de Camaçari);
- Análise detalhada do Projeto Appolo II e a verificação, também da inserção da presença do Pólo Industrial de Camaçari nas políticas de expansão urbana do município, bem como a existência de normas e posturas municipais específicas e claras com relação aos sinistros proporcionados pelo Pólo;

Foram realizadas quatro visitas na Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Camaçari que forneceu cópia em CD do PDDU, onde promovemos uma análise de todos os programas estabelecidos naquele PDDU para o município e em especial àqueles que se referem às ações de prevenção contra os riscos proporcionados pelo Pólo de Camaçari à população local.

Realizou-se uma entrevista com a Dra. Ana Almeida Licks em janeiro de 2007, que havia defendido sua tese de doutorado no Instituto de Saúde Coletiva da UFBA, sobre riscos epidemiológicos no Pólo de Camaçari. A referida pesquisadora forneceu cópias das atas de reunião do Conselho Consultivo de Camaçari, relativas aos anos de 1995 a 2000, bem como disponibilizou cópia de sua tese de doutorado. Nessas atas promoveu-se uma análise dos assuntos nelas discutidos, notadamente aqueles relacionados a acidentes ocorridos no Pólo de Camaçari naquele período. Esta documentação encontra-se em poder do autor desta

dissertação, que disponibilizou cópias para o Grupo de Riscos Ambientais e Urbanos – GRAU, da Escola Politécnica da UFBA para a composição do acervo técnico daquele grupo.

Nas visitas que foram realizadas na Defesa Civil de Camaçari, em número superior a cinco, se discutiu temas relativos aos sistemas e mecanismos de proteção à população, tais como a existência ou não de equipamentos médico-hospitalares específicos para um atendimento eficiente à população, notadamente no caso de sinistros relacionados ao Pólo de Camaçari; a existência de sistema de comunicação e intercâmbio entre a Defesa Civil, o Pólo e a população; a existência de planos e ações específicos disponíveis à Defesa Civil, ao atendimento à comunidade, caso ocorra um acidente maior no Pólo Petroquímico.

Foram realizadas duas visitas ao Comitê de Fomento Industrial de Camaçari - COFIC, órgão que representa as empresas do Pólo, com entrevista ao Superintendente de Meio Ambiente Dr. Aurinésio Calheira. Ele nos forneceu algumas informações e documentos relativos ao Projeto Appolo II, dentre eles, o “Termo de Referência para a Realização de Análise Quantitativa de Riscos” nas empresas do Pólo, esquivando-se, entretanto, a disponibilizar o referido projeto para as devidas análises.

A dificuldade apresentada pelo COFIC na cessão do Projeto Appolo II para a pesquisa, e em vista tratar-se de um Relatório de Impacto do Meio Ambiente-RIMA, portanto de acesso público, fez com que se recorresse ao Instituto do Meio Ambiente-IMA, por meio da Coordenação do Mestrado em Engenharia Ambiental e Urbana - MEAU que viabilizou o acesso ao Projeto Appolo II junto aquele órgão.

Foram realizadas ainda visitas as seguintes empresas: Braskem S/A, Suzano Petroquímica e Dow Química (Unidade TDI), onde se discutiu e analisou aspectos relacionados aos Programas de Gerenciamento de Riscos, Plano de Contingência do Pólo, Projeto Appolo I e II e demais planos e ações relacionados à prevenção de acidentes e minimização dos riscos.

A pesquisa foi restrita em três enfoques em face das dificuldades encontradas no acesso ao Projeto Appolo II e do volume de informações nele contidas:

- 1- Análise dos cenários de acidentes estudados pelo Projeto Appolo II na unidade de Olefinas do Pólo de Camaçari;
- 2- Análise dos cenários de acidentes estudados pelo Projeto Appolo II na unidade de Aromáticos do Pólo de Camaçari;
- 3- Análise dos cenários de acidentes estudados pelo Projeto Appolo II nas seguintes unidades: Produção de TDI; Produção de HCN; Produção de LAS; Produção de Amônia e Uréia; Produção de Caprolactama e Transporte de Produtos Perigosos nas Vias Internas do Pólo;

Esses três enfoques acima referidos significam uma abordagem dos cenários de acidentes nas principais empresas do Pólo Petroquímico, visto que as unidades de olefinas e aromáticos englobam cerca de 80% dos produtos manufaturados no Pólo, enquanto que a escolha pelas demais empresas referenciadas no item (3) foi motivada pelo elevado grau de periculosidade dos produtos por elas manufaturados.

Os dados obtidos foram analisados pelo autor e comparados com os padrões técnicos previstos na literatura, confrontando ainda situação do município de Camaçari com outras regiões do mundo e do Brasil que possuem unidades petroquímicas.

4. ANÁLISE E RESULTADOS DO PROJETO APPOLO II

Este capítulo apresenta sinteticamente um projeto de análise de riscos industriais elaborado pela Det Norske Veritas, sob encomenda do Comitê de Fomento Industrial de Camaçari - COFIC objetivando atender ao estabelecido pela Resolução N° 2113/99 do Conselho Estadual de Proteção ao Meio Ambiente - CEPRAN, que trata da renovação de Licença de Operação – LO, do Pólo Petroquímico de Camaçari.

O capítulo é dividido em três partes. Na primeira, são mostradas as características gerais do projeto. A segunda parte, efetuam-se análises, comparando seus critérios com outros no âmbito nacional e internacional. A terceira parte é dedicada a análise das curvas de Frequência x Numero de fatalidades (F-N), contendo algumas recomendações relativas ao fluxo de produtos nas vias internas do Pólo.

4.1 Características do Projeto Appolo II

Refere-se a um que projeto foi concebido em 1999 pelas empresas do Pólo Petroquímico, com o objetivo de estruturar ações preventivas para a identificação, avaliação, prevenção e controle dos prováveis cenários de acidentes no Pólo Industrial de Camaçari. Ele surgiu como decorrência da necessidade de atendimento à Resolução CEPRAM 2113/99, que trata da Licença de Operação do Pólo. Essa resolução autorizou a renovação da licença de operação daquele complexo industrial, mediante o cumprimento, pelas empresas em operação e/ou a se implantar das diretrizes constantes nos artigos da própria resolução.

Na sua concepção básica o Projeto Appolo II contempla uma análise de 15.000 cenários de acidentes relacionados a todas as empresas instaladas e as que vierem a se instalar dentro da Poligonal do Pólo Petroquímico de Camaçari, definida pelo Plano Diretor do SUDIC, ou seja, aquelas localizadas na Área do Complexo Básico, Área Industrial Leste, Área Industrial Norte e Área Industrial Oeste.

A análise dos riscos de acidentes relacionados às unidades petroquímicas do Pólo Industrial de Camaçari teve início com a concepção do “Projeto APPOLO I”, entre os anos de 1992 e 1994, que objetivou a realização do mapeamento dos riscos de acidentes nas empresas instaladas apenas na Área do Complexo Básico, tendo em vista ao atendimento da Resolução CEPRAM 218/89.

A Resolução No. 2113/99, no seu artigo 12º, que aborda o gerenciamento dos riscos industriais, estabelece que as empresas do Pólo são obrigadas a cumprir os seguintes condicionantes:

a) Apresentar, no prazo de 180 dias, por intermédio do Comitê de Fomento Industrial de Camaçari - COFIC, uma proposta de “Termo de Referência”, a ser aprovada pelo Centro de Recursos Ambientais - CRA relativa à reclassificação dos cenários de acidentes, estudados no Projeto APPOLO I;

b) Efetivada a aprovação da referida proposta, pelo CRA, as empresas se obrigariam a, no prazo de 18 meses, empreenderem uma reclassificação mais rigorosa dos cenários de riscos estudados no Projeto APPOLO I;

Adicionalmente, aquela resolução impõe uma abrangência maior ao estudo dos cenários de riscos, pois além de obrigar a estender a análise a todas as empresas em implantação ou em operação localizadas dentro da Poligonal do Pólo Petroquímico de Camaçari, exige que o estudo englobe as “áreas e sistemas que extrapolam as fronteiras físicas de cada empresa, mas que se encontram no interior da Poligonal Limite do Pólo Petroquímico”. Ou seja, o estudo deveria analisar ainda os seguintes sistemas:

- Sistema de tancagem ou de armazenamento associado;
- Dutovias e tubovias entre empresas do Pólo;
- Sistemas de escoamento de efluentes;
- Transporte de produtos químicos, rodoviário e ferroviário;

4.2 Análise do Projeto Appolo II

Esse projeto iniciou estabelecendo limites para Análise de Vulnerabilidades das áreas potencialmente sujeitas aos efeitos catastróficos de liberações acidentais de substâncias perigosas e tóxicas bem como para o deslocamento de energia de forma descontrolada e comparou tais vulnerabilidades com os padrões CETESB e FEEMA, vide Quadros 9 e 10, a seguir. Tais liberações, decorrentes de acidentes maiores originariam os efeitos físicos, tais como: sobrepressão, fluxo de energia térmica e nuvens de gases tóxicos, que possuem a potencialidade de provocar danos às pessoas, às instalações e ao meio ambiente.

QUADRO 9 : Limites para Análise de Vulnerabilidade- Comparativo CETESB x APPOLO x FEEMA

Critério	SUBSTÂNCIAS INFLAMÁVEIS		
	Flashfire	Incêndios (jato, poça e fireball)	Explosões (VCE, UVCE e BLEVE)
CETESB	Limite inferior de inflamabilidade (100% de letalidade)	12,5 KW/m ² (1% de letalidade para 30s de exposição)	0,1 Bar (1% de letalidade). Danos reparáveis às estruturas: prédios, telhados, etc.
APPOLO-2	Limite inferior de inflamabilidade (100% de letalidade)	4 KW/m ² (dores em 20s de exposição ou quebra de vidro) APPOLO-1 = 12 KW/m²	2 psig (0,13 bars). Colapso parcial de paredes de casas. Limite inferior para danos estruturais sérios.
	APPOLO-1 = Limite inferior de inflamabilidade	12 KW/m ² (Probabilidade significativa de morte em exposição prolongada, queimaduras de 1o grau em 10 segundos de exposição, queima de materiais, danos a alguns materiais sintéticos após alguns minutos de exposição.)	7 psig (0,48 bars). Dano em 75% das paredes de alvenaria das casas, ou Colapso de "piperack" APPOLO-1 = 2,4 psig
FEEMA	Limite inferior de inflamabilidade (100% de letalidade)	5 KW/m ² (1% de letalidade para 60s de exposição)	1 psig (0,074 bars). Colapso parcial de paredes de casas. Limite inferior para danos estruturais sérios.

Fonte :Projeto Appolo II –DNV

QUADRO 10 : Limites para Análise de Vulnerabilidade- Comparativo CETESB x APPOLO x FEEMA

Critério	SUBSTÂNCIAS TÓXICAS
CETESB	Liberações contínuas: Para um tempo de exposição de 10 minutos , considerar as concentrações para 1% e 50 % de letalidade. LC 1(10) Cloro = 122 ppm
APPOLO-2 Utilizado no APPOLO-1 apenas em relação às Comunidades Residenciais	LC 50(10) = Concentração que provoca letalidade em 50% dos que ficarem expostos por 10 minutos. O interior desta região apresenta elevado risco de letalidade mesmo para uma comunidade treinada nos procedimentos de evasão.
	LC 10(30) = Concentração que provoca letalidade em 10% por 30 minutos. Risco de letalidade atenuado quando considerado uma comunidade treinada nos procedimentos de evasão ou quando o vazamento do produto não for contínuo por meia hora.
	LC 1(30) = Letalidade em 1% dos expostos por 30 minutos. Este valor será tomado como limite de interesse do estudo para aqueles compostos em que se puder conseguir ou calcular essa concentração para os 30 minutos de exposição. Cloro = 70 ppm
FEEMA	Concentração iguais ao IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health) da substância. Dano imediato à Saúde e a Vida. Concentração à qual uma pessoa pode permanecer exposta por 30 minutos sem que fique impossibilitada de sair do local e que não apresente danos irreversíveis à sua saúde. Cloro = 10 ppm
CLORO Padrões Copene	0,4 a 0,8 ppm Indicado o uso de Máscara Facial
	0,8 a 5 ppm Indicado o uso de Máscara Autônoma
	> 5 ppm Fazer Evasão Nível II = Operacional

Fonte :Projeto Appolo II –DNV

Como a abrangência do Projeto Appolo II envolve todas as empresas localizadas dentro da Poligonal Limite elas deverão utilizar padrões unificados em dois tipos de análises:

- a) Qualitativa: Com a realização de uma Análise Preliminar de Perigo (APP), vide modelo mostrado no Quadro 11 a seguir, onde, segundo o Projeto cada empresa deverá identificar as situações de risco e propor medidas para a redução do mesmo;

QUADRO 11 : Análise Preliminar de Perigos

Perigo	Causa	Modo de Detecção	Efeito	Cat. Freq.	Cat. Sever	Cat. Risco	Recomendações/ Observações	Cenário
LIBERAÇÃO DE GÁS DE COZINHA	VAZAMENTO EM MANGUEIRA DE GÁS	VISUAL	INCÊNDIO	OC	MO	AC	R1) VERIFICAR O ESTADO DA MANGUEIRA ANTES DE CONECTÁ-LA AO BOTIJÃO.	1
	VÁLVULA BRAÇADEIRAS		EXPLOSÃO	RE	CR	AC	R2) MANTER O BOTIJÃO DE GÁS EM ÁREA ABERTA E VENTILADA.	2

Fonte :Projeto Appolo II –DNV

O Quadro 11 mostra um exemplo contido no projeto Apollo II, onde um perigo relacionado a liberação de gás de cozinha poderia ter como causa um vazamento tanto na mangueira de gás, como na válvula ou nas braçadeiras, detectado de modo visual. Isto poderia gerar um incêndio ou explosão. Ocorrendo um incêndio o mesmo poderia ter: (i) uma categoria de frequência ocasional (ii) uma categoria de severidade moderada (iii) uma categoria de risco aceito. Como consequência poderia gerar uma recomendação de verificar o estado da mangueira antes de conectá-la ao botijão.

- b) Quantitativa: Através de Análises Quantitativas de Riscos (AQR) utilizando o critério do risco social médio, conforme estudado na revisão bibliográfica e que relaciona a intensidade dos danos prováveis de ocorrer na comunidade com as frequências esperadas dos acidentes capazes de ocasionar tais danos. Essas AQR's usaram as chamadas Curvas de Distribuição Cumulativa Complementar, ou Curvas F-N, também já estudada na revisão ; e que fornecem a frequência esperada de acidentes (expressa

numa base anual) com um número de vítima maior ou igual a um determinado valor estabelecido como referência.

No cálculo final do risco social médio o Projeto Appolo II usou um software específico (SAFETY) para a formatação das curvas, tendo como base para a integração da aceitabilidade dos riscos a curva representada na Figura 13, a seguir:

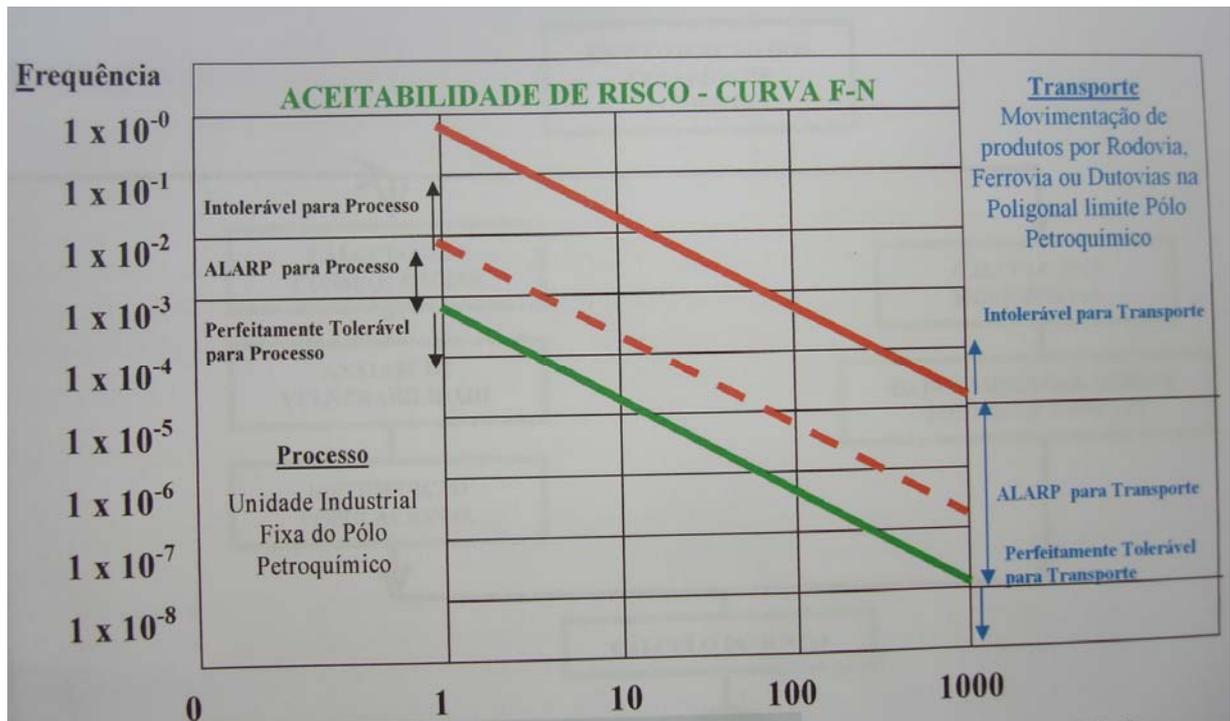


FIGURA 13: Curva Frequência x Número de Fatalidades (F-N)

Fonte : Termos de Referência do Projeto Appolo II-DNV

Observe-se que a aceitabilidade estaria identicamente focada em três situações: primeiro seria um limite inferior, abaixo da linha verde onde o risco considerado é aceitável; segundo seria um limite superior (acima de linha vermelha) onde o risco é inaceitável e terceiro os riscos estariam compreendidos dentro desses dois níveis, ou seja, numa região denominada de ALARP (As Low As Reasonably Practicable) entendida como riscos tão baixos quanto razoavelmente praticáveis. Assim dentro e acima dessa faixa seriam propostas medidas de redução dos riscos. Esse critério foi apresentado anteriormente do ponto de vista internacional pela Figura 09, p.47.

O projeto APPOLO II foi arquitetado, então com base na reclassificação dos cenários de acidentes que já haviam sido estudados na versão original, ou seja, no Projeto APPOLO I, através da técnica de Análise Preliminar de Perigo (APP), diferenciando-se deste último, apenas por englobar todas as empresas em operação e as que venham a se implantar nas quatro áreas industriais do Pólo Industrial de Camaçari, já que os instrumentos usados para

quantificar os riscos dos acidentes nas empresas do Pólo, nas versões I e II, do referido projeto usam a ferramenta da Análise Quantitativa de Riscos (AQR).

Nas duas versões do Projeto Appolo as Análises Quantitativas dos Riscos estudaram os cenários dos acidentes classificados como severidade “CRÍTICA” e “CATASTRÓFICA”, vide Figura 14 na pagina seguinte, onde foram identificados os prováveis perigos, através de uma Análise Preliminar de Perigo (APP) e efetuado um mapeamento das áreas perigosas. Foram tratados os cenários de acidentes relacionados às áreas de processos, armazenamento, transporte de produtos químicos, instalações e outros sistemas específicos às empresas em operação e/ou que venham a se implantar no Pólo Industrial de Camaçari.

A Análise Preliminar de Perigo – APP, é, também um condicionante da Resolução N° 2113 de 22 de outubro de 1999, que autorizou a Renovação da Licença de Operação do Pólo Petroquímico, mediante o cumprimento pelas empresas em operação e/ou a se implantar no Complexo Industrial das diretrizes constantes nos artigos da própria resolução.

Essas análises, segundo citada resolução teriam que abranger todos os cenários perigosos, onde as falhas da instalação em análise contemplem não apenas aquelas intrínsecas de equipamentos, de instrumentos e de materiais, mas também os erros ou falhas de procedimentos humanos. A gestão de falhas humanas em empreendimento de riscos mostra como a culpabilidade pode, por exemplo, afetar a produção da empresa. Todo o processo de relações humanas dentro das corporações é alterado para gerar uma redução de riscos e sua manutenção em um nível aceitável.

Aquela resolução estabelece também, que na APP devem ser identificados, “no mínimo, os perigos, as causas, os efeitos (conseqüências), as categorias de severidade e freqüência, bem como as recomendações/sugestões pertinentes aos perigos identificados e seus respectivos prazos para execução”. Os resultados deverão ser apresentados em planilha estruturada conforme sugestão constante do “Termo de Referência”, apresentada no Quadro 12 a seguir, que considera apenas aspectos relacionados a fatores industriais.

