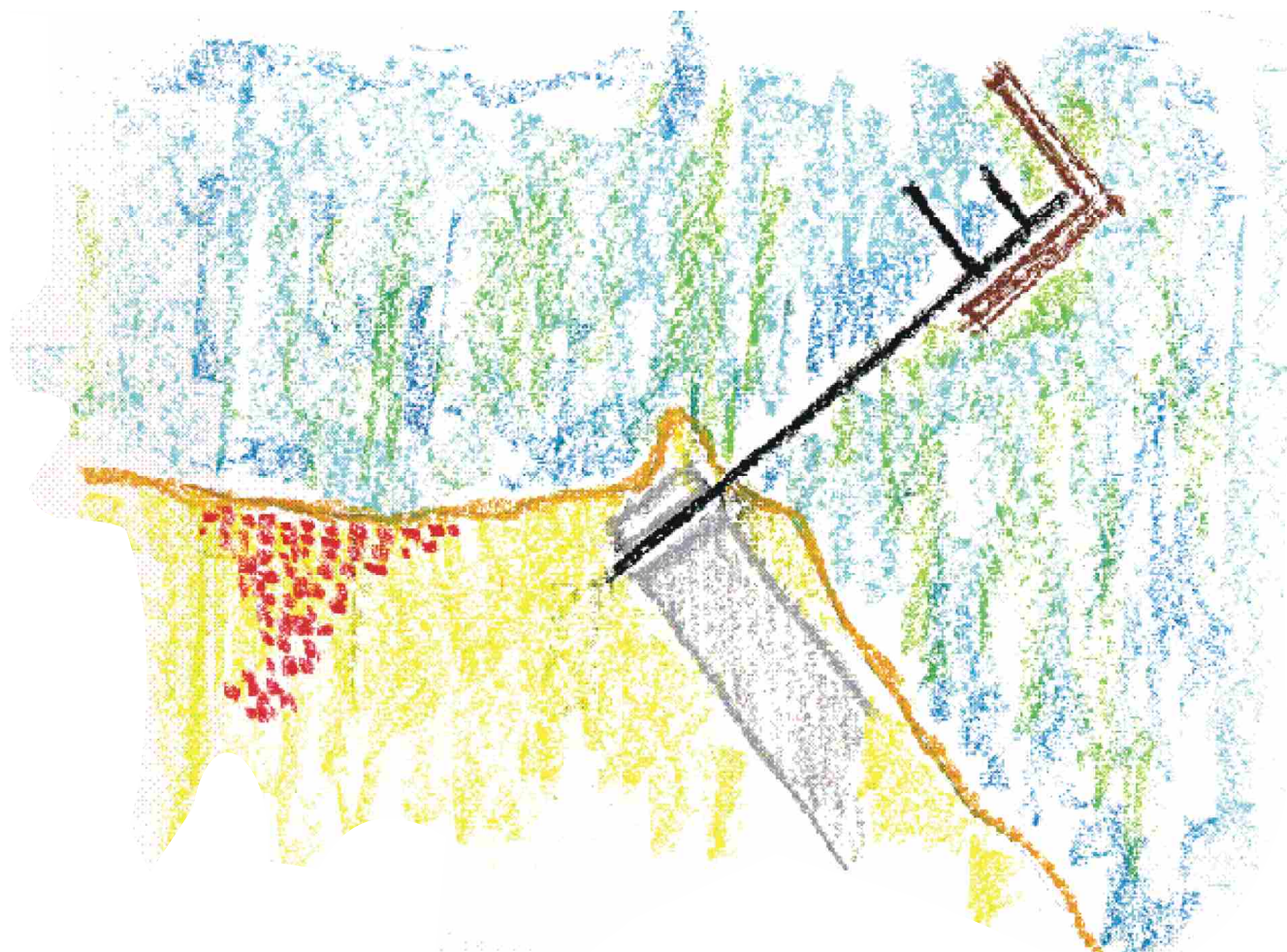


GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DA INFRA-ESTRUTURA - SEINFRA



**AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA - AAE
DO COMPLEXO INDUSTRIAL - PORTUÁRIO DO
PECÉM - CIPP E ÁREA DE INFLUÊNCIA**

RELATÓRIO N°02
DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DA AAE/CIPP

ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL
VOLUME 02
TOMO II



ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA ENGº PAULO DE FRONTIN - ASTEF
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

JULHO-2004
FORTALEZA - CEARÁ

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DA INFRA-ESTRUTURA – SEINFRA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA - AAE
DO COMPLEXO INDUSTRIAL - PORTUÁRIO DO
PECÉM - CIPP E ÁREA DE INFLUÊNCIA**

**RELATÓRIO Nº 02
DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DA
AAE/CIPP**

**MEIO FÍSICO NATURAL
VOLUME 02
TOMO II**



ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA ENGº PAULO DE FRONTIN - ASTEF
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

JULHO-2004
FORTALEZA-CEARÁ



GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

LÚCIO GONÇALO DE ALCÂNTARA

SECRETÁRIO DE INFRA-ESTRUTURA

LUIS EDUARDO BARBOSA DE MORAIS



ELABORAÇÃO

ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA ENG. PAULO DE FRONTIN - ASTEF

COORDENAÇÃO

AIRTON IBIAPINA MONTENEGRO JR. – Urbanista / Sub-coordenador – Estruturação do Território
HAMILTON FERREIRA GOMES DE ABREU – Engenheiro Mecânico / Sub-coordenador 01 – Arcabouço Infra-estrutural
JOANA D'ARC DE OLIVEIRA – Economista / Sub-coordenadora – Demografia e Sócio-Economia
MARCO AURÉLIO HOLANDA E CASTRO – Engenheiro Civil / Sub-coordenador 02 – Arcabouço Infra-estrutura
MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA – Geógrafo / Sub-coordenador – Meio Físico Natural
SÉRGIO ARMANDO DE SÁ BENEVIDES – Engenheiro Civil / Coordenador Geral

EQUIPE TÉCNICA

- MEIO FÍSICO NATURAL
 - AFRÂNIO GOMES FERNANDES – Botânico
 - EDSON VICENTE DA SILVA – Geógrafo
 - JORGE SATANDER FREIRE – Geólogo
 - LÚCIA BRITO DA CRUZ – Geógrafa
 - LUIZ GONÇAZAGA SALES – Zoólogo
 - MARIA ALDEMIZA GADELHA DE ALMEIDA – Geoprocessamento
 - MARIA LÚCIA BRITO DA CRUZ – Geógrafa
 - MARCOS AURÉLIO H. CASTRO – Engenheiro Civil
 - MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA – Geógrafo
 - MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA FILHO – Advogado
 - MANUEL RODRIGUES DE FREITAS FILHO – Geoprocessamento
 - VLADIA PINTO VIDAL DE OLIVEIRA – Geóloga
- DEMOGRAFIA E SÓCIO-ECONOMIA
 - ABRAHAM BENZAQUEM SICCÚ – Engenheiro de Produção
 - ALEXANDRE WEBER ARAGÃO VELOSO – Economista
 - JOANA D'ARC DE OLIVEIRA – Economista
 - LUCIANA CÉSAR TORRES MELO LIMA – Engenheira Civil
- ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL
 - ANTONIO PAULO DE HOLLANDA CAVALCANTE – Engenheiro Civil
 - CAMILLA ARAÚJO COLARES DE FREITAS – Advogada
 - FERNANDO ANTONIO BEZERRA DE MENESES – Engenheiro Civil
 - HAMILTON FERREIRA GOMES DE ABREU – Engenheiro Mecânico
 - JESUALDO PEREIRA DE FARIAS – Engenheiro Mecânico
 - MARCO AURÉLIO HOLANDA E CASTRO – Engenheiro Civil
 - MÁRIO ÂNGELO NUNES DE AZEVEDO FILHO – Engenheiro Civil
 - SÉRGIO ARMANDO DE SÁ BENEVIDES – Engenheiro Civil
- ESTRUTURAÇÃO DO TERRITÓRIO
 - ANA CRISTINA GIRÃO BRAGA – Arquiteta e Urbanista
 - EDUARDO ARAÚJO SOARES – Arquiteto e Urbanista
 - FAUSTO NILO COSTA JÚNIOR – Arquiteto e Urbanista
 - RENATA PARENTE PAULA PESSOA – Arquiteta e Urbanista

EQUIPE DE APOIO

ADRIANO DUARTE VIEIRA – Estagiário de Engenharia Civil
ANDRÉ MOURA DA SILVA – Corelista
DANIELLE ALVES LOPES – Digitadora
FERNANDA ELIAS FERNANDES – Secretária
HENRIQUE SOARES DE COIMBRA – Corelista
JEFFERSON GIRÃO BESSA – Estagiário de Engenharia Civil
MARCELO MAXIMILIANO DA COSTA – Digitador

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	01
INTRODUÇÃO	03
1.0 MEIO FÍSICO NATURAL	10
1.1 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS E OPERACIONAIS	12
1.1.1. MONTAGEM DA BASE CARTOGRÁFICA	12
1.1.1.1. Material Cartográfico e Equipamentos	12
1.1.1.2. Etapas do Geoprocessamento	12
1.1.1.3. Preparação da Cartografia Básica	15
1.1.2. CONCEITOS E PRINCÍPIOS	16
1.1.3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	17
1.1.3.1. Análise dos Atributos Geoambientais	18
1.1.3.2. Análise Integrada	19
1.1.3.3. Etapas do Roteiro Metodológico	19
1.2 DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL	20
1.2.1. CONFIGURAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA	20
1.2.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS E DA HIDRODINÂMICA MARINHA	23
1.2.2.1. Embassamento Cristalino	23
1.2.2.2. Coberturas Sedimentares	24
1.2.3. ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS E DA ECODINÂMICA	36
1.2.3.1. A Geomorfologia da Área do CIPP	38
1.2.3.2. As Unidades Geomorfológicas e as Feições do Modelado	39
1.2.4. ESTUDOS HIDRO-CLIMÁTICOS	58
1.2.4.1. Recursos Hídricos Superficiais	58
1.2.4.1.1. Fonte de Suprimento Atual de Água Bruta para o CIPP ..	67
1.2.4.1.2. Alternativa 1 para Suprimento Extra de Água Bruta para o CIPP	66
1.2.4.1.3. Alternativa 2 para Suprimento Extra de Água Bruta para o CIPP	69
1.2.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos	73

1.2.4.2.1.	Diagnóstico Atual da Exploração e Estimativa de Disponibilidade Potenciais no Município de Caucaia	75
1.2.4.2.2.	Diagnóstico Atual da Exploração e Estimativa de Disponibilidades Potenciais no Município de São Gonçalo do Amarante	76
1.2.4.3.	Mecanismo de Circulação Atmosférica	78
1.2.4.4.	Caracterização Climática	90
1.2.4.5.	Parâmetros Climáticos	90
1.2.4.6.	Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas	104
1.2.4.7.	Precipitação Média sobre uma Área	114
1.2.4.8.	Levantamento da Cobertura Vegetal das Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP	119
1.2.4.9.	Zoneamento da Permeabilidade nas Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP	120
1.2.5.	ESTUDOS DE SOLOS E DA BIODIVERSIDADE	140
1.2.5.1.	Classificação dos Solos e Avaliação das suas Características	140
1.2.5.2.	Condições Fitoecológicas: Vegetação e Flora	151
1.2.5.3.	Diagnóstico Faunístico	162
1.3	ELEMENTOS DE SUPORTE À ELABORAÇÃO DA AAE	191
1.3.1.	DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL E MATRIZ DE CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS NATURAIS HOMOGÊNEOS	191
1.3.1.1.	Procedimentos Adotados	192
1.3.1.2.	Os Sistemas Ambientais	193
1.4	ESTUDO AMBIENTAL E PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA ZONA DE AMORTECIMENTO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM-CE	205
1.4.1.	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM E DO ENTORNO IMEDIATO	206
1.4.1.1.	Os Ecossistemas do Entorno Imediato da Estação Ecológica	208
1.4.1.2.	A Estação Ecológica do Pecém: Contexto Geoecológico	213
1.4.2.	ASPECTOS JURIDICO-AMBIENTAIS	216
1.4.3.	CONFIGURAÇÃO DA FAIXA DE AMORTECIMENTO	225

1.4.4. MINUTA DE DECRETO DA REGULAMENTAÇÃO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM E DA ZONA DE AMORTECIMENTO	229
1.5 ANEXOS	235
2.0 ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL	324
2.1 INFORMAÇÕES GERAIS	245
2.2 INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE	246
2.3 ACESSIBILIDADE	246
2.3.1. MALHA RODOVIÁRIA ATUAL	247
2.3.1.1. Considerações Preliminares	247
2.3.1.2. Malha Rodoviária Atual na Área de Estudos	248
2.3.1.3. Sistema Viário do CIPP	248
2.3.1.4. O Sistema Viário na Área de Influência do CIPP	250
2.3.2. GRANDES INTERSEÇÕES	254
2.3.3. MALHA FERROVIÁRIA	254
2.3.4. SUPORTE AEROVIÁRIO	255
2.3.5. SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS	256
2.3.6. TRANSPORTE NÃO-MOTORIZADO	258
2.3.7. SISTEMA DE TRANSPORTE DE CARGA E INTEGRAÇÃO MODAL	258
2.4 ÁGUA BRUTA E TRATADA, ESGOTO SANITÁRIO E RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	259
2.4.1. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS	259
2.4.2. NECESSIDADES DE ÁGUA BRUTA	263
2.4.2.1. Fase I	263
2.4.2.1.1. Indústrias Primárias	263
2.4.2.1.2. Indústrias Secundárias	266
2.4.2.2. Fase II	270
2.4.2.2.1. Indústrias Primárias	270
2.4.2.2.2. Indústrias Secundárias	271
2.4.2.3. Fase III	272
2.4.2.3.1. Indústrias Primárias	272

2.4.2.3.2. Indústrias Secundárias	273
2.4.3. NECESSIDADES DE ÁGUA TRATADA	274
2.4.3.1. Para População Industrial	274
2.4.3.2. Para População Urbana	275
2.4.3.3. Instalações para Armazenamento de Água Tratada	277
2.4.4. NECESSIDADE TOTAL DE ÁGUA PARA TODO O COMPLEXO	280
2.4.5. CAPACIDADE DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA BRUTA	281
2.4.6. ESTIMATIVA DO ESGOTO SANITÁRIO GERADO	283
2.4.7. VAZÃO DE ESGOTO SANITÁRIO E INDUSTRIAL TRATADOS E DESPEJADOS NO MAR	284
2.4.8. RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS GERADOS	286
2.4.9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES (ÁGUA BRUTA E TRATADA, ESGOTO SANITÁRIO E RESÍDUOS SÓLIDOS)	287
2.5. DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	292
2.5.1. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS	292
2.5.1.1. Condições Existentes	292
2.5.1.2. O Complexo Industrial	292
2.5.1.3. Expansão da Área Urbana	293
2.5.1.4. Assistência de Saúde / Desenvolvimento Profissional	294
2.5.1.5. Lazer e Turismo	294
2.5.2. FONTES DE ENERGIA	295
2.5.2.1. Subestação de 230/69kv do Cahuipe	295
2.5.2.2. Subestação da Coelce de 69/13.8KV Situada no Meio da Região Industrial	295
2.5.2.3. Subestação de 69/13.8KV Localizada na Zona Portuária	295
2.5.2.4. A Usina Termelétrica de 250MW	295
2.5.2.5. A Usina Termelétrica de 270MW	295
2.5.3. SISTEMAS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO	297
2.5.3.1. Transmissão de 230KV	297
2.5.3.2. Transmissão de 69KV	298
2.5.3.3. Outras Recomendações para a Distribuição de 69KV	299

2.5.3.4.	Distribuição de 13,8KV	299
2.5.3.5.	Outras Recomendações para a Distribuição de 13.8KV	299
2.5.4.	POTÊNCIAS REQUERIDAS E RECOMENDAÇÕES	300
2.5.4.1.	Siderúrgica	300
2.5.4.2.	Indústrias do Pólo Metal-Mecânico	300
2.5.4.3.	Refinaria	301
2.5.4.4.	Indústrias do Pólo Petroquímico	302
2.5.4.5.	Usina de Re-gaseificação & Usinas Termelétricas	302
2.5.4.6.	Terminal Intermodal	302
2.5.4.7.	Planta de Tratamento de Água	302
2.5.4.8.	Outras Indústrias	302
2.5.4.9.	Áreas Urbanas	303
2.5.4.10.	Hospitais, Clínicas, Prédios Comerciais (Áreas Urbanas)	303
2.5.4.11.	Turismo e Lazer nas Áreas Urbanas	304
2.5.5.	DEMANDA TOTAL DE ENERGIA	304
2.5.5.1.	Complexo Industrial	304
2.5.5.2.	Áreas Urbanas	304
2.5.5.3.	Demanda de Energia para Iluminação Pública	305
2.5.5.4.	Demanda Total	305
2.5.6.	ALGUMAS PREOCUPAÇÕES COM O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO	306
2.6	SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO E TELEFONIA DO COMPLEXO INDUSTRIAL E DAS ÁREAS RESERVADAS A OCUPAÇÃO URBANA	307
2.6.1.	CONSIDERAÇÕES BÁSICAS	307
2.6.1.1.	Condições Existentes	307
2.6.1.2.	O Complexo Industrial	307
2.6.1.3.	Expansão da Área Urbana	307
2.6.1.4.	Assistência de Saúde / Desenvolvimento Profissional	308
2.6.1.5.	Lazer e Turismo	308
2.6.2.	REQUISITOS DE COMUNICAÇÕES DE CADA UNIDADE	309
2.6.2.1.	Siderúrgica, Laminação à Frio & Laminação à Quente	309

2.6.2.2.	Indústrias do Pólo Metal-Mecânico	309
2.6.2.3.	Refinaria de Petróleo	309
2.6.2.4.	Indústrias do Pólo Petroquímico	309
2.6.2.5.	Usina de Re-gaseificação	309
2.6.2.6.	Terminal Intermodal	310
2.6.2.7.	Usinas Termelétricas	310
2.6.2.8.	Estação de Tratamento de Água	310
2.6.2.9.	Outras Indústrias	310
2.6.2.10.	Áreas Urbanas	310
2.6.2.11.	Hospitais, Clínicas / Prédios Comerciais (Áreas Urbanas)	310
2.6.2.12.	Lazer e Turismo	310
2.6.3.	RECOMENDAÇÕES PARA O SISTEMA A SER IMPLANTADO	311
2.6.3.1.	Veículo de Comunicação para o Sistema de Transmissão	311
2.6.3.2.	Equipamentos do Sistema de Transmissão	311
2.6.3.3.	Instalação do Sistema de Transmissão & Informações Gerais	312
2.6.4.	RECOMENDAÇÕES	313
2.6.4.1.	Siderúrgica	313
2.6.4.2.	Refinaria de Petróleo	313
2.6.4.3.	Indústrias do Pólo Metal-Mecânico	313
2.6.4.4.	Indústrias do Pólo Petroquímico	313
2.6.4.5.	Usina de Re-gaseificação	314
2.6.4.6.	Terminal Intermodal	314
2.6.4.7.	Usinas Termelétricas	314
2.6.4.8.	Estação de Tratamento de Água	314
2.6.4.9.	Outras Indústrias	314
2.6.4.10.	Áreas Urbanas (Incluindo Hospitais, Clínicas, Pequenos Negócios, Lazer e Turismo)	314
2.6.4.11.	HUB de Comunicação Existente	315
2.7	NECESSIDADES DE GÁS NATURAL PARA O COMPLEXO INDUSTRIAL	315

2.7.1.	INDÚSTRIAS	315
2.7.1.1.	Indústrias Primárias	315
2.7.1.2.	Indústrias Secundárias	315
2.7.2.	CATEGORIAS DE INDÚSTRIAS	315
2.7.3.	INDÚSTRIAS PROPOSTAS	316
2.7.3.1.	Indústrias Primárias	316
2.7.3.2.	Fase I	316
2.7.3.3.	Fase II	316
2.7.3.4.	Fase III	316
2.7.3.5.	Indústrias Secundárias	317
2.7.3.5.1.	Indústrias Pólo Metal-Mecânico	317
2.7.3.5.2.	Indústrias do Pólo Petroquímico	318
2.7.3.5.3.	Indústrias Gerais	319
2.7.4.	CONSUMIDORES DE GÁS NATURAL	319
2.7.5.	FONTE DE SUPRIMENTO	319
2.7.6.	NECESSIDADE DE GÁS NATURAL	320
2.7.6.1.	Fase I	320
2.7.6.2.	Fase II	320
2.7.6.3.	Fase III	321
2.7.7.	TERMINAL DE IMPORTAÇÃO DE GÁS NATURAL LÍQUIDO	321
2.7.8.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	322
2.8	AVALIAÇÃO DE RISCOS NA OPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS INDUSTRIAIS DO CIPP (CARGA E DESCARGA DE MATÉRIAS PRIMAS, UNIDADE DE SIDERURGIA, REFINARIA DE PETRÓLEO, USINA TERMOELÉTRICA)	325
2.8.1.	CARGA E DESCARGA DE MATÉRIAS PRIMAS	328
2.8.2.	SIDERÚRGICA	377
2.8.3.	TERMELETRICA	403
2.8.4.	REFINARIA DE PETRÓLEO	422

RELAÇÃO DE QUADROS, FIGURAS, MAPAS E FOTOS

- QUADROS**

MEIO FÍSICO NATURAL

QUADRO Nº 01 -	RELAÇÃO DAS CARTAS NA ESCALA DE 1:100.000	12
QUADRO Nº 02 -	RELAÇÃO DAS ÓRBITAS E PONTO DAS IMAGENS	12
QUADRO Nº 03 -	RELAÇÃO DAS CARTAS NA ESCALA DE 1:50.000	15
QUADRO Nº 04 -	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA. FAIXA PRAIAL	49
QUADRO Nº 05 -	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA	50
QUADRO Nº 06 -	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE FLUVIAL	54
QUADRO Nº 07 -	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: GLACIS PRÉ-LITORÂNEOS	55
QUADRO Nº 08 -	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: MACIÇOS RESIDUAIS E CRISTAS – ÁREAS SERRANAS E CRISTAS (FORMAS AGUÇADAS) RESIDUAIS DISPERSAS PELA DEPRESSÃO SERTANEJA	56
QUADRO Nº 09 -	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: DEPRESSÃO SERTANEJA – SUPERFÍCIE PLANA OU LIGEIRAMENTE ONDULADA ELABORADA POR PROCESSOS DE PEDIPLANAÇÃO (SUPERFÍCIE DE EROÇÃO) TRUNCANDO VARIADOS TIPOS DE ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO	57
QUADRO Nº 10 -	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE S'TIOS NOVOS	60
QUADRO Nº 11 -	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA	62
QUADRO Nº 12 -	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE GAVIÃO	63
QUADRO Nº 13 -	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE CAHUIPE	65
QUADRO Nº 14 -	SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA	75
QUADRO Nº 15 -	ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL E POTENCIAL DAS ROCHAS CRISTALINAS DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA	75
QUADRO Nº 16 -	SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	76

QUADRO Nº 17 -	ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL E POTENCIAL DAS ROCHAS CRISTALINAS E SEDIMENTOS DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	77
QUADRO Nº 18 -	TEMPERATURA MÉDIA, MÍNIMA MÉDIA, MÁXIMA MÉDIA, MÍNIMA ABSOLUTA E MÁXIMA ABSOLUTA (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE FORTALEZA)	90
QUADRO Nº 19 -	EVAPORAÇÃO DE PICHÉ (MM)	94
QUADRO Nº 20 -	EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE “A” (MM)	94
QUADRO Nº 21 -	EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL EM FORTALEZA (MM)	95
QUADRO Nº 22 -	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA AAE DO CIPP .	96
QUADRO Nº 23 -	PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS (MM) SEGUNDO A FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO PEARSON III	97
QUADRO Nº 24 -	BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO <i>THORNTHWAITE & MATHER</i> (FORTALEZA)	100
QUADRO Nº 25 -	TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DO I_{EU} (%)	101
QUADRO Nº 26 -	SUB-TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DO I_A (%) OU DO I_U (%)	101
QUADRO Nº 27 -	TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DO I_{ET} (MM)	102
QUADRO Nº 28 -	TIPOS SUB-TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DA PORCENTAGEM DE VERÃO, DO I_{ET} (MM)	102
QUADRO Nº 29 -	ÍNDICES E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i>	102
QUADRO Nº 30 -	QUADRO-RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP.	114
QUADRO Nº 31 -	ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO	119
QUADRO Nº 32 -	VALORES DE CN PARA USO E CONDIÇÕES DO SOLO – ADAPTADA DE WILKEN, 1978, TUCCI, 1997 E RIGHETTO, 1998	121
QUADRO Nº 33 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA DIÁRIA NAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO CIPP	134
QUADRO Nº 34 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL NAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO CIPP	138

QUADRO Nº 35 -	CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS SOLOS	140
QUADRO Nº 36 -	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E LIMITAÇÕES NATURAIS DO SOLO	149
QUADRO Nº 37 -	UNIDADES DE VEGETAÇÃO, ESPÉCIES VEGETAIS REPRESENTATIVAS, FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS NAS UNIDADES GEOSISTÊMICAS DA AAE DO PORTO DO PECÉM	163
QUADRO Nº 38 -	INVENTÁRIO DA MASTOFAUNA OBSERVADA NA REGIÃO DO COMPLEXO INDUSTRIAL - PORTUÁRIO DO PECÉM, DURANTE O PERÍODO DE 2003	180
QUADRO Nº 39 -	INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003	180
QUADRO Nº 40 -	INVENTÁRIO DA HERPTOFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL DO PECÉM E NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM, DURANTE O PERÍODO DE 2002/2003	189
QUADRO Nº 41 -	CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL	195
QUADRO Nº 42 -	PRINCIPAIS ESPÉCIES DA VEGETAÇÃO SUBPERENIFÓLIA DE DUNAS	214
QUADRO Nº 43 -	ÁREAS DAS ESTAÇÕES ECOLÓGICAS 01 E 02	215
QUADRO Nº 44 -	SUB-ZONA 01 DA ZONA DE AMORTECIMENTO DUNAS FIXAS / DUNAS MÓVEIS	225
QUADRO Nº 45 -	SUB-ZONA 02 DA ZONA DE AMORTECIMENTO DUNAS FIXAS / PLANÍCIES FLÚVIO-MARINHAS	226
QUADRO Nº 46 -	SUB-ZONA 03 DA ZONA DE AMORTECIMENTO DUNAS FIXAS / ESPELHOS D'ÁGUA LACUSTRE E PLANÍCIES LACUSTRES	227
QUADRO Nº 47 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2871549	235
QUADRO Nº 48 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2871875	235
QUADRO Nº 49 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2871889	236
QUADRO Nº 50 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2872602	237
QUADRO Nº 51 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2882035	237
QUADRO Nº 52 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2872766	238
QUADRO Nº 53 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2872684	239

QUADRO Nº 54 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2872496	239
QUADRO Nº 55 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2871167	240
QUADRO Nº 56 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2871355	241
QUADRO Nº 57 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2872207	241
QUADRO Nº 58 -	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DO POSTO 2872305	242

ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL

QUADRO Nº 59 -	ESTIMATIVA DE POPULAÇÃO PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS E URBANAS	261
QUADRO Nº 60 -	VAZÕES DE CONSUMO DE ÁGUA BRUTA ESTIMADAS PARA A ÁREA INDUSTRIAL INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	274
QUADRO Nº 61 -	VAZÕES DE CONSUMO DE ÁGUA BRUTA ESTIMADAS PARA A ÁREA INDUSTRIAL EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	274
QUADRO Nº 62 -	VAZÕES DE CONSUMO DE ÁGUA TRATADA	274
QUADRO Nº 63 -	VAZÕES DE CONSUMO DE ÁGUA TRATADA POR UNIDADE DE OCUPAÇÃO URBANA	275
QUADRO Nº 64 -	VAZÕES DE CONSUMO DE ÁGUA TRATADA PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS E URBANA	276
QUADRO Nº 65 -	TEMPO DE DETENÇÃO ADOTADO PARA DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS	277
QUADRO Nº 66 -	VOLUME TOTAL DOS RESERVATÓRIOS DE ARMAZENAMENTO	277
QUADRO Nº 67 -	VOLUME NECESSÁRIO DE ARMAZENAMENTO SEGUNDO OS SETORES INDUSTRIAIS	278
QUADRO Nº 68 -	VOLUME NECESSÁRIO DE ARMAZENAMENTO SEGUNDO AS ÁREAS INDUSTRIAIS	279
QUADRO Nº 69 -	VAZÕES TOTAIS DE CONSUMO DE ÁGUA BRUTA INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	280
QUADRO Nº 70 -	VAZÕES TOTAIS DE CONSUMO DE ÁGUA BRUTA EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	280
QUADRO Nº 71 -	OFERTA GARANTIDA E DEMANDA ESTIMADA DE ÁGUA BRUTA INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	280
QUADRO Nº 72 -	OFERTA GARANTIDA E DEMANDA ESTIMADA DE ÁGUA BRUTA EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	281

QUADRO Nº 73 -	TEMPOS DE DETENÇÃO NECESSÁRIOS SEGUNDO AS DIVERSAS FASES DE IMPLANTAÇÃO	282
QUADRO Nº 74 -	CAPACIDADES DE MANUTENÇÃO DE VAZÕES CONSIDERANDO 02 DIAS DE TEMPO DE DETENÇÃO, INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	282
QUADRO Nº 75 -	CAPACIDADE DE MANUTENÇÃO DE VAZÕES CONSIDERANDO 02 DIAS DE TEMPO DE DETENÇÃO, EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	282
QUADRO Nº 76 -	VAZÕES DE ESGOTO SANITÁRIO ESTIMADAS SEGUNDO AS DIVERSAS FASES DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	283
QUADRO Nº 77 -	VAZÕES DE ESGOTO SANITÁRIO ESTIMADAS PARA AS ÁREAS URBANAS SEGUNDO AS DIVERSAS FASES DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	284
QUADRO Nº 78 -	VAZÕES DE ESGOTO SANITÁRIO ESTIMADAS PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS SEGUNDO AS DIVERSAS FASES DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	284
QUADRO Nº 79 -	VAZÕES DE ÁGUA BRUTA CONSUMIDA PELAS INDÚSTRIAS E ESTIMATIVAS DE VAZÕES EFLUENTES DE ESGOTO INDUSTRIAL TRATADO (INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS)	285
QUADRO Nº 80 -	VAZÕES DO ESGOTO INDUSTRIAL TRATADO, NÃO CONSIDERANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA BRUTA PARA AS TERMELÉTRICAS	285
QUADRO Nº 81 -	VAZÕES DE ESGOTO SANITÁRIO QUE ENTRA NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ESTIMATIVA DE VAZÕES EFLUENTES	285
QUADRO Nº 82 -	ESTIMATIVA DE ESGOTO TRATADO A SER DESPEJADO NO OCEANO (CONSIDERANDO QUE HAVERÁ O ABASTECIMENTO DE ÁGUA BRUTA PARA AS TERMELÉTRICAS)	286
QUADRO Nº 83 -	ESTIMATIVA DE ESGOTO TRATADO A SER DESPEJADO NO OCEANO (CONSIDERANDO QUE NÃO HAVERÁ O ABASTECIMENTO DE ÁGUA BRUTA PARA AS TERMELÉTRICAS)	286
QUADRO Nº 84 -	ESTIMATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS	286
QUADRO Nº 85 -	VAZÕES DE ÁGUA BRUTA NECESSÁRIAS PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	287

QUADRO Nº 86 -	VAZÕES DE ÁGUA BRUTA NECESSÁRIAS PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	287
QUADRO Nº 87 -	VAZÕES TOTAIS DE ÁGUA TRATADA NECESSÁRIAS INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	287
QUADRO Nº 88 -	VAZÕES TOTAIS DE ÁGUA BRUTA NECESSÁRIAS PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	287
QUADRO Nº 89 -	VAZÕES TOTAIS DE ÁGUA BRUTA NECESSÁRIAS PARA AS ÁREAS INDUSTRIAIS E URBANAS EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	288
QUADRO Nº 90 -	DÉFICIT DE ÁGUA BRUTA INCLUINDO AS TERMELÉTRICAS	288
QUADRO Nº 91 -	DÉFICIT DE ÁGUA BRUTA EXCLUINDO AS TERMELÉTRICAS ...	288
QUADRO Nº 92 -	TEMPOS DE DETENÇÃO NECESSÁRIOS ESTIMADOS	288
QUADRO Nº 93 -	ESGOTO SANITÁRIO TRATADO A SER DESPEJADO NO OCEANO	289
QUADRO Nº 94 -	ESGOTO TRATADO A SER DESPEJADO NO OCEANO (CONSIDERANDO QUE HAVERÁ O ABASTECIMENTO DE ÁGUA BRUTA PARA AS TERMELÉTRICAS)	289
QUADRO Nº 95 -	ESGOTO TRATADO A SER DESPEJADO NO OCEANO (CONSIDERANDO QUE NÃO HAVERÁ O ABASTECIMENTO DE ÁGUA BRUTA PARA AS TERMELÉTRICAS)	289
QUADRO Nº 96 -	RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS PELAS ÁREAS URBANAS E INDUSTRIAIS	289
QUADRO Nº 97 -	CRESCIMENTO POPULACIONAL ESTIMADO PARA AS ÁREAS URBANAS E INDUSTRIAIS	294
QUADRO Nº 98 -	DEMANDAS DE ENERGIA PARA AS TRÊS FASES DE IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO	306
QUADRO Nº 99 -	CRESCIMENTO POPULACIONAL ESTIMADO PARA CADA UMA DAS FASES DE IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO	308
QUADRO Nº 100 -	NECESSIDADE DE GÁS NATURAL	321
QUADRO Nº 101 -	CAPACIDADES DE ARMAZENAMENTO RECOMENDADAS PARA CADA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO	322
QUADRO Nº 102 -	NECESSIDADES DE GÁS NATURAL PARA AS INDÚSTRIAS PRIMÁRIAS PARA CADA FASE DE IMPLANTAÇÃO DO COMPLEXO	322

QUADRO Nº 103 - NÚMERO DE DERRAMES ACIMA DE 7 T	336
QUADRO Nº 104 - QUANTIDADE DE ÓLEO DERRAMADO POR ANO	338
QUADRO Nº 105 - SELEÇÃO DOS MAIORES DERRAMES DE ÓLEO NO MUNDO	340
QUADRO Nº 106 - INCIDÊNCIA DE DERRAMES <i>VERSUS</i> CAUSAS, 1974 – 2001	342
QUADRO Nº 107 - PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO EVENTO	365
QUADRO Nº 108 - SEVERIDADE DAS CONSEQUÊNCIAS DO EVENTO	365
QUADRO Nº 109 - DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO	366
QUADRO Nº 110 - HIPÓTESE ACIDENTAL	366
QUADRO Nº 111 - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR	367
QUADRO Nº 112 - QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO REGISTRADOS, POR MOTIVO, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS (CNAE) – 1998 / 2000	382
QUADRO Nº 113 - NÚMERO DE TRABALHADORES QUE SOFRERAM ACIDENTES FATAIS E GRAVES NÃO FATAIS INVESTIGADOS ENTRE JULHO/2001 E ABRIL/2002, SEGUNDO CNAE	382
QUADRO Nº 114 - NÚMERO DE TRABALHADORES QUE SOFRERAM ACIDENTES FATAIS E GRAVES NÃO FATAIS INVESTIGADOS ENTRE JULHO/2001 E ABRIL/2002, SEGUNDO CNAE	393
QUADRO Nº 115 - CARGA TÍPICA PARA A PRODUÇÃO DE 1.000 KG DE GUSA CONTENDO 3,4-4,5% DE CARBONO	395
QUADRO Nº 116 - ESTIMATIVA DE COMPOSIÇÃO PARA O GÁS DE ALTO FORNO NA LINHA DE SAÍDA	395
QUADRO Nº 117 - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR	397
QUADRO Nº 118 - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR	414
QUADRO Nº 119 - PRODUTOS E APLICAÇÕES	424
QUADRO Nº 120 - PRINCIPAIS ACIDENTES COM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS OCORRIDAS NESTE SÉCULO	429
QUADRO Nº 121 - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR	441

• **FIGURAS**

INTRODUÇÃO

FIGURA Nº 01 -	ASPECTO GERAL DA COMPANHIA PETROQUÍMICA <i>THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY</i> APÓS O INCÊNDIO	07
----------------	---	----

MEIO FÍSICO NATURAL

FIGURA Nº 02 -	FLUXOGRAMA METODOLÓGICO	22
FIGURA Nº 03 -	VARIAÇÃO DO NÍVEL DAS MARÉS REGISTRADA NO PORTO DE MUCURIBE REFERENTE AO PERÍODO ENTRE MAIO E JUNHO DE 1995	36
FIGURA Nº 04 -	CURVAS DE GARANTIA, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE SÍTIOS NOVOS	61
FIGURA Nº 05 -	CURVAS DE GARANTIA DE VAZÕES, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE GAVIÃO	64
FIGURA Nº 06 -	CURVAS DE GARANTIA DE VAZÕES, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE CAHUIPE	66
FIGURA Nº 07 -	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO INDICANDO A POSIÇÃO MAIS AO NORTE DAS FRENTES FRIAS QUE AFETAM, O NORDESTE DO BRASIL E A NEBULOSIDADE ASSOCIADAS A ELAS ESTENDENDO-SE AO OESTE DA REGIÃO E AMAZÔNIA	80
FIGURA Nº 08 -	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÉRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR - VCAS	81
FIGURA Nº 09 -	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA A LINHA DE INSTABILIDADE	82
FIGURA Nº 10 -	ESQUEMATIZAÇÃO DA CÉLULA DE <i>WALKER</i> SOBRE A BACIA DO PACÍFICO TROPICAL	83
FIGURA Nº 11 -	ESQUEMATIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE GRANDE ESCALA NO SENTIDO ZONAL (CÉLULA <i>WALKER</i>) MODIFICADA EM ASSOCIAÇÃO AO EPISÓDIO EL-NIÑO SOBRE O OCEANO PACÍFICO	84
FIGURA Nº 12 -	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA TÍPICA DA DISTRIBUIÇÃO DE TSM NO ATLÂNTICO	85
FIGURA Nº 13 -	EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS PENTADAS DO EIXO MÉDIO DA ZCIT SOBRE A LONGITUDE DE 35°W, SOBRE O ATLÂNTICO TROPICAL	89

FIGURA Nº 14 -	TEMPERATURAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE FORTALEZA	91
FIGURA Nº 15 -	FIGURA REPRESENTATIVA DAS DIREÇÕES E VALORES DOS VENTOS ESTUDADOS	93
FIGURA Nº 16 -	EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MÉDIA DE THORNTHWAITE E DE HARGREAVES	95
FIGURA Nº 17 -	BALANÇO HÍDRICO DE THORNTHWAITE E MATHER	99
FIGURA Nº 18 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2871549	235
FIGURA Nº 19 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2871875	236
FIGURA Nº 20 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2871889	236
FIGURA Nº 21 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2872602	237
FIGURA Nº 22 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2882035	238
FIGURA Nº 23 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2872766	238
FIGURA Nº 24 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2872684	239
FIGURA Nº 25 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2872496	240
FIGURA Nº 26 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2871167	240
FIGURA Nº 27 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2871355	241
FIGURA Nº 28 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2872207	242
FIGURA Nº 29 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL DO POSTO 2872305	242

ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL

FIGURA Nº 30 -	LAYOUT DEMONSTRATIVO DO BLEVE EM SAN JUANITO, NA CIDADE DO MÉXICO. A EXPANSÃO DA BOLA DE GÁS INCANDESCENTE SE SITUA INICIALMENTE EM CIMA DA ESFERA 1, QUE EXPLODIU. DEPOIS É DESLOCADA PELO VENTO PROVOCANDO MAIS DESTRUIÇÃO	326
FIGURA Nº 31 -	NÚMERO DE DERRAMES ACIMA DE 7(SETE) TONELADAS	337
FIGURA Nº 32 -	QUANTIDADE DE ÓLEO DERRAMADO	339
FIGURA Nº 33 -	INCIDÊNCIA DE DERRAMES < 7 TONELADAS - 1974/2001	343
FIGURA Nº 34 -	INCIDÊNCIA DE DERRAMES DE 7 A 700 TONELADAS DE ÓLEO - 1974/2001	344

FIGURA Nº 35 -	INCIDÊNCIA DE DERRAMES DE ÓLEO > 700 TONELADAS - 1974/2001	345
FIGURA Nº 36 -	ESQUEMA DE REFINO DO PETRÓLEO	423
•	FOTOS	
MEIO FÍSICO NATURAL		
FOTO Nº 01 -	AÇUDE SÍTIOS NOVOS	60
FOTO Nº 02 -	AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA	62
FOTO Nº 03 -	AÇUDE GAVIÃO	63
FOTO Nº 04 -	AÇUDE CAHUIPE	65
FOTO Nº 05 -	1ª FASE DO EIXO DE INTEGRAÇÃO (CASTANHÃO - MORADA NOVA)	72
FOTO Nº 06 -	ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL-ZCIT	79
FOTO Nº 07 -	IMAGEM DE SATÉLITE MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DA ZCIT E DE UMA FRENTE FRIA	80
FOTO Nº 08 -	IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-5, CANAL INFRA- VERMELHO	81
FOTO Nº 09 -	IMAGEM DE SATÉLITE MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NO LITORAL DO MARANHÃO	82
FOTO Nº 10 -	IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-5 NO CANAL INFRA- FERMELHO	83
FOTO Nº 11 -	COMBINAÇÃO DAS IMAGENS GLOBAIS DO SATÉLITE METEOSAT-VI NO CANAL INFRA-VERMELHO ENTRE OS DIAS 21 - 28/MARÇO/97	88
ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL		
FOTO Nº 12 -	INCÊNDIO EM NAVIO TANQUE NO TERMINAL DE COMBUSTÍVEIS	329
FOTO Nº 13 -	MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E DESCARGA NA ÁREA DOS PÍER I E II	330
FOTO Nº 14 -	MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E DESCARGA NO PÁTIO DE ARMAZENAMENTO	332
FOTO Nº 15 -	NAVIO BANDEIRA LIBERIANA INVADINDO UM CENTRO COMERCIAL ÀS MARGENS DO RIO MISSISSIPI - EUA	334

FOTO Nº 16 -	MANCHA DE ÓLEO ESPALHANDO-SE NO RIO IGUAÇU	346
FOTO Nº 17 -	ÓLEO DO NAVIO PRESTIGE DERRAMADO NAS PRAIAS DO LITORAL ESPANHOL	347
FOTO Nº 18 -	ÓLEO DERRAMADO PRÓXIMO A UM PÍER PETROLEIRO NA FRANÇA	348
FOTO Nº 19 -	VOLUME DE AERODISPERSÓIDES (FUMAÇA) EMANADOS PELAS CHAMINÉS DE UMA SIDERÚRGICA	380
FOTO Nº 20 -	USINA <i>RYE HOUSE</i> COM CAPACIDADE PARA 719 MW, INSTALADA NO REINO UNIDO	403
FOTO Nº 21 -	USINA <i>KING'S LYNN</i> COM CAPACIDADE PARA GERAR 347 MW, <i>NORFOLK</i> , REINO UNIDO	404
FOTO Nº 22 -	USINA DA <i>DOSWELL</i> , COM CAPACIDADE PARA GERAR 664 MW, SITUADA NO ESTADO DE VIRGÍNIA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA	404
FOTO Nº 23 -	TURBINA A GÁS COM CAPACIDADE DE GERAR 150 MW	408
FOTO Nº 24 -	GERAÇÃO DE VAPOR DÁGUA EM USINA TERMELÉTRICA COM COGERAÇÃO	410
FOTO Nº 25 -	DUTOS DE PETRÓLEO E DERIVADOS, DE UMA REFINARIA	426
FOTO Nº 26 -	INCÊNDIO NA REFINARIA DE <i>CONOCO</i>	433
FOTO Nº 27 -	ESFERA INCENDIANDO APÓS O BLEVE E CALOTA DE UMA DAS ESFERAS QUE EXPLODIU TOTALMENTE	434
FOTO Nº 28 -	ESFERAS E CILINDROS EXPLODIDOS DURANTE O BLEVE	435
FOTO Nº 29 -	CILINDROS EXPLODIDOS PELO BLEVE	435
FOTO Nº 30 -	ÁREA DO TERMINAL E DAS MORADIAS ARRASADAS PELO BLEVE	436
FOTO Nº 31 -	<i>FLIXBOROUGH</i>	436
FOTO Nº 32 -	ASPECTO GERAL DA PLANTA DE <i>FLIXBOROUGH</i>	437
FOTO Nº 33 -	COMPANHIA PETROQUÍMICA <i>THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY</i>	437
FOTO Nº 34 -	ASPECTO GERAL DA COMPANHIA PETROQUÍMICA <i>THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY</i> APÓS O INCÊNDIO	438

• **MAPAS**

MEIO FÍSICO NATURAL

MAPA Nº 01 -	BASE CARTOGRÁFICA	13
MAPA Nº 02 -	GEOAMBIENTAL	21
MAPA Nº 03 -	GEOMORFOLÓGICA	37
MAPA Nº 04 -	MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA ÁREA DO CIPP	58
MAPA Nº 05 -	RESERVATÓRIOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS NA REGIÃO DA AAE	59
MAPA Nº 06 -	AÇUDE SÍTIOS NOVOS E SISTEMA DE EDUCAÇÃO DE ÁGUA BRUTA PARA O CIPP	67
MAPA Nº 07 -	ALTERNATIVA 01: CANAL DE LIGAÇÃO DO AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA COM O AÇUDE SÍTIOS NOVOS	68
MAPA Nº 08 -	ALTERNATIVA 02: LIGAÇÃO ENTRE O SISTEMA DA RMF E O CIPP	69
MAPA Nº 09 -	EIXO DE INTEGRAÇÃO CASTANHÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA	71
MAPA Nº 10 -	EQUIPOTENCIAIS NA ÁREA DA AAE	74
MAPA Nº 11 -	DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS DE CAPTAÇÃO NA ÁREA LIMITE DO CIPP	74
MAPA Nº 12 -	EIXO DE CONFLUÊNCIA DOS VENTOS ALÍSIOS DE SUDESTE COM NORDESTE - ZCIT	79
MAPA Nº 13 -	TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO PACÍICO	85
MAPA Nº 14 -	EVOLUÇÃO ESQUEMÁTICA DAS OSCILAÇÕES NO CAMPO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA (ROL) CO ESCALA DE TEMPO ENTRE 28-72 DIAS	86
MAPA Nº 15 -	SÉRIE TEMPORAL DAS ANOMALIAS PENTADAIS DE ROL, MEDIDAS ENTRE 5°N - 5°S AO LONGO DO GLOBO, DE 01/OUTUBRO/96 ATÉ 20/ABRIL/97	87
MAPA Nº 16 -	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	97
MAPA Nº 17 -	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	98

MAPA Nº 18 -	ISSO CV'S NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	99
MAPA Nº 19 -	CLASSIFICAÇÃO DE <i>KOPPEN</i>	103
MAPA Nº 20 -	CLASSIFICAÇÃO DE <i>GAUSSEN</i>	104
MAPA Nº 21 -	BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	105
MAPA Nº 22 -	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO JUÁ	106
MAPA Nº 23 -	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO CAHUIPE	106
MAPA Nº 24 -	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO GERERAÚ	107
MAPA Nº 25 -	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO GONÇALO	107
MAPA Nº 26 -	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO CURU	108
MAPA Nº 27 -	ISOZONAS DO CEARÁ	118
MAPA Nº 28 -	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO JUÁ	122
MAPA Nº 29 -	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO CAHUIPE ..	122
MAPA Nº 30 -	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO GERERAÚ	123
MAPA Nº 31 -	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DE SÃO GONÇALO	123
MAPA Nº 32 -	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO CURU	124
MAPA Nº 33 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	125
MAPA Nº 34 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	125
MAPA Nº 35 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	126
MAPA Nº 36 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	126
MAPA Nº 37 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	127
MAPA Nº 38 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	127
MAPA Nº 39 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAHUIPE (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	128
MAPA Nº 40 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAHUIPE (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	128

MAPA Nº 41 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAHUIPE (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	129
MAPA Nº 42 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	129
MAPA Nº 43 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	130
MAPA Nº 44 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ) PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	130
MAPA Nº 45 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	131
MAPA Nº 46 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	131
MAPA Nº 47 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	132
MAPA Nº 48 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	132
MAPA Nº 49 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	133
MAPA Nº 50 -	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	133
MAPA Nº 51 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO MARANGUAPINHO	135
MAPA Nº 52 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CEARÁ	135
MAPA Nº 53 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO JUÁ	136
MAPA Nº 54 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CAHUIPE	136
MAPA Nº 55 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO GERERAÚ	137
MAPA Nº 56 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO	137
MAPA Nº 57 -	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANULA DA BACIA DO RIO CURU	138

MAPA Nº 58 -	SOLOS	142
MAPA Nº 59 -	COBERTURA VEGETAL / USO DA TERRA	152
MAPA Nº 60 -	ZONA DE AMORTECIMENTO	228

ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL

MAPA Nº 61 -	ÁREA LIMITE DA AAE DO CIPP	244
MAPA Nº 62 -	SISTEMA VIÁRIO DA ÁREA DO CIPP E DA RMF	251
MAPA Nº 63 -	MALHA DA COMPANHIA FERROVIÁRIA DO NORDESTE - CFN ..	255
MAPA Nº 64 -	INFRA-ESTRUTURA EXISTENTE	260
MAPA Nº 65 -	ÁGUA BRUTA E TRATADA, ESGOTO SANITÁRIO E RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	262
MAPA Nº 66 -	USINA DE SIDERURGIA	263
MAPA Nº 67 -	REFINARIA	264
MAPA Nº 68 -	USINAS TERMELÉTRICAS	265
MAPA Nº 69 -	PÓLO METAL-MECÂNICO	266
MAPA Nº 70 -	PÓLO PETROQUÍMICO	267
MAPA Nº 71 -	LOTEAMENTO INDUSTRIAL PROJETADO	268
MAPA Nº 72 -	ADUTORAS	269
MAPA Nº 73 -	ÁREAS URBANAS	275
MAPA Nº 74 -	ÁREAS INDUSTRIAIS E URBANAS	276
MAPA Nº 75 -	RESERVATÓRIOS, ADUTORAS E REDES DE DISTRIBUIÇÃO	279
MAPA Nº 76 -	RESERVATÓRIO DE ÁGUA	283
MAPA Nº 77 -	REDES, ETE'S E EMISSÁRIOS DE ESGOTOS	290
MAPA Nº 78 -	DRENAGEM COM LAGOS, RIOS E SUB-BACIAS DE MICRODRENAGEM	291
MAPA Nº 79 -	REDES ELÉTRICAS, SUBESTAÇÕES E TERMELÉTRICAS	295
MAPA Nº 80 -	REDES ELÉTRICAS	297
MAPA Nº 81 -	REDES ELÉTRICAS DE TRANSMISSÃO	301
MAPA Nº 82 -	TERMINAL INTERMODAL	303
MAPA Nº 83 -	ÁREAS URBANAS EXISTENTES, ÁREAS URBANAS PROJETADAS E ARRUMAMENTOS PROJETADOS	305

MAPA Nº 84 -	GASODUTO	323
MAPA Nº 85 -	MAPEAMENTO DOS MAIORES DERRAMES DE ÓLEO NO MUNDO	341
MAPA Nº 86 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 1	349
MAPA Nº 87 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 1	350
MAPA Nº 88 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 2	350
MAPA Nº 89 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 2	351
MAPA Nº 90 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 2	351
MAPA Nº 91 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 7 HORAS PARA O CENÁRIO 3	352
MAPA Nº 92 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 4	352
MAPA Nº 93 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 12 HORAS PARA O CENÁRIO 4	353
MAPA Nº 94 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 5	353
MAPA Nº 95 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 5	354
MAPA Nº 96 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 6	354
MAPA Nº 97 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 6 HORAS PARA O CENÁRIO 6	355
MAPA Nº 98 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 7	355
MAPA Nº 99 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 7	356
MAPA Nº 100 -	PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 8	356
MAPA Nº 101 -	PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 8 HORAS PARA O CENÁRIO 8	357

MAPA Nº 102 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 9	357
MAPA Nº 103 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 9	358
MAPA Nº 104 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 10	358
MAPA Nº 105 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 10	359
MAPA Nº 106 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 11	359
MAPA Nº 107 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 14 HORAS PARA O CENÁRIO 11	360
MAPA Nº 108 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 12	360
MAPA Nº 109 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 12 HORAS PARA OP CENÁRIO 12	361
MAPA Nº 110 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 13	361
MAPA Nº 111 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 13	362
MAPA Nº 112 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 14	362
MAPA Nº 113 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 8 HORAS PARA O CENÁRIO 14	363
MAPA Nº 114 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 15	363
MAPA Nº 115 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 15	364
MAPA Nº 116 -	PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 16	364
MAPA Nº 117 -	PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 8 HORAS PARA O CENÁRIO 16	365

2.0 - ARCABOUÇO INFRA-ESTRUTURAL



2.8 AVALIAÇÃO DE RISCOS NA OPERAÇÃO DAS ESTRUTURAS INDUSTRIAIS DO CIPP (CARGA E DESCARGA DE MATÉRIAS PRIMAS, UNIDADE DE SIDERURGIA, REFINARIA DE PETRÓLEO, USINA TERMOELÉTRICA).