QUADRO 12 – Cenário de Perigos

Cenário (No.)	Causa	Efeito	Freqüência	Severidade	Risco	Recomendações/ sugestões	Prazo
---------------	-------	--------	------------	------------	-------	-----------------------------	-------

Fonte: Termo de Referencia do Projeto APPOLO II-DNV

O Projeto Appolo II estabelece ainda a necessidade de Análise de Vulnerabilidade para alguns cenários tidos como críticos e catastróficos, sendo que os critérios que definem a necessidade da Análise de Vulnerabilidade deverão atender ao estabelecido na Matriz de Aceitabilidade, mostrado na Figura 14, a seguir:

Matriz de Aceitabilidade Projeto APPOLO 2 PROPOSTA FINAL (19/07/2000)		FREQUÊNCIA				
		FREQUENTE Muitas ocorrências a cada ano; ou Erro Humano por inexistência de treinamento ou procedimento e condições de trab. adversa	PROVÁVEL Uma ou mais vezes na vida útil do sistema; ou Erro Humano por inexistência de treinamento ou procedimento e condições de trabalho adequada	OCASIONAL Falha única de componente; ou Erro humano em uma ação eventual (descumprimento de procedimento ou treinamento recebido)	REMOTO - Falha 2 componentes; ou - Erros humanos em ações independentes e eventuais - Falhas de equipamento estático sujeito a inspeção - Falha de componente eletrônico	IMPROVÁVEL Falha mecânica de vasos de pressão. Falhas múltiplas de sistema de proteção
Tempo médio entre falhas (anos) =		< 1 ano	1 a 100	10 ² a 10 ⁴	10 ⁴ a 10 ⁶	> 10 ⁶
SEVERIDADE	BAIXA Acidente SAF ou desconforto em decorrência de evento no processo da área local. Pequena ocorrência ambiental; ou Ocorrência ambiental sobre meio forte e resistente	Análise Global Analisar medidas para reduzir o risco de ocorrências comuns a vários pontos da planta				
	MODERADA Acidente CAF em decorrência de evento no processo (lesões crônicas ou agudas); ou Ocorrência ambiental sobre meio frágil ou sensível; ou Evasão de funcionários para local próximo	Análise Global Analisar medidas para reduzir o risco de ocorrências comuns a vários pontos da planta				
	CRÍTICA Vítimas com lesões incapacitantes permanentes; ou Vítimas fatais; ou Evasão para ponto de sãpana (PCP) ou (PCD); ou Impacto que paralisa o tratamento da Cetre; ou Grande ocorrência ambiental em meio frágil ou comunitária de sensível	Não Aceito				
	CATASTRÓFICA Várias vítimas fatais; ou Grande ocorrência ambiental provocando danos em vasta região (frágeis e sensíveis)					
		Confirmar o Risco 1. Após Medidas da APP 2. Após A. Vulnerabilidade Se permanece recomendar: 3. Análise Q. de Riscos			Aceito Se aplicável, vazamentos de substâncias inflamáveis ou tóxicas, realizar análise de vulnerabilidade para confirmar que a severidade não é Catastrófica.	
		Análise Prévia Confirmar risco: 1. Após Medidas da APP 2. Após A. Vulnerabilidade Se permanecer: O Cenário só poderá ser aceito se previamente demonstrado por uma Análise Quantificada de Risco			Confirmar o Risco 1. Após Medidas da APP 2. Após A. Vulnerabilidade Se permanece recomendar: 3. Análise Q. de Riscos	

FIGURA 14: Matriz de Aceitabilidade

Fonte: Termo de Referência do Projeto APPOLO II-DNV

Por outro lado o Projeto Appolo II não faz menção a ações que contemplem programas preventivos e de contingenciamento para as populações dos municípios de Camaçari e Dias D'ávila. Trata-se, exclusivamente, de um efetivo plano de gerenciamento de riscos interno às empresas do Pólo Industrial de Camaçari, embora no traçado das “Curvas F x N” (frequência de acidentes x número de fatalidades) são mostradas as “contribuições dos eventos iniciadores para o risco social da população externa” às empresas, ou seja, não só a população das empresas vizinhas a indústria onde está sendo realizado o cenário de estudo, mas também às populações daqueles dois municípios.

Algumas empresas foram mais criteriosas ao promoverem Análises Quantitativas de Riscos abrangendo as populações próximas às suas instalações, como foi o caso da Caraíba Metais que incluiu nos estudos as comunidades de Leandrino e Lamarão do Passe, tendo em

vista a identificação de eventos iniciadores com possibilidade de representarem riscos para as populações externas àquela empresa; e levando em conta evidentemente o nível de periculosidade apresentado por alguns gases tóxicos, tais como: SO_3 , H_2SO_4 e Óleo.

Na cenarização dos riscos relacionados à área de estocagem de SO_3 líquido, o Projeto Appolo II recomendou como medidas preventivas que a empresa fabricante desse produto promovesse as seguintes ações:

- “Verificar na análise quantitativa a necessidade de estabelecer programas periódicos de inspeção do circuito de transferência de SO_3 , com medição de espessura das linhas da área”;

Trata-se de uma ação preventiva que objetiva averiguar o nível de corrosão que esse líquido venha, eventualmente a ocasionar nas tubulações que o transporta.

- “Verificar na análise quantitativa a necessidade de realizar estudo para instalação de válvula de bloqueio do tipo ocular, para garantir a vedação total nas linhas de gás que chega e que parte do P-1114 A/B”.

Essa ação, evidentemente pressupõe a existência de vazamentos de SO_3 nas linhas, o que não deixa de ser um fato preocupante para a comunidade, já que não se tem conhecimento de auditoria realizada, que assegure que a empresa viabilizou a realização da referida ação proposta como medida sugestiva e não de caráter obrigatório. Caso a empresa não tenha realizado a correção a população continua vulnerável.

- “Verificar na análise quantitativa a necessidade de implementar sistemas de exaustão dos gases tóxicos no SKID de SO_3 em caso de grandes vazamentos nessa área”;

Não é especificado se o referido sistema de exaustão contemplaria uma exaustão associada a algum mecanismo de neutralização do SO_3 , em vista da elevada toxidez e higroscopia dessa substância. Ela em contato com o ar forma o H_2SO_4 , precipitando-se sob a forma de chuva ácida.

- “Avaliar na análise quantitativa de riscos a necessidade de realizar periodicamente medição de espessura do costado do tanque TQ-1109 e linhas de alimentação e saída do mesmo”;

A medição de espessura do costado do tanque e das linhas de entrada e saída do mesmo teria como objetivo uma avaliação do nível de corrosão que o SO₃ estaria acarretando nesses sistemas metálicos, em função naturalmente da sua elevada agressividade a alguns materiais metálicos.

Observa-se na **Resolução Nº 2113** que no seu Art. 12, item “I” o CEPRAM obriga que todas as empresas em operação e aquelas que venham a se implantar dentro da referida poligonal tenham que participar do Projeto APPOLO II; e no item II “que a Análise e Mapeamento de Riscos do Pólo Industrial de Camaçari, sejam coordenadas pelo COFIC”, conforme Termo de Referência aprovado pelo então CRA “vide Anexo” 1, órgão executor da política de meio ambiente do Estado da Bahia.

4.3 Apresentação e Discussão das Curvas

Segundo o “Termo de Referência” do Projeto Appolo II, vide Anexo I, é estabelecido que “para as áreas em que o risco foi considerado intolerável, a redução deste é obrigatória e será feita empregando-se todas as medidas tecnicamente viáveis, sem consideração de custo, até que o nível de risco seja reduzido pelo menos para a região ALARP (As Low As Reasonably Practible)”, ou seja, tão baixo quanto razoavelmente praticável.

Dentro da região ALARP significa, em essência, que os riscos devem ser reduzidos desde que as medidas para a redução dos mesmos só sejam implementadas caso os custos incorridos nelas não sejam excessivamente elevados ou as mesmas sejam consideradas viáveis do ponto de vista técnico, confrontando-se, também aos benefícios proporcionados à população em nível de segurança. Ou seja, na região considerada “Perfeitamente Tolerável” a redução dos riscos depende de estudos de viabilidade técnico-econômica. Portanto não atendendo essa condição significa que o risco é considerado aceitável não havendo razão, por parte da empresa da obrigatoriedade de implementação de medidas mitigadoras para os riscos em análise.

Nessa linha metodológica o Projeto Appolo II empreendeu Análise Quantitativa de Riscos em 50 empresas dentro da Poligonal definida pelo Plano Diretor do SUDIC, vide Anexo II.

Das empresas listadas no Anexo II optou-se, por analisar algumas unidades genéricas, sem especificar os nomes das empresas cujos produtos apresentam, relativamente um maior potencial de danos à população de Camaçari, bem como uma rápida apreciação dos riscos apresentados pelos produtos transportados por carretas nas áreas comuns do Pólo Petroquímico, tendo em vista o contingente de pessoas que trafegam naquelas vias, sobretudo nos horários administrativos, e que estariam vulneráveis aos riscos de acidentes durante o trajeto naquelas vias internas do Pólo:

a) Unidade Produtora de Olefinas: As olefinas, alquenos ou alcenos são hidrocarbonetos insaturados, ou seja, que apresentam uma ligação covalente dupla entre seus átomos de carbono, o que confere uma significativa reatividade a essas substâncias.

O representante mais simples das olefinas é o eteno ou etileno que é um gás incolor e insolúvel em água, mas que possui a propriedade de formar líquidos oleosos quando reage com cloro ou bromo, o que lhe confere a propriedade de ser chamado de gás gerador de óleos ou gás oléfiante, daí o nome olefinas, termo usualmente empregado para todas as substâncias da família dos alcenos.

No Pólo Industrial de Camaçari são produzidas 1.280.000 Ton/ano de eteno, em torres de fracionamento, com diâmetro médio de 10 metros e que possuem várias bandejas trabalhando em condições severas (980°C). Na recente parada geral para manutenção (junho/2008), uma dessas torres de olefinas apresentou desgaste acima do esperado, motivando a substituição, em regime de urgência, de 24 dessas bandejas. Elas foram fabricadas no México no prazo de uma semana e transportadas para o Brasil de avião. Isto para não comprometer o cronograma físico da parada, visto que cada dia de atraso, segundo estimativas da Braskem, significa uma perda de produção por volta de 1,4 mil toneladas de eteno ou algo em torno de US\$ 5 milhões a menos no fluxo caixa daquela empresa.

Não obstante o volume de recursos da ordem de R\$ 124 milhões gastos com manutenção só nessa parada, os cenários de riscos estudados pelo Projeto Appolo II mostraram algumas situações que merecem um tratamento preventivo mais rigoroso, haja vista que, vindo a ocorrer alguns eventos adversos nas unidades de olefinas do Pólo de Camaçari, as conseqüências poderão ser danosas às populações e ao meio ambiente, já que é provável a ocorrência de rupturas em linhas, válvulas, juntas, flanges, drenos, conexões. Tais eventos poderiam ocasionar incêndio em nuvem e explosão em nuvem, o que poderá ser observado nos quadros de cenários constantes do Anexo III.

Nos estudos das Avaliações Quantitativas dos Riscos das unidades de olefinas foram avaliadas 11 áreas industriais e identificadas algumas alternativas necessárias a redução dos riscos apresentados por apenas uma área específica, visto que ela foi a única que saiu da região aceitável além de apresentar uma contribuição maior para o risco social médio, cerca de 86%. Isto tendo em vista que os cenários estariam relacionados à liberação de etileno, líquido inflamável, em função de eventuais rupturas nas linhas de alimentação desse líquido na referida área. Em face disso foram propostas as seguintes ações preventivas:

- Redução do diâmetro de tubulações;
- Redução do número de válvulas da área estudada;
- Instalação de válvulas de bloqueio com acionamento remoto;

Por outro lado nem sempre essas proposições feitas pelo Projeto Appolo II são implementadas pelas empresas, sobretudo por incorrerem em custos adicionais e às vezes alterações significativas nos processos, como foi o caso dessa área acima referida e representada pela curva F-N, Figura 15, a seguir:

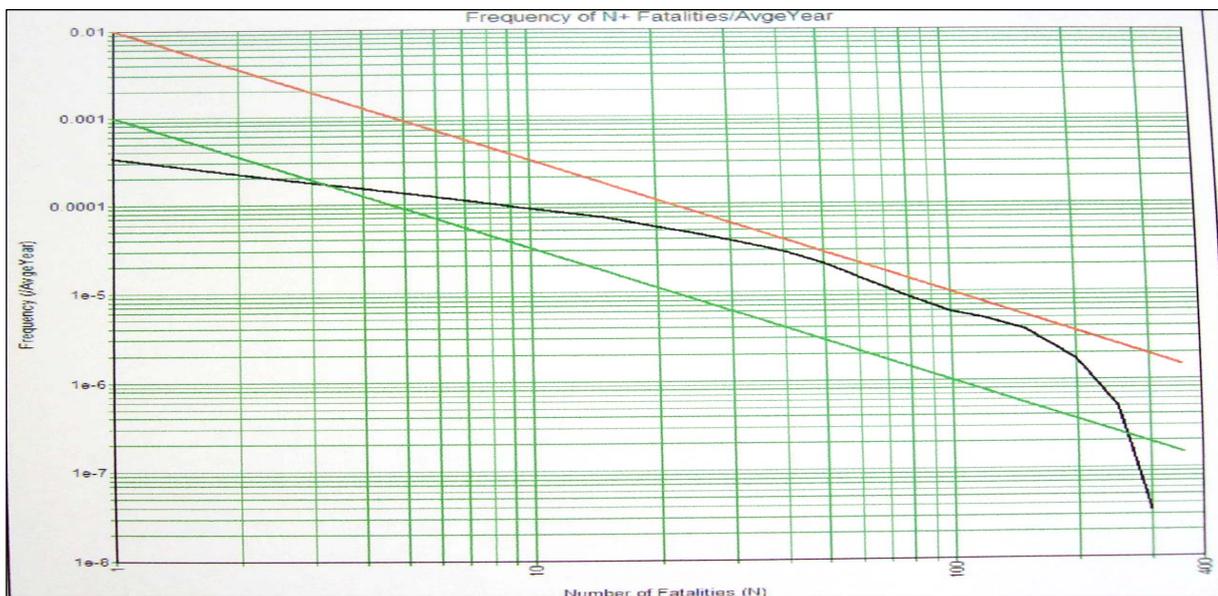


FIGURA 15: Curva F-N-Unidade de Olefinas
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

Segundo consta do Projeto Appolo II a maioria dessas alternativas estudadas implica em impactos significativos no processo industrial, inviabilizando, assim a sua implementação.

Então é recomendado que a empresa implante Programas de Gerenciamento de Riscos, com foco em integridade e manutenção de equipamentos, análise de riscos das futuras modificações nos processos e reforço dos procedimentos de emergência, objetivando com isso

a redução “das frequências de ocorrência de vazamentos e também manutenção da confiabilidade dos sistemas de detecção e atendimento a emergência da unidade”.

b)Unidade Produtora de Aromáticos: Os hidrocarbonetos aromáticos, também chamados de compostos arenos, são substâncias que geralmente possuem um ou mais benzenos na molécula e reagem com eletrófilos por substituição, cuja reação chama-se **substituição eletrofílica aromática**. Trata-se de um dos processos fundamentais da química orgânica para a obtenção dos derivados do benzeno, vide Figura 16:

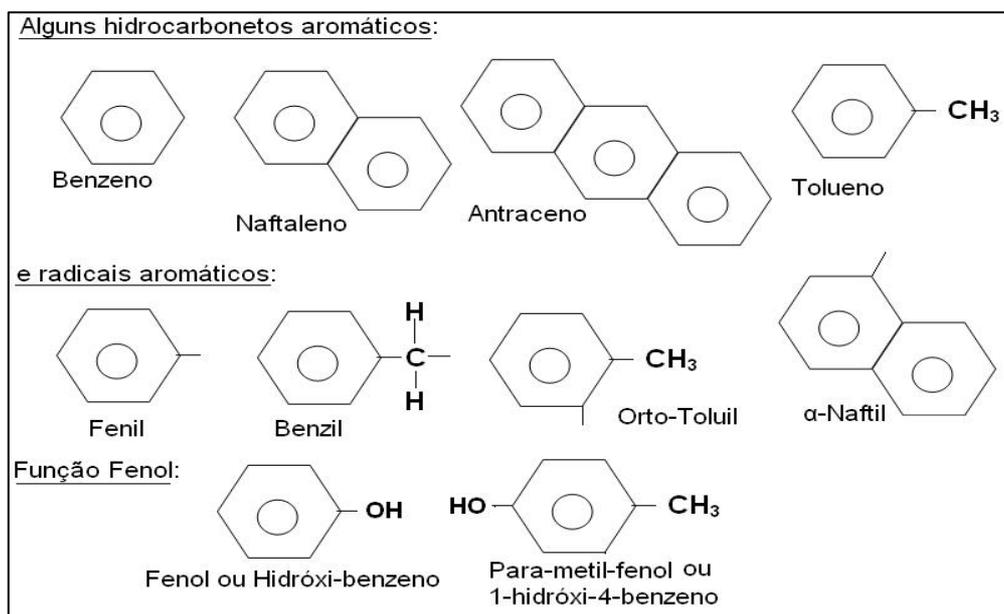


FIGURA 16: Benzeno e Derivados-Fonte: Cram, Hammon, p.29 e 30

O Benzeno ou benzol é um líquido inflamável incolor com um aroma doce e agradável. É o principal hidrocarboneto aromático, sendo um composto tóxico, cujos vapores, se inalados, causam tontura, dores de cabeça e até mesmo inconsciência. Os seus vapores, em pequenas quantidades e por longos períodos causam sérios problemas sangüíneos, como leucopenia. É conhecido, também como uma substância carcinógena.

É uma substância muito usada como solvente (de iodo, enxofre, graxas, ceras, etc.) e matéria-prima básica na produção de muitos compostos orgânicos importantes como fenol, anilina, trinitrotolueno, plásticos, gasolina, borracha sintética e tintas.

No Pólo Industrial de Camaçari são produzidas cerca de 979.000 ton/ano de hidrocarbonetos aromáticos, sendo que o benzeno representa mais de 43% desse volume de produção, conforme apresentado no Quadro 13, a seguir:

QUADRO 13: Produção de Aromáticos da Braskem/Camaçari

PRODUTO	PRODUÇÃO TON/ANO	PARTICIPAÇÃO %
Benzeno	427.000	43,61
Tolueno	42.000	4,30
Xilenos Mistos	40.000	4,10
Orto-xileno	62.000	6,33
Solvente	30.000	3,10
Para-xileno	203.000	20,72
Butadieno	175.000	17,84
Total	979.000	100,00

Fonte: Braskem S/A

No mapeamento dos riscos para a área de aromáticos um aspecto a destacar refere-se ao parque de esferas, representado pela Figura 17, mostrada a seguir:

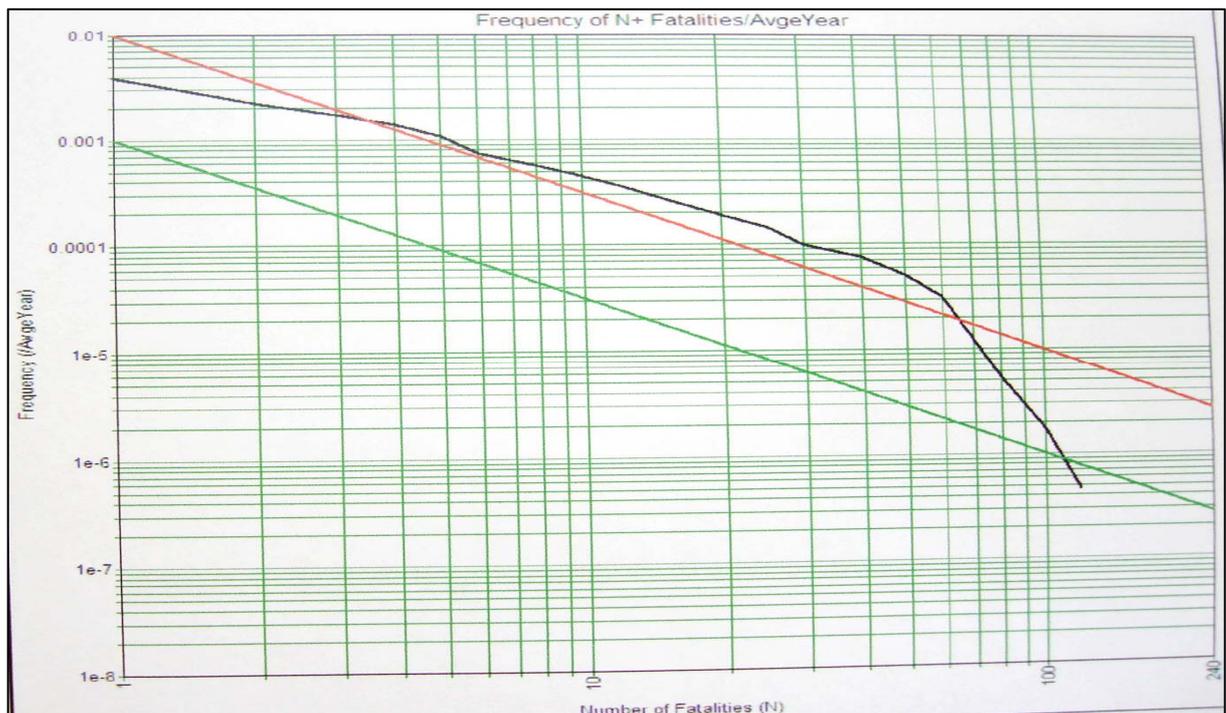


FIGURA 17: Curva F-N do Parque de Esferas da Unidade de Aromáticos
 Fonte: CRA/Projeto Appolo II

A curva sinaliza que nessa unidade o risco social está na faixa de risco intolerável e ALARP. Esse fato caracteriza, segundo a metodologia usada pelo Projeto Appolo II um perigo elevado na área. É um risco que está relacionado a enchimento excessivo das esferas, podendo provocar a conseqüente ruptura delas, o que demandaria, portanto, ações corretivas para a redução desse risco, cujos cenários poderão ser observados no Anexo III.