A Avaliação dos Riscos de Operação das Estruturas Industriais do Complexo Industrial – Portuário do Pecém tem como objetivo fornecer ao Plano Estratégico Operacional do CIPP, e demais áreas estudadas, dados históricos e avaliações preliminares de riscos que possibilitem um desenvolvimento sustentável ao projeto, no que diz respeito a aspectos operacionais e de segurança, permitindo por antecipação, ações preventivas que assegurem a saúde e segurança do trabalhador, dos habitantes da região, a confiabilidade operacional e a permanente manutenção do meio ambiente.

As grandes catástrofes mundiais, que ceifaram inúmeras vidas inocentes e impulsionaram milhares de ações indenizatórias, deveram-se, principalmente, à falta de um Plano de Contingência, e em paralelo, à falta de organização no que se refere a ocupação do solo por parte da população nativa e/ou migrante, impulsionada pela demanda de mão de obra.

Um dos grandes exemplos de catástrofe é o ocasionado por um *BLEVE – Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* –, como o ocorrido em San Juanito, na Cidade do México.

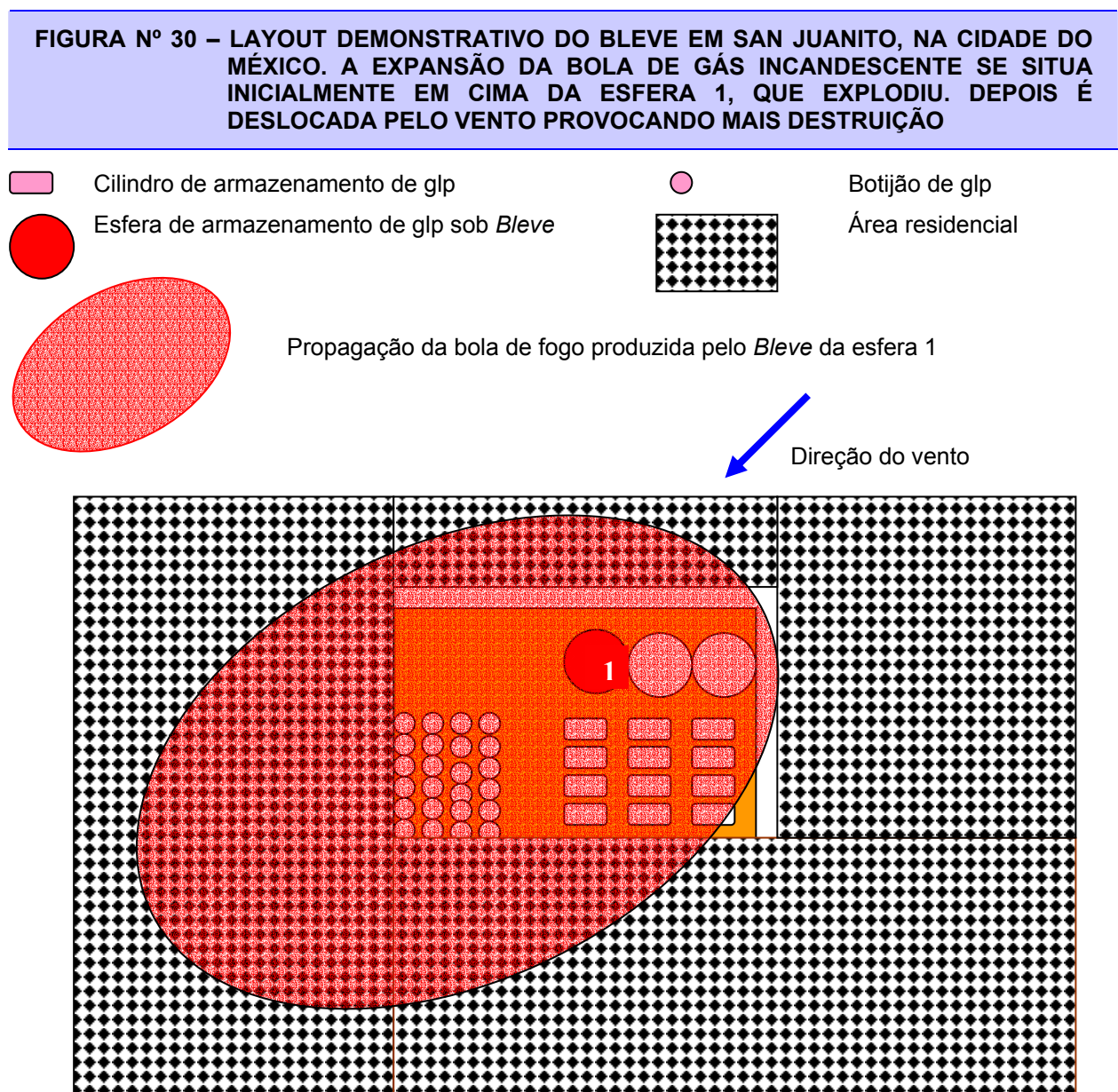
O *Bleve* trata-se de uma explosão do gás liquefeito de petróleo (GLP ou gás de cozinha, como é mais conhecido), de forma devastadora, podendo atingir áreas superiores a 400 metros de diâmetro, quando armazenado em uma esfera. No caso do armazenamento ser feito em cilindros, o *Bleve* também pode ocorrer, permitindo que o cilindro se parta em duas seções, e que uma dessas partes se desloque como se fosse um foguete, atingindo áreas situadas a mais de 1000 (mil) metros do local da explosão. Ou seja, além da ação severa do fogo, destrói tudo que encontrar à sua frente devido ao impacto.

No dia 19 de novembro de 1984, nos arredores da Cidade do México, na localidade de San Juanito, devido a um vazamento de gás que se espalhou pelo solo (o glp é mais pesado do que o ar) até atingir casas de moradores da região, ocorreu um *Bleve* de proporções dantescas. No momento em que o gás entrou em contato com uma fonte de ignição (fogão acesso, descarga de um carro, acendimento de um fósforo, etc.), explodiu, devastando 10 cas as e matando seus moradores, e retornando até a área de armazenamento de glp, começou a aquecer uma das esferas, até que, com aproximadamente 20 (vinte) minutos sob intenso calor, ocorreu crescimento anormal da pressão interna do recipiente, rompendo a calota superior, produzindo o *bleve*, e seqüenciando uma série de outras explosões. Essa tragédia, provocou a morte de mais de 600 pessoas, além de milhares de vítimas que guardaram no corpo, as marcas *do dia em que o céu pegou fogo*, título dado a uma reportagem feita pela NFPA – National Fire Protection Association. Esse relato é uma prova indiscutível da necessidade de uma política de controle, permanente, das áreas habitacionais que serão implantadas próximo aos empreendimentos industriais do CIPP, enfatizando que somente

deverão ser aprovados loteamentos para construção de moradias e empreendimentos, a uma distância mínima de 300 a 400 metros das áreas industriais, principalmente, daquelas que lidam com a manufatura e/ou armazenamento de GLP.

Na Cidade do México, o elevado número de mortos se deu, principalmente, em virtude das moradias ficarem contíguas à empresa distribuidora de gás.

Para se ter uma melhor compreensão sobre o poder de destruição de um *bleve*, o *layout* abaixo demonstra a abrangência de sua ação (FIGURA Nº 30)



Certamente, um *bleve* não se trata de catástrofe que ocorre normalmente. As estatísticas vêm demonstrando que a probabilidade de ocorrência de um acidente como o do México ou como o da Refinaria Duque de Caxias no Estado do Rio de Janeiro, quando comparado a outros tipos de acidentes devido a outras fontes, está na classificação *Muito Remota*, ou seja, as tecnologias aplicadas aos equipamentos de contensão de glp, tais como esferas e cilindros, vêm cada vez mais sendo rígidas quanto à segurança, além das condições preventivas e preditivas aplicadas.

Um exemplo de trabalho responsável é o que está implantado pelas empresas e órgãos governamentais situados na região que abrange o Pólo Industrial do Mucuripe, através da implantação do PAM – Plano de Auxílio Mútuo, onde um dos grandes problemas da região era a falta de treinamento tanto do pessoal próprio, da comunidade e dos órgãos públicos, inclusive, do Corpo de Bombeiros, como também, a maioria das empresas não possuía reserva de água suficiente para combater, pelo menos, um incêndio de médias proporções.

O layout da região do Mucuripe, se assemelha ao de San Juanito, onde ocorreu o *Bleve* na Cidade do México. A refinaria, as distribuidoras de gás e dos demais derivados de petróleo, são circundados por uma densa comunidade, que ali se fixou para se localizar mais próximo ao emprego.

Porém, de 1990 para cá, além do processo contínuo de treinamento individualizado e dos simulados com participação de todas as empresas, a comunidade é convidada a fazer parte das ações, sendo alertada para procedimentos que evitem o pânico e a redirecione na rota de fuga correta. O Corpo de Bombeiros, indicado pelas empresas, como o coordenador do PAM, participa efetivamente de todos os treinamentos e é o responsável pelo programa de orientação da população.

Qual a diferença então?

Caso haja um *bleve*, por que morreram tantas vítimas na explosão no México e seria minimizado o número de mortos no Pólo Industrial do Mucuripe?

A diferença é simples. As esferas e cilindros hoje existentes nas distribuidoras e na refinaria seguem o que há de mais moderno em termos de segurança operacional, seguindo regimento todas as determinações existentes em norma, além de serem avaliadas de forma periódica, quanto ao estado físico das suas estruturas metálicas. Também, enquanto no México, a distribuidora de GLP não tinha reserva de água de incêndio suficiente para manter a temperatura das esferas e cilindros dentro dos valores de tensões de segurança, o Pólo Industrial, considerando o seu conjunto, possui reserva de água de incêndio que se adequa a qualquer situação de grande risco. Fora isso, há como conectar água salgada ao sistema de distribuição de água para uso em incêndios, tornando o reservatório de água, inesgotável.

De qualquer forma, a ocorrência de um *bleve* no Pólo Industrial do Mucuripe poderá vir a provocar grandes prejuízos materiais, mas certamente, muitas vidas serão salvas em função da eficácia do Plano de Contingência ali existente.

No CIPP, tratando-se de uma estrutura industrial que está se implantando, as condições de segurança tendem a ser mais propícias e promotoras de condições que reduzam em muito, estatisticamente, os níveis de riscos observados nos outros grandes centros industriais com mais tempo de operação. Para tanto, a análise histórica de acidentes ocorridos com empreendimentos similares, proporcionará subsídios importantíssimos para a montagem de cenários que apliquem programas preventivos calcados na mais moderna técnica de Controle de Incidentes Industriais.

O CIPP em sua fase inicial será composto por quatro grandes complexos industriais, divididos na área de Carga e Descarga de Matérias Primas; na Siderúrgica; na Refinaria de Petróleo e na Usina Termoelétrica. Cada um desses empreendimentos possui características bastante próprias e o histórico operacional deles no Brasil e no Mundo reflete uma preocupação quanto aos acidentes já ocorridos, avaliando-se suas causas e efeitos.

2.8.1 CARGA E DESCARGA DE MATÉRIAS PRIMAS

- **Histórico**

O Complexo Portuário do Pecém representará, em um futuro bem próximo, uma área de extensa atividade portuária, não somente no movimento de cargas sólidas, como também, no de cargas líquidas e gasosas, na sua maioria, nesse caso, derivadas do petróleo.

As cargas sólidas, tais como minério de ferro, granéis diversos, *containers*, rochas ornamentais, grãos, etc, representam possibilidade de acidentes mecânicos devido a eventos de falha nos equipamentos de guindar, tanto do porto, como das embarcações.

No caso dos produtos gasosos e líquidos, derivados de petróleo, considerando-se a existência do *Limite de Inflamabilidade* (capacidade de entrar em combustão), que é uma característica própria desses combustíveis, as operações se tornam mais complexas, e conseqüentemente, de maior risco. Além desse importante fato, há também, os agravos advindos da poluição ambiental, bastante agressiva, ocasionada pelos derrames de líquidos ao mar e/ou possibilidade de incêndio ou explosão durante as operações de carga e descarga dos navios para as distribuidoras e refinaria, e vice-versa.

Recentemente, nas imediações da Cidade de Nova York, ocorreu a explosão de um navio tanque que operava em um terminal de uma refinaria de petróleo. Apesar de toda a tecnologia existente, acidentes como esse são possíveis de acontecer de forma inesperada.

O importante é que as áreas sob risco estejam preparadas para combater da maneira mais eficaz e rápida possível.

Um incêndio em um terminal se torna mais perigoso quanto mais tempo se levar para combatê-lo. Nesse incidente, vê-se que houve uma rápida tomada de atitude, abafando-se o fogo através de grande quantidade de água na forma de neblina que tem como característica, ao se aproximar do calor,

transformar as minúsculas gotas em vapor, e o vapor, por sua vez, desloca o oxigênio da área, eliminando a alimentação do comburente na reação de combustão.

Nesse exemplo FOTO N° 12, ocorrido nas proximidades de Nova York, a preocupação da unidade de armazenamento era de evitar que o fogo se propagasse, alcançando os demais tanques de combustível, e quiçá, os reservatórios de glp, já que o vento estava orientado, naquele momento do sinistro, na direção do imenso parque de tanques de derivados de petróleo.

FOTO N° 12 – INCÊNDIO EM NAVIO TANQUE NO TERMINAL DE COMBUSTÍVEIS



Fonte: www.uol.com.br

No Porto do Pecém, além da movimentação de carga e descarga de produtos na área dos píers I e II (FOTO N° 13), ocorre também, grande movimentação no pátio de armazenamento (FOTO N° 14), como demonstrado nos dois casos, na seqüência fotográfica abaixo:

FOTO N° 13 – MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E DESCARGA NA ÁREA DOS PÍER I E II



Fonte: Roberto Menescal de Macedo



Fonte: Roberto Menescal de Macedo

(Continua)

FOTO Nº 13 – MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E DESCARGA NA ÁREA DOS PÍER I E II (Continuação)



Fonte: Roberto Menescal de Macedo



Fonte: Roberto Menescal de Macedo



Fonte: Roberto Menescal de Macedo



Fonte: Informativo do Porto do Pecém

FOTO Nº 14 – MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E DESCARGA NO PÁTIO DE ARMAZENAMENTO



Fonte: Roberto Menescal de Macedo



Fonte: Roberto Menescal de Macedo



Fonte: Roberto Menescal de Macêdo



Fonte: Roberto Menescal de Macedo

(Continua)

FOTO Nº 14 – MOVIMENTAÇÃO DE CARGA E DESCARGA NO PÁTIO DE ARMAZENAMENTO
(continuação)



Fonte: Roberto Menescal de Macêdo

Obs: A seqüência fotográfica acima foi processada sobre atividades do Porto do Pecém no ano de 2002, quando apenas se iniciava o grande movimento de cargas sólidas, líquidas e gasosas projetadas para os dois píers e para a área interna de armazenamento.

Quando se compõe, através de pesquisa bibliográfica, uma análise histórica dos acidentes ocorridos com empreendimentos similares, não se pode esquecer uma das grandes causas de ocorrência de acidentes com navios mercantes, que é o fato dessas embarcações não obedecerem aos criteriosos postulados da engenharia náutica, sendo de forma irresponsável liberadas para navegação com bandeiras de países que não seguem as normas internacionais, proporcionando o aumento dos riscos operacionais. Também, um dos outros grandes problemas está na própria linha de dutos de produtos derivados de petróleo, onde os critérios técnicos de acompanhamento dos testes de operação, são muitas vezes negligenciados, gerando incríveis prejuízos econômicos e, principalmente, ambientais.

O Porto do Pecém deverá estar recebendo grandes embarcações, dentro da programação de desenvolvimento da área do CIPP, e das demais empresas agregadas, em função das matérias primas produzidas pela refinaria e pela siderúrgica. Assim sendo, cabe analisar-se a possibilidade de ocorrência de acidentes que envolvam essas embarcações e/ou o próprio Porto, provocando pequenos, médios e grandes desequilíbrios ambientais.

Um aspecto de fundamental importância, portanto, em nossa época, refere-se aos grandes desastres ecológicos causados por navios petroleiros em vários pontos do mundo. Os últimos estudos vêm constatando um aumento da tonelage total, embora o número de navios tenha permanecido constante. Para se ter uma idéia da grandiosidade catastrófica de um incidente com navios petroleiros é só se imaginar que existem petroleiros com capacidade de mais de 500 mil toneladas, verdadeiros reservatórios ambulantes de petróleo, que causam problemas de circulação, recepção e, principalmente, de segurança.

Para poder fazer circular seus navios mercantes, principalmente petroleiros, sem precisar atender às rígidas normas de segurança impostas por vários países, muitos armadores recorrem, como já comentado, às chamadas *bandeiras de aluguel*. Registram suas *sucatas* flutuantes em países que não

assumem responsabilidade pelos problemas dessas embarcações, como no caso do Panamá, da Libéria e de tantos outros. Os armadores pagam taxas bem menores do que teriam de desembolsar para adequar seus navios aos requisitos mínimos de segurança, e passam a singrar os mares sob a bandeira daquele país. É evidente que o país que forneceu dessa forma a sua bandeira (por isso é chamada bandeira de aluguel) não se comprometem de forma alguma por qualquer acidente que venha a ocorrer com o navio. As embarcações com bandeira liberiana são as mais associadas à maioria dos acidentes da marinha mercante mundial.

A seguir, os últimos exemplos relatados pela mídia e organizações que se preocupam em avaliar os problemas de navegação hoje existentes:

Em fevereiro de 1996, um petroleiro *liberiano* derramou cerca de 70 mil toneladas de petróleo nas costas do País de Gales, mais que o dobro do óleo derramado na tragédia ecológica causada pelo navio Exxon Valdez no Alasca, em 1989. Em março, um outro navio carregado com 950 toneladas de óleo tóxico, encalhou num porto do Estado de Santa Catarina, no Brasil. Em dezembro, mais um navio cargueiro de *bandeira liberiana* se chocou contra um centro comercial às margens do Rio Mississippi, nos Estados Unidos, ferindo 140 pessoas. (FOTO Nº 15)

FOTO Nº 15 – NAVIO BANDEIRA LIBERIANA INVADINDO UM CENTRO COMERCIAL ÀS MARGENS DO RIO MISSISSIPI - EUA



O Panamá, por sua vez, contribui com sua frota de *ferrugem* flutuante para as estatísticas de acidentes com navios. Em julho de 1997, um petroleiro *panamenho* encalhou na Baía de Tóquio e derramou 1.315 toneladas de óleo cru no mar, formando uma mancha de 5,5 quilômetros de extensão.



No século, recém passado, até início de 1997, houve 25 (vinte e cinco) grandes derramamentos de óleo no meio ambiente, principalmente no mar. Todos esses grandes derrames ocorreram a partir da década de 60, mais precisamente a partir de 1968. Estima-se, que no total, esses grandes derramamentos tenham sido responsáveis por algo em torno de 3,5 milhões de toneladas de óleo derramado, o que equivale a 3,9 bilhões de litros de óleo, uma quantidade quase que insuportável para o meio ambiente.

Sempre que um petroleiro derrama óleo no mar, o dano é gigantesco. Algumas formas de vida marinha já foram extintas apenas devido a isso. Quando o óleo atinge a água do mar ele espalha-se pela superfície e forma uma camada compacta que leva anos para ser absorvida. Isso impede a oxigenação da água, matando a fauna e a flora marinhas e alterando o ecossistema.

De acordo com o explorador Jacques Cousteau,

“A poluição oceânica está danificando a membrana ultrafina da superfície, chamada neuston, que desempenha um papel crucial na captura e estabilização do suprimento de alimentos para o menor organismo marinho existente, o fitoplâncton, que constitui a base da cadeia alimentar marinha.”

Estima-se que sejam despejadas anualmente nos oceanos cerca de um milhão de toneladas de óleo apenas devido a vazamentos de poços, terminais portuários e limpeza dos tanques dos petroleiros.

Há, também, os vazamentos indeterminados como o que contaminou em agosto de 1997, 160 quilômetros do nordeste brasileiro, sem que tenha sido possível determinar a sua origem.

Em janeiro de 1997, um petroleiro russo se partiu em dois e provocou *um dos piores vazamentos de petróleo da história do Japão*.

Em março de 1997, cerca de 60 mil barris de petróleo vazaram de um petroleiro grego no Golfo do México, num dos mais graves acidentes do tipo já registrados no país.

Em outubro de 1997, um choque entre um petroleiro do Chipre e um cargueiro da Tailândia lançou 25 mil toneladas de petróleo no estreito de Cingapura, *no pior derramamento de óleo da história do país*.

No Brasil, mais recentemente, foram jogadas toneladas de óleo ao mar proveniente dos terminais da Petrobrás, devido à falha material e humana.

Esses são alguns dos exemplos, entre muitos outros, conhecidos e registrados pela mídia. Esses são exemplos que o CIPP deseja evitar.

- **Identificação de Perigos**

O ITOPF - *International Tanker Owners Pollution Federation Limited*, representa um grande indicador na coleta dessas informações, inclusive mapeando sob aspectos de tonelagem derramada e distribuição percentual, através do mundo, os principais acidentes ecológicos ocorridos.

Para melhor caracterização, cria-se um universo de três painéis de volumes derramados, trabalhando-se, então, com a estatística de ocorrências de derrames:

- a. Derrames de óleo menores do que 7 toneladas;
- b. Derrames de óleo entre 7 e 700 toneladas; e
- c. Derrames de óleo maiores do que 700 toneladas.

Dentro de um conjunto de 10.000 casos de derrame de óleo, observou-se que 85% deles ficaram na faixa inferior a 7 toneladas.