Para a correção dessa situação de risco intolerável o Projeto Appolo II propôs três ações corretivas:

- “Instalação de redundância nos alarmes de nível alto em todas as esferas do Parque de Esferas I”;
- “Instalação de alarmes de pressão alta nas esferas”;
- “Adequar a logística de enchimento/descarregamento das esferas, de modo a minimizar operações com níveis elevados de líquidos nesses equipamentos”;

Na hipótese de implementação pela empresa das ações acima propostas o risco social médio sofreria uma redução entrando para a condição de “perfeitamente tolerável”. Esse risco está associado a uma ruptura das esferas, com a conseqüente liberação de líquido inflamável (propano e butano). Segundo o Projeto o risco social seria reduzido de 81,27% para 57,9%, caso as medidas sejam implementadas, já que tais ações seriam simplesmente sugestões de melhorias, ou seja, não haveria a obrigatoriedade, por parte da empresa analisada da implementação das medidas referidas. Portanto caso elas sejam realizadas pela empresa a nova curva de riscos teria a configuração apresentada na Figura 18, a seguir:

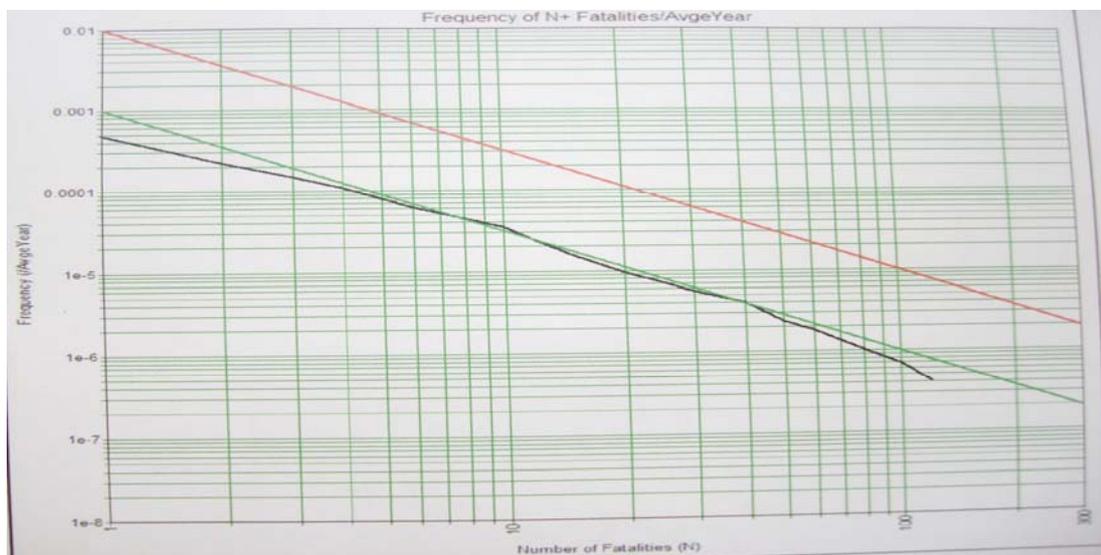


FIGURA 18 : Parque de Esferas com Medidas Corretivas-**Fonte:** CRA/Projeto Appolo II

É de se questionar que as medidas sugeridas neste caso, sejam não obrigatórias já que, a sua não implementação, “aparentemente”, faz com que a posição do risco permaneça em situação inaceitável pelos critérios previamente estabelecidos. A ressalva do termo

“aparentemente” se deve a que outros acordos podem ter sido realizados entre os órgãos públicos e a empresa, revendo a situação inicial previamente definida.

Por outro lado, no parque de esferas de butadieno, a Figura 19 a seguir mostra que parte da curva está na região ALARP, significando que existe um risco social médio que merece ser tratado com algumas medidas de redução do mesmo, tais como “redução do número de válvulas na área, instalação de válvulas de bloqueio com acionamento automático, desarme automático das bombas de transferência na saída das esferas e instalação de redundância no alarme de desnível”.

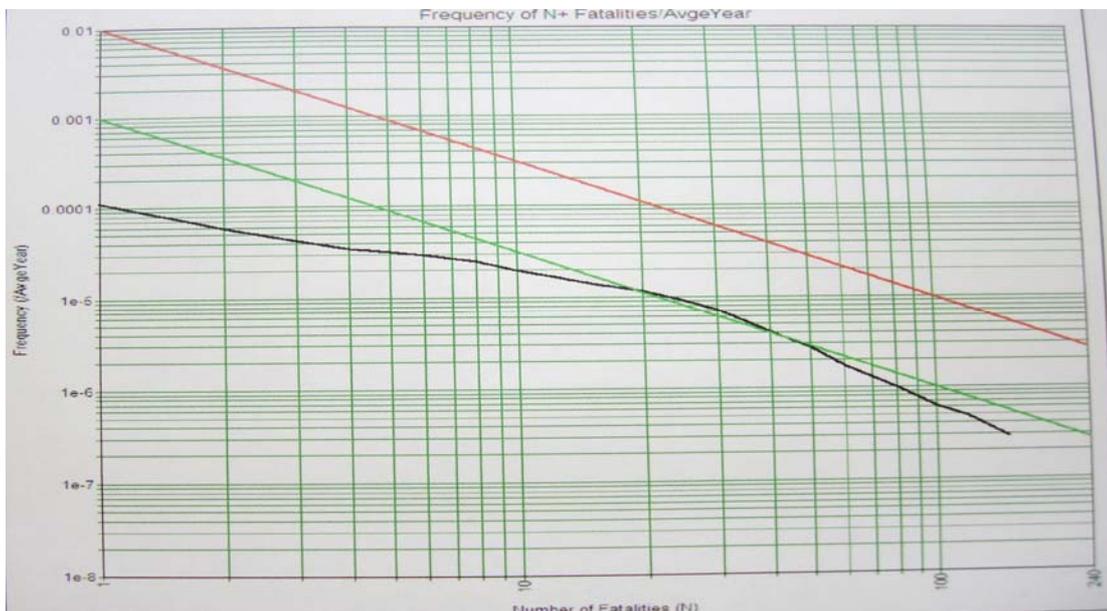


FIGURA 19: Curva F-N Esferas de Butadieno-Fonte: CRA/Projeto Appolo II

Dessas três medidas propostas a que daria resultados imediatos, segundo o Projeto seria a última, visto que ela não geraria nenhum impacto no processo e também em face dela relacionar-se a um cenário que elevou o risco da área, ou seja, a sobrepressão na esfera de butadieno.

Admitindo-se a implementação dessa última medida, segundo o Projeto, a nova curva F-N, ficaria com o formato apresentado na Figura 20, a seguir, mas a sua realização estaria condicionada a estudos de viabilidade econômica por parte da empresa analisada.

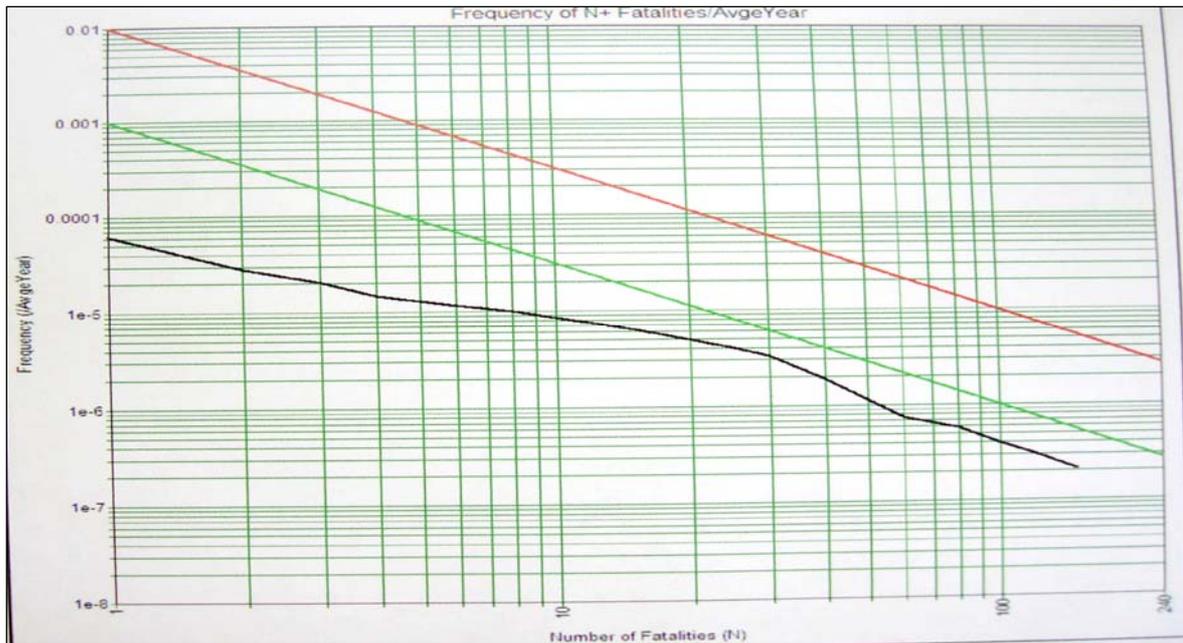


FIGURA 20: Nova Curva F-N com Ações Corretivas na Área
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

c) Unidade Produtora de TDI: A obtenção do TDI é realizada por meio do seguinte processo: primeiramente procede-se a nitração do tolueno com mistura sulfo-nítrica para a obtenção dos isômeros orto, meta e para nitrotoluenos. Em seguida há a separação dos isômeros, que é feita industrialmente por destilação fracionada. Quando somente o para-nitrotolueno é utilizado na segunda etapa da nitração obtemos o 2,4 dinitrotolueno (processo TDI-100). A nitração do orto-nitrotolueno leva a obtenção da mistura de 65% do 2,4- e 35% do 2,6-dinitrotolueno (processo TDI-65/35). Se a mistura original é nitrada diretamente ou após remoção do meta-nitrotolueno, obtêm-se 2,4 e 2,6- di nitro tolueno na proporção 80:20 (processo TDI-80/20). A seguir, os dinitrotolueno (DNTs) são hidrogenados a toluenodiaminas (TDAs) correspondentes. No processo o hidrogênio é obtido do gás de síntese formado pela reação de reforma de hidrocarbonetos com vapor d'água. O monóxido de carbono, também obtido do gás de síntese, reage com cloro formando **fosgênio** (COCl₂) o qual reage com as TDAs dando origem aos TDIs correspondentes (CRAM e HAMMOND, 1959). A cinética química envolvida no processo de obtenção do TDI é mostrada na Figura 21, a seguir:

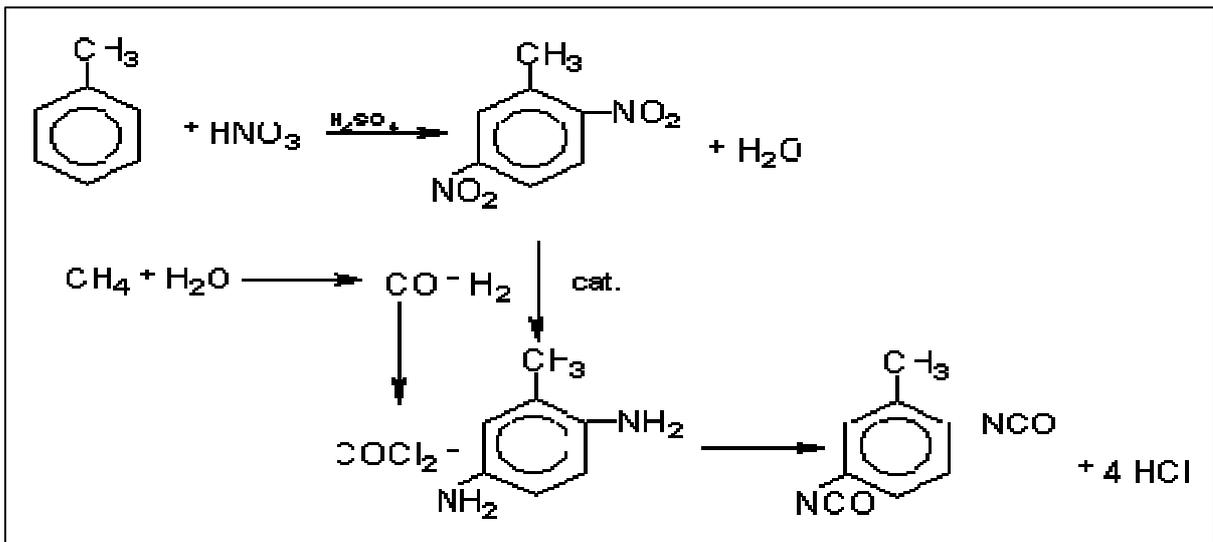


FIGURA 21: Síntese Química do TDI Fonte: Cram,Hammond, 1964

O fosgênio ou cloreto de carbonila é considerado como uma arma química e foi pela primeira vez usado com essa finalidade após a 1ª Guerra Mundial na Etiópia, no decorrer do conflito que referido país manteve com a Itália no período entre 1935 a 1936(ALCÂNTARA, VANIN, 1992).

Trata-se de um gás que apresenta um ponto de ebulição de $8,2^\circ\text{C}$, sendo que não é um irritante imediato, mesmo quando em concentrações fatais, mas atua de forma semelhante ao cloro, ou seja, afeta as vias respiratórias provocando constrição do peito, tosse, respiração penosa e irritação dos olhos. Sua presença no ambiente pode ser detectada com um papel umedecido em uma solução de tetracloreto de carbono (CCl_4) contendo 10 % de uma mistura em partes iguais de p-dimetil-amino-benzaldeído e difenilamina (ALCÂNTARA, VANIN, 1992).

Na unidade de TDI em pauta o Projeto Appolo II realizou análises quantitativas de riscos em duas áreas: planta de fosgênio e fosgenação do TDI. Na primeira os riscos estariam dentro do critério de aceitabilidade conforme mostrado pela curva F-N, da Figura 22, a seguir. Observe-se que mesmo estando o risco social médio relacionado ao grande vazamento de fosgênio, a curva se encontra abaixo da região ALARP. Então na hipótese de um eventual rompimento de uma “linha de 12 polegadas de saída desse gás dos reatores, antes da válvula de emergência, levando a formação de nuvem tóxica, o risco dessa unidade contribuiria com 90,16% do risco social”. Ou seja, este percentual informa que as maiores contribuições para o

risco social são decorrentes da secção de reatores de fosgenação, relativas a vazamentos do gás fosgênio, por rompimento da linha de 12 “que sai dos reatores”.

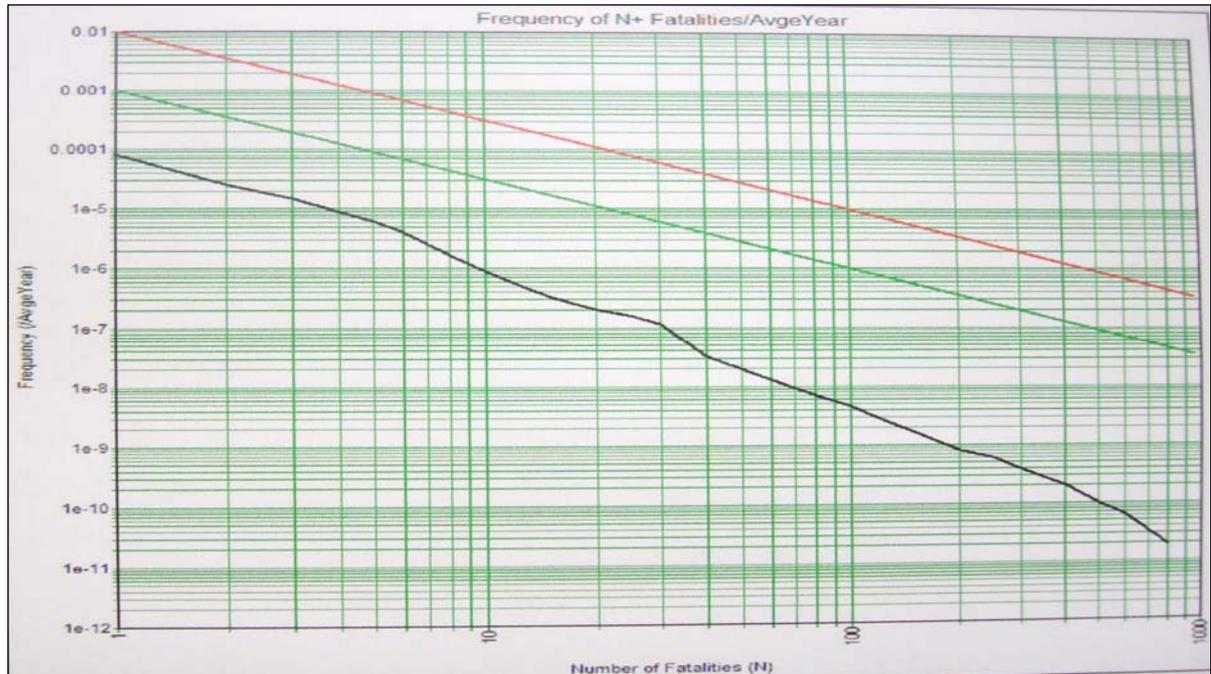


FIGURA 22: Curva F-N-Unidade de Fosgênio Camaçari

Fonte: CRA/Projeto Appolo II

O Projeto Appolo II concluiu que, para referida área não haveria a necessidade de “implementação de medidas adicionais”, ou seja, a área estaria na condição de risco perfeitamente tolerável.

Não obstante na área de fosgenação de TDI as análises concluíram que a mesma encontrava-se na condição de “Risco não Aceito”, sendo necessário realizar “medidas de redução de risco para essa área”, visto que, pela Figura 23, a seguir, observa-se que a curva F-N extrapolou a região ALARP. A maior contribuição do risco social médio dessa área é decorrente da seção de absorção de fosgênio de alta pressão, com um peso de 67,97% do risco dessa área.

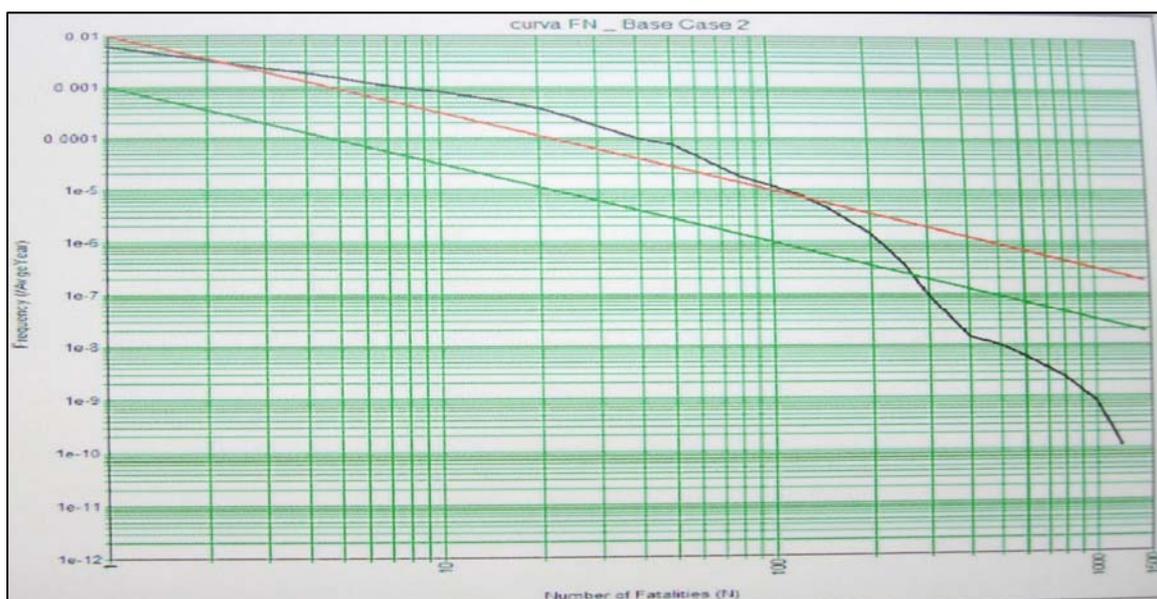


FIGURA 23: Curva F-N- Unidade de Fosgenação de TDI

Fonte: CRA/Projeto Appolo II

Como o risco dessa área encontra-se na condição de risco “Não Tolerável”, o Projeto propõe sete medidas mitigadoras que, “se implementadas contribuirão para a redução do mesmo”.