Dos casos totais de derramamento, os dados coletados indicam que 81% ocorrem durante abastecimento, carga/descarga e, mais raramente, durante uma explosão. Os outros 19% restantes ocorrem devido a encalhe, colisão, falhas no casco e, também, de forma rara, devido a fogo e explosão.

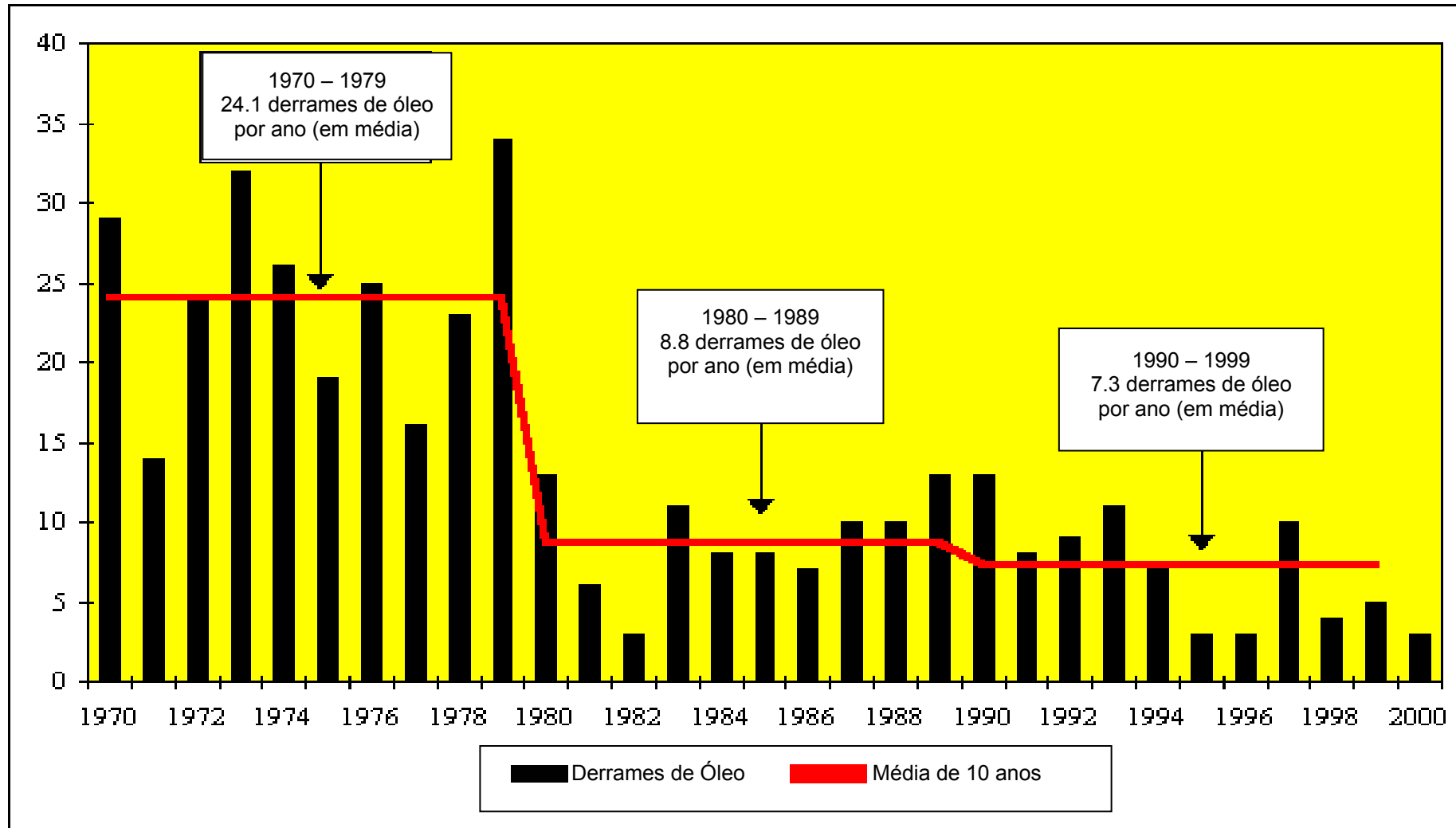
De um modo geral, apenas 3% dos acidentes são efetivamente com volumes superiores a 700 toneladas e comparativamente à década de 70, nos últimos 30 anos, os grandes desastres ecológicos, devido a derrame de óleo no mar, decresceram, estatisticamente, a um terço do que eram.

No QUADRO Nº 103 e FIGURA Nº 31 que se segue observa-se que as perdas de óleo superiores a 700 toneladas, de 1995 para cá, com exceção de 1997, ficaram numa média de 3,5 acidentes por ano. Já os acidentes com valores entre 7 e 700 toneladas, mantiveram-se na década de 90, considerando-se de 95 em diante, numa média de 20 ocorrências, excetuando-se, também, o ano de 1997.

QUADRO Nº 103 – NÚMERO DE DERRAMES ACIMA DE 7 T

ANO	7-700 T	> 700 T	ANO	7-700 T	700 T
1970	6	29	1986	25	7
1971	18	14	1987	27	10
1972	49	24	1988	11	10
1973	25	32	1989	32	13
1974	91	26	1990	50	13
1975	97	19	1991	27	8
1976	67	25	1992	31	9
1977	65	16	1993	30	11
1978	54	23	1994	27	7
1979	59	34	1995	20	3
1980	51	13	1996	20	3
1981	49	6	1997	27	10
1982	44	3	1998	22	4
1983	52	11	1999	19	5
1984	25	8	2000	18	3
1985	29	8	2001	16	3

FIGURA Nº 31 – NÚMERO DE DERRAMES ACIMA DE 7 (SETE) TONELADAS



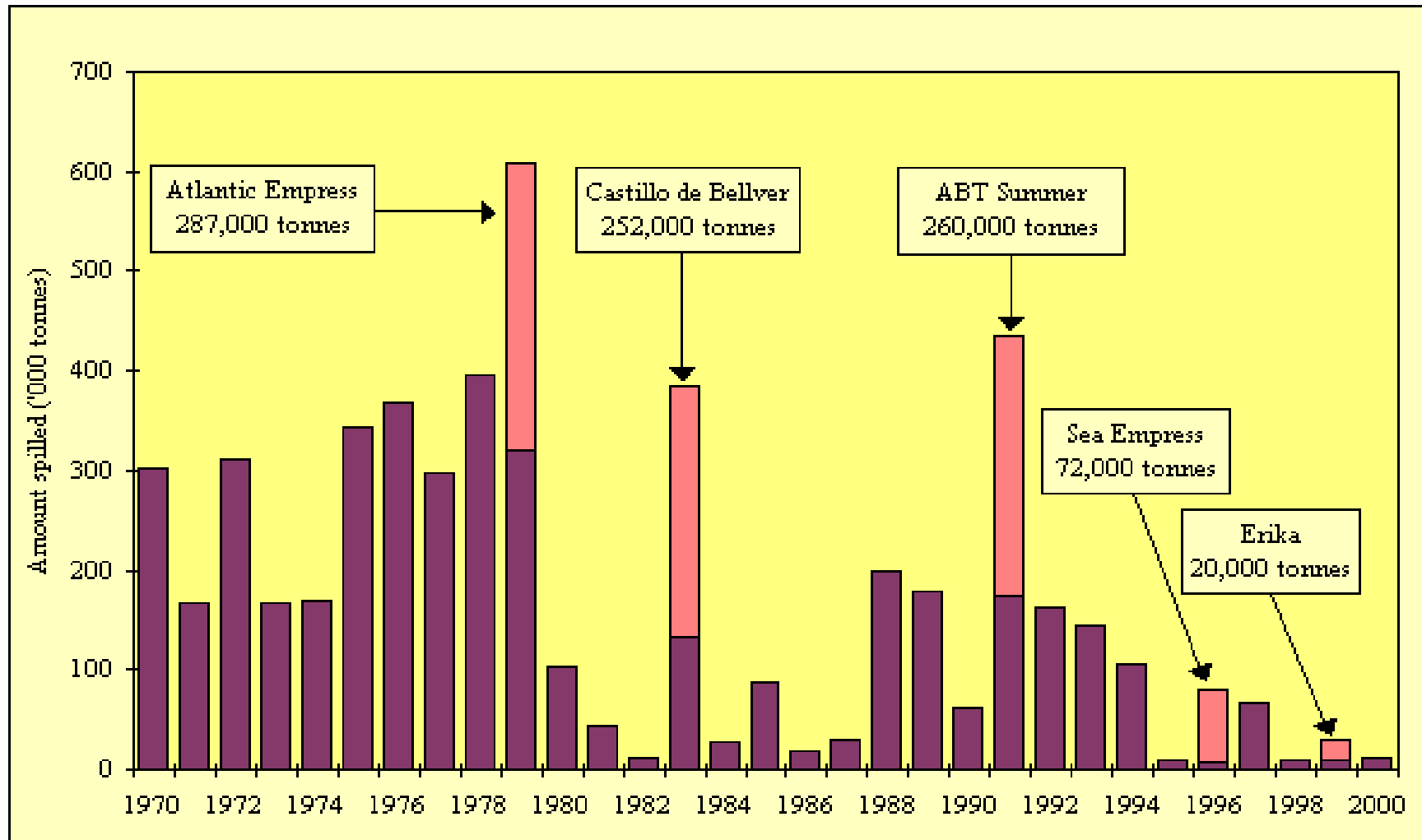


Nos QUADROS N^{os} 104 e 105 e FIGURA N^o 32 e MAPA N^o 85, há uma amostragem da quantidade de óleo derramado nos acidentes, e apesar da maioria dos derrames, como já comentado, serem menores do que 7 toneladas, torna-se notável verificar-se que alguns poucos deles são os grandes responsáveis pela grande percentagem de óleo derramado no mar. Como exemplo, no período de 1990 a 2001, ocorreram 386 derrames acima de 7 toneladas, totalizando 1.121 mil toneladas, mas 830 mil toneladas (74%) foram devido a apenas 10 acidentes, ou seja, 1% do total de ocorrências. Assim, os valores para um determinado ano podem, portanto, ser severamente distorcidos por uma única ocorrência. Por exemplo, em 1979 o Atlantic Empress derramou 287.000 toneladas, em 1983 o Castillo de Bellver, perdeu 252.000 toneladas e em 1991, foi a vez do ABT Summer com 260.000 toneladas.

QUADRO N^o 104 – QUANTIDADE DE ÓLEO DERRAMADO POR ANO

ANO	QUANTIDADE (1000 TONS)	ANO	QUANTIDADE (1000 TONS)
1970	301	1986	19
1971	167	1987	30
1972	311	1988	198
1973	166	1989	178
1974	169	1990	61
1975	342	1991	435
1976	369	1992	162
1977	298	1993	144
1978	395	1994	105
1979	608	1995	9
1980	103	1996	79
1981	44	1997	67
1982	11	1998	10
1983	384	1999	29
1984	28	2000	12
1985	88	2001	8

FIGURA Nº 32 – QUANTIDADE DE ÓLEO DERRAMADO




QUADRO Nº 105 – SELEÇÃO DOS MAIORES DERRAMES DE ÓLEO NO MUNDO

NOME DO NAVIO	ANO	LOCALIZAÇÃO	PERDA DE ÓLEO / TON
Atlantic Empress	1979	Off Tobago, West Indies	287,000
ABT Summer	1991	700 nautical. miles off Angola	260,000
Castillo de Bellver	1983	Off Saldanha Bay, South Africa	252,000
Amoco Cadiz	1978	Off Brittany, France	223,000
Haven	1991	Genoa, Italy	144,000
Odyssey	1988	700 nautical. miles off Nova Scotia, Canada	132,000
Torrey Canyon	1967	Scilly Isles, UK	119,000
Urquiola	1976	La Coruna, Spain	100,000
Hawaiian Patriot	1977	300 nautical. miles off Honolulu	95,000
Independenta	1979	Bosphorus, Turkey	95,000
Jakob Maersk	1975	Oporto, Portugal	88,000
Braer	1993	Shetland Islands, UK	85,000
Khark 5	1989	120 nautical. miles off Atlantic coast of Morocco	80,000
Aegean Sea	1992	La Coruna, Spain	74,000
Sea Empress	1996	Milford Haven, UK	72,000
Katina P.	1992	Off Maputo, Mozambique	72,000
Assimi	1983	55 nautical. miles off Muscat, Oman	53,000
Metula	1974	Magellan Straits, Chile	50,000
Wafra	1971	off Cape Agulhas, South Africa	40,000
Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska, USA	37,000

MAPA Nº 85 – MAPEAMENTO DOS MAIORES DERRAMES DE ÓLEO NO MUNDO



- **Tipologias Acidentais**

A maioria dos acidentes que envolvem derrame de óleo é o resultado de uma combinação de ações e circunstâncias que contribuem em diferentes graus para o resultado final. A análise, a seguir, explora a incidência de derrames de diferentes tamanhos considerando como sendo um evento inicial, ou de ocorrência durante a operação.

Essas causas foram agrupadas em *Operações* e *Acidentes*.

Derrames para os quais não há informações relevantes ou que a causa não se encontra como estipulado na QUADRO Nº 106, abaixo, estão listados como *outros*.

Se observarmos atentamente a tabela, podemos reconhecer que:

- A maioria dos derrames provenientes de grandes petroleiros resulta de operações de rotina tais como *carregando*, *descarregando* e efetuando transbordo de produtos, os quais normalmente ocorrem em portos e em terminais de produtos derivados de petróleo;
- A maioria desses derrames durante a operação, é pequena, com 92% deles envolvendo quantidades inferiores a 7 toneladas; e
- Acidentes envolvendo colisões e encalhamentos produzem geralmente derrames muito mais significativos, com cerca de 50 vezes mais volume em termos de óleo derramado.

QUADRO 106 – INCIDÊNCIA DE DERRAMES VERSUS CAUSAS, 1974 – 2001

	< 7 T	7-700 T	> 700 T	TOTAL
OPERAÇÕES				
Carga/Descarga	2767	299	17	3083
Abastecimento	541	25	0	566
Outras operações	1167	47	0	1214
ACIDENTES				
Colisões	163	254	87	504
Vazamentos	222	200	106	528
Falha no Casco	562	77	43	682
Fogo e Explosão	150	16	19	185
Outros motivos	2221	165	37	2423
Total	7793	1083	309	9185

Nas FIGURAS Nºs 33 a 35, a seguir, há uma distribuição das causas *versus* derrames de pequeno, de médio e de grande porte quanto a derrame de óleo no mar:

FIGURA Nº 33 – INCIDÊNCIA DE DERRAMES < 7 TONELADAS – 1974/2001

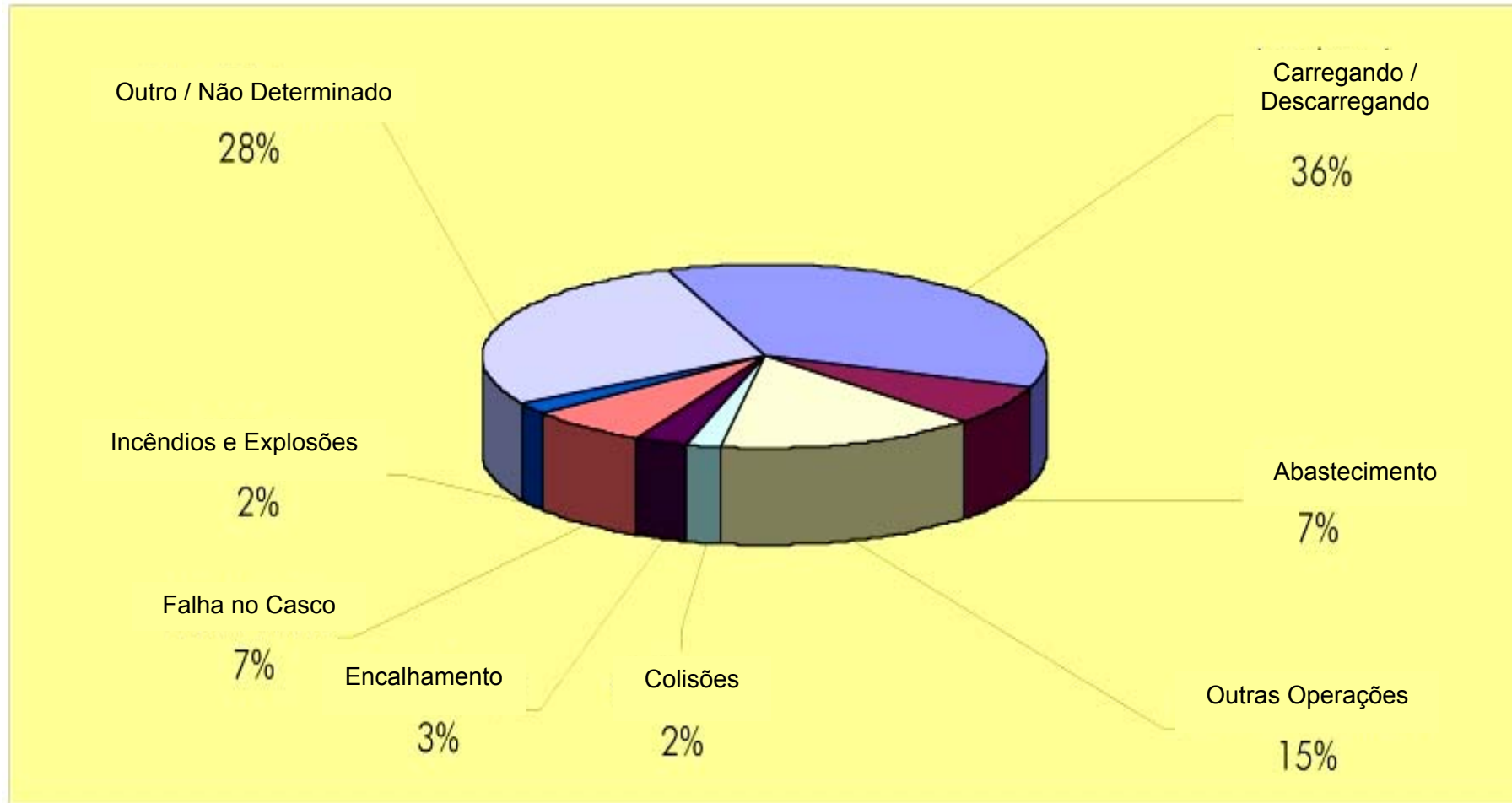


FIGURA Nº 34 – INCIDÊNCIA DE DERRAMES DE 7 A 700 TONELADAS DE ÓLEO - 1974/2001

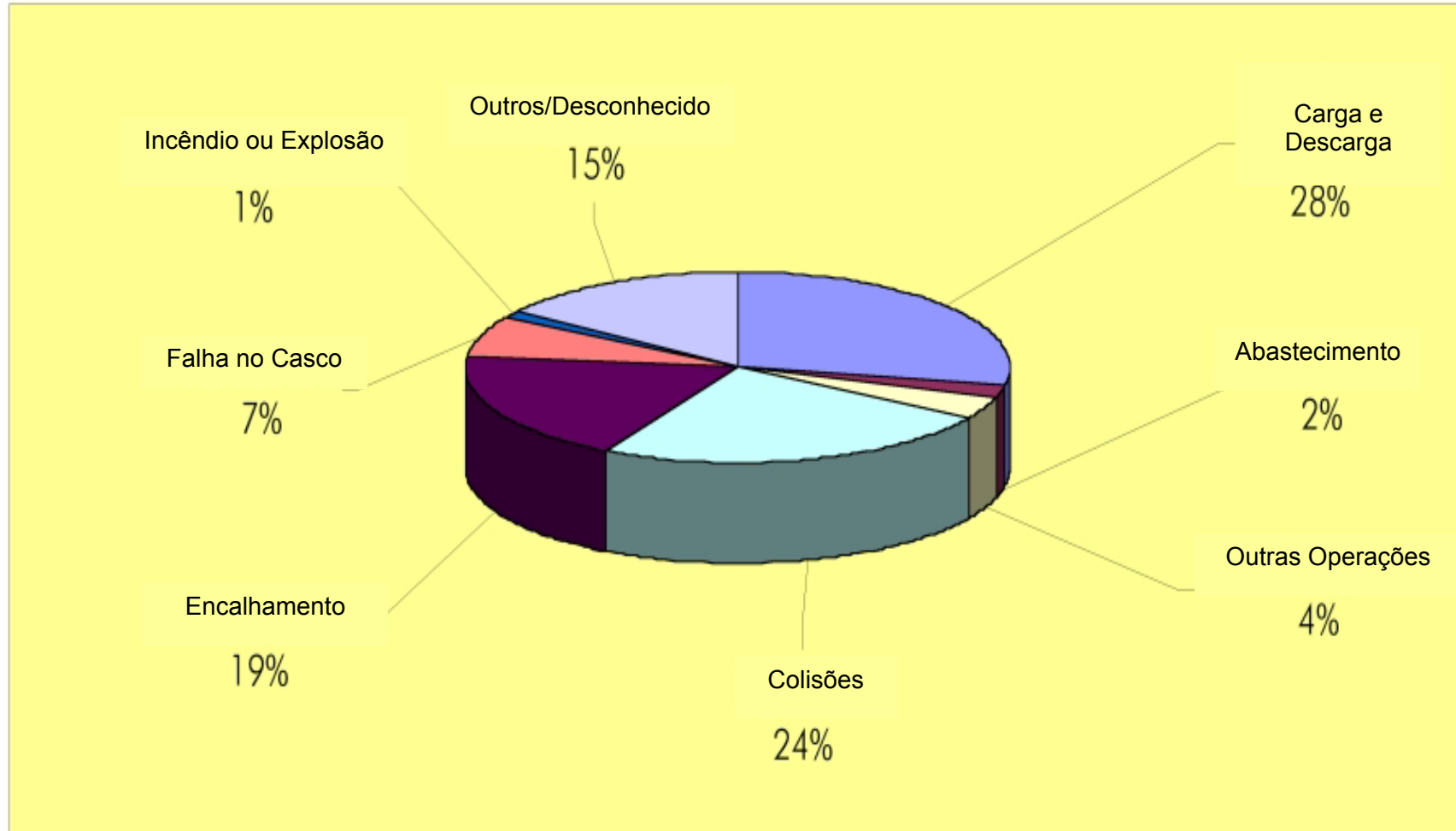
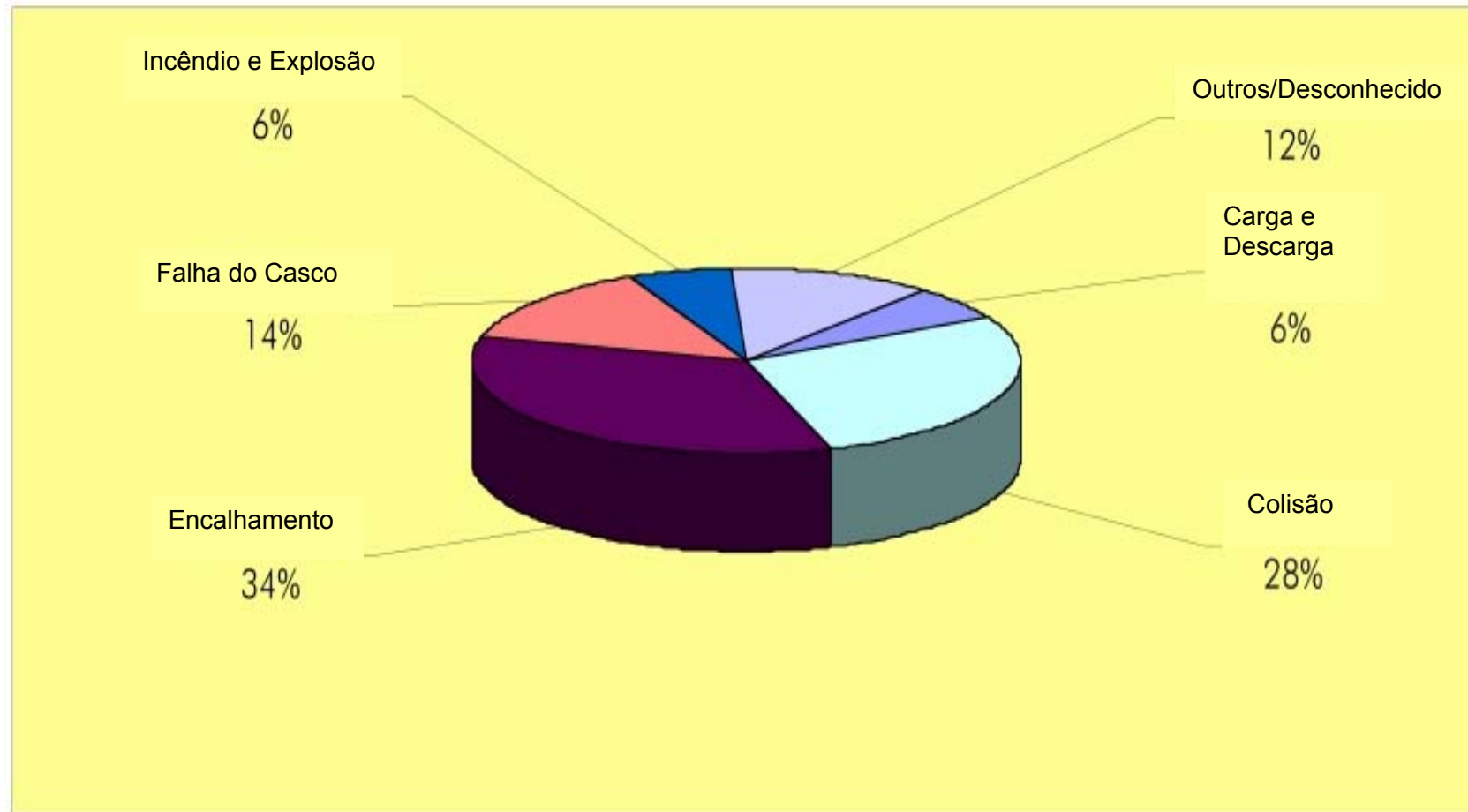


FIGURA Nº 35 – INCIDÊNCIA DE DERRAMES DE ÓLEO > 700 TONELADAS - 1974/2001



Há, também, casos de grandes derrames de óleo no mar que não provêm de navios e sim devido à falha mecânica (fadiga) ou erro humano (falha operacional), nos próprios terminais de petróleo, mas que estatisticamente são bastante insignificantes, apesar de que, quando acontecem, tornam-se extremamente danosos ao meio ambiente devido a sua proximidade com a costa.

Um desses exemplos foi o ocorrido na Baía da Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, com já comentado, quando cerca de 1,3 mil toneladas de óleo foram jogados ao mar, por 4 horas, durante o bombeio em um terminal da Petrobrás, devido a uma falha mecânica seguida de uma falha operacional, contaminando cerca de 70 quilômetros quadrados.

Outro exemplo, mais recente, ocorreu no Paraná, onde 4 (quatro) milhões de litros de óleo foram contaminar cerca de 43 quilômetros do Rio Iguaçu. As causas foram similares ao que ocasionou o acidente na Guanabara: sensores que tinham como função avisar que a diferença de pressão no duto, falharam. (FOTO Nº 16)

Os prejuízos ecológicos da maior tragédia fluvial do País ainda não tiveram condições de serem calculados. O Brasil, a bem da verdade, ainda não está preparado tecnicamente para avaliar, por exemplo, se o lençol freático foi contaminado, o que acontecerá com a vegetação das margens ou até que ponto a água do rio tem capacidade de eliminar os componentes do óleo.

FOTO Nº 16 – MANCHA DE ÓLEO ESPALHANDO-SE NO RIO IGUAÇU



Fonte: Gazeta do Povo

No mar, a poluição se apresenta muitas vezes mais drástica. No caso do Porto do Pecém, qualquer que seja o volume de óleo derramado pelos navios, seja no Píer ou nas proximidades deste, em mar aberto, mas próximo da costa, representará um prejuízo significativo para o equilíbrio ecológico da região. Ver exemplo de ação do óleo derramado pelo navio Prestige sobre o litoral espanhol (FOTO Nº 17):

FOTO Nº 17 – ÓLEO DO NAVIO PRESTIGE DERRAMADO NAS PRAIAS DO LITORAL ESPANHOL



- **Estimativa dos Efeitos Físicos e Análises de Vulnerabilidade**

APR – Análise Preliminar de Riscos

Com o histórico, com o conhecimento estatístico e volumétrico das ocorrências geradoras do risco de derrame de óleo no mar e com suas principais causas, como também, conhecendo as características físico-químicas e toxicológicas dos produtos em estudo, e que farão parte do movimento operacional do Porto, nada mais eficaz do que o uso da APR – Análise Preliminar de Riscos -, como ferramenta preditiva das ações preventivas e mitigadoras a serem usadas no CIPP - Complexo Industrial do Porto do Pecém.

A APR, apesar de sugerir uma maneira de avaliação de riscos de forma macro, trata-se de um método de análise, que fornece de forma bastante realística, um conjunto de fatos e dados que permitem, através da efetivação de simulados, dirimir dúvidas como efetivamente diluir, com o passar do tempo, as possibilidades de acidentes operacionais. Por tratar-se de um método intuitivo, apesar de estatístico, permite, além da criação de vários prováveis cenários, a participação de um maior número possível de pessoas da área em estudo, criando um banco de informações e de idéias que enriquecem as ações preventivas e mitigadoras.

Para se utilizar a planilha da APR, basicamente se trabalha com dados históricos, conhecimento operacional e com as tabelas do método.

Na FOTO Nº 18, a seguir, algumas situações assemelham-se aos cenários propostos, evidenciando a possibilidade de suas ocorrências:

FOTO Nº 18 – ÓLEO DERRAMADO PRÓXIMO A UM PÍER PETROLEIRO NA FRANÇA



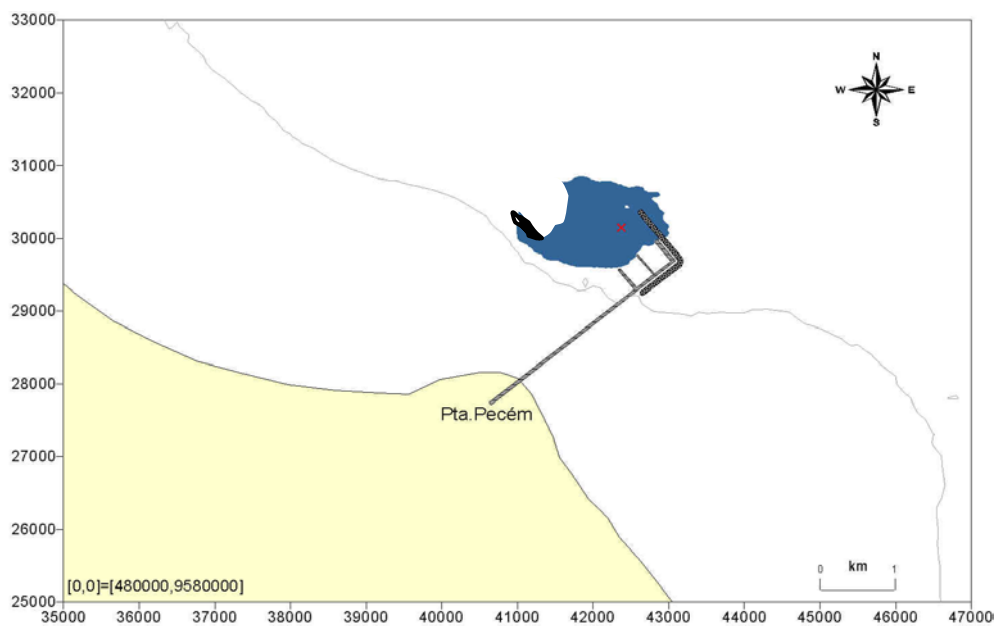
No estudo de Análise de Risco do Complexo Portuário do Pecém – EAR, há um conjunto de simulações que antevêm como um derrame de óleo, na área de carga e descarga do Porto do Pecém, pode contribuir para danos ambientais, em função das correntes marinhas e direção do vento. Através dessas simulações e das informações fornecidas pelo ITOFP, foi possível se criar um conjunto de Análises Preliminares de Riscos, que serão a base para o desenvolvimento do PAM - Plano de Auxílio Mútuo da região do CIPP.

Os cenários apresentados, pelas simulações, são os seguintes:

Cenário 1

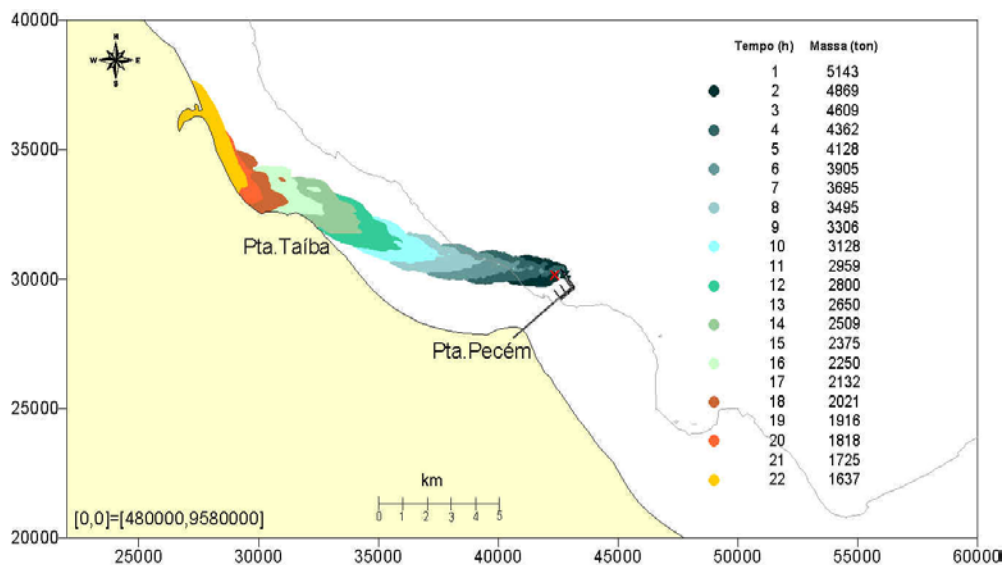
Os MAPAS N^{os} 86 e 87, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 5.500 toneladas. de óleo diesel, em condições de vento leste nas imediações do quebramar.

MAPA N^o 86 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 1



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 87 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 1

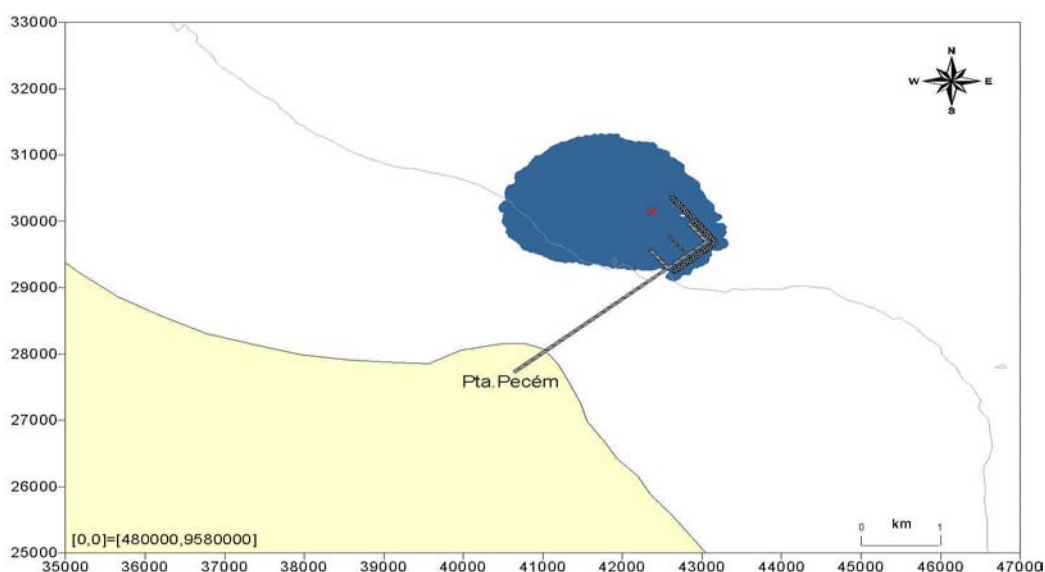


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de Diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 2

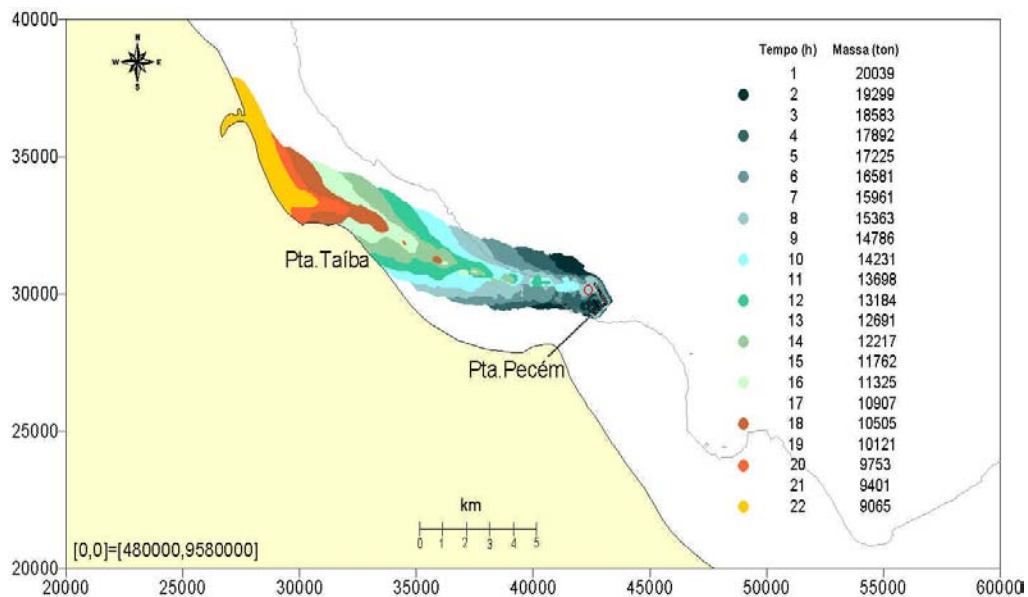
Os MAPAS Nºs 88 e 89 apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 21000 toneladas de óleo diesel, em condições de vento leste nas imediações do quebramar.

MAPA Nº 88 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 2.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 89 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA CENÁRIO 2

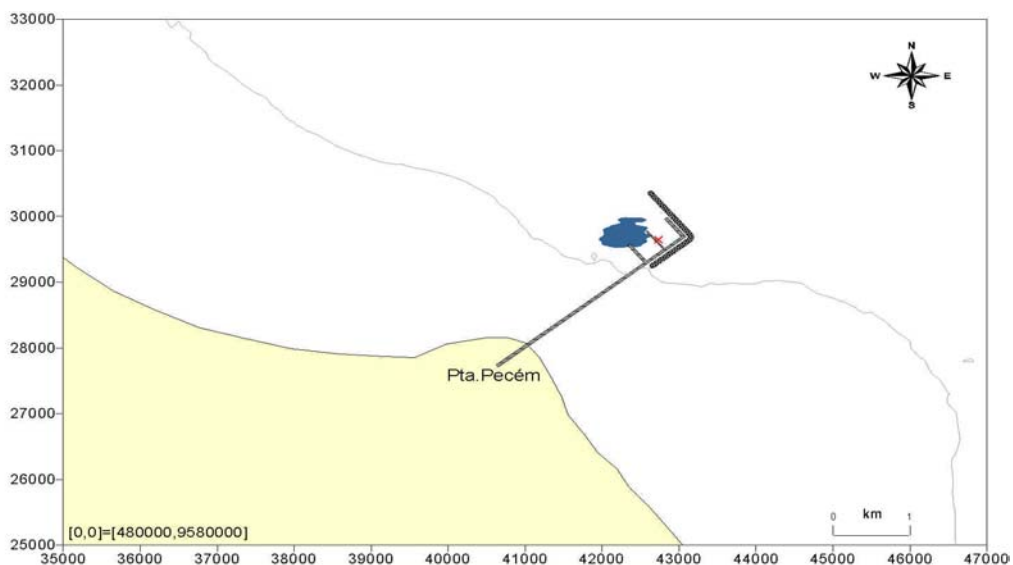


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 3

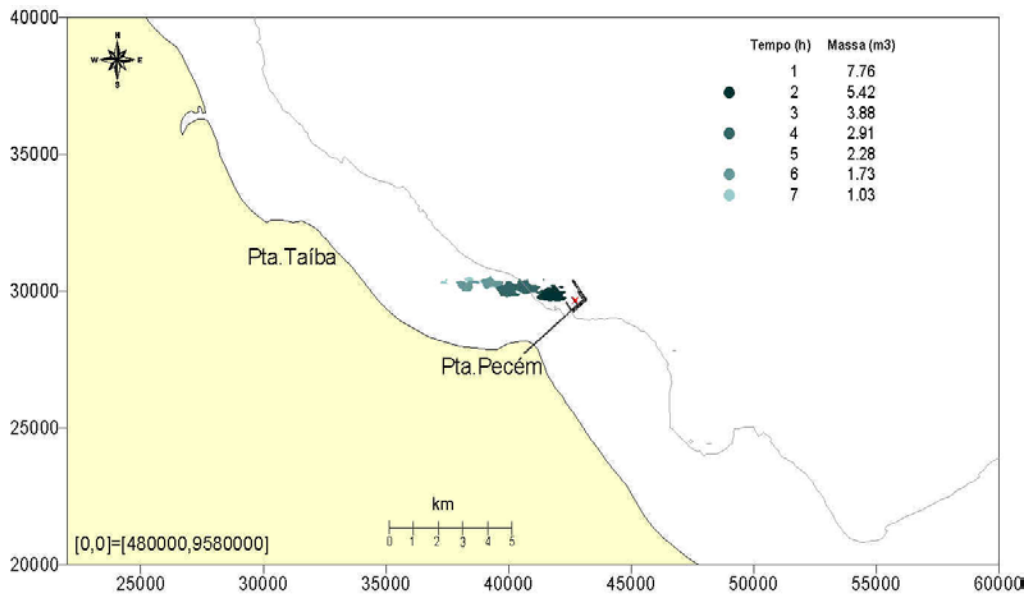
Os MAPAS Nº^{os} 90 e 91, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 11,3m³ de óleo diesel, em condições de vento leste nas imediações do Pier 2.

MAPA Nº 90 - PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 3.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 91 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 7 HORAS PARA O CENÁRIO 3

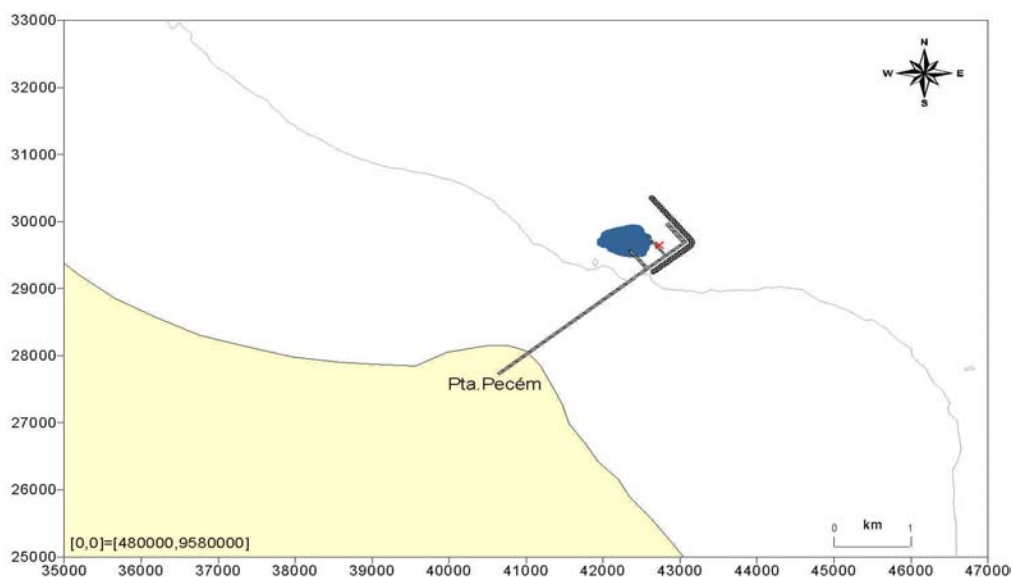


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 4

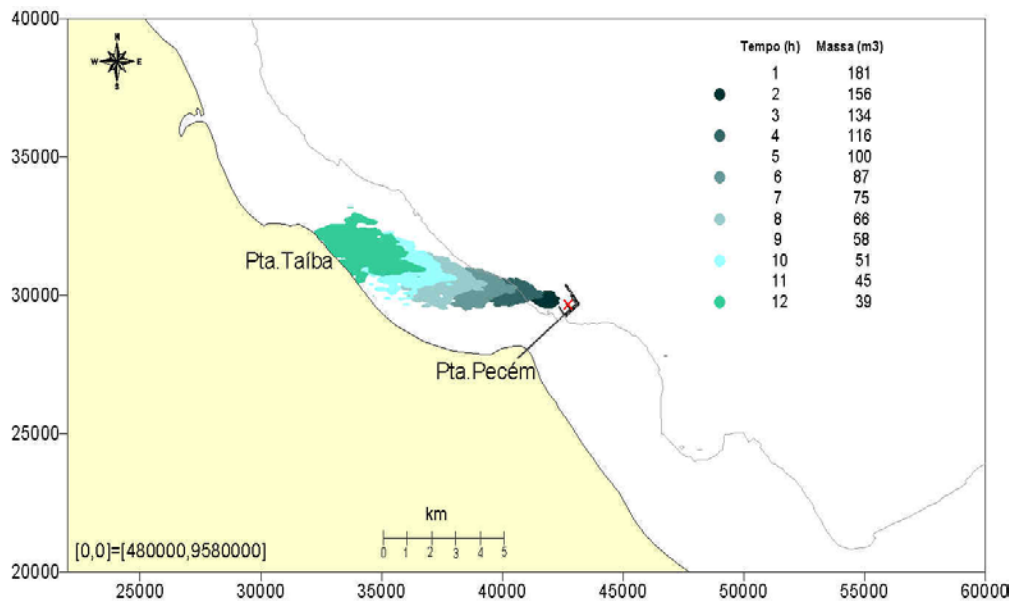
Os MAPAS Nº^{os} 92 e 93, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 210m³ de óleo diesel, em condições de vento leste nas imediações do Pier 2.

MAPA Nº 92 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 4



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 93 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 12 HORAS PARA O CENÁRIO 4

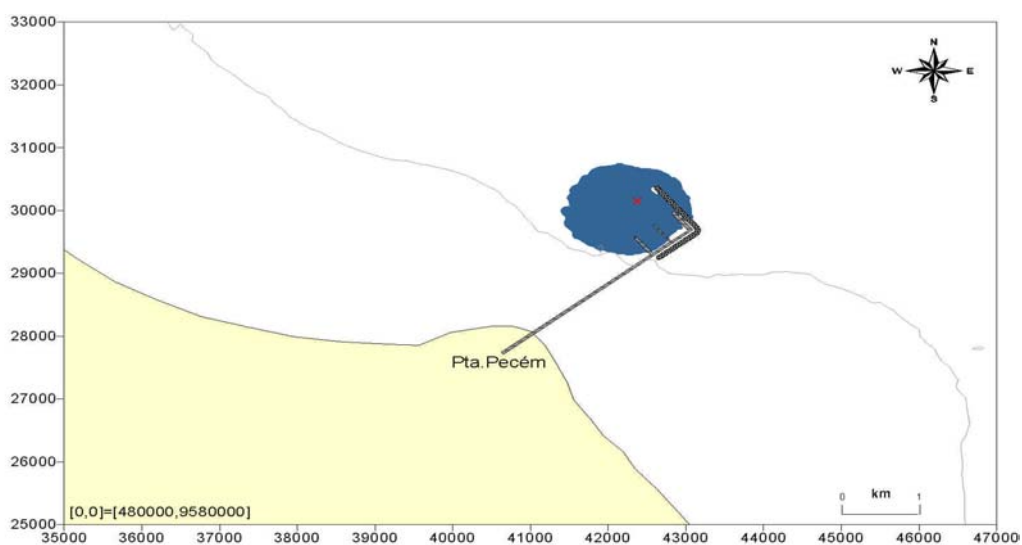


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 5

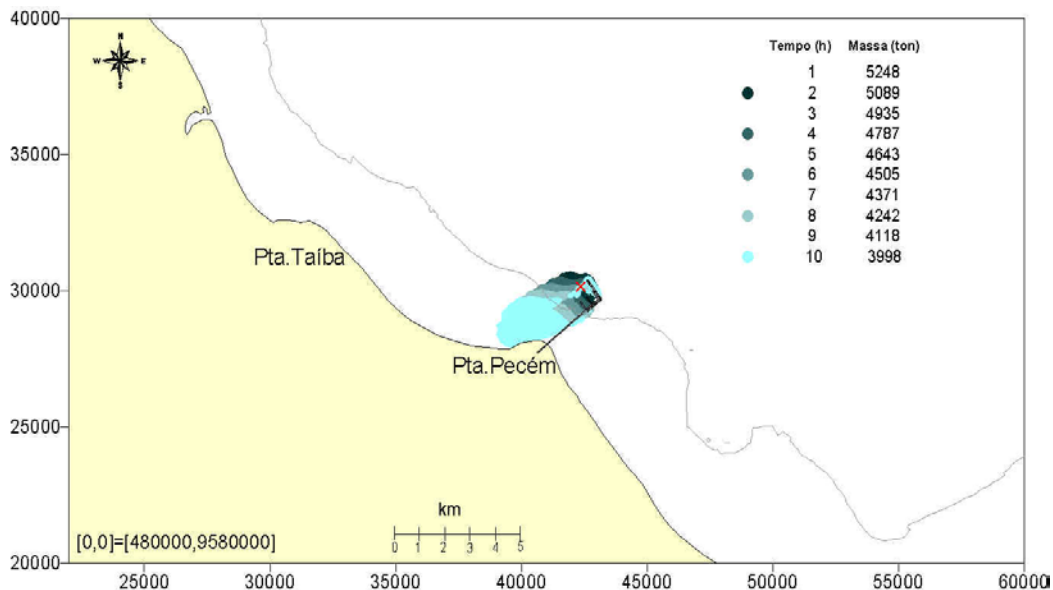
Os MAPAS Nºs 94 e 95, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 5500 toneladas de óleo diesel, em condições de vento nordeste nas imediações do quebramar.