Caso as medidas propostas pelo Projeto sejam executadas pela empresa analisada o risco social médio sofreria uma redução em 80%, relativamente a situação anterior; e conseqüentemente a nova curva F-N, para referida área teria uma nova configuração, conforme mostrado na Figura 24:

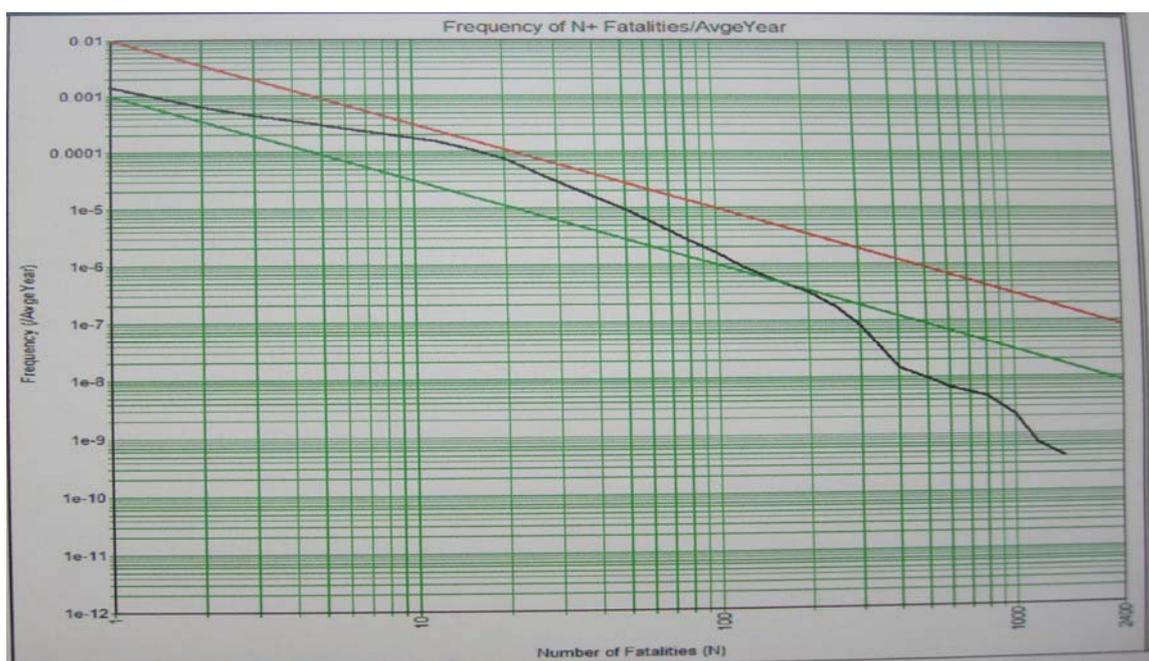


FIGURA 24 : Curva F-N Unidade de Fosgenação de TDI, com ações corretivas

Fonte : CRA/Projeto Appolo

Mesmo que as sete medidas fossem aplicadas ainda assim a nova curva F-N estaria no limite da ALARP. Isso mostra que a área em análise apresenta um elevado potencial de risco social médio. Desta forma o Projeto Appolo II propõe que para esta situação a redução do risco “é necessária e será feita empregando-se todas as medidas tecnicamente viáveis, até que o nível de risco seja reduzido, pelo menos para a região ALARP”.

d) Unidade que Processa HCN: O ácido cianídrico de fórmula HCN é um tóxico violento sendo conhecido também como ácido prússico, porque foi obtido inicialmente a partir do azul-da-Prússia. Trata-se de uma das substâncias mais venenosas, conhecidas como líquido ou como gás. Quando inalado ou absorvido na corrente sanguínea, bloqueia a circulação de oxigênio causando rapidamente a morte, daí ser considerado, também como gás do sangue ou blood gas. Os valores relatados de LD₅₀ (concentração letal para 50 % da população) variam de 2.000 a 5.000 mg.min/m³. Apresenta ação muito rápida matando dentro de 15 minutos após o recebimento da dose letal. Devido à sua facilidade de difusão na atmosfera, sua ação é pouco persistente (ALCÂNTARA, VANIN, 1992).

No Pólo de Camaçari existem duas plantas que manipulam HCN e que foram contempladas nos estudos do Projeto Appolo II com as análises de risco social médio.

Numa dessas unidades esse risco estimado, relacionado a estocagem de HCN encontra-se na região ALARP, conforme se pode observar na Figura 25, a seguir.

O cenário que mais contribuiu para o risco social médio foi o vaso de estocagem de HCN com liberação de líquidos, que representou 56,5 % do risco analisado, bem como a liberação de vapores de HCN no topo do reator. O evento relativo a transferência do HCN entre as duas plantas que manipulam esse produto contribuiu com 33 % do risco total.

Com os resultados acima calculados o Projeto propôs medidas adicionais para a redução do risco de estocagem do ácido cianídrico, quais sejam:

- “Configuração de intertravamento da bomba de retirada de HCN de fundo do vaso de estocagem, em tempo de até 10 segundos: esta medida afeta diretamente as liberações de HCN líquido, representadas no fundo do vaso”;
- “Acionamento automático da válvula de fundo do vaso, em um tempo de até 10 segundos: esta medida também afeta as liberações de HCN líquido”.

Segundo o Projeto Appolo II caso referidas ações sejam executadas pelas empresas analisadas “o inventário de HCN a ser liberado seria reduzido significativamente, baixando

também o risco que esta estocagem representa”. Com essa nova situação haveria uma redução de 26% relativa a situação inicial, passando a nova curva F-N a ter o comportamento, apresentado na Figura 26, a seguir.

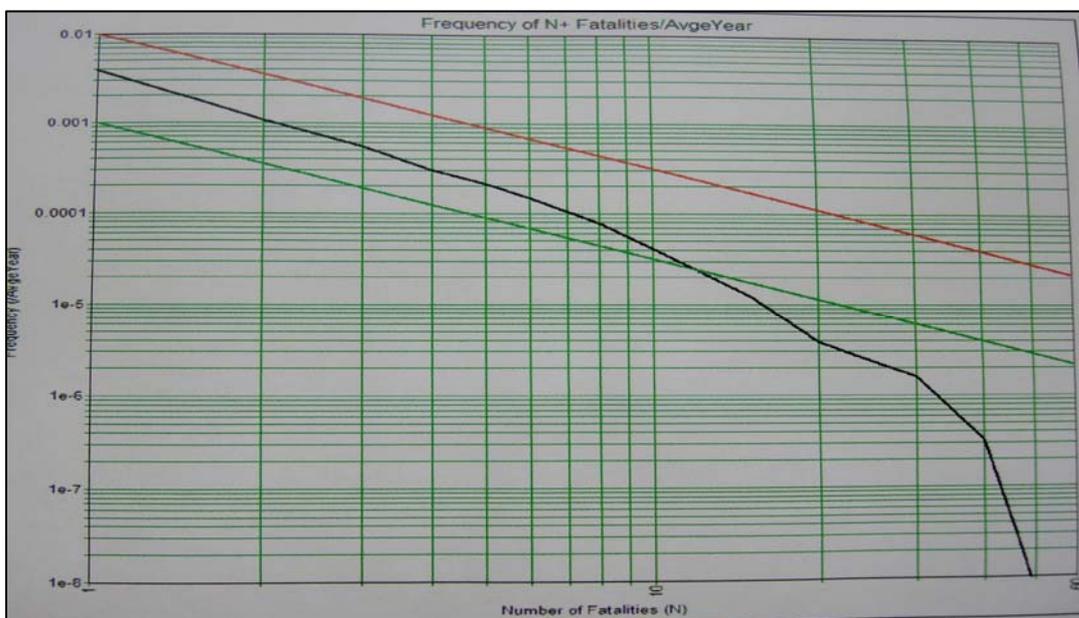


FIGURA 25: Curva F-N-Armazenagem de HCN

Fonte: CRA/Projeto Appolo II

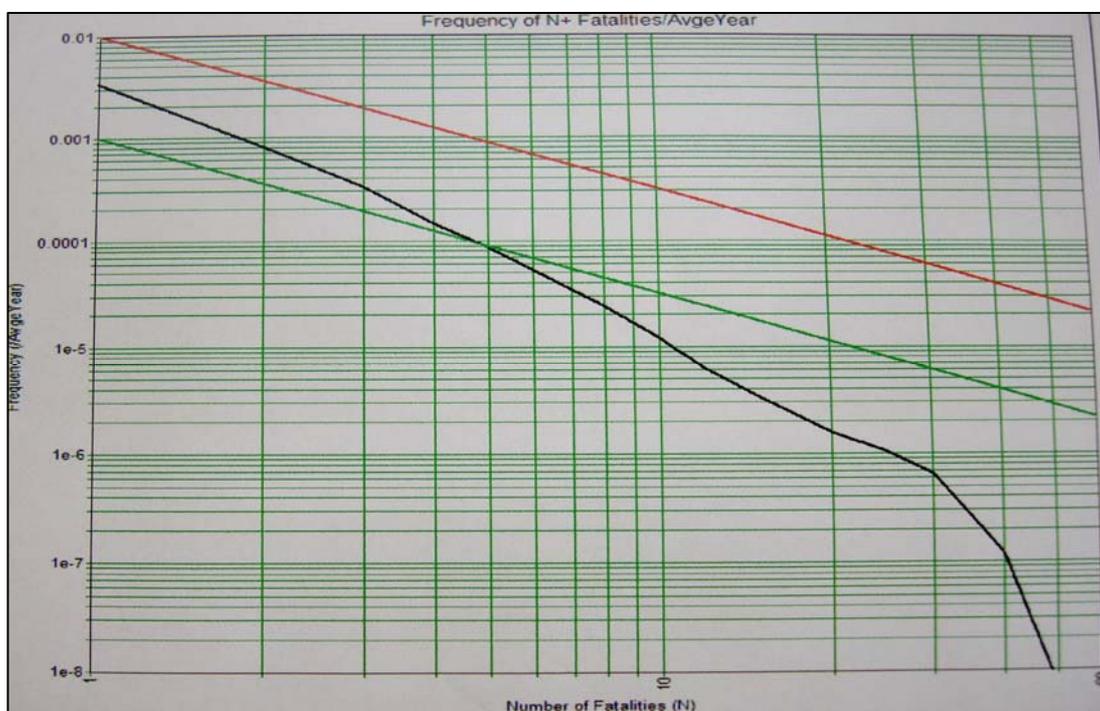


FIGURA 26 : Curva F-N-Armazenagem de HCN, com implantação de ações corretivas

Fonte: CRA/Projeto Appolo II

e) **Unidade Produtora de Alquilbenzeno Linear Sulfonado-LAS:** Trata-se de um tensoativo (substância capaz de reduzir a tensão superficial da água) que é obtido por uma reação de sulfonação do LAB - Alquilbenzeno Linear em presença de SO_3 . Esse intermediário possui uma larga utilização na produção de detergentes, tendo como matérias-primas básicas a normal parafina o benzeno e o SO_3 .

Para a produção do LAB a rota adotada pela planta do Pólo de Camaçari divide-se em duas reações principais: a desidrogenação de n-parafinas a monoolefinas correspondentes, na faixa de quebra de cadeia compreendida entre C10-C13, e a subsequente alquilação do benzeno por estas mesmas olefinas superiores, em presença de ácido fluorídrico (HF), formando assim o LAB, com cadeia alquílica entre 10 e 13 átomos de carbono.

Nos estudos do risco social médio para a referida planta o Projeto Appolo II identificou duas áreas com o risco considerado “Risco Não Aceito”, quais sejam: Alquilação I e Alquilação II.

Para a área de Alquilação I a Figura 27, a seguir mostra que a Curva F-N encontra-se quase na sua totalidade acima do limite superior de risco.

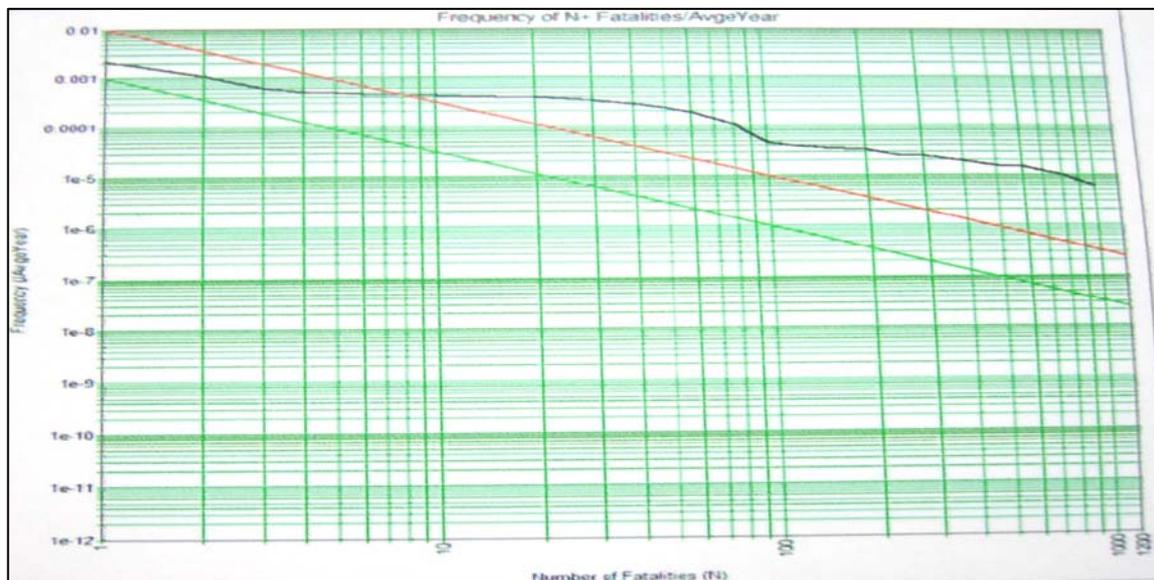


FIGURA 27: Curva F-N- Unidade de Alquilação I para Produção de LAB
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

O evento que mais contribui para a elevação do risco social médio, segundo o Projeto relaciona-se com a liberação de líquido tóxico (ácido fluorídrico), em função de prováveis rupturas na linha de alimentação da regeneradora de HF e mais outras três linhas da área analisada, bem como alguns pontos de injeção do ácido fluorídrico no sistema. Esses eventos

representaram 87,17 % do risco relativo a área em questão, levando o Projeto a propor medidas mitigadoras para tais riscos.

Na área de Alquilação II o risco social médio calculado mostra uma situação semelhante, conforme apresentado na Figura 28, a seguir:

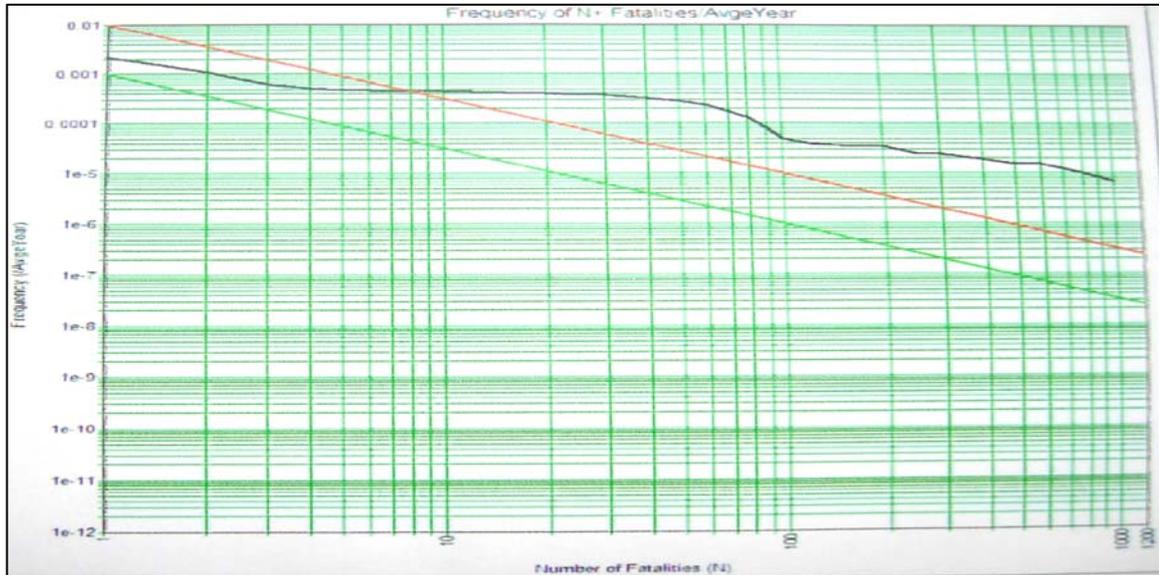


FIGURA 28: Curva F-N- Unidade de Alquilação II para Produção de LAB
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

Nessa área os estudos indicaram que quem mais contribuiu para esse elevado risco social médio foi o evento que se refere a liberação de líquido tóxico (HF), em função “de ruptura de linha de alimentação da regeneradora de HF e mais outras duas linhas , bem como alguns pontos de injeção desse ácido no sistema. Os referidos eventos contribuíram com 87,74 % do risco da área estudada”, fato que levou o Projeto a propor medidas mitigadoras do risco.

Para essas unidades estudadas o Projeto Appolo II considerou que o risco estaria na região de “Risco Intolerável” e, assim sendo propôs, à empresa analisada um elenco de cinco medidas mitigadoras dos riscos, quais sejam:

- 1- “Eliminação do segundo estágio da reação, reduzindo cerca de 50% do inventário de HF e hidrocarbonetos no sistema de reação e minimizando a frequência de vazamentos em equipamentos neste sistema em função da redução do número de conexões, vasos e trechos de tubulações”;
- 2- “Eliminação dos vasos de processo (...), presentes na área de Alquilação I e II, respectivamente, com redução do inventário de HF no sistema e redução da frequência de vazamentos”;

- 3- “Instalação de válvulas de bloqueio motorizadas no fundo dos vasos de reação (...) para a unidade de Alquilação I e (...) para a unidade de Alquilação II, com acionamento por atuação remota em 90 segundos”;
- 4- “Instalação de sistema de esvaziamento rápido na seção de reação das unidades de Alquilação I e II, com acionamento por atuação remota em 90 segundos e taxa de bombeio de 150 m³ / hora”;
- 5- “Instalação de sistema de combate localizado (abatimento com água) em flanges das unidades de Alquilação I e II, com abatimento de 98% da nuvem de HF e acionamento por atuação remota em 30 segundos”;

O Projeto procedeu a uma reavaliação do risco social médio das unidades de Alquilação I e II, levando em conta a hipótese da execução das medidas acima propostas à empresa. Nestas circunstâncias o novo risco social médio para essas unidades seria 98 % menor do que o risco atual das unidades e considerando-se que as medidas mitigadoras propostas seriam implantadas pela empresa as novas curvas F-N, ficariam com os formatos mostrados nas Figuras 29 e 30, seguintes:

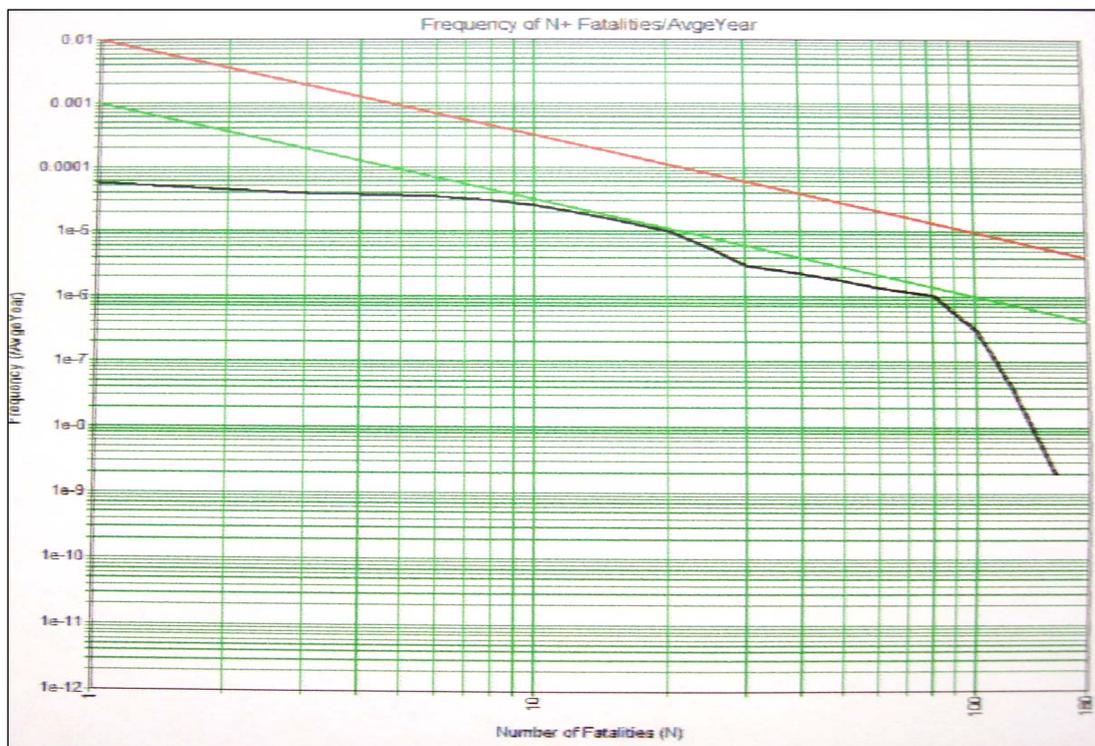


FIGURA 29: Nova Curva F-N - Unidade Alquilação I para Produção de LAB
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

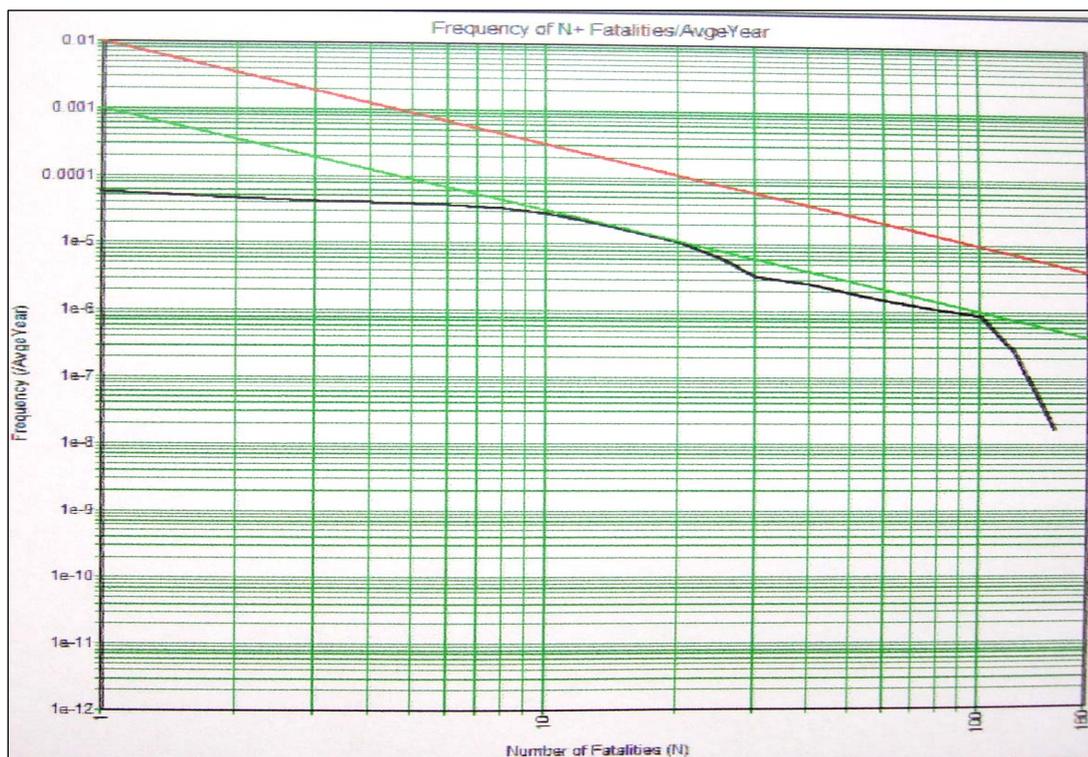


FIGURA 30: Nova Curva F-N - Unidade Alquilação II para Produção de LAB –
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

Segundo o Projeto Appolo II das medidas mitigadoras acima referidas, algumas já haviam sido propostas na primeira fase do Projeto Appolo, ou seja, no Projeto Appolo I, como recomendações obrigatórias. Desta forma o Projeto appolo II enfatiza a necessidade de que “estas recomendações permaneçam com caráter obrigatório”. Isto leva a subentender que a empresa analisada não implantou as recomendações propostas na fase I dos estudos, mesmo sabendo que o HCN possui um limite de tolerância de 2,5mg/m³ e apresenta um risco de inalação muito alto. Esse ácido pode causar irritações e queimaduras, bem como a possibilidade de provocar edema pulmonar, queimaduras sérias e até cegueira. Além disso, o benzeno é um líquido inflamável e tóxico, cujas características toxicológicas já foram tratadas anteriormente neste estudo. Ressalte-se que, não é objetivo deste estudo criticar a atuação das empresas e órgãos envolvidos na segurança da população.

f) Unidade Produtora de Amônia e Uréia: A síntese da amônia no Pólo de Camaçari é realizada a partir do gás natural. Reagindo-se essa substância com o gás carbônico obtem-se a uréia que é largamente utilizada na produção de fertilizantes nitrogenados.