MAPA Nº 94 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 5.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 95 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 5.

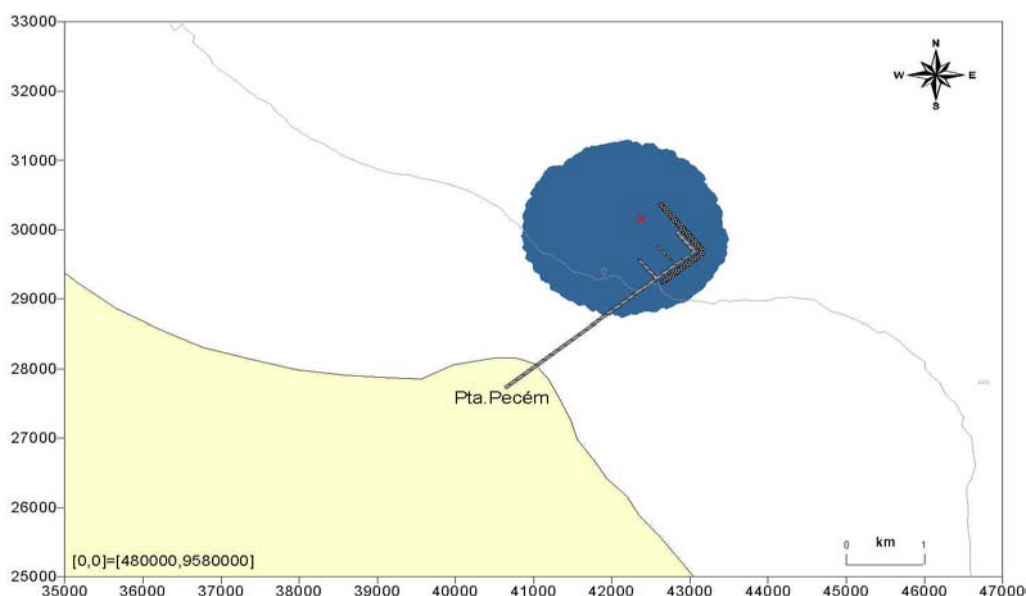


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 6

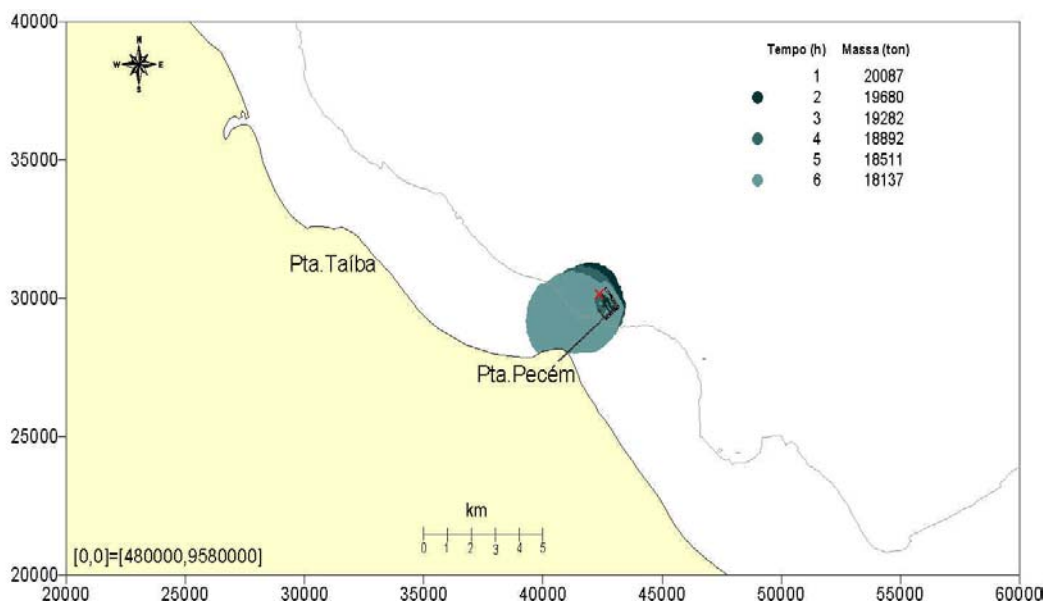
Os MAPAS Nºs 96 e 97, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 21000 toneladas de óleo diesel, em condições de vento nordeste nas imediações do quebramar.

MAPA Nº 96 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 6.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 97 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 6 HORAS PARA O CENÁRIO 6

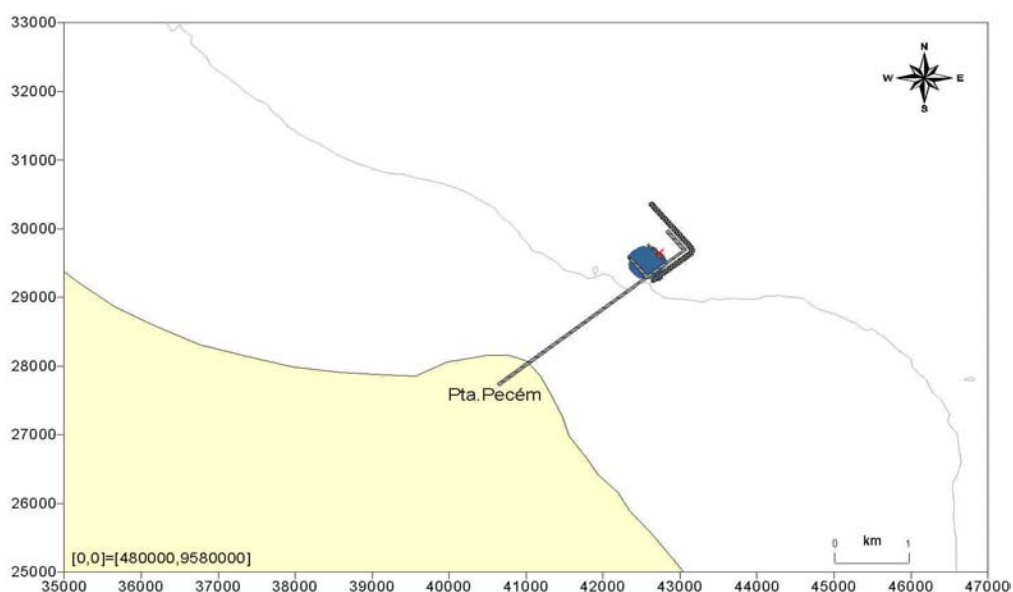


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 7

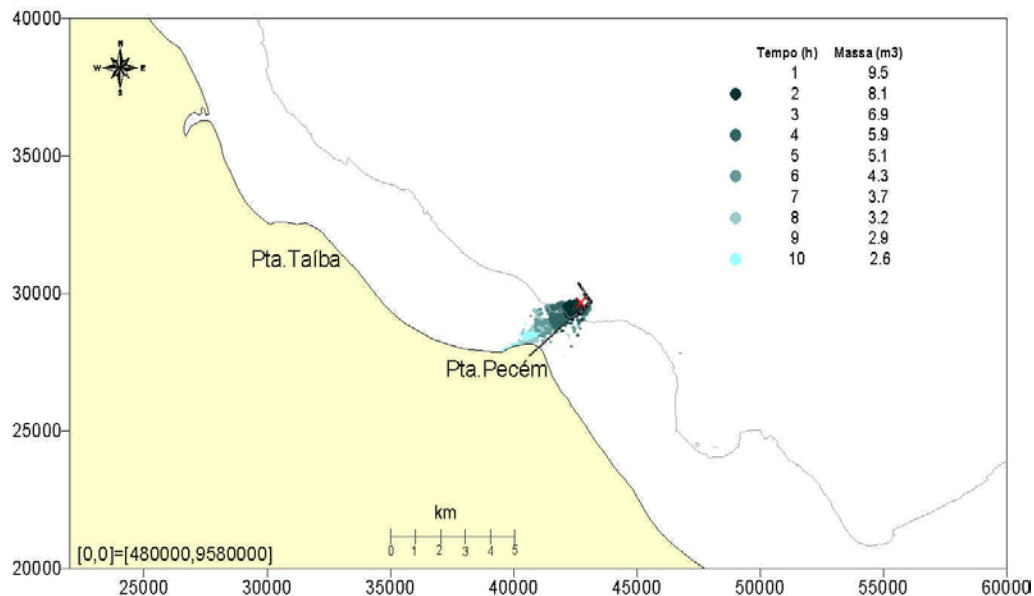
Os MAPAS Nºs 98 e 99, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 11,3m³ de óleo diesel, em condições de vento nordeste nas imediações do Pier 2.

MAPA Nº 98 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 7.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 99 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 7.

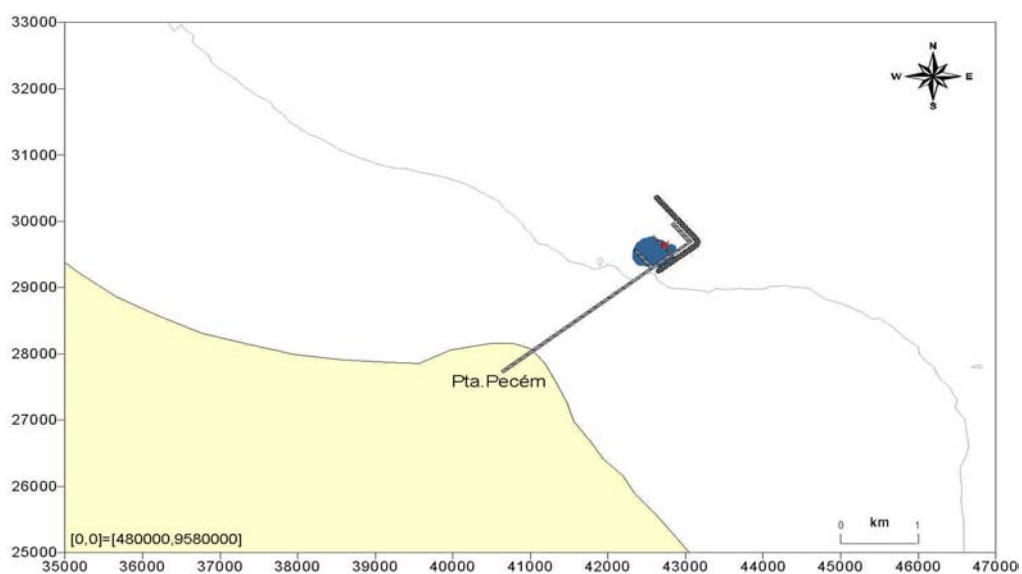


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 8

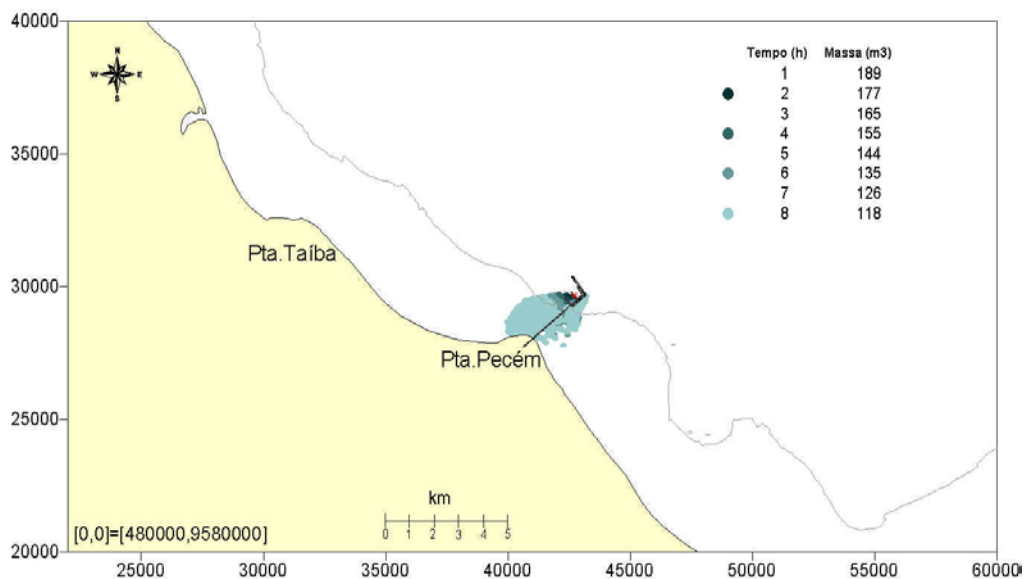
Os MAPAS Nºs 100 e 101, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 210m³ de óleo diesel, em condições de vento nordeste nas imediações do Pier 2.

MAPA Nº 100 – PLUMA DE DIESEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 8.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 101 – PLUMAS DE DIESEL AO LONGO DE 8 HORAS PARA O CENÁRIO 8.

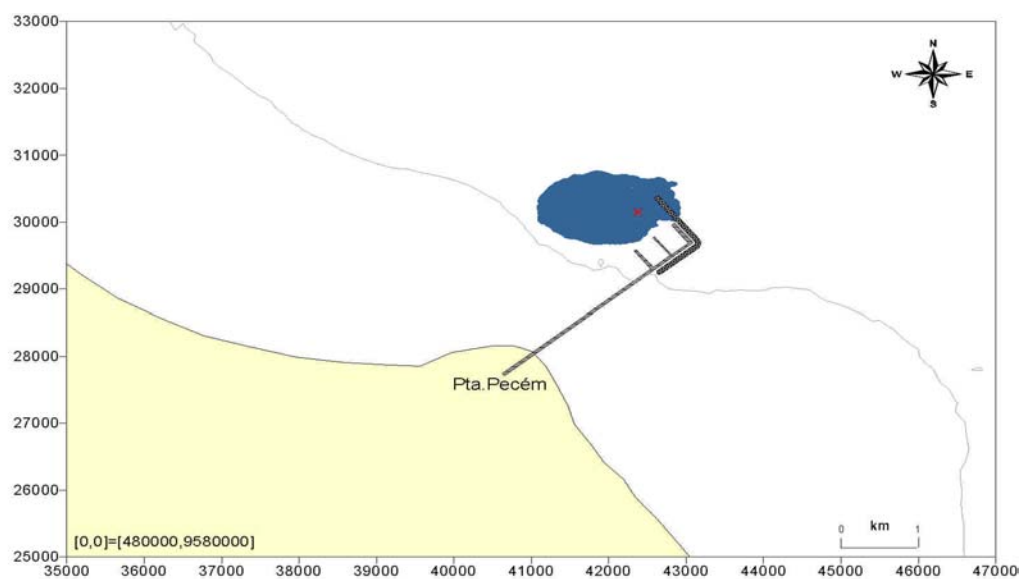


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido desde o instante do acidente e à massa de diesel remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 9

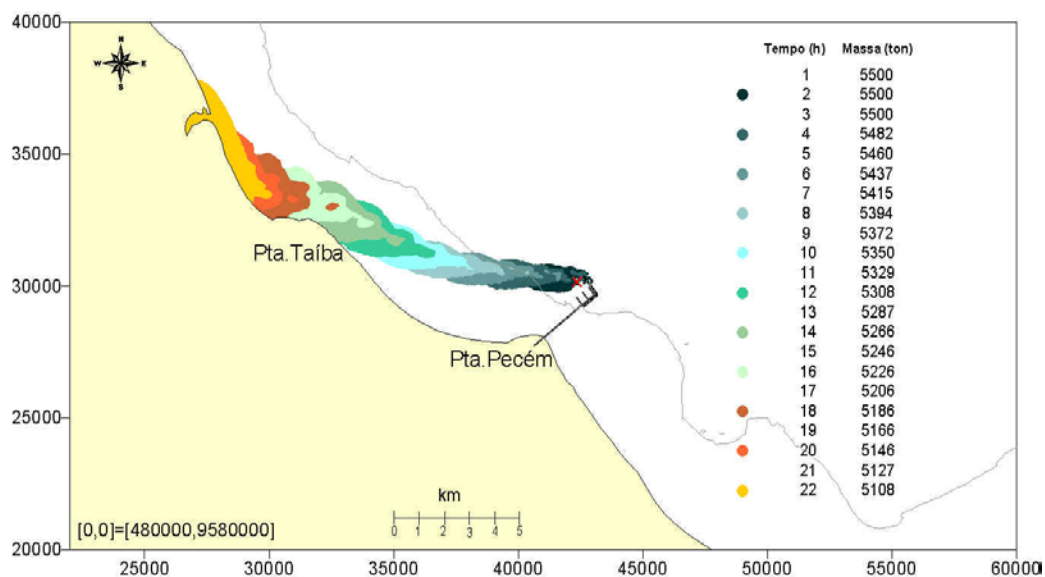
Os MAPAS Nºs 102 e 103, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 5500 toneladas de óleo combustível, em condições de vento leste nas imediações do quebramar.

MAPA Nº 102 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 9.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 103 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 9.

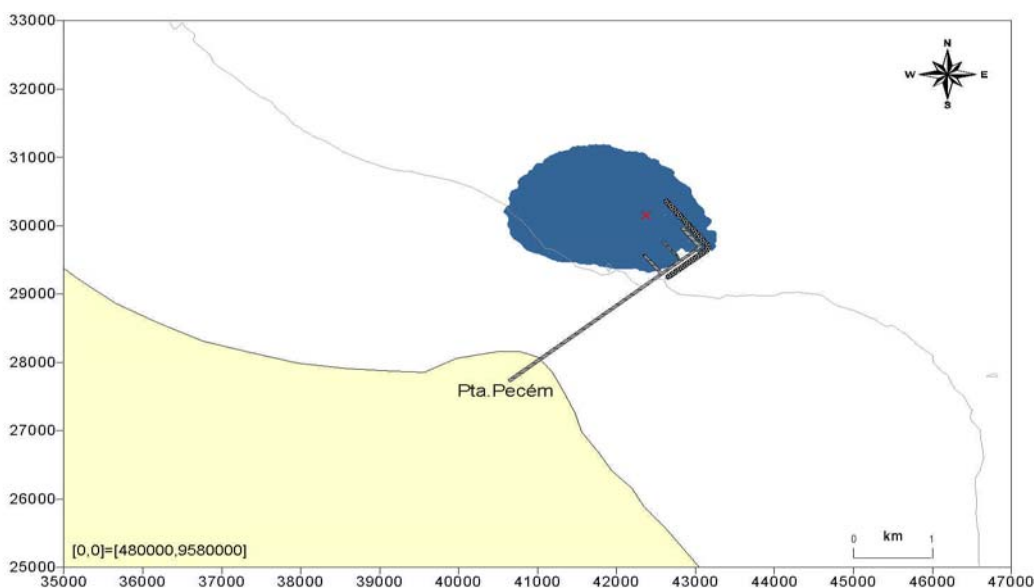


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 10

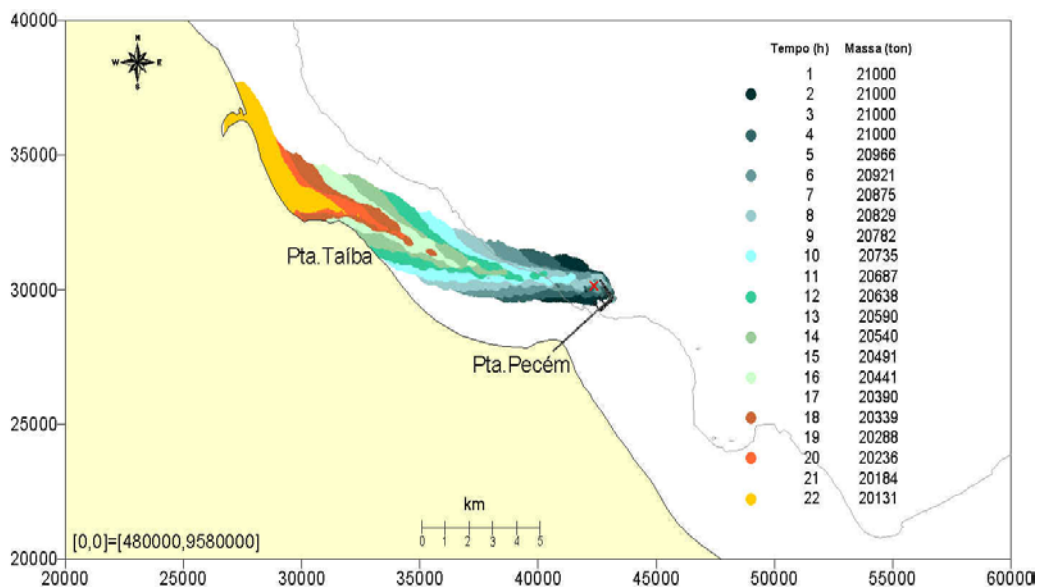
Os MAPAS Nº 104 e 105, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 21000 toneladas de óleo combustível, em condições de vento leste nas imediações do quebramar.

MAPA Nº 104 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 10.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 105 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 22 HORAS PARA O CENÁRIO 10.

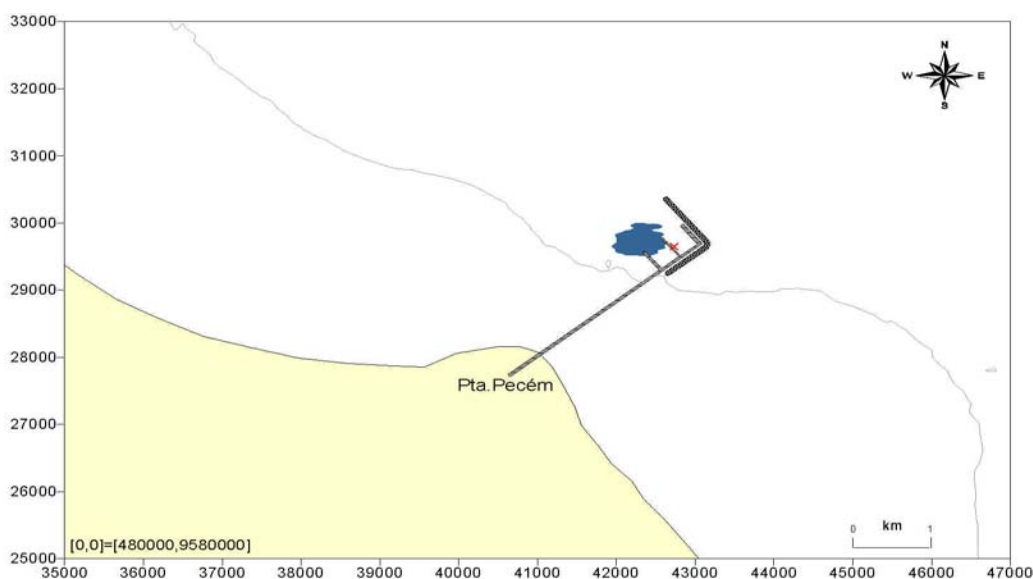


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 11

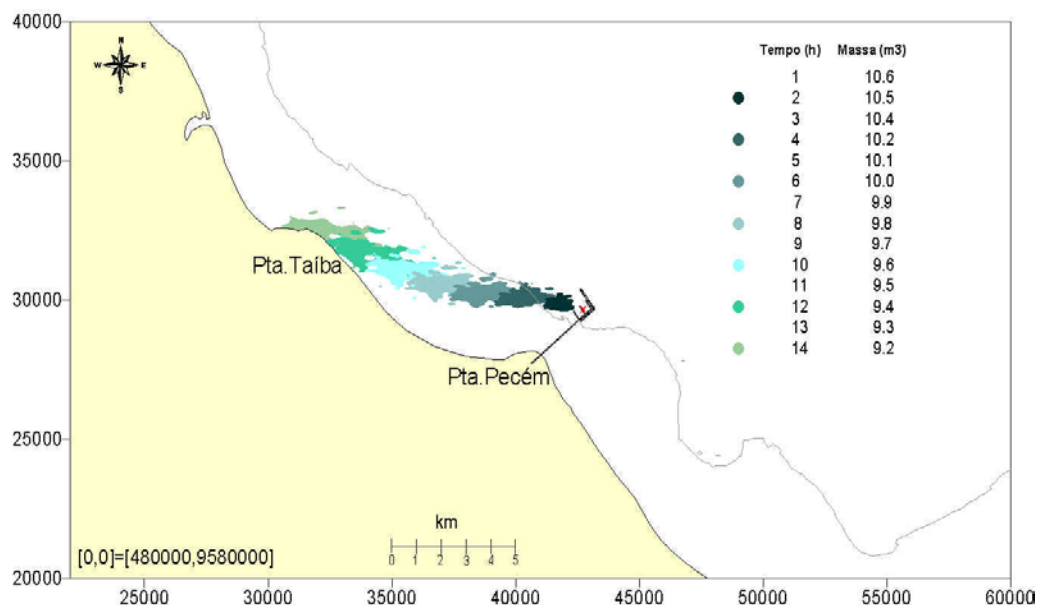
Os MAPAS Nºs 106 e 107, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 11,3m³ de óleo combustível, em condições de vento leste nas imediações do Pier 2.