A amônia apresenta-se como um gás à temperatura e pressão ambientes. Liquefaz-se à pressão atmosférica e a temperatura de -33,35°C, sendo altamente higroscópica (absorve

água) e sua reação com água produz o hidróxido de amônio, que é um líquido na temperatura ambiente, mas que possui as mesmas características agressivas da soda cáustica.

A inalação da amônia pode causar dificuldades respiratórias, queimaduras na mucosa nasal, faringe e laringe, dor no peito e edema pulmonar. Em contato com a pele a amônia produz dor, eritema e vesiculação. Em altas concentrações ela pode provocar necrose dos tecidos e queimaduras profundas. O contato com os olhos, em concentrações baixas (10ppm), provoca a irritação ocular e lacrimejamento. Em concentrações acima de 2500ppm, a exposição a essa substância, por aproximadamente 30 minutos poderá levar a óbito.

Os estudos realizados pelo Projeto Appolo II na unidade em questão indicaram que o risco social médio para a área onde se encontram as esferas de amônia está na faixa de “Risco Não Aceito”, havendo a necessidade de redução do mesmo.

Pela Figura 31, se observa que parte da Curva F-N encontra-se acima do limite superior, ou seja, fora do “Critério de Aceitabilidade” estabelecido pelo Projeto. De acordo com as análises empreendidas a maior contribuição para esse elevado risco foi oriunda da liberação de líquido tóxico e inflamável (amônia), em função de “ruptura de linha entre as esferas de amônia e o header de distribuição para a tubovia interna, unidades de ácido nítrico ou uréia ou amôniódutos, representando 98,6% do risco”.

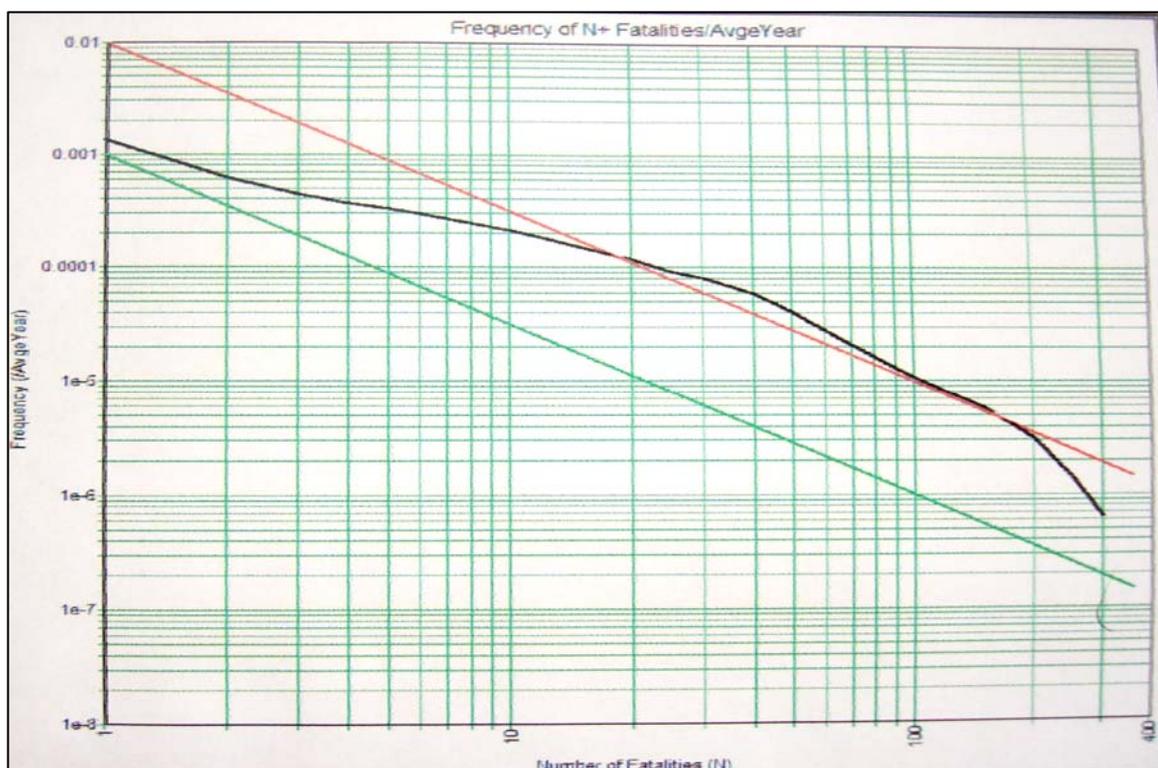


FIGURA 31: Curva F-N - Unidade de Amônia e Uréia

Fonte: CRA/Projeto Appolo II

A unidade de uréia foi classificada pelo Projeto Appolo II na região de “Risco Intolerável” que propôs medidas necessárias a mitigar os eventos que mais contribuíram para a elevação do risco daquela área:

- 1- “Garantir o bloqueio da linha, localizado na saída do vaso acumulador de amônia, em tempo de 5 segundos, em caso de ocorrência de baixa pressão na linha de saída do vaso”;
- 2- “Configurar o trip de uma bomba por baixa pressão na linha entre o condensador de carbamato e o reator primário”;

O Projeto promoveu uma reavaliação do risco social médio nessa área, admitindo que a empresa implantaria as medidas acima propostas e chegou a uma redução do risco em 73,5% em relação ao risco atual da unidade. Assim sendo a curva teria um novo aspecto, mostrado na Figura 32, a seguir:

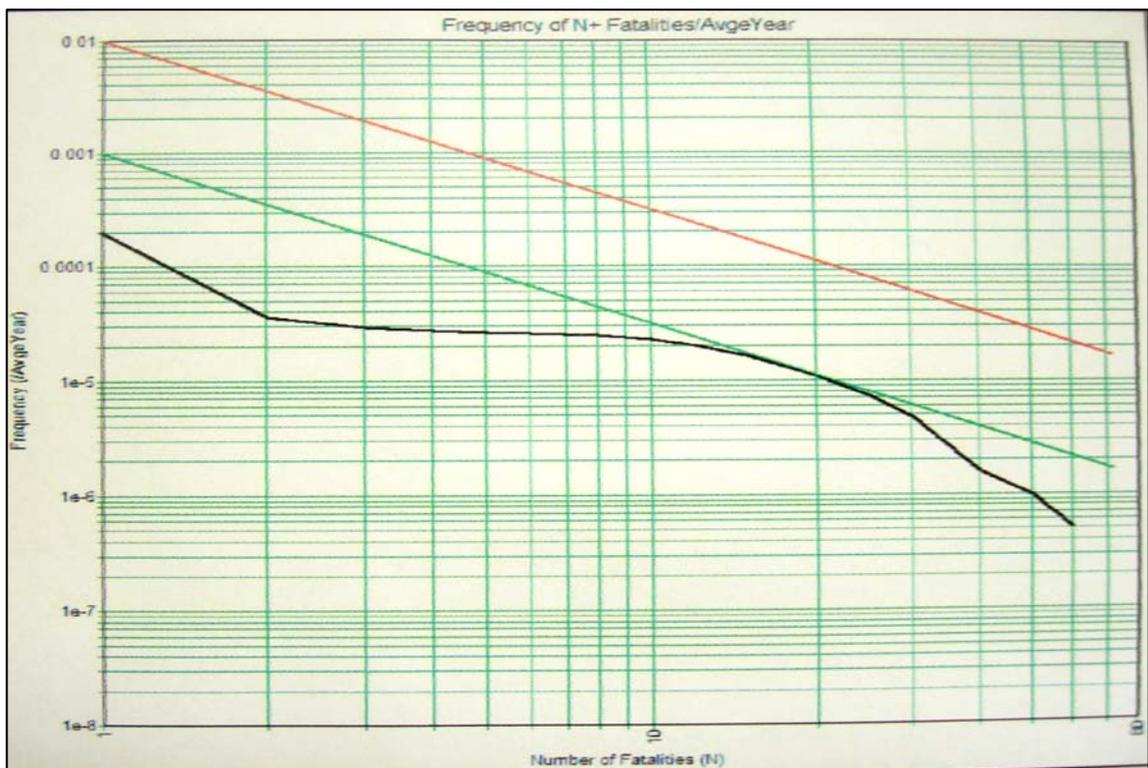


FIGURA 32: Nova Curva F-N - Unidade de Amônia e Uréia
 Fonte: CRA/Projeto Appolo II

g) Unidade Produtora de Caprolactama: A caprolactama é sintetizada a partir de cicloexano. É uma substância usada na fabricação de nylon, plásticos, cerdas, filmes, coberturas, couro sintético, plastificantes, tintas de automóveis e na síntese da lisina. Quando líquida é um irritante para a pele e para os olhos, sendo prejudicial, se ingerido.

Por outro lado o ciclohexano, ou hexahidroxibenzeno trata-se de um solvente aromático altamente inflamável, cujos vapores irritam o sistema respiratório, a pele e os olhos. A inalação excessiva dessa substância pode provocar depressão no sistema nervoso central assim como degeneração hepática e renal. O contato prolongado com o produto e seus vapores pode causar irritação e dermatite. Pode ser perigoso se atingir um reservatório de água visto ser extremamente inflamável (Risco classe três) na forma líquida ou vapor; e os seus vapores em contato com o ar formam misturas explosivas.

Como medidas de primeiros socorros no caso de ingestão do produto é recomendável administrar entre 2 a 3 colheres de óleo comestível e não induzir ao vômito em função do perigo de seus vapores. Na hipótese de inalação recomenda-se remover os atingidos para áreas ventiladas e caso venha a ocorrer parada respiratória administrar oxigênio e manter a vítima em repouso solicitando imediatamente ajuda médica.

As análises de riscos empreendidas pelo Projeto Appolo II na unidade de caprolactama indicaram um risco social médio na região ALARP, vide Figura 33 a seguir, levando assim a necessidade da adoção de ações que reduzam o risco daquela área, desde que, segundo o Projeto, referidas ações sejam “tecnicamente viáveis e de custo razoável”

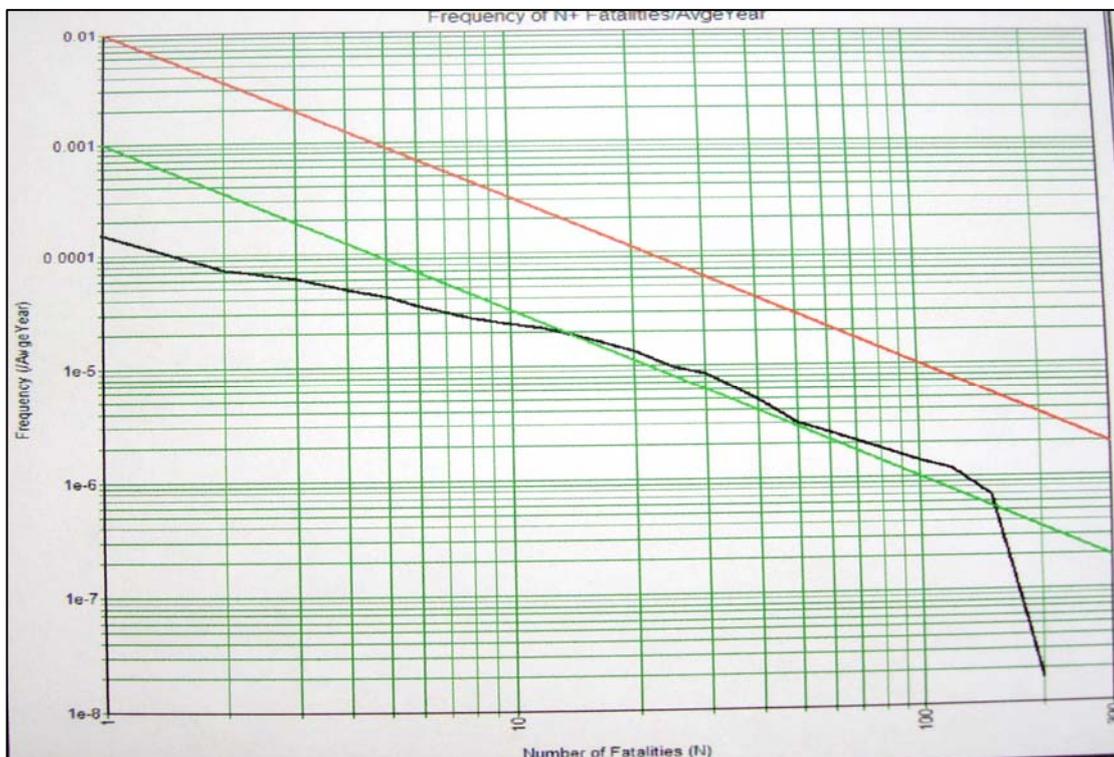


FIGURA 33: Curva F-N – Unidade de Caprolactama
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

Os estudos mostraram que o evento que mais contribuiu para elevar o risco social médio está relacionado a “liberação de uma mistura de ciclohexano, anol, anona, ésteres, devido à ruptura de linha...”, seguido do evento “relativo à liberação de ciclohexano, em função da ruptura de linha entre fundo de coluna e a sucção da bomba”; e de um terceiro evento “relativo à liberação de ciclohexano, anol, anona e ésteres em face da ruptura de linha de fundo de coluna” . Esses três eventos juntos representaram 98,7% do risco social médio da unidade, levando o Projeto a propor quatro ações corretivas na unidade:

- 1- “Instalação de válvula de fechamento automático na linha de fundo da coluna, acionada por queda de pressão a jusante da válvula, além do fechamento de uma válvula caso a válvula a ser instalada se encontre fechada, em um tempo de 15 segundos”;
- 2- “Instalação de válvula de fechamento automático na linha de fundo da coluna..., acionada por queda de pressão a jusante da válvula, em tempo de 20 segundos”;
- 3- “Instalação de válvula de bloqueio automático na linha de alimentação dos separadores, acionada por queda de pressão, em tempo de 10 segundos”;
- 4- Instalação de válvulas de bloqueio automático na linha de alimentação dos separadores junto aos vasos, acionada por queda de pressão no sistema, em tempo de 10 segundos;

É interessante destacar que para esta planta de caprolactama mesmo sendo feita pelo Projeto Appolo II a reavaliação do risco social médio e admitindo-se que a empresa acataria as ações propostas, foram observadas algumas limitações técnicas, relacionadas as três últimas ações:

A segunda medida relativa à proposição da instalação de uma válvula de bloqueio no fundo da coluna, “demonstrou-se ineficiente em sua ação, à medida que a atuação do bloqueio deveria ocorrer em tempo de cerca de 3 segundos para que pudesse conter o inventário da coluna de forma significativa, tempo esse tecnicamente impossível de ser alcançado, levando-se em conta o fator agravante da linha possuir diâmetro de 14”.

Observe-se que a segunda medida está relacionada, sobretudo aos eventos que respondem por aproximadamente 76 % do risco social médio daquela unidade; e a sua supressão pura e simples manteria a curva de riscos nos patamares atuais da unidade, destacando-se, ainda que uma eventual ruptura de uma linha de 12 “com misturas de ciclohexano é bastante preocupante”.

O Projeto registra, também que na hipótese da adoção das medidas 3 e 4 haveria um arraste da curva dos riscos para uma região de “Risco Aceito”; mas isso poderia ocasionar, segundo a empresa detentora da tecnologia, consultada pelo Projeto Appolo II “danos às próprias linhas e suportes do sistema, em decorrência das forças geradas pelo interrompimento repentino do fluxo do líquido” . Assim a detentora da tecnologia propôs uma quinta medida que seria a introdução de uma válvula XPV na linha de alimentação, bem como “uma segunda válvula na linha de saída”.

Portanto, segundo o Projeto mesmo com a hipótese da implantação das ações 1 e 5 (essa última proposta pela empresa detentora da tecnologia) não haveria alteração do risco social médio da unidade e a própria medida 5 seria inócua , em termos de segurança para o sistema , visto que a instalação das referidas válvulas “não evitaria a perda de inventário dos vasos separadores, que é responsável por grande parte do inventário que seria liberado para a atmosfera, em caso de ocorrência de ruptura ou vazamento no sistema” .

Restou finalmente a hipótese da implementação apenas da medida mitigadora 1. Caso a empresa decida fazê-la reduziria o risco do sistema estudado em, apenas 10 %, comparado com o risco atual da área, ficando a nova curva F-N com um formato idêntico, evidentemente a do risco atual, conforme Figura 34, a seguir, destacando-se, por fim que a adoção da referida ação mitigadora reduziria somente o risco social médio da unidade, mas não reduziria a frequência de ocorrência de vazamentos na área, visto que tal frequência teria uma atuação sobre a “conseqüência dos eventos iniciadores, através da diminuição do inventário liberado em caso de vazamentos”.

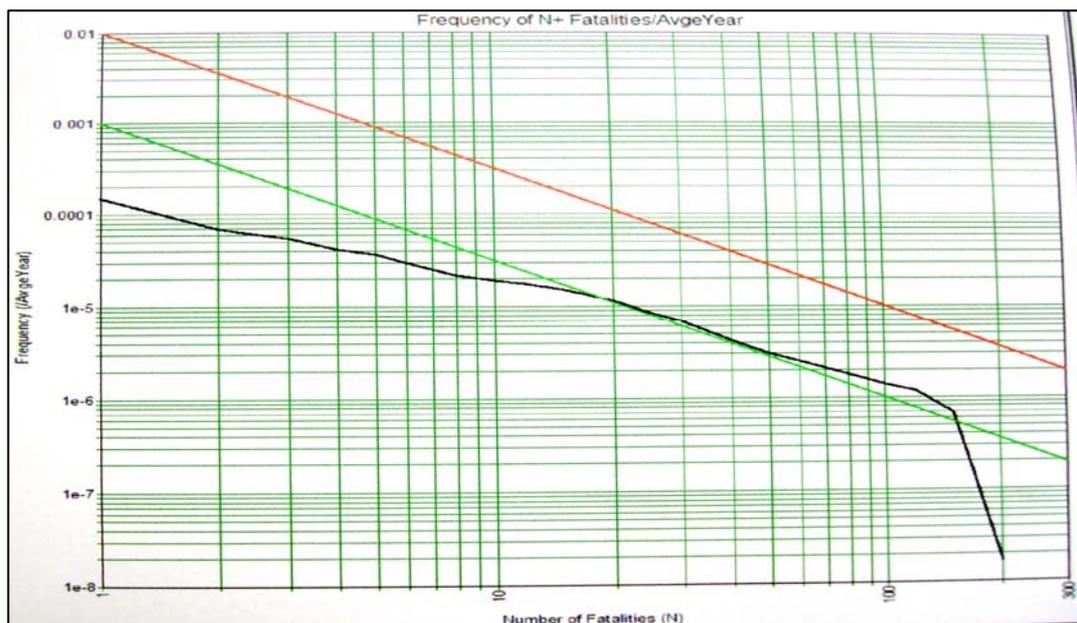


FIGURA 34: Nova Curva F-N Unidade de Caprolactama com ações corretivas
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

h) Transporte de Produtos Perigosos por Carretas nas Áreas Comuns do Pólo: As análises dos riscos empreendidas pelo Projeto Appolo II, para os acidentes nas áreas comuns do Pólo foram feitas com cenários de acidentes que envolvem produtos tóxicos e/ou inflamáveis decorrentes de vazamentos nos tanques das carretas que transportam tais produtos nas vias comuns do Pólo de Camaçari. Esses vazamentos estão associados a acidentes com tombamento das carretas ou falhas intrínsecas de seus equipamentos, o que provocaria a liberação descontrolada dos produtos para a atmosfera, tornando assim aquelas vias internas do Pólo vulneráveis a riscos à população exposta. Os estudos dos riscos foram realizados com base em cada carreta e por tipo de produto, estando os produtos relacionados no Quadro 14, abaixo classificados por ordem decrescente de risco:

QUADRO 14: Classificação Decrescente do Risco de Produto Transportado no Pólo

PRODUTO TRANSPORTADO	DECRESCENCIA DO RISCO
GLP	1°.
COLORO	2°.
BUTENO	3°.
HF	4°.
DMA	5°.
MVC	6°.
SO3	7°.
ÁCIDO CIANÍDRICO	8°.
AMÔNIA	9°.
PROPENO	10°.
ACRILONITRILA	11°.
ETENO	12°.
OLEUM	13°.
SO2	14°.
TEA	15°.
DEA	16°.
ÓXIDO DE ETILENO	17°.
MEA	18°.
ACETATO DE VINILA	19°.

Fonte: CRA/Projeto Appolo II

As análises mostraram que o transporte que oferece maior risco social médio refere-se ao Gás Liquefeito de Petróleo - GLP, conforme mostrado na curva F-N, vide Figura 35 a seguir.

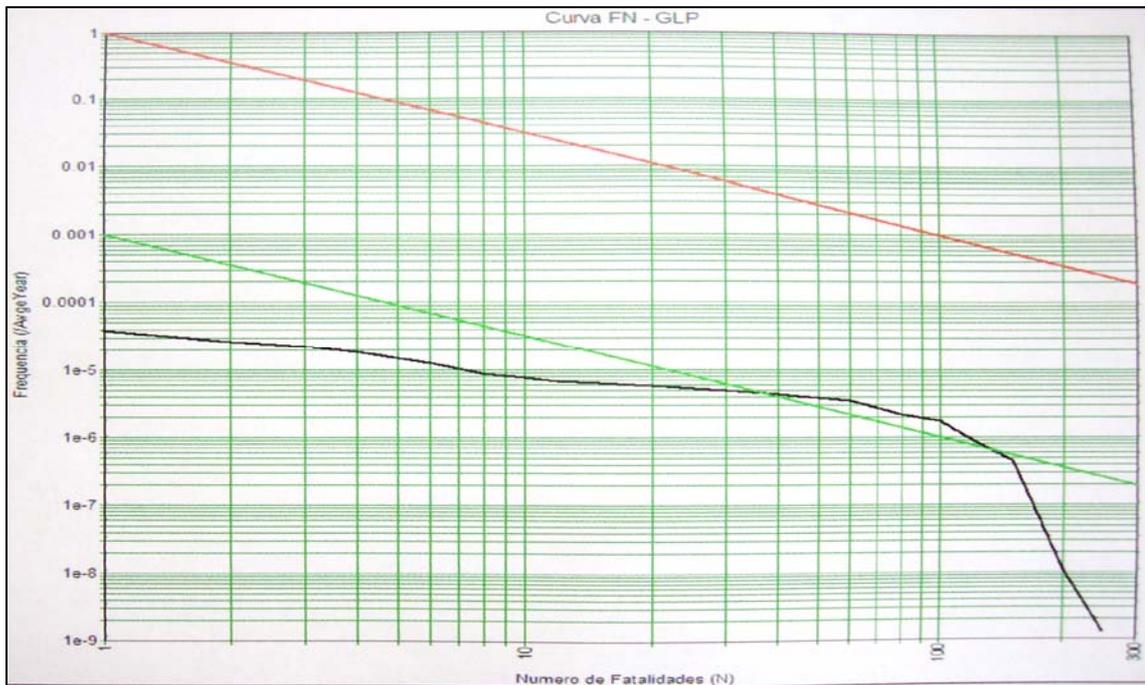


FIGURA 35: Curva F-N - Transporte de GLP por Carretas nas Áreas Comuns do Pólo
Fonte: CRA/Projeto Appolo II

As análises dos riscos sociais médios relacionadas ao transporte de produtos por carretas nas áreas comuns do Pólo indicaram que a única curva que adentrou a região ALARP foi a do transporte de GLP, significando que o transporte desta substância requer medidas mitigadoras, ou pelo menos, segundo o Projeto Appolo II um “Programa de Gerenciamento de Riscos”, que enfoque as seguintes ações:

- 1- “Avaliação e definição de um melhor horário para o transporte de GLP por carretas nas áreas comuns do Pólo, de forma que o mesmo seja permitido no período de menor tráfego de outros veículos”;
- 2- “Exigência de padrões mais rígidos de qualidade e segurança para as empresas distribuidoras de GLP nas áreas comuns do Pólo (no mínimo o SASSMAQ), que seria o Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade, da ABIQUIM-Associação Brasileira da Industria Química”;
- 3- “As empresas responsáveis pelo transporte de GLP devem ter planos de emergências conjugados com as empresas do Pólo Industrial de Camaçari”;

Observa-se que a movimentação de produtos perigosos, empreendida por carretas nas vias internas do Pólo de Camaçari foi considerada como aceitável, segundo os critérios estabelecidos pelo Projeto Appolo II, embora se saiba dos impactos potenciais que significam

um fluxo de caretas pressurizadas e caminhões tanques sendo compartilhados com carros e outros veículos leves nas vias internas e mal conservadas e, sobretudo ocupadas por um conjunto de tubovias, onde fluem, também de forma pressurizada toneladas de substâncias perigosas .

O próprio Projeto Appolo II reconhece, em suas análises, que não existe um critério para acesso às áreas comuns do Pólo, com uma agravante que seria o crescimento da quantidade de empresas e as sucessivas elevações de suas capacidades instaladas que vem ocorrendo nesses 30 anos de operação do Pólo. Como exemplo observe-se, no Quadro 15, a seguir o crescimento do volume de produção das principais olefinas e aromáticos ocorridos no Pólo de Camaçari ao longo desses 30 anos de operação:

QUADRO 15 : Produção de Olefinas /Aromáticos no Pólo - Período 1980/2008

PRODUTO	PRODUÇÃO EM TON/1980	PRODUÇÃO EM TON/2008	Δ%
Eteno/Propeno	388.000/200.000	1.280.000/550.000	329
Benzeno	129.000	427.000	331
Para-Xileno	83.000	203.000	244

Fonte: Secretaria da Indústria e Comercio-Ba / Braskem S/A

O óxido de etileno, ou óxido de eteno, que também é transportado nas vias internas do Pólo é um gás inflamável, tóxico, incolor e com um cheiro extremamente desagradável, sendo que a exposição a esse gás a uma concentração de 10 ppm é limitada, no máximo, a 15 minutos . O seu transporte é realizado com carretas pressurizadas e um eventual vazamento desse gás, decorrente de tombamento e/ou falha intrínseca dos equipamentos de tais carretas (sistema criogênico) levaria a incêndio em nuvem, explosão em nuvem, BLEVE e rápida explosão.

É digno de nota, que decorridos 30 anos das atividades do Pólo de Camaçari ainda se discutam ações necessárias ao transporte seguro nas vias internas do Pólo e até mesmo fora daquela área, chegando o Projeto Appolo II a sugerir medidas que já haviam sido discutidas na década de 80, quando da criação do Grupo MOPE/IBP (IBP,1978), naquele Pólo Industrial:

“Controle do aumento populacional nas comunidades vizinhas ao Pólo, impedindo seu avanço em direção ao Pólo”;

A única ação concreta que o autor deste trabalho conhece em relação a referida medida foi a criação do chamado “Anel Florestal” , que inclusive consta do Plano Diretor que definiu a infra-estrutura do Pólo. O próprio Plano de Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU, promulgado no final de 2007 pela Prefeitura Municipal de Camaçari faz uma referência rápida a um planejamento urbano que possa bloquear ou inibir o crescimento populacional em direção ao Pólo. No decorrer da pesquisa foi constatada a existência de adensamentos populacionais localizados a menos de 2 Km da Área do Complexo Básico.

“Manutenção da condição de tráfego das rodovias internas, principalmente nos pontos mais críticos que representam os trechos próximos às empresas com maior número de pessoas presentes”;

O Quadro16, a seguir mostra uma síntese das Análises Quantitativas dos Riscos empreendidas pelo Projeto Appolo II em oito plantas industriais, ratificando que as unidades de olefinas e aromáticos contemplam cerca de 80% dos produtos elaborados no Pólo Industrial de Camaçari, conforme referenciado na metodologia da pesquisa.

QUADRO16 : Síntese das Análises Quantitativas dos Riscos-Projeto Appolo II

UNID. INDUSTRIAL	RISCOS INTOLERÁVEIS	ALARP	CENÁRIO	MEDIDAS PROPOSTAS
Olefinas		x	Liberação de etileno por rompimento de tubulação	<ul style="list-style-type: none"> - redução do diâmetro da tubulação; - redução do número de válvula; - instalação de válvula de bloqueio;
Aromáticos	x	x	Enchimento excessivo das esferas e conseqüente ruptura delas	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de alarmes redundantes; - Instalação de alarmes de pressão alta; - Adequação da logística de enchimento p/ minimizar operações com níveis elevados;
Fosgenação de TDI	x	x	Absorção de fosgênio em alta pressão	Sete medidas todas relacionadas a redução de vazamentos de fosgênio
Manipulação de HCN		x	Vazamento na estocagem	<ul style="list-style-type: none"> - Configuração de intertravamento da bomba de retirada do HCN; - Acionamento automático da válvula de fundo do vaso;
Produção LAS	x	x	Liberação de HF por ruptura de linhas	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do inventário de HF; - + 4 medidas todas voltadas a contenção de vazamentos;
Amônia e Ureia	x	x	Liberação de amônio por ruptura de linha	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir o bloqueio da linha; - Otimizar o bombeamento;
Síntese de Caprolactama		x	Liberação de ciclohexano por rompimento de linha	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação de válvulas de bloqueio automático;
Transporte de Produtos		x	Transporte de GLP	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação e definição de melhor horário para transporte...; - Padrões mais rígidos de qualidade e segurança para carretas; - Planos de emergências das empresas conjugados com COFIC;

Fonte: Elaborada pelo autor

O estado em que se encontram as vias internas do Pólo é de precariedade (asfalto com buracos e capeamento irregular), sinalização horizontal e vertical deficientes, inexistência de

luminárias em alguns trechos e corrosão em algumas tubovias (vide fotos tiradas em 22 de outubro/08, Figura 36 a seguir). Este nível de depreciação poderá efetivamente contribuir para elevar os riscos de acidentes com transporte de produtos perigosos.



FIGURA 36: Nível das Vias Internas do Pólo de Camaçari- Fotos tiradas pelo autor em 22/10/08

“Qualificação das transportadoras de cargas perigosas, enfatizando os aspectos de segurança, proteção ambiental e atendimento a legislação e requisitos mínimos solicitados pelas indústrias responsáveis pelo transporte, incluindo auditorias regulares em todo o sistema”.

Trata-se apenas de se fazer cumprir a legislação específica, ou seja, o que reza o Decreto lei No. 96.044 de 18/05/88 e as NBR (7500; 7501; 7502; 7503; 7504; 8285; 8286; 9734 e 9735). Os critérios constantes do Sistema de Avaliação de Segurança, Saúde, Meio Ambiente e Qualidade - SASSMAQ, criados pela ABIQUIM para a auditoragem nas empresas transportadoras de produtos perigosos apenas corroboram com o previsto em lei. Portanto quem estiver fora da lei estará contribuindo para a exposição da população aos riscos de acidentes e, inclusive com a conivência das empresas do Pólo. Observe-se, por exemplo, na Figura 37, a seguir, como está o nível de segurança nas vias internas do Pólo, com os veículos e carretas estacionando fora do acostamento (existe trechos que não possui acostamento) obstruindo o fluxo de veículos e colocando em risco a tráfego.



FIGURA 37: Estacionamento nas Vias Internas do Pólo de Camaçari- Fotos tiradas pelo autor em 22/10/08

- “Implantação de sistemas de controle que garantam que os dispositivos de segurança das carretas sejam devidamente especificados, mantidos e utilizados”;

Para referida ação o uso do SASSMAQ, da ABIQUIM poderia dar suporte ao IMMETRO, que emitiria um certificado de qualificação à empresa transportadora, inclusive as auditagens poderiam ser efetuadas por esse órgão oficial; e assim sendo o transporte de produtos perigosos só poderia ser efetuado por empresas que estivessem tecnicamente capacitadas e legalmente habilitadas, ficando a população de Camaçari e a do Brasil menos expostas a acidentes com carretas transportando produtos perigosos.

- “Plano de atendimento a incidentes/acidentes ocorridos durante o transporte de produtos químicos nas Áreas Comuns do Pólo”;

-

Como as áreas comuns do Pólo são de domínio público um eventual acidente naquelas vias poderia atingir pessoas que não teriam vínculos com as indústrias ou mesmo com as

transportadoras e, aí na concepção desse plano é imperativa a presença da Defesa Civil de Camaçari.

- “Plano de Emergências para transporte de produtos por carretas nas Áreas Comuns do Pólo de Camaçari”;

Acredita-se que o próprio Plano de Contingência do Pólo tem competência para gerir esse Plano de Emergência, dado o acervo tecnológico das empresas e a massa crítica nelas existente. Entende-se que é necessária também, nesse plano a presença da Defesa Civil de Camaçari.

Cabe lembrar, que as ações mitigadoras dos riscos não se faz unicamente mediante a obrigatoriedade da implementação das medidas sugeridas pelo PROJETO APOLLO II às empresas por ele analisadas, mas também através de auditorias independentes disponibilizadas à sociedade, conforme já referenciado neste estudo.

5. O MUNICÍPIO DE CAMAÇARI E AS VULNERABILIDADES

O estudo exploratório dos riscos de acidentes e a análise das vulnerabilidades (estimativas de danos potenciais com capacidade de afetar a população, o patrimônio construído, e o meio ambiente) do município de Camaçari frente aos riscos de acidentes ampliados foram realizados com êxito mesmo considerado as limitações e dificuldades ocorridas ao longo da pesquisa.

Os estudos mostraram, por exemplo, que (i) o município de Camaçari ainda não está munido de equipamentos e sistemas protecionais necessários a situações de enfrentamento de acidentes ampliados naquele Pólo; (ii) que o próprio Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano-PDDU, promulgado pela Prefeitura Municipal de Camaçari em 2007 falha ao estabelecer ações de prevenção a acidentes industriais tóxicas; (iii) que a Coordenação de Defesa Civil de Camaçari está despreparada, em termos técnicos, bem como carente de equipamentos e mecanismos capazes de proteger a população civil contra situações que envolvem acidentes com produtos químicos, destacando-se que, nas inúmeras visitas realizadas ao longo da pesquisa, aquela coordenação manifestou grande ansiedade na viabilização de um plano de contingência para o município; (iv) que o próprio Projeto Appolo II reconhece os elevados riscos das substâncias e instalações petroquímicas desde quando sugere a todas as empresas do Pólo Industrial de Camaçari a implantação de Programas de Gerenciamento dos Riscos (PGR's) e pouco ou quase não se divulga os resultados técnicos dos estudos do Projeto Appolo II, enfatizando-se que o divulgado a cerca deste projeto são apenas características genéricas sem detalhar ações efetivas de redução dos riscos frente a população do município; (v) não existe por parte da população de Camaçari conhecimento dos resultados do Projeto Appolo II, mesmo sabendo-se que esse projeto refere-se a um condicionante estabelecido pelo órgão ambiental do Estado(IMA) , através da Resolução do CEPRAM No. 2113/99, que dispõe sobre a renovação da licença de operação do Pólo de Camaçari, destacando-se que a própria Defesa Civil de Camaçari não conhece o conteúdo do Projeto Appolo II, fato constatado durante as visitas lá realizadas.

O Art. 4o. do Projeto Lei nº 545/2007, que regulamentou o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU, do município de Camaçari estabelece que “Para a efetivação da política de desenvolvimento urbano são definidas diretrizes, programas, projetos, ações, bem como instrumentos e parâmetros de controle urbanístico e ambiental”; e no Art. 6o. Item V, também daquele PDDU está estabelecido como um dos objetivos gerais

da política de desenvolvimento urbano “privilegiar os investimentos direcionados para os segmentos da população em situação de vulnerabilidade, risco social e pobreza”.

Ora analisando-se o PDDU de Camaçari constata-se que as ações propostas por aquele plano, voltadas a medidas que assegurem a minimização dos riscos à população frente a acidentes industriais são efetivamente tímidas, como pode ser observado pelo “PROGRAMA AMBIENTAL PARA O POLO INDUSTRIAL DE CAMAÇARI”, constante do PDDU e transcrito a seguir :

“PROGRAMA AMBIENTAL PARA O PÓLO INDUSTRIAL DE CAMAÇARI”

O Programa Ambiental para o Pólo Industrial de Camaçari, segundo o PDDU deve ser realizado através das seguintes ações:

- Implantação de faixas de proteção hídrica ao longo dos principais cursos d’água;
- Recuperação da planície fluvial do rio Camaçari, através da implementação de projeto específico para as faixas de proteção hídrica, estabelecendo-se limites apropriados de afastamento das áreas parceladas e identificando áreas irregulares e críticas de lançamento de esgoto;
- Controle de ocupação urbana na porção sudoeste da cidade, evitando o aumento de cargas poluentes lançadas nos cursos d’água que alimentam a bacia do Joanes I;
- Monitoramento e controle do aquífero subterrâneo através da formação de base de dados pública, construída a partir dos boletins mensais das análises da qualidade de água dos piezômetros e poços de monitoramento e abastecimento, realizados por profissionais especializados e sob controle da sociedade civil;
- Criação de um grupo de trabalho, composto por especialistas, entidades ambientalistas e o COMAM, para proceder à avaliação e identificação do passivo ambiental do Município, dentro e fora da área do Decreto 22.146, de 20 de novembro de 1970, inclusive áreas rurais, e identificação dos responsáveis para sua recuperação;
- Realização de auditoria sobre a situação atual do aquífero subterrâneo e dos corpos d’água superficiais por empresa especializada sob o controle do COMAM e da sociedade civil;
- Recuperação de matas ciliares;
- Recuperação do Anel Florestal do Pólo Industrial de Camaçari, buscando formas de assegurar que parte significativa da reposição da vegetação utilize espécies nativas;

- Criação de uma comissão de Segurança Ambiental do Pólo Industrial de Camaçari, no âmbito do Conselho do Meio Ambiente para acompanhamento e divulgação das informações ambientais e resultados do monitoramento ambiental realizado pelas empresas e Centro de Recursos Ambientais (CRA);

Tratam-se, portanto de ações que não abordam iniciativas técnicas consistentes destinadas a reduzir os riscos decorrentes dos acidentes industriais para “os segmentos da população em situação de vulnerabilidade, risco social e pobreza”, conforme consta do PDDU, exceto no Art.11, Item XIV, daquele plano que estabelece como diretrizes estruturantes o “estudo de alternativas viáveis para o disciplinamento do transporte de cargas, particularmente cargas perigosas, no município” e a criação de um programa para a recuperação do anel florestal do Pólo, além da implantação de “PROJETO DE CINTURÃO VERDE DA BRIDGESTONE/FIRESTONE”.

Portanto o PDDU de Camaçari estabelece apenas ações isoladas, pecando por desconhecer a alta vulnerabilidade de um município cuja população cresceu mais de dez vezes em menos de trinta anos e que abriga um Pólo Industrial cujas indústrias já dividem os espaços urbanos com a população, como é o caso da Bridgestone/Firestone. Essa empresa utiliza, em seu processo industrial como carga reforçadora o negro de fumo, que é o carbono em dispersão muito fina, obtido por combustão incompleta de gás natural, pertencendo, pois a categoria dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), que são catalogadas na literatura técnica como substâncias cancerígenas (Netto et all. , 2000). É semelhante à fuligem que sai do escapamento dos carros desregulados.

Não consta daquele PDDU nenhuma proposição que estabeleça a necessidade da formatação de um Plano de Contingência que tenha atuação fora da Poligonal do Pólo. O que se observa é que o adensamento industrial está também se dirigindo em direção a cidade e desta forma a população de Camaçari está ficando mais exposta aos riscos dos acidentes do Pólo.

Observa-se pelo Mapa 01 - Estruturação Espacial-Sede, vide Figura 38, a seguir, que existe a intenção de promover a “Estruturação da Ocupação”, destacando:

- Seta azul: estímulo à expansão;
- Seta verde: controle de expansão;
- Seta vermelha: reversão da tendência à expansão;

Tais ações já seriam elementos importantes para compor a formatação de um Plano de Contingência, necessitando então agregar outros itens e sistemas preventivos capazes de minimizarem as atuais ameaças ao município.