MAPA Nº 106 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 11



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 107 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 14 HORAS PARA O CENÁRIO 11

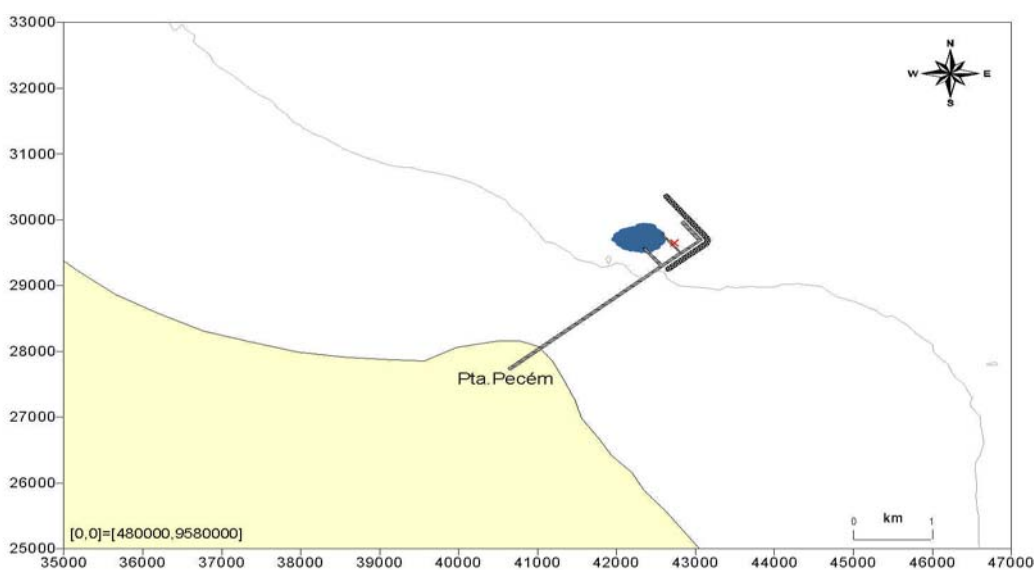


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 12

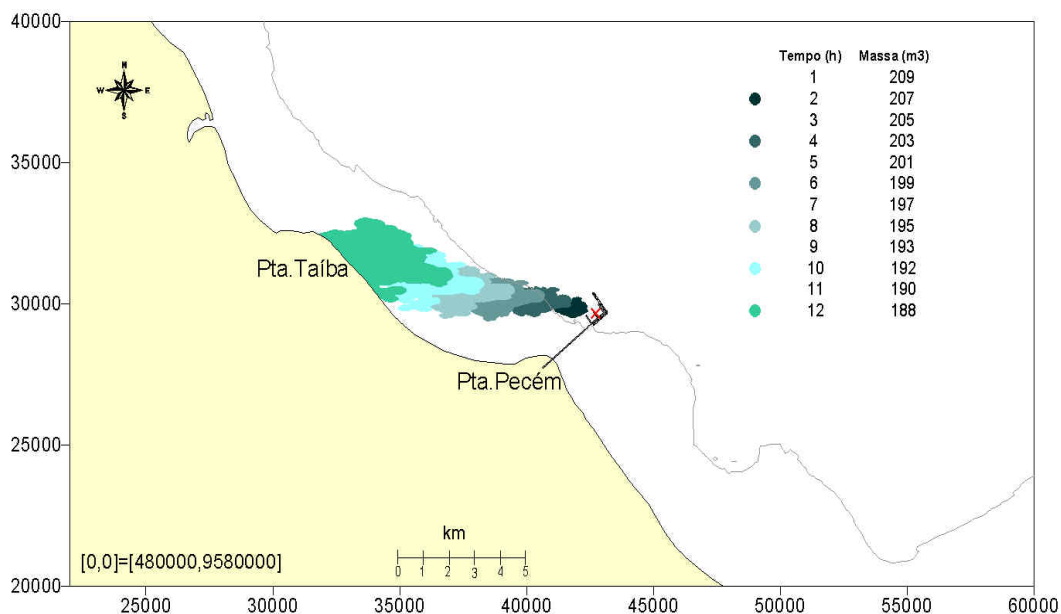
Os MAPAS Nºs 108 e 109 apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 210m³ de óleo combustível, em condições de vento leste nas imediações do Píer 2.

MAPA Nº 108 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 12



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 109 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 12 HORAS PARA O CENÁRIO 12

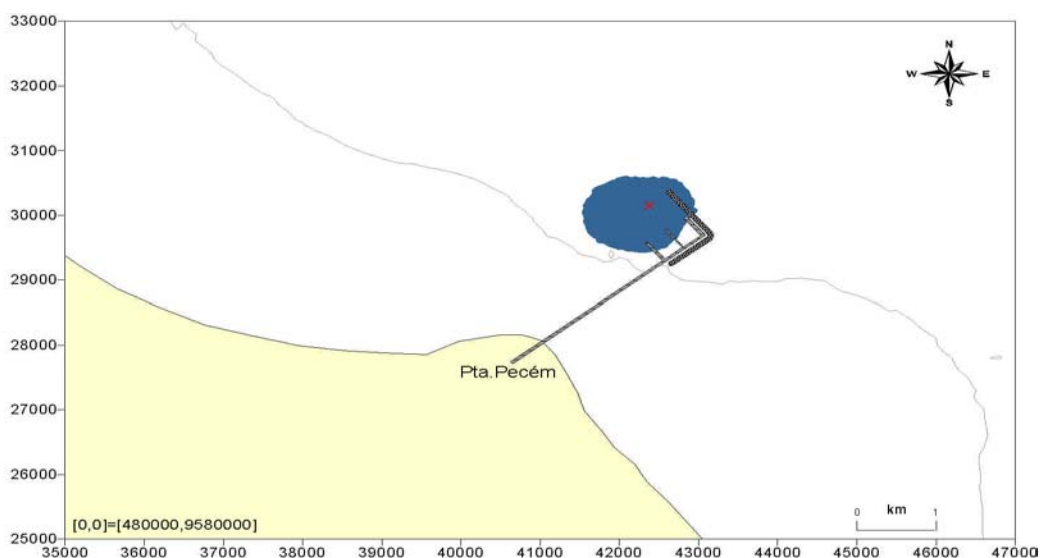


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 13

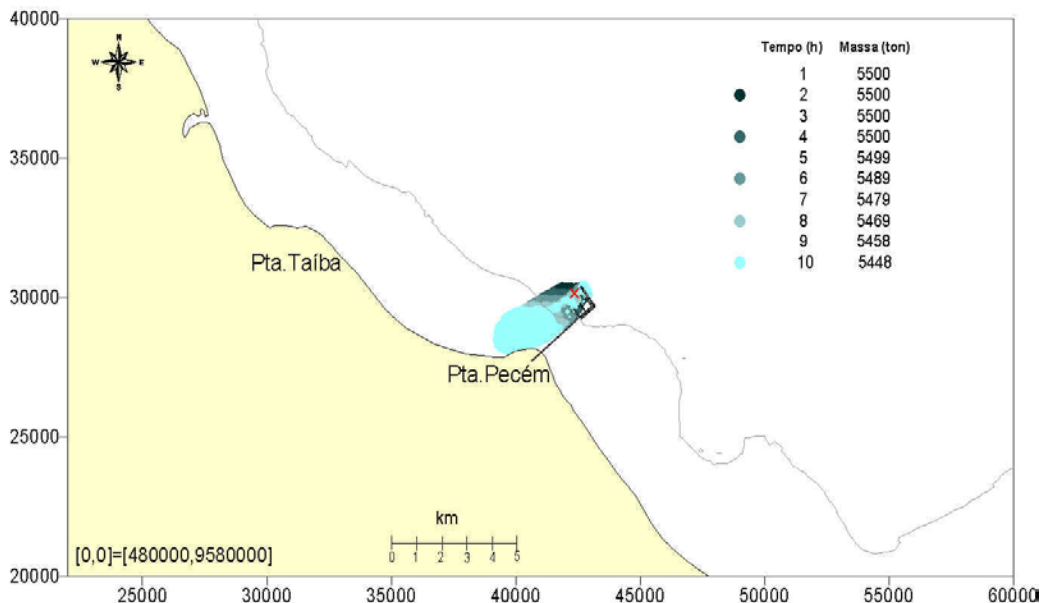
Os MAPAS Nºs 110 e 111 apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 5.500 toneladas de óleo combustível, em condições de vento nordeste nas imediações do quebra-mar.

MAPA Nº 110 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 13.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 111 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 13.

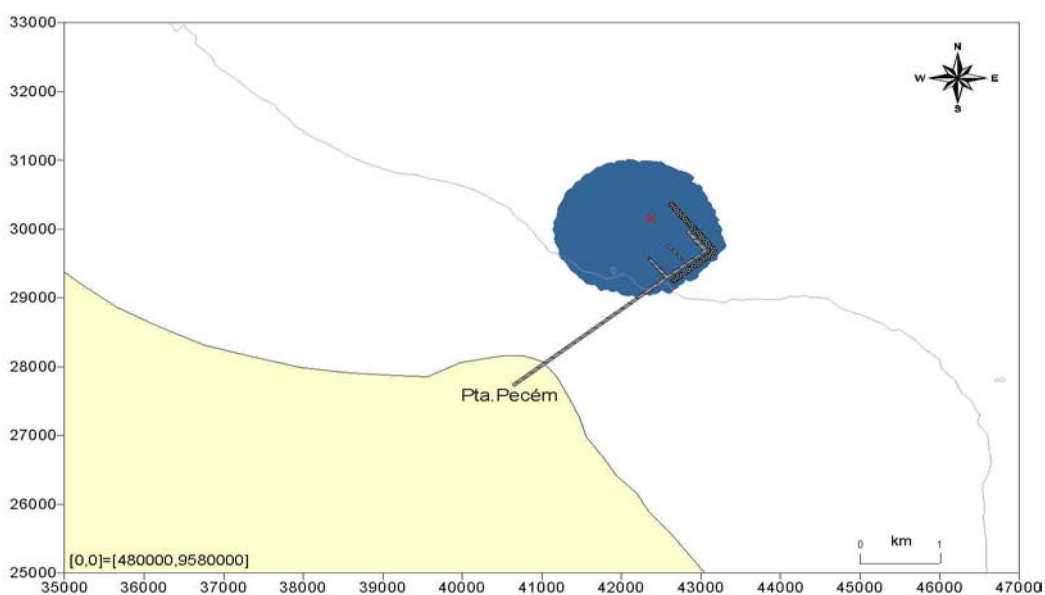


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 14

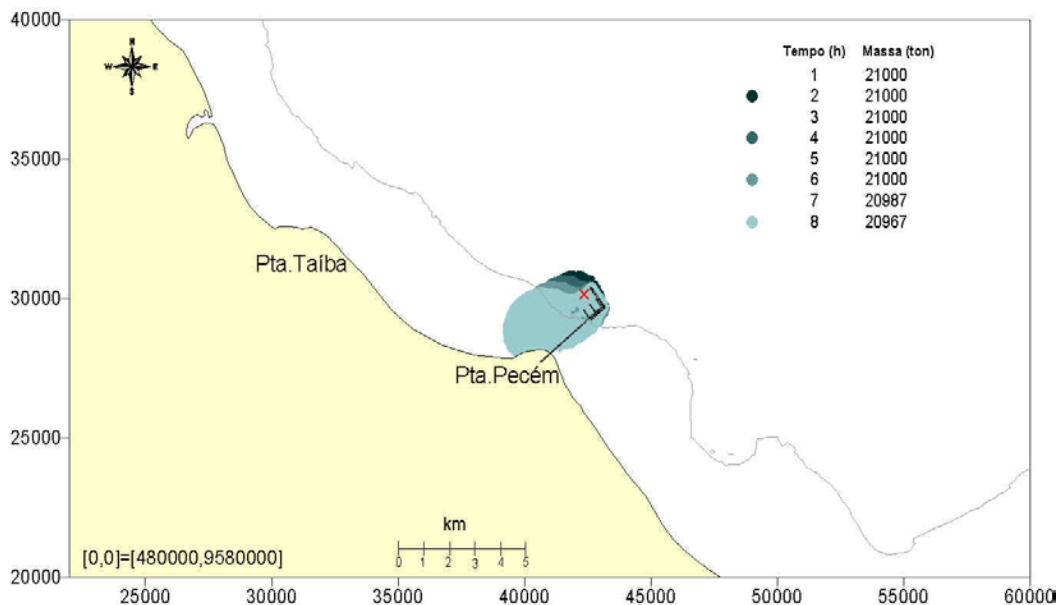
Os MAPAS Nºs 112 e 113, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 21000 toneladas de óleo combustível, em condições de vento nordeste nas imediações do quebra-mar.

MAPA Nº 112 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 14.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 113 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 8 HORAS PARA O CENÁRIO 14.

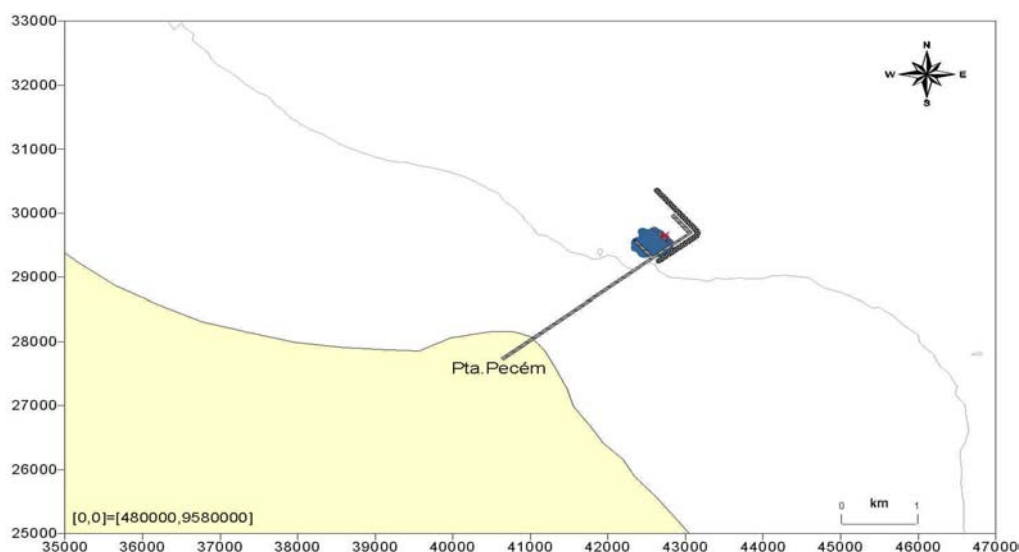


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 15

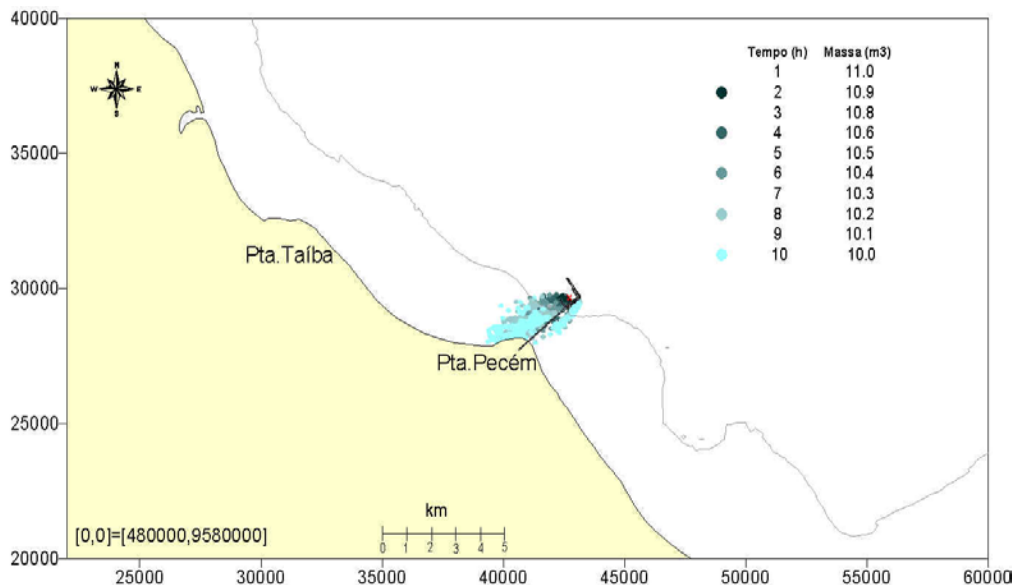
Os MAPAS Nºs 114 e 115, apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 11,3m³ de óleo combustível, em condições de vento nordeste nas imediações do Píer 2.

MAPA Nº 114 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 15.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 115 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 10 HORAS PARA O CENÁRIO 15

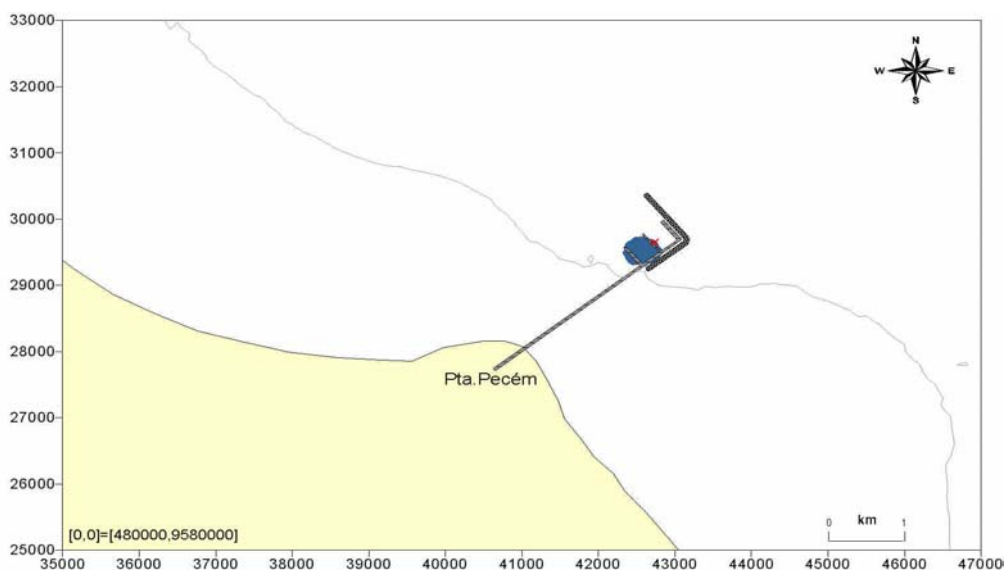


Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Cenário 16

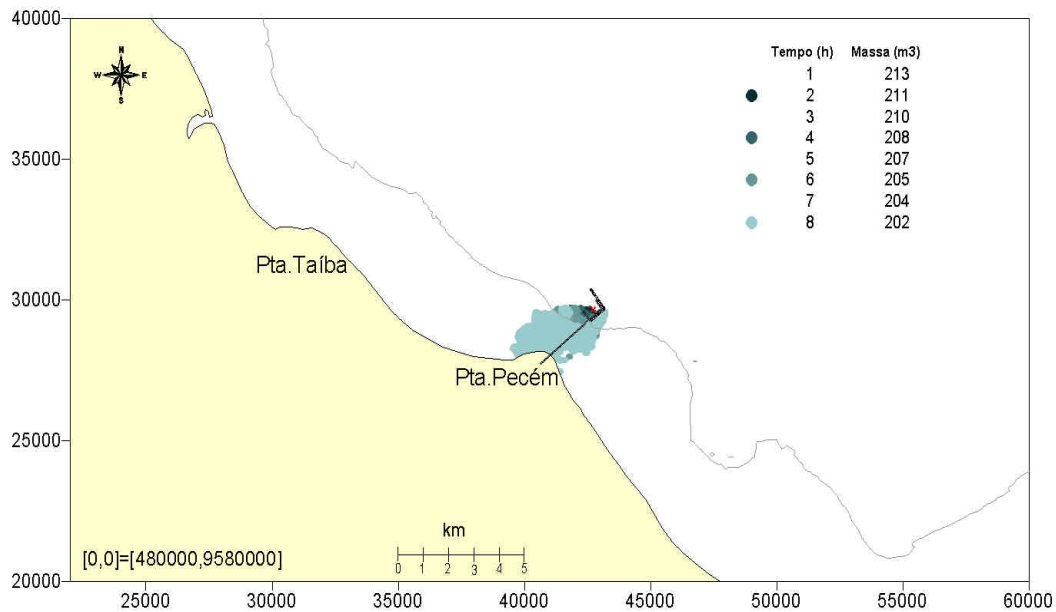
Os MAPAS Nºs 116 e 117 apresentam os resultados da simulação do deslocamento de uma mancha resultante do derramamento de 210m³ de óleo combustível, em condições de vento nordeste nas imediações do Píer 2.

MAPA Nº 116 – PLUMA DE ÓLEO COMBUSTÍVEL 1 HORA APÓS O DERRAME NAS CONDIÇÕES DO CENÁRIO 16.



Obs.: O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

MAPA Nº 117 – PLUMAS DE ÓLEO COMBUSTÍVEL AO LONGO DE 8 HORAS PARA O CENÁRIO 16



Obs.: As cores estão associadas ao tempo decorrido após o acidente e à massa de óleo remanescente. O ponto vermelho indica o local de ocorrência do derrame e a linha cinza destaca a isóbata de 15m.

Para dar maior clareza ao acompanhamento dos resultados na APR, nos QUADROS Nºs 107 a 111, de aplicação são apresentados:






















QUADRO Nº 107 – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DO EVENTO

- A – Provável
- B – Razoavelmente Provável
- C – Remota
- D – Extremamente Remota

QUADRO Nº 108 – SEVERIDADE DAS CONSEQUÊNCIAS DO EVENTO

CATEGORIA	NOME	CARACTERÍSTICAS
I	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> • Mortes ou lesões incapacitantes ao órgão operacional • Perda total das instalações e equipamentos
II	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões severas ou incapacitantes com possibilidade de agravamento • Danos severos a instalações e equipamentos
III	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> • Lesões moderadas • Danos moderados a instalações e equipamentos
IV	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de lesões. O máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor • Sem danos ou danos não significativos a instalações e equipamentos

QUADRO N° 109 – DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO

	A	B	C	D
I				
II				
III				
IV				
	 (1) CRÍTICO	 (2) SÉRIO	 (3) MODERADO	
	 (4) PEQUENO	 (5) DESPREZÍVEL		

QUADRO N° 110 – HIPÓTESE ACIDENTAL

01	Provável
02	Razoavelmente Provável
03	Remota
04	Extremamente Remota

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

Cliente: CIPP

Data: 19/02/2003

Folha: 01

Trecho: Braços de Transferência do Pier Petroleiro

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQUÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Pequenos vazamentos nos braços de transferência do pier petroleiro.	Gotejamento nas conexões e válvulas; Furos no braço; e Falha na drenagem do braço.	Observação visual de pequenas manchas no piso e no mar ao longo do pier petroleiro.	Contaminação do piso; e Poluição do mar.	Razoavelmente provável	Desprezível	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção das juntas e conexões; . Drenagem do braço após bombeamento; . Manutenção dos selos das bombas de drenagem; . Área de entorno dos braços contida por diques; e . Manter guardada a sala de controle de bombas do navio, durante descarregamentos. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Bloquear a fonte de vazamento/derramamento; . Recolher o óleo com espátula; . Manter guardada a sala de controle de bombas do navio, durante descarregamento; . Acondicionar resíduos em tambores; e . Dispor resíduos adequadamente, lavar piso com jatos de água quente, direcionando a água com resíduos oleosos para o sistema separador de óleo e água tipo API. 	02

Continua

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/02/2003

Folha: 02

Trecho: Tubulação sob o píer e sobre o enrocamento

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Pequenos vazamentos na tubulação sob o píer e sobre o enrocamento em situação sem bombeamento (estimado em < 3.000 litros).	<i>Pitting</i> de corrosão.	Observação visual de manchas no enrocamento sob o píer.	Contaminação do piso e rochas; e Poluição do mar.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Medição periódica de espessura da tubulação; e . Instalação de válvula no duto para eliminar efeito da pressão hidrostática da altura do nível de produto nos tanques de armazenagem em terra. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Estancar imediatamente o vazamento com batoques; . Conter vazamento com material absorvente; . Recolher e acondicionar resíduos em tambores; . Dispor resíduos adequadamente; . Realizar reparo após operação; e . Acionar o PAM, dependendo dos resultados das primeiras ações de resgate de poluentes. 	03

Continua

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/02/2003

Folha: 03

Trecho: Tubulação sob o píer e sobre o enrocamento

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQUÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Pequenos vazamentos na tubulação fora do enrocamento (volume estimado em < 3.000 litros).	<i>Pitting</i> de corrosão.	Observação visual de manchas no enrocamento sob o píer.	Contaminação do solo.	Remota	Critica	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Medição periódica de espessura da tubulação. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Estancar imediatamente o vazamento com batoques; . Conter vazamento com material absorvente; . Recolher e acondicionar resíduos em tambores; . Dispor resíduos adequadamente; e . Acionar o PAM após análise dos resultados das primeiras ações de resgate de poluentes. 	03

Continua

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 04

Trecho: Braço de carregamento

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Grandes vazamentos no braço de carregamento, sob operações de transferência (2 minutos de intervalo entre ocorrência e ação de interrupção) = 300 a 3.000 litros.	Furo de 1 a 10cm ² de área no braço.	Observação visual, de vazamento no braço, manchas no solo e no mar; e Queda acentuada da pressão de bombeio.	Contaminação acentuada do solo; e Poluição do mar.	Razoavelmente provável	Crítica	Sério Nível 1 (*)	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção das juntas e conexões; . Manter vedação da conexão dos braços em bom estado; . Proceder a alinhamento correto das válvulas, tubulações e tanques; . Operação supervisionada continuamente; . Implantar sistema supervisório automatizado com intertravamento; e . Viabilizar lançamento de barreiras de contenção, circundando o navio durante operações de transferência. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Paralisar imediatamente as operações de transferência; . Fechar a válvula mais próxima do vazamento, manualmente, ou através do sistema supervisório automatizado; . Bloquear fisicamente a fonte do vazamento/derramamento; e . Acionar o PAM. 	03

Continua

(*) Nível 1: Derramamentos que podem ocorrer nas instalações do porto ou em suas proximidades, como conseqüência de suas próprias atividades. Normalmente o porto disporá de seus próprios recursos para fazer a frente esse tipo de incidente.