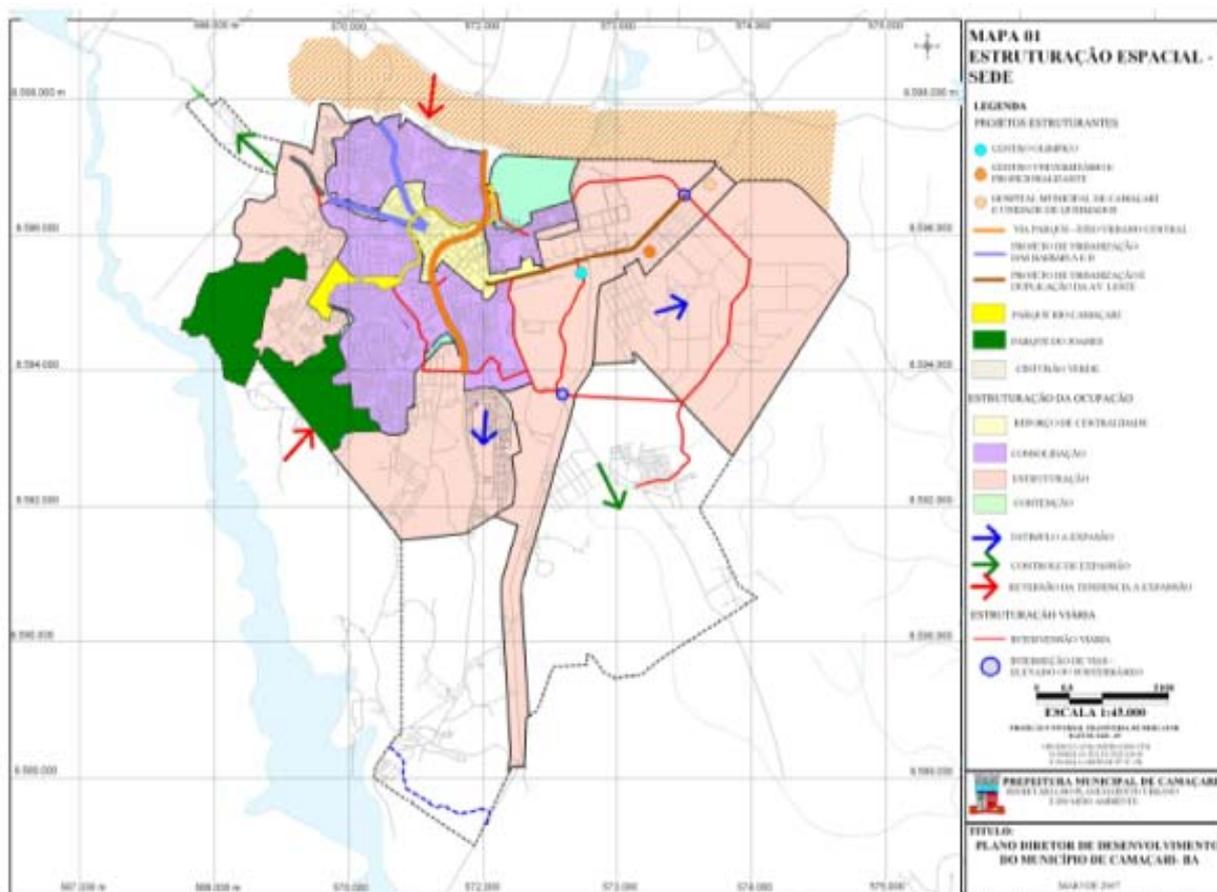


FIGURA 38: Estruturação Espacial- Sede Camaçari-Fonte: PDDU

Das diversas visitas que foram realizadas na Coordenação de Defesa Civil de Camaçari - CODECA, constatou-se que referido órgão ainda não estaria tecnicamente habilitado, mas também carente de meios materiais necessários ao enfrentamento de situações de riscos, porquanto aquela coordenação não dispõe de um plano de contingência ou, pelo menos desconhece:

- Eventuais pontos de fuga à população na hipótese de um acidente de grande monta;
- A necessidade da existência de equipamentos urbanos que minimizem um possível sinistro;

- A necessidade da existência de equipamentos médico-hospitalares que possibilitem atendimento e respostas eficientes, bem como sua adequada localização, dando acesso fácil e rápido à população;
- A importância da existência de um sistema de ligação e intercâmbio entre a Defesa Civil e a população de Camaçari, no caso de um acidente maior no Pólo;
- A importância da existência na CODECA de um manual contendo todos os produtos elaborados no Pólo Petroquímico, com informações sobre segurança de produtos;

A Figura 39, a seguir, mostra o zoneamento territorial realizado pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Camaçari:

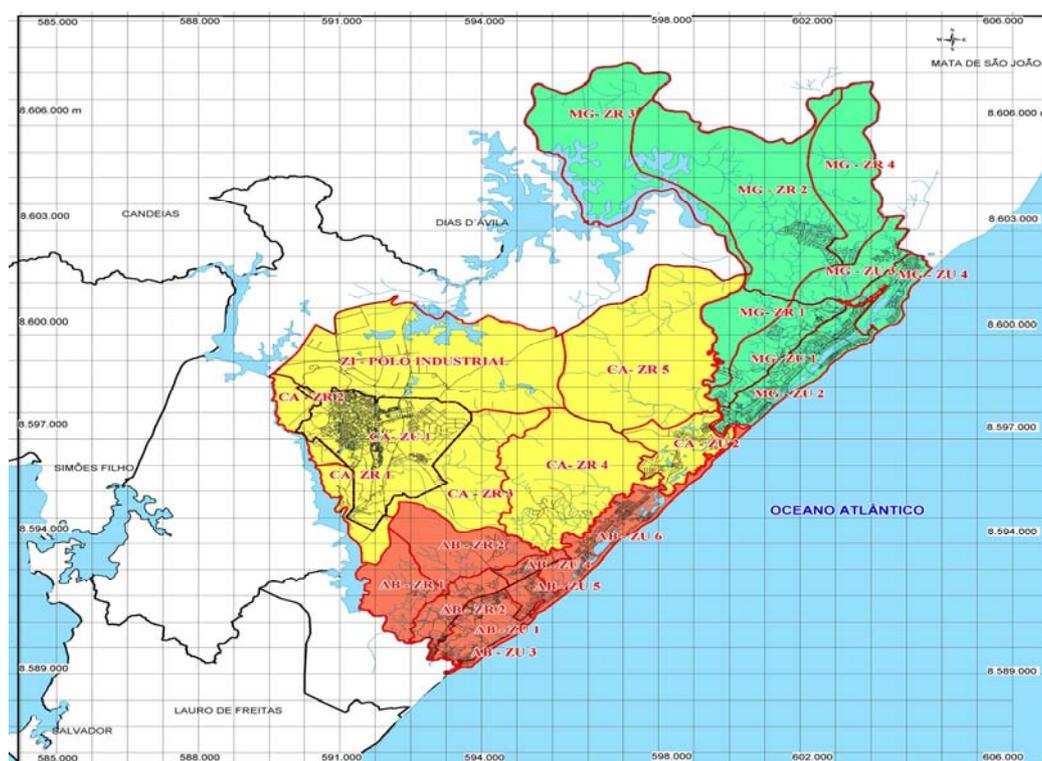


FIGURA 39: Zoneamento Territorial de Camaçari - **Fonte:** PDDU

No macrozoneamento apresentado pelo mapa acima se observa que no limite ao norte de Camaçari encontra-se a maior extensão territorial que faz fronteira direta com o Pólo Industrial, portanto uma região bastante vulnerável aos perigos de acidentes. Nessa faixa o município deveria ter uma atuação voltada não só a contenção do crescimento urbano em direção a área industrial, como vem acontecendo com alguns bairros, conforme destacado no

Quadro 17, a seguir, mas também poderia viabilizar com as empresas do Pólo a ampliação da largura da faixa florestal, implantação de fronteiras físicas (canais aquáticos), desestimulando também a implantação de atividades econômicas urbanas intensivas de mão-de-obra, ou seja, tornar aquela zona uma área de baixo nível de habitação e com a presença mínima de pessoas e animais e um sistema de fiscalização rigoroso.

QUADRO 17 : População do Município de Camaçari

BAIRROS	REGIAO ADIMINISTRATIVA	Nº LOTES	POPULACAO APROXIMADA
ACAJUTIBA	SEDE	193	830
ALTO DA CRUZ	SEDE	681	2.928
ALTO DO TRIANGULO/TRIANGULO	SEDE	350	1.505
AREIAS/JAUA	ORLA	3.602	15.489
AREMBEPE	ORLA	7.656	32.921
BAIRRO DOS 46	SEDE	512	2.202
BARRA DO JACUÍPE	ORLA	5.537	23.809
BARRA DO POJUCA	ORLA	1.423	6.119
CAMAÇARI DE DENTRO	SEDE	1.558	6.699
CATU DE ABRANTES	ORLA	1.135	4.881
CENTRO	SEDE	1.292	5.556
CICLOVIA	SEDE		
CRISTO REDENTOR/ SANTO ANTÔNIO	SUBURBIO	450	1.935
DOIS DE JULHO	SEDE	506	2.176
FICAM I, II/ PARQUE FLORESTAL/ MANGUEIRAL	SEDE	1.241	5.336
GLEBA A	SEDE	1.078	4.635
GLEBA B/BOMBA	SEDE	1.571	6.755
GLEBA C/ GLEBA E	SEDE	2.639	11.348
GLEBA H/ BURIS SATUBA	SEDE	1.272	5.470
GRAVATÁ	SEDE	1.078	4.635
INOOCOP	SEDE	683	2.937
JARDIM LIMOEIRO	SEDE	460	1.978
LAMA PRETA	SEDE	650	2.795
MONTE GORDO	ORLA	3.964	17.045
NOVA VITORIA	SEDE	1.889	8.123
NOVO HORIZONTE	SEDE	1.144	4.919
PARAFUSO	RURAL	450	1.935
PARQUE DAS MANGABAS	SUBURBIO	865	3.720
PARQUE SATÉLITE	SEDE	689	2.963
PARQUE VERDE	SUBURBIO	1.856	7.981
PHOC I, PHOC II, PHOC III	SEDE	4.061	17.462
PIAÇAVEIRA (GLEBA D)	SEDE	934	4.016
VERDES HORIZONTES	SUBURBIO	1.907	8.200
VILA DE ABRANTES/ BURIS DE ABRANTES	ORLA	4.025	17.308

246.609

Fonte : Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente de Camaçari

Os bairros destacados em negrito no Quadro 17, acima, somam uma população de aproximadamente 38.000 habitantes. Eles fazem fronteira direta com o “Anel Florestal”. Existem situações, por exemplo, (bairros de Mangueiral, Bomba, Fican, Parque Florestal) onde as localidades estão adentrando naquele anel.

A cidade não possui vias exclusivas para eventuais evacuações da população, na hipótese de acidentes de grande monta. Alguns equipamentos urbanos poderiam ser implantados, como, por exemplo:

- A leste da cidade uma via de segurança expressa saindo de Camaçari, cortando a CA-ZR-3 e a CA-ZR-4 atingindo a linha verde na altura da AB-ZU-6;
- A oeste viabilizar a duplicação da BA-093, que permitiria um fluxo de saída alternativo à população e, evidentemente contrário ao anterior, alargando ainda a faixa de acostamento daquela via;
- Duplicação da Via Parafuso e desestímulo a implantação de atividades industriais ao longo daquela via, bem como alargar a faixa de acostamento naquela via;

A pesquisa mostrou também uma grande vulnerabilidade de Camaçari no setor da saúde, no que tange ao conhecimento dos riscos dos produtos perigosos, visto que as clínicas e hospitais da cidade deveriam receber treinamento básico relativo ao atendimento dos acidentados nas indústrias do Pólo, inclusive a necessidade da existência em cada unidade de saúde de Camaçari de um manual de toxicologia e primeiros socorros. Este instrumento poderia ser formatado pela Secretaria de Saúde do Município, em parceria com Secretaria de Saúde do Estado - SESAB, a Secretaria de Planejamento Urbano e Meio Ambiente e o COFIC, contando ainda com a participação do Conselho Municipal da Cidade - CONCIDADE, Conselho Municipal de Transporte, Conselho Comunitário de Camaçari, Conselho Municipal do Meio Ambiente - COMAM Corpo de Bombeiros, Ministério Público, Polícia Rodoviária e Defesa Civil de Camaçari. Deve-se envolver o maior número possível de órgãos representantes da comunidade e instruí-los com todas as informações técnicas possíveis para que, vindo a ocorrer um acidente maior, todos estejam cientes dos riscos e a quem compete a responsabilidade por ações específicas, evitando-se ruídos e transtornos à população. Nessa fase é muito importante a presença da imprensa que deverá receber as informações de uma única fonte; e aí se propõe que seja a Coordenação de Defesa Civil do Município.

Sabe-se, entretanto, da existência de ações empreendidas pela SESAB e Ministério da Saúde visando a minimização de desastres, haja vista, que os dois primeiros cursos *Líderes* da Organização Pan Americana de Saúde – OPAS foram segundo Guimarães (2003), ministrados no Brasil nos anos de 2003 e 2004 na Escola Politécnica da UFBA - EPUFBA. Nesses cursos foram realizadas visitas ao Pólo de Camaçari, a Prefeitura daquele município, bem como feitos alguns contatos com a população.

Deve-se destacar que nenhuma substância química é tão perigosa que não se possa manuseá-la com segurança, desde que sejam respeitadas todas as regras de segurança estabelecidas para a sua manipulação. Assim é necessário que os órgãos envolvidos com ações de segurança estejam efetivamente cientes e convencidos das suas responsabilidades, visto que para os acidentes envolvendo o ácido fluorídrico, por exemplo, os equipamentos de proteção individual, normalmente usados deverão promover proteção total ao corpo e em especial ao sistema respiratório da pessoa presente na ação. Portanto as ações mínimas para o pessoal da Defesa Civil de Camaçari que, eventualmente venha está presente num acidente com esse produto demandariam, pelo menos:

- Uso de capuz e máscara para respirar gases a base de carvão ativado;
- Macacão de plástico (PVC) ou neoprene inteiriço com mangas compridas;
- Botas de plástico (PVC) ou neoprene;
- Luvas leves de plástico (PVC) ou neoprene, completas com punhos largos e compridos;
- Blusa com mangas compridas de plástico (PVC) ou neoprene;
- Capacete com máscara para fornecimento de ar comprimido, podendo alternativamente ser usado o MACACÃO DE AR, que é um macacão de plástico que cobre integralmente a pessoa;

O ácido fluorídrico, por exemplo, possui as características toxicológicas listadas a seguir, necessitando, portanto especial atenção na seleção e treinamento das pessoas que venham a lidar tanto com o HF bem como com as suas soluções:

- 1- A pressão atmosférica o HF anidro é líquido, desde que mantido a temperatura de 20°C;
- 2- As soluções aquosas emitem vapores a partir de 48% de concentração;
- 3- É higroscópico (tem afinidade por água), formando assim vapores que atuam com ação de queima;

- 4- O seu limite de tolerância é de 3ppm para uma exposição durante 8 horas e em concentrações acima de 5ppm torna-se irritante à vista e ao aparelho respiratório. Para concentrações acima de 50ppm, pode levar a óbito, desde que seja respirado por um período de 30 a 60 minutos;
- 5- A exposição sistemática a quantidades acima do seu limite de tolerância poderá ocasionar uma deposição excessiva de fluoretos no sistema ósseo. A presença de fluoretos na urina, por exemplo, deve ser monitorada a cada 6 meses para se avaliar a presença de fluorose no sistema ósseo;
- 6- As pessoas que apresentam doenças respiratórias crônicas (asma, bronquite, enfisema, bronquiectase), defeitos visuais graves, restrições cardíacas, baixas destreza física e mental, devem ser afastadas imediatamente do contato com o HF e seus vapores;

Os riscos que o ácido fluorídrico e seus vapores apresentam poderão ser observados, de uma forma sintética na Quadro 18, a seguir:

QUADRO 18: Riscos do Ácido Fluorídrico e Seus Vapores

RISCOS DO ÁCIDO FLUORÍDRICO E SEUS VAPORES				
À INGESTÃO	À INALAÇÃO	À PELE	AO FOGO	A EXPLOSÃO
Irritação intensa e destruição das mucosas do esôfago, estômago e do aparelho respiratório.	Causa lesões às mucosas dos pulmões e efeitos danosos no fígado, rins e sistema ósseo.	Queimaduras com bolhas e feridas e secreção de pus, dependendo da concentração.	Não é inflamável, mas ataca as superfícies metálicas liberando hidrogênio que é extremamente inflamável.	Não é explosivo, sob qualquer forma, mas em contato com superfícies metálicas libera hidrogênio que é extremamente inflamável.

Fonte: Instituto Brasileiro do Petróleo-IBP

Tanto o HF como a maioria dos produtos elaborados no Pólo Industrial de Camaçari proporcionam uma elevada ameaça aquele município. Apenas como exemplo uma carreta com HF anidro caso esteja estacionada numa área onde esteja ocorrendo um incêndio, poderá explodir por aumento de pressão, em decorrência da elevação da temperatura no vaso que conteria aquela substância.

No Plano de Contingência para a cidade é necessária a existência de um meio de comunicação rápido e de pleno conhecimento público, para a notificação imediata do acidente, por exemplo, uma linha tipo 190. Essa linha poderia ficar sob a responsabilidade da Defesa Civil de Camaçari que, em caso de acidentes maiores acionaria imediatamente o fluxo da comunicação aos seguintes órgãos:

- COMAM;

- CONCIDADE;
- CONSELHO DE TRANSPORTE;
- CONSELHO COMUNITÁRIO DE CAMAÇARI;
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE;
- SECRETARIA DA SAÚDE;
- CORPO DE BOMBEIROS;
- POLÍCIA RODOVIÁRIA;
- POLÍCIA MILITAR;
- MINISTÉRIO PÚBLICO;

Nesse plano de contingência é interessante constar ações para possíveis rotas de evacuação para pessoas e animais, sendo que para o caso das pessoas deverá existir calendário periódico para exercícios simulados de evacuação da população de Camaçari, sob a Coordenação da Defesa Civil e com apoio técnico do COFIC.

O fechamento de um anel viário externo ao Pólo Industrial seria importante num plano de contingência para Camaçari, visto que o mesmo atuaria como uma barreira para a circulação de carretas transportando produtos perigosos, conseqüentemente reduzindo a possibilidade de ocorrência de acidentes capazes de atingir a população urbana, além de contribuir com o planejamento de ações de emergência necessárias a eventuais evacuações da população do Pólo.

A figura 40 mostra que o adensamento populacional já ocupa áreas muito próximas ao Pólo, ficando essas populações isoladas apenas pelo “Anel Florestal”, que possui extensão de pouco mais de 600 metros. Algumas indústrias que processam e armazenam substâncias com elevada periculosidade, tais como: tolueno diisocianato, amônia, ácido cianídrico, butadieno, GLP, estão instaladas a pouco mais de 1000 metros da população. Empresas fabricantes de substâncias como o HCN são também catalogada na categoria de “indústrias químicas inorgânicas”, portanto, com as mesmas características de agressividade do cloro, da amônia, do ácido sulfúrico e do ácido fluorídrico.

Conforme simulação realizada por Christou *et al.* (1999), descrita no item 2.4, podemos supor que em algumas instalações industriais, como as existentes no Pólo de Camaçari, na ocorrência de acidentes, é razoável supor a existência de danos à saúde da população que vive nas proximidades destas instalações se reproduzidas as condições locais (clima, relevo, vegetação, e outros) e os parâmetros de projeto (volume de gás estocado, dimensionamento de equipamentos, instalações, dentre outros fatores), semelhantes aquelas simuladas pelo referido autor.

Christou *et al.*(1999) estabelece, em seu trabalho que, em relação ao local de ocorrência do evento, o primeiro óbito ocorre à distâncias menores que 1.380m, bem como o início de danos irreversíveis à saúde ocorre à distâncias inferiores a 3.940m (Ver Quadro 07, p.57).

Neste sentido, num acidente em que se reproduza a simulação sugerida por Christou *et al.* (1999) e reproduzidas as similitudes de características físico/químicas da amônia e do cloro relatadas anteriormente, pode-se observar que a localização das empresas Fafen e TDI (respectivamente Figuras 40a e 40b) podem representar riscos à população residente na área urbana da cidade de Camaçari. Por outro lado, as empresas Brasken e Proquigel (respectivamente Figuras 40c e 40d) podem apresentar, conforme as característica de agressividade dos seus produtos manufaturados citados anteriormente, possíveis danos à população, sugerindo que estudos mais aprofundados sejam realizados face a proximidade de suas instalações com a área urbana.

As Figuras 40a, 40b, 40c, 40d, a seguir, representam as distâncias estimadas respectivamente entre as indústrias e a área urbana de Camaçari.

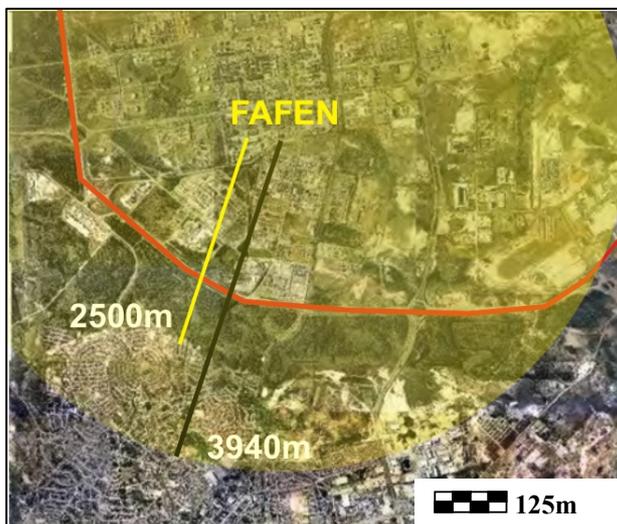


Figura 40a: Distância estimada da FAFEN a área urbana e distância de simulação conforme Christou et al. (1999)



Figura 40b: Distância estimada da TDI a área urbana e distância de simulação conforme Chirstou et al. (1999)

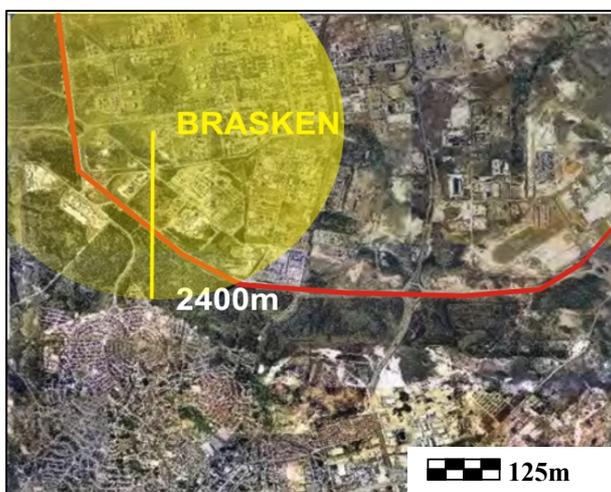


Figura 40c: Distância estimada da BRASKEN a área urbana

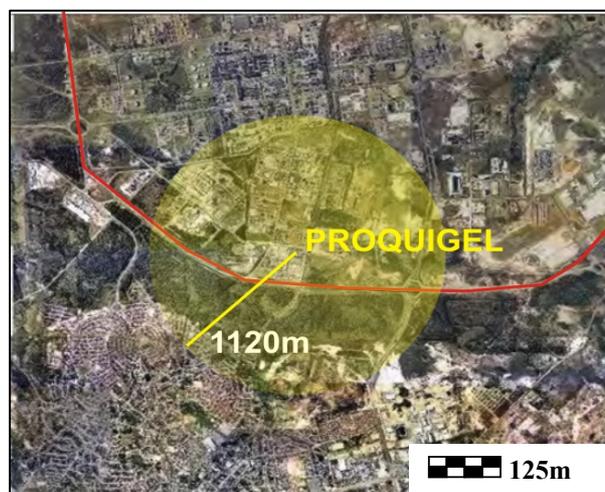


Figura 40d: Distância estimada da PROQUIGEL a área urbana

LEGENDA

- Poligonal Limite do Pólo Petroquímico de Camaçari
- Distância estimada entre FAFEN, TDI, BRASKEN e PROQUIGEL para Área urbana
- Distância de simulação conforme Chistou *et al.* 1999 : 3.940m para 65 ppm de substâncias inorgânicas

O estabelecimento de rotas preferenciais de acesso ao Pólo deve constar também desse plano de contingência reduzindo a vulnerabilidade da cidade, por meio de um processo que estabeleça uma triagem entre os carros de passeio, ônibus e vans (conduzindo pessoas) e as carretas e caminhões conduzindo produtos perigosos, bem como o redimensionamento dos padrões das vias Frontal, de Ligação e Perimetral.

Uma outra vulnerabilidade do município é a inexistência de uma rede de monitoramento da presença de gases perigosos com sensores e acionamento por sinal sonoro, sensível ao disparo em concentrações inferiores a 50% dos limites de tolerâncias permissíveis pela legislação vigente. Nessa rede deveriam constar cartazes com informações sobre os riscos provocados por esses produtos, conforme quadro apresentado na Figura 41 a seguir:

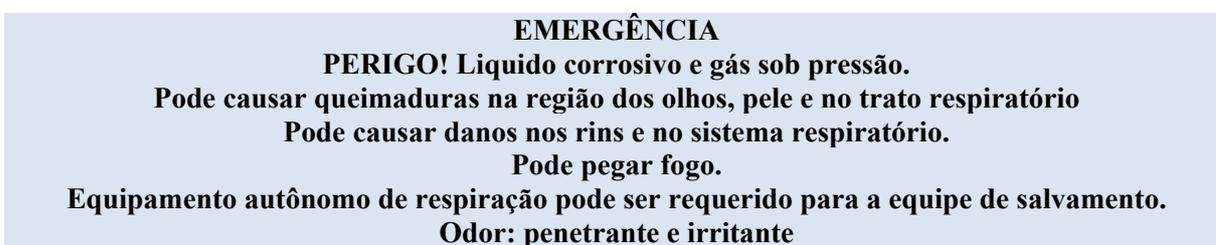


FIGURA 41: Informações sobre riscos de produtos químicos-**Fonte:** White Martins S/A

Sugere-se também a implantação na rede de ensino básico estadual e municipal de um amplo programa de educação ambiental, constando de informações sobre as atividades industriais do Pólo de Camaçari e os benefícios sociais e econômicos que ele proporciona para a sociedade moderna, e em especial para Camaçari, mas também abordando aspectos relativos aos riscos das substâncias produzidas e das instalações industriais, bem como as vulnerabilidades existentes no município e a necessidade e responsabilidade da superação dessas vulnerabilidades através de ações preventivas públicas e privadas e, claro com a participação da sociedade civil organizada que deve também fazer parte do plano de contingência do município.

Desta forma as entidades do município de Camaçari, acima referidas devem estar cientes dos riscos existentes no Pólo e, portanto preparadas para eventuais acidentes ampliados, assumindo, portanto as suas responsabilidades e deveres, conforme as ações apresentadas no Quadro 19, a seguir :

QUADRO 19: Proposta de Organização

PROPOSTA DE ORGANIZAÇÃO		
COMUNIDADE	DEFESA CIVIL	POLO PETROQUÍMICO
1-Ter acesso rápido as informações apropriadas em caso de acidentes ampliados; 2-Dispor de infra-estrutura urbana adequada; 3-Saber como agir em caso de um acidente ampliado; 4-Treinar e seguir os planos de evacuação; 5-Conhecer os sinais de alarme; 6-Conhecer os odores característicos das substâncias produzidas no Pólo;	1-Possuir canais de comunicação com a população e com o COFIC durante um acidente ampliado; 2-Possuir equipamentos apropriados e treinamentos específicos a acidentes industriais; 3-Possuir mapas de riscos do Pólo; 4-Dispor de arranjos alternativos para o gerenciamento do tráfego de veículos urbano;	1-Compartilhar com a Defesa Civil, comunidade e com as autoridades os resultados das análises dos riscos do Pólo; 2-Implementar medidas visando a redução dos riscos auditadas e disponibilizadas à Defesa Civil e à população; 3-Dispor de canais de comunicação com a população, Defesa Civil e autoridades durante um acidente ampliado; 4-Conectar seus planos de emergências com os planos de emergências da Defesa Civil;

Fonte: Formulado pelo autor

Foi observado conclusivamente que decorridos 30 anos de operação do Pólo Industrial de Camaçari o município ainda se encontra bastante vulnerável aos riscos de acidentes, porquanto além da cidade não possuir um plano de contingência a própria Defesa Civil do município não dispõe de equipamentos específicos bem como pessoal preparado para o enfrentamento de situações de emergências e nem tampouco conhece o Projeto Appolo II.

6. CONCLUSÕES/SUGESTÕES

A avaliação dos riscos de acidentes e das vulnerabilidades do município de Camaçari em face da possibilidade de ocorrência de acidentes ampliados no Polo Petroquímico foi realizada a contento, confirmando os resultados esperados e indicando a existência de uma evidente fragilidade no tecido urbano daquele município.

A pesquisa identificou diversos pontos de fragilidade no município passíveis de comprometerem a segurança da população e causar danos ao meio ambiente e que sinteticamente serão listados a seguir:

- 1- O Município de Camaçari ainda carece de equipamentos e sistemas protecionais necessários a situações de enfrentamento de acidentes ampliados naquele Pólo;
- 2- Ausência de Plano de Contingência no Município de Camaçari;
- 3- O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano-PDDU, implantado pela Prefeitura Municipal de Camaçari em 2007 falha ao estabelecer ações de prevenção a acidentes industriais tímidas;
- 4- A Coordenação de Defesa Civil de Camaçari está despreparada, em termos técnicos, bem como desprovida de equipamentos e mecanismos capazes de proteger a população civil contra situações que envolvem acidentes com produtos químicos, destacando-se que nas visitas lá realizadas ao longo da pesquisa, aquela coordenação manifestou grande interesse na viabilização de um plano de contingência para o município;
- 5- O Projeto Appolo II reconhece os elevados riscos das substâncias e instalações petroquímicas desde quando sugere a todas as empresas do Pólo Industrial de Camaçari a implantação de Programas de Gerenciamento dos Riscos (PGR's), pois pouco ou quase não se divulga os resultados dos estudos do Projeto Appolo II, ou seja a população está excluída do direito de saber;
- 6- A inexistência de uma Comissão de Segurança Ambiental do Polo de Camaçari no âmbito do Conselho do Meio Ambiente para acompanhamento e divulgação das informações ambientais e resultados do monitoramento realizado pelas empresas e fiscalizado pelo Instituto do Meio Ambiente-IMA;
- 7- A presença de carretas transportando produtos perigosos nos acostamentos das vias internas obstruindo o tráfego;

- 8- A visível precariedade das vias internas mostradas nas figuras existentes no corpo do trabalho;
- 9- A existência de focos de corrosão nas estruturas metálicas do sistema de dutovias, também mostradas nas figuras existentes no corpo do trabalho;
- 10- Existem indústrias operando fora dos padrões previstos no Projeto Appolo II;
- 11- Algumas indústrias não cumprem as medidas corretivas sugeridas pelo Projeto Appolo II;
- 12- Nos estudos do Projeto Appolo II não foi avaliado a qualidade do ar, quanto a necessidade de analisar a ocorrência de alguns cenários de acidentes ampliados devido a vazamento de substâncias tóxicas e a conseqüente influência na sede do município. Esta análise é uma base para demonstrar como pode ser efetuado um zoneamento de áreas críticas, fornecendo assim subsídios para as abordagens empregadas na formulação de um plano de contingência externo;
- 13- Não se tem certeza de que as proposições de melhorias em instalações e processos propostas pelo Projeto Appolo II às empresas foram empreendidos por elas;
- 14- Constatou-se a existência de indústrias petroquímicas se instalando fora da Poligonal do Pólo Petroquímico gerando riscos à população e ao Hospital de Camaçari;
- 15- Constatou-se a ausência de um canal de comunicação entre o Pólo Petroquímico e a Defesa Civil de Camaçari para o intercâmbio de informações necessárias a tranquilizar a população, quando da ocorrência de acidentes;
- 16- O Projeto Appolo II vem sendo divulgado pelo setor industrial como uma conquista técnica excepcional, sem, entretanto ser explicitado à população que o mesmo refere-se a um instrumento inicial de gerenciamento de riscos, visto que esse projeto não contempla ações preventivas no âmbito externo das empresas;

Essas conclusões fundamentam indubitavelmente a necessidade de aprofundamento de novos estudos na área do Pólo Industrial de Camaçari através das seguintes sugestões:

- 1- Sugere-se o aprofundamento dessa pesquisa analisando o raio de atuação de núvens tóxicas das substâncias com maior potencial de risco à população (amônia, HCN, fosgênio, ácido sulfúrico, cloro, ácido fluorídrico) e a sua influência na comunidade. Isso poderá servir de base para um processo de zoneamento urbano;
- 2- Sugere-se medições *in site* (na saída das chaminés) das emissões gasosas e sua modelagem matemática que possibilite um monitoramento da qualidade do ar não só em Camaçari mas também na Região Metropolitana de Salvador-RMS;

- 3- Sugere-se transparência na identificação e divulgação de quais unidades do Pólo de Camaçari implementaram, efetivamente os programas de gerenciamento de riscos e quais os efetivos benefícios sociais auferidos pelas empresas e, sobretudo pela população de Camaçari após esses PGR's;
- 4- Sugere-se uma integração entre os setores gerenciadores dos riscos das empresas do Pólo de Camaçari com os setores equivalentes dos poderes públicos. Essa sugestão se refere a atribuições de responsabilidades e deveres para com a comunidade;
- 5- Sugere-se a execução imediata de uma pesquisa que avalie o nível de satisfação das empresas do Pólo Industrial de Camaçari, quanto aos serviços prestados pelas transportadoras de produtos perigosos. Poderia também ser feita uma avaliação das estatísticas de acidentes ocorridos no transporte de produtos dentro e fora do perímetro do Pólo a partir da implantação do Projeto Appolo II;
- 6- Sugere-se, por fim, um estudo de uma nova engenharia de tráfego para o município de Camaçari, destacando-se a importância do estabelecimento de rotas exclusivas de acesso ao Pólo e a eliminação de cruzamentos e, caso isso não seja possível, a instalação antes dos cruzamentos de redutores de velocidade e sinais sonoros, melhorando também a sinalização horizontal e vertical daquelas vias.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, M. R , VANIN, J.A , “Armas Química” Instituto de Química da USP. Disponível em < www.allchemy.iq.usp > Acesso em 25/09/2008.

ACPO - Associação de Consciência Prevenção Ocupacional. “Substâncias Químicas”. Disponível em < www.acpo.org.br >. Acesso em 12/11/2008.

BAHIA. Centro de Recursos Ambientais. Cadernos de Referência Ambiental. **Ecotoxicologia e Avaliação de Risco do Gás Natural**. Salvador, 2006.

BAHIA. Centro de Recursos Ambientais. Cadernos de Referência Ambiental. **Ecotoxicologia na Análise do Risco Químico**. Salvador, 2004.

BAHIA EM FOCO. Disponível em: < www.bahiaemfoco.com/noticia > Acesso em 25/9/2008.

_____ Bhopal Disaster in India and Trade Aspects, by Trupy Patel . disponível em: < <http://www1.american.edu/ted/bhopal.htm>> Disponível em 25/9/2008.

BROWN, G.G., et al, “**Unit Operations**”, Ed. John Wiley, NewYork,1956.

CAMPBELL, J. A., “**Por que Ocorrem as Reações Químicas**”, Edgard Blucher, São Paulo, 1965.

CARVALHO, E. N. **Uma revisão Crítica do Emprego de Banco de Dados de Falhas em Análises Probabilísticas de Segurança de Plantas Nucleares e Químicas**. Dissertação apresentada a Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE para a obtenção do grau de Mestre em Ciências em Engenharia Nuclear, 2007. Disponível em www.con.ufrj.br . Acesso em 22 nov.2008.

CHRISTOU, D.M, MATTARELLI, M. “Land-use Planning in the vicinity of Chemical sites: Risk-informed Decision Making at a Local Community Level” Journal of Hazardous Materials, 1999. disponível em : < [www.elsevier.nl/locate;jhazamat](http://www.elsevier.nl/locate/jhazamat) >

COPEC (1974) “Plano Diretor”. Secretaria da Industria e Comercio, Salvador, 1980.

COPEC- Perfil das Empresas. 3ª. Edição. Camaçari, 1987.

COPEC -. Guia do Empresário. 2 ed. rev. – Camaçari: 1980

COPPOLA,P.D. “Introdition to International Disaster Management” Buterworth-Heinemann/Elsevier Piblication , 2006,

CRAM, D.J., HAMMOND,G,S., “ Organic Chemistry “ , MacGraw-Hill Book, New York,1964.

DIAS, G.F., “Fundamentos de Educação Ambiental” Universal Editora, Brasília, 2000.

DIETRIC, D., “The Logic of Failure”, Metropolitan Books, 1996., New York, 1996.

DILLEY, M., Schen, Robert S; Deichmann, Uwe; Lerner-Lam,Arthur; Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis, World Bank-Hazard Managment Unit, Washington , D.C., 2005.

EVANS,A.W.,VERLANDER,N.Q., “What Is Wrong with Criterion FN-Lines for Judging the Tolerability of Risk ?” , Risk Analyses, Vol.17, No 2, 1997. 5o. Forum de Devesa Civil de Camaçari, 2008

FRANCO, T.; REGO, M.; PEREIRA, R.; FRANCO, A.; BORGES, A.; DRUCK, G, “**Trabalho e Saúde no Pólo Petroquímico de Camaçari**”. In: Seminário Interdisciplinar Padrões Tecnológicos e Políticas de Gestão, São Paulo, 1998.

FRANCO, T et all : Riscos Industriais : **de desafios a instrumentos de opressão**. In Cadernos do CRH. Salvador, v. 20, p. 127-174, 1994

FREITAS, C.M PORTO, S.F.M.,. “**Problemas Ambientais e Vulnerabilidade**” Cesteh/Ensp/Fiocruz , Rio de Janeiro, 2002.

- FREITAS, C.M, “**Acidentes Industriais Ampliados**” Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, 2000.
- GARCIA, J.O. BARREIRO, G.T., “**Problemas de Ingenieria Química**”, Ediciones Juan Bravo, Madri, 1960.
- GEHLAWAT, K.J., “Bhopal disaster- a personal experience” Journal Loss Prevention in the Process Industries, 2005
- GUIMARÃES, R.B., Informações fornecida à pesquisa, 2008
- GOMES, A. G., VARRIALE, C., “**Modelagem de Ecosystemas**”, Editora UFSM, Santa Maria Rio Grande do Sul, 2001.
- GUILAM, M.C.R., “O Conceito de Risco – Sua utilização pela Epidemiologia, Engenharia e Ciências Sociais”. Dissertação de Mestrado. Disponível em < www.ensp.fiocruz.br/projetos/esterisco/maryfim1.htm > Acesso em 21/06/07
- GUNN, M, A, “Unnatural Disasters” , Greenwood Publishing Group,Inc, USA, 2003.
- GUPTA,J.P., “The Bhopal gas tragedy: could it have happened in a developed country ?”.Journal Loss Prevention, 2002. Disponível em < www.elsevier.com/locate/jlp >
- HAUPTMANN, U , “A risk-based approach to land-use planning” Journal of Hazardous Materials, 2005. disponível em : < [www.elsevier.nl/locate;jhazamat](http://www.elsevier.nl/locate/jhazamat) >
- HARDENBERGH, W. A, “Abastecimento e Purificação da Água”, Ed. International Textbook, Pennsylvania, 1963. 466p.
- IBGE : Perfil dos Municípios Brasileiros: Meio Ambiente 2002 , Rio de janeiro 2005.
Disponível em < http://www.ibge.gov.br/munic_meio_ambiente_2002.pdf > Acesso em 12/10/2008

IBP-Instituto Brasileiro de Petróleo, “Curso de Informação sobre Montagem de Plantas de Processos”, Rio de Janeiro, 1985.

KIPERSTOK, A. “Prevenção da Poluição”, Edição SENAI, Brasília, 2002.

KLETZ, T. Still Going Wrong! , “Cases Histories os Process Plant Disastrs and How They Could Have Been Avoided”, GPP Elsevier, Oxford, 2003. 239p.

LICKS, A. A S, “Melhor Isso do que Nada!” Tese de Doutorado apresentada a Universidade Federal da Bahia para a obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva, 2007. 209p.

LYRA, D.G. P., “Modelo Integrado de Gestão da Qualidade do Ar da Região Metropolitana de Salvador”. Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, para a obtenção do grau de Doutor em Engenharia Química, 2008. Disponível em www.4shared.com/file/98397979ead3/lyra.html . Acesso em 11 jun.2009.

NELSON,W.L., “ Petroleum Refinery Engineering”, MacGraw-Hill Book, New York,1959. 939p.

NETTO P. A. D, “Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitrados (NHPAs): uma revisão metodológica”, Quím. Nova vol.23 n.6 São Paulo Dec. 2000. Disponível em < www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid >. Acesso em 06 set 2008.

MATTOS, K.M.C., MATTOS, A. “Valoração Econômica do Meio Ambiente”, FAPESP - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. São Paulo, 2004.

INSTITUO BRASILEIRO DO PETRÓLEO. Manual de Ácido Clorídrico, MOPE/IBP, Rio de Janeiro, 1978.

CEPED. Manual Econômico da Industria Química-MEIQ/Centro de Pesquisas e Desenvolvimento.(Matérias-primas e Grupos Químicos). &.ed Camaçari: 1998-2004.

MINISTÉRIO DA FAZENDA, “Resenha Eletrônica”. Disponível em : www.fazenda.gov.br/resenhaeletronica/MostraMateria.asp?cod=470797 Acesso em 6 set. 2008.

MINK, W., “Inyeccion de Plásticos”, Editora CG, Barcelona, 1977.

MOTA, S., “Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos”, ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, 1995. 200p.

ORGEL, L.E., “Introdução à Química dos Metais de Transição”, Edgar Blucher, São Paulo, 1970.

OIT. Organização Internacional do Trabalho, 1999

PAIM, J.S, “Desafios para a Saúde Coletiva no Século XXI” EDUFBA, Salvador, 2006.

PERRY, J.H.,” Chemical Engineers Handbook” , MacGraw-Hill Book, New York, 1950.

PERRONE, R.C., “Introdução à Refinação do Petróleo”, Petrobrás, Rio de Janeiro, 1965.

POLIDO, W., “Seguros para Riscos Ambientais”, Editora Revista dos Tribunais, São Paulo, 2005. 638p.

PORTO, M.F.S., “Uma Ecologia Política dos Riscos”, Editora Fiocruz, Rio de Janeiro. 2007. 248p.

PNUD. Programa Apell, “Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências Locais” Disponível em : < www.uneptie.org/apell > . Acessado em 25 out 2008.

RAJAN, R.S., Bhopal : Vulnerability, Routinization, and the Chronic Disaster, 334.p

SHREVE, R.N., BRINK, J.A., “Indústria de Processos Químicos”, Editora Guanabara, Rio de Janeiro, 1967.

SORS, L., “Plásticos” , Hemus Editora, São Paulo, 200. P.151

SPINOLA, D.N. “Política de Localização Industrial e Desenvolvimento Regional: A Experiência da Bahia” - UNIVERSIDADE SALVADOR - UNIFACS, 2003. 342p.

VALLE C.E. & LAGE, H. “Meio Ambiente-Acidentes, Lições, Soluções” Editora SENAC, São Paulo, 2003. 256p.

VEYRET, Y. “Os Riscos”- O homem como agressor e vítima do meio ambiente, Editora Contexto, São Paulo, 2003. 320p.