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 05

Trecho: Tubulação sob o píer e sobre o enrocamento

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Grandes vazamentos na tubulação sob o píer e sobre o enrocamento durante bombeamento (período de 70 minutos => 60 minutos de intervalo de medição de tanques + 10 minutos entre obtenção e comparação da medição e posterior interrupção) = 11.000 a 210.000 litros (foi considerada falha por falta de uma medição intermediária => + 60 minutos: total de 130 minutos.	Rompimento ou furo de 1 a 10cm ² de área no oleoduto.	Observação visual, de vazamento no oleoduto, manchas no piso, rochas e no mar; e Queda acentuada da pressão de bombeio.	Contaminação expressiva do piso e rochas; e Poluição do mar.	Remota	Crítica	Moderado Níveis 1 e 2	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Verificar periodicamente a existência de danos no isolamento térmico do oleoduto; . Verificar contatos com suportes; . Efetivar medição periódica da espessura da tubulação; . Realizar testes hidrostáticos periódicos no oleoduto; . Se operação manual, estabelecer intervalo de 01 hora para medições intermediárias; . Implantar sistema supervisório automatizado com intertravamento; e . Viabilizar lançamento de barreiras de contenção, circundando o navio, durante operações de transferência. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Paralisar imediatamente as operações; . Bloquear a fonte do vazamento/derramamento; . Fechar a válvula mais próxima do vazamento, se possível, via sistema supervisório; e . Acionar planos de ação de contingência Nível 1 e/ou Nível 2. 	04

Continua

Obs: **Nível 1:** Derramamentos que podem ocorrer nas instalações do porto ou em suas proximidades, como conseqüência de suas próprias atividades. Normalmente o porto disporá de seus próprios recursos para fazer a frente esse tipo de incidente. **Nível 2:** Derramamentos de maiores proporções nas proximidades das instalações do porto, que pode solicitar recursos de outras empresas e organismos oficiais, dentro de um Plano de Auxílio Mútuo. A empresa pode participar em uma associação local em que cada membro aporta seus recursos de nível 1, e tem acesso direto a todo tipo de equipamento que tenha sido disponibilizado pelo Plano.

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 06

Trecho: Tubulação do enrocamento

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQUÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Grandes vazamentos da tubulação fora do enrocamento (período de 70 minutos => 60 minutos de intervalo de medição de tanques + 10 minutos entre obtenção e comparação da medição e posterior interrupção) = 11.000 a 210.000 litros (foi considerada falha por falta de uma medição intermediária => + 60 minutos: total de 130 minutos.	Rompimento ou furo de 1 a 10cm ² de área no oleoduto durante operação.	Observação visual, de vazamento no oleoduto, manchas no solo; e Queda acentuada da pressão de bombeio.	Contaminação do solo e possibilidade de contaminação de águas subterrâneas.	Remota	Crítica	Moderado Nível 2 (*)	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Verificar periodicamente a existência de danos no isolamento térmico do oleoduto; . Verificar contatos com suportes; . Medição periódica da espessura da tubulação; . Realizar testes hidrostáticos periódicos no oleoduto; . Se a operação manual, estabelecer intervalo de 01 hora para medições intermediárias; e . Implantar sistema supervisório automatizado com intertravamento. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Paralisar imediatamente as operações de transferência, e fechar a válvula mais próxima do vazamento; . Bloquear a fonte do vazamento/derramamento; . Confinar vazamento com diques; . Recolher e acondicionar solo contaminado; . Dispor resíduos adequadamente; . Acionar plano de contingência - ações em terra; . Verificar/monitorar contaminação das camadas inferiores do solo, e água subterrânea. 	04

Continua

(*) Nível 2: Derramamentos de maiores proporções nas proximidades das instalações do porto, que pode solicitar recursos de outras empresas e organismos oficiais, dentro de um Plano de Auxílio Mútuo. A empresa pode participar em uma associação local em que cada membro aporta seus recursos de nível 1, e tem acesso direto a todo tipo de equipamento que tenha sido disponibilizado pelo Plano.

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 07

Trecho: Piers de atracção

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Grandes vazamentos por ruptura do casco do navio – volumes definidos do item 3.1.2.1, de acordo com o tamanho do navio variando de 700 a 21.700 t.	Fadiga de chaparia; Colisão de embarcações; Colisão com o Pier; e Falha nas operações de lastro.	Observação visual de enormes manchas no mar.	Poluição do mar.	Extremamente Remota	Catastrófica	Moderado Nível 3 (*)	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Contratação de NT's em boas condições de operação; . Realizar inspeções periódicas no NT, mantendo cadastradas as irregularidades constatadas; . Garantir perfeito funcionamento das sinalizações náuticas; . Realizar escala de treinamento da tripulação de embarcações de serviço; . Realizar operações de atracção e desatracção somente durante o dia; . Promover ações simuladas objetivando racionalizar o tempo das ações mitigadoras; . Manter as embarcações de serviço em alerta durante operações com os NT's; e . Viabilizar lançamento de barreiras de contenção, circundando o NT, durante operações de transferência. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Bloquear com barreiras de contenção a fonte de vazamento/derramamento; . Acionar o PAM do Porto do Pecém; e . Acionar os Planos regional e nacional de contingências. 	04

Continua

(*) Nível 3 – Derramamentos de grandes proporções que exigirão importantes recursos e apoio em âmbito nacional ou internacional

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 08

Trecho: Braços de Transferência do Pier Petroleiro

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de óleo no braço de carregamento do Pier Petroleiro. Obs – Perigo idêntico ao da folha 01.	Rompimento de 1 a 10cm ² de área.	Observação visual de vapores inflamáveis.	Deslocamento dos vapores a um ponto de ignição provocando retrocesso de chama e princípio de incêndio.	Razoavelmente Provável	Marginal	Moderado Nível 1 (*)	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção das juntas e conexões; . Manter vedação da conexão dos braços em bom estado; . Alinhamento correto das válvulas, tubulações e tanques; . Operação supervisionada continuamente; . Implantar sistema supervisorio automatizado com intertravamento; . Manter sistema de rede de hidrantes pressurizada e efetuar manutenção periódica das bombas de incêndio; . Treinar brigadas de incêndio através de simulados. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Paralisar operações imediatamente; . Fechar válvula mais próxima do ponto de vazamento; . Acionar o PAM e o Corpo de Bombeiros do Complexo Industrial do Pecém; . Resfriar com água de incêndio as áreas próximas ao incidente; e . Isolar área, ficando apenas pessoal da brigada de incêndio. 	04

Continua

(*) Nível 1: Derramamentos que podem ocorrer nas instalações do porto ou em suas proximidades, como conseqüência de suas próprias atividades. Normalmente o porto disporá de seus próprios recursos para fazer a frente esse tipo de incidente.

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 53

Trecho: Tubulação sob o píer e sobre o enrocamento

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQUÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Grandes vazamentos na tubulação sob o píer e sobre o enrocamento durante bombeamento (período de 70 minutos => 60 minutos de intervalo de medição de tanques + 10 minutos entre obtenção e comparação da medição e posterior interrupção) = 11.000 a 210.000 litros (foi considerada falha por falta de uma medição intermediária => + 60 minutos: total de 130 minutos). Obs: Perigo idêntico ao da folha 5.	Rompimento ou furo de 1 a 10cm ² do oleoduto durante operação.	Observação visual de vapores inflamáveis.	Deslocamento dos vapores a um ponto de ignição provocando retrocesso de chama e princípio de incêndio.	Extremamente Remota	Crítica	Pqueno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Verificar periodicamente a existência de danos no isolamento térmico do oleoduto; . Verificar contatos com suportes; . Medição periódica da espessura da tubulação; . Realizar testes hidrostáticos periódicos no oleoduto; . Se a operação manual, estabelecer intervalo de 01 hora para medições intermediárias; . Implantar sistema supervisório; . Manter sistema de rede de hidrantes pressurizada e efetuar manutenção periódica das bombas de incêndio; . Treinar brigadas de incêndio através de simulados. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Paralisar operações imediatamente; . Fechar válvula mais próxima do ponto de vazamento; . Acionar o PAM e o Corpo de Bombeiros do Complexo Industrial do Pecém; . Após o combate verificar/monitorar contaminação das camadas inferiores do solo e água subterrânea; e . Isolar área, ficando apenas pessoal da brigada de incêndio. 	04

Continua

QUADRO Nº 111 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 19/03/2003

Folha: 10

Trecho: Piers de atração

Local: Complexo Industrial-Portuário do Pecém

Documentos:

Observações: Rev. 02

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
<p>Grandes vazamentos por ruptura do casco do navio – volumes definidos do item 3.1.2.1, de acordo com o tamanho do navio variando de 700 a 21.700t.</p> <p>Obs: Perigo idêntico ao da folha 07.</p>	<p>Fadiga de chaparia; Colisão de embarcações; Colisão com o Pier; e Falha nas operações de lastro.</p>	<p>Observação visual de enormes manchas no mar.</p>	<p>Poluição do mar.</p>	<p>Extremamente Remota</p>	<p>Catastrófica</p>	<p>Moderado</p>	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Contratação de NT's em boas condições de operação; . Realizar inspeções periódicas no NT, mantendo cadastradas as irregularidades constatadas; . Garantir perfeito funcionamento das sinalizações náuticas; . Realizar escala de treinamento da tripulação de embarcações de serviço; . Realizar operações de atracação e desatracação somente durante o dia; . Promover ações simuladas objetivando racionalizar o tempo das ações mitigadoras; . Manter as embarcações de serviço em alerta durante operações com os NT's; e . Viabilizar lançamento de barreiras de contenção, circundando o NT, durante operações de transferência. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Bloquear com barreiras de contenção a fonte de vazamento/derramamento; . Acionar o PAM do Porto do Pecém; e . Acionar os Planos regional e nacional de contingências. 	<p>04</p>



Todas as informações formatadas nas APR's, sugeridas por sua vez pela análise do histórico, pela identificação dos perigos, pelas tipologias acidentais e pelos cenários simulados, permitem identificar de forma organizada o conjunto de ações a serem tomadas em casos de acidentes, com fins de não sendo possível, totalmente, evitá-los, pelo menos há condições de se minimizar, ao máximo, os efeitos destrutivos ao homem e ao meio ambiente, e certamente, ratificando o sucesso do empreendimento.

Sistemas preventivos, como, por exemplo, circundar-se as embarcações com barreiras de contenção, permitem no caso de haver algum derrame de óleo, como esse ficará contido, melhores condições, e atitudes operacionais mais eficazes, pela rapidez com que podem ser efetivadas.

Em caso de princípios de incêndio, havendo pessoal treinado e de prontidão, como também, sistema de rede de hidrantes pré-pressurizado, a resposta é mais imediata, diminuindo o "gap" entre o início do incêndio e o início das ações preliminares, como por exemplo, resfriamento e abafamento.

O cartão postal do CIPP é sem dúvida o Porto do Pecém. Assim, o Plano de Auxílio Mútuo do Complexo Industrial – Portuário do Pecém, será elaborado com ações suficientes de prevenirem contato de produtos contaminantes com o mar e seu solo. A atenção para as ações desenvolvidas nas APR's deve ser a mais eficaz e rápida possível, pois pelos cenários de 1 a 16, simulados, vê-se plenamente que a direção dos ventos e as correntes marinhas são rápidas em deflagrarem o espalhamento, de qualquer quantidade de óleo, de forma geométrica.

A bibliografia levantada será extremamente construtiva quando da elaboração do PAM e sua interação com os planos regionais e nacionais de combate a acidentes que eclodam em dano ao homem e ao meio ambiente.

2.8.2 SIDERÚRGICA

• Histórico

A instalação de uma indústria siderúrgica no CIPP representa um grande centro de geração de novas tecnologias, novos empreendimentos, aumento da oferta de mão de obra especializada, como também, a necessidade de um alto grau de prevenção contra a poluição atmosférica que esse tipo de empreendimento pode proporcionar ao ambiente.

Os equipamentos de proteção ambiental devem ser cuidadosamente calculados com fins de impedirem o lançamento de particulados e gases na região.

A circunvizinhança deve ser mantida isolada do ambiente fabril por um extenso *cordão verde*, dificultando assim, ao máximo, a absorção dos agentes químicos nas formas de aerodispersóides, de gases e de vapores, pelas populações nativas e ou *importadas*.

Em todo o mundo, é fato a preocupação do homem para com o meio ambiente, pois com a evolução tecnológica e o crescimento industrial, os problemas ambientais, mais bruscamente, atingem a saúde

humana. Assim, torna-se importante e oportuna a avaliação dos poluentes atmosféricos em áreas de grande fluxo populacional.

Em áreas urbanas industrializadas deve-se levar em conta a meteorologia e a topografia da área, em relação a distribuição populacional, pois são fatores que influenciam significativamente no transporte e dispersão dos poluentes do ar, levando a vários tipos de circulação.

No século passado e nesse que se inicia, as necessidades energéticas tem sido supridas pelo uso de combustíveis fósseis, os quais contribuem para a poluição do ar pela emissão de diversos poluentes como as partículas totais em suspensão (PTS) e os metais-traço. Segundo a Legislação Brasileira (CONAMA, 1992), existem vários parâmetros de avaliação da qualidade do ar, tais como a determinação da concentração de PTS, SO₂, CO, O₃ e NOX.

A Legislação Brasileira, por sua vez, estabeleceu padrões de qualidade do ar para concentrações de PTS para curtos e longos períodos. Para o período de 24 horas (curto) existe o padrão de qualidade do ar primário (240mg/m³), cujas concentrações de poluentes que ultrapassem esse padrão poderão afetar a saúde da população e o secundário (150mg/m³), no qual as concentrações de poluentes atmosféricos estão abaixo do que se prevê para o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à flora e a fauna. Para longos períodos foram definidas as médias geométricas anuais nos valores de 80mg/m³ (primário) e 60mg/m³ (secundário).

No Brasil, como em boa parte do mundo, os combustíveis fósseis são empregados pelas usinas termoelétricas e siderúrgicas acarretando na emissão de partículas enriquecidas em espécies químicas altamente tóxicas. Essas partículas podem causar sérios problemas ao meio ambiente e ao ser humano por permanecerem durante um longo período na atmosfera e por apresentarem em sua superfície concentrações elevadas de metais como Ni, Cr, Pb, Cd, Fe, Mn, etc.

No Brasil, mais especificamente na região sul, os aerodispersóides, na forma de particulados, têm sido alvo de grande preocupação devido à baixa eficiência dos sistemas de controle para as emissões dessas partículas, nas formas mais finas. As siderúrgicas instaladas nos municípios de Charqueadas e de Sapucaia do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul, tem provocado alterações na qualidade do ar da região. Em 1999, foi realizado estudo com o objetivo de apresentar resultados quanto as concentrações de PTS e metais associados, em suspensão no ambiente atmosférico.

Os resultados da pesquisa mostraram que as duas regiões apresentaram concentrações de PTS elevadas em determinados dias, atingindo valores acima dos permitidos nos padrões de qualidade do ar. No caso do Município de Sapucaia do Sul, verificou-se que apresenta maior tendência de poluição por PTS do que Charqueadas, atribuindo-se ao fato da estação de amostragem dessa cidade estar situada numa rótula e próxima a Rodovia Federal - BR-116, onde a circulação de veículos automotores é intenso.

Em Sapucaia do Sul os níveis de PTS ultrapassaram o padrão primário ($240\text{mg}/\text{m}^3$) em 9 medições e a concentração máxima aproximou-se de $700\text{mg}/\text{m}^3$, ou seja, quase três vezes o padrão primário.

Em Charqueadas o nível de PTS, de forma geral, atendeu melhor os padrões de qualidade do ar. As concentrações de PTS ultrapassaram o padrão primário em 4 ocasiões, atingindo concentração de até $300\text{mg}/\text{m}^3$, atribuindo-se isso às atividades da termoeletrica e da siderurgica.

Esses fatos são tão notáveis, indicando o efeito real da poluição causada por esse tipo de empreendimento que estudos realizados pelos cientistas canadenses Christopher Somers e James Quinn, indicaram que a poluição do ar produzida por siderurgicas causa, também, problemas genéticos que podem ser passados de geração para geração. Apesar de não estar claro de que o dano genético poderia prejudicar a saúde de todos, testes realizados com camundongos indicaram que os que respiravam o ar próximo de uma indústria siderurgica tinham menos filhotes. Além disso, os filhotes tinham mais mutações genéticas do que outros.

As descobertas, publicadas na revista *PNAS*, sugerem que os funcionários de siderurgicas e pessoas que moram próximas a elas deveriam ser examinados clinicamente, procurando indicações de algum tipo de mutação genética a fim de que os males advindos possam ser controlados a tempo, de acordo com os pesquisadores da Universidade McMaster, em Hamilton, Ontário.

Em um dos trechos da revista, os cientistas declaram que:

Nossos resultados indicam que existe uma necessidade urgente de investigar as conseqüências genéticas associadas à exposição à poluição química pela inalação do ar industrial e urbano.

Essa mesma equipe havia realizado um outro estudo mostrando que gaivotas vivendo perto de uma fábrica de aço no Lago Ontário tinham mutações genéticas.

Em estudo mais recente, Christopher Somers e James Quinn criaram os camundongos em duas localizações diferentes: um grupo a um quilômetro da fábrica e o outro a 30. Concluíram, após os testes e observações realizados, que os animais que respiraram o ar poluído eram entre 1,5 e 2 vezes mais propensos a apresentar mutações no DNA do que ratos respirando um ar mais puro. Verificaram que apesar do DNA alterar-se em uma taxa regular no processo que leva à evolução, as mutações extras podem causar problemas tais como o câncer. Concluiu-se, também, que quase todas as mutações extras são herdadas do camundongo pai, indicando que, como a maioria dos funcionários da indústria siderurgica é do sexo masculino, os homens correm um risco maior que as mulheres.

Também existem pesquisas mostrando taxas de câncer elevadas entre trabalhadores de fábricas de aço, acrescentou Quinn.

A poluição do ar, portanto, tem sido, com o crescente processo de industrialização, desde a primeira metade do século XX, um grave problema para a saúde pública e o ecossistema.

Episódios de poluição excessiva (FOTO N° 19) causaram aumento do número de mortes em algumas cidades da Europa e Estados Unidos. O primeiro episódio ocorreu em 1930, no vale de Meuse, Bélgica, entre as cidades de Huy e Liège, uma região com grande concentração de indústrias, sendo quatro siderúrgicas, três metalúrgicas, quatro centrais de produção de energia elétrica e suas minas de carvão, seis indústrias de cerâmica e vidro que utilizavam fornos a carvão ou gasogênio, três indústrias de cimento, três indústrias de transformação química de minerais, uma carvoaria, uma fábrica de pólvora, uma fábrica de ácido sulfúrico e uma fábrica de adubos, distribuídas em uma faixa de aproximadamente vinte quilômetros de comprimento. Nos cinco primeiros dias do mês de dezembro, condições meteorológicas desfavoráveis, como a ausência de ventos, impediram a dispersão dos poluentes, que permaneceram estacionados sobre a região. Imediatamente foi registrado um aumento do número de doenças respiratórias e um excesso de mortes (60 mortes) até dois dias após o início do episódio.

FOTO N° 19 – VOLUME DE AERODISPERSÓIDES (FUMAÇA) EMANADOS PELAS CHAMINÉS DE UMA SIDERÚRGICA



Com a modernização dos equipamentos hoje existentes, onde novas tecnologias são aplicadas, dependendo da característica dos produtos a serem processados na indústria siderúrgica e de seus equipamentos e processos, os riscos ambientais inerentes à poluição atmosférica, que afetam o homem e a natureza, diminuem de forma radical, havendo uma grande chance de se manter um equilíbrio sustentável entre o progresso tecnológico, a saúde do trabalhador e o meio ambiente. De qualquer modo esse trabalho que tem como objetivo dar subsídios para a implementação de um mega plano de contingência, irá evidenciar os principais riscos químicos e de acidentes encontrados em processos siderúrgicos que devem ser observados e avaliados junto à indústria a ser instalada no CIPP.

- **Identificação de Perigos**

Nos grandes centros urbanos e industriais tornam-se freqüentes os dias em que a poluição do ar atinge níveis críticos. Nas regiões onde há siderúrgicas, termelétricas, refinarias, etc., agrava-se mais em



função da emissão de gases, tais como CO₂, CO, NO, SO₂, os óxidos sulfúricos e de nitrogênio, enxofre, os hidrocarbonetos, partículas metálicas (chumbo, níquel e zinco) etc.

Todos esses poluentes são resultantes das atividades humanas e são lançados na atmosfera.

A emissão excessiva de poluentes tem provocado sérios danos à saúde como problemas respiratórios (Bronquite crônica e asma), alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso ou em órgãos vitais e até câncer.

Esses distúrbios agravam-se pela ausência de ventos e no inverno com o fenômeno da inversão térmica (ocorre quando uma camada de ar frio forma uma parede na atmosfera que impede a passagem do ar quente e a dispersão dos poluentes). Como exemplo do malefício desse fenômeno, foi a morte de cerca de 4.000 pessoas em Londres no ano de 1952.

Os danos não se restringem à espécie humana. Toda a natureza é afetada. A toxidez do ar ocasiona a destruição de florestas, fortes chuvas que provocam a erosão do solo e o entupimento dos rios. No Brasil, dois exemplos de cidades totalmente poluídas são Cubatão e São Paulo. Os principais impactos ao meio ambiente são a redução da camada de ozônio, o efeito estufa e a precipitação de chuva ácida.

Além dos aspectos ambientais, as siderúrgicas apresentam índices de acidentes e de doenças ocupacionais, ainda preocupantes, apesar de terem diminuído quantitativamente. Os dados atualmente disponíveis com relação aos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais no setor siderúrgico, obtidos junto ao Ministério da Previdência e Assistência Social – MPAS, referem-se exclusivamente aos trabalhadores diretos do setor. Isso ocorre porque as estatísticas baseadas na emissão de Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT) consideram o código da CNAE da empresa contratante do trabalhador e não o código do estabelecimento associado ao acidente ou à doença do trabalho. Considerando que muitas das atividades com maiores riscos são executadas por empresas terceirizadas, é fundamental que se conheça a incidência e a gravidade dos acidentes e doenças ocupacionais entre as empresas terceirizadas para uma real avaliação do setor siderúrgico quanto a segurança e saúde dos trabalhadores.

De acordo com o MPAS os acidentes de trabalho registrados pelo setor siderúrgico entre 1998 e 2000 foram: (QUADRO N° 112)

Esses dados sugerem uma redução no número de acidentes de trabalho típicos registrados entre 1998 e 2000 na ordem de 32% e no número de doenças ocupacionais de 34%. Entretanto devemos ter em mente que um grande número de postos de trabalho do setor siderúrgico vem sendo terceirizados, principalmente aqueles associados aos principais riscos ocupacionais. Essa medida transfere trabalhadores e eventuais acidentes e doenças ocupacionais do setor siderúrgico para outros setores econômicos nas estatísticas oficiais.

QUADRO Nº 112 – QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO REGISTRADOS, POR MOTIVO, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NACIONAL DE ATIVIDADES ECONÔMICAS (CNAE) – 1998 / 2000

CNAE	TOTAL			TÍPICO			TRAJETO			DOENÇA DO TRABALHO		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
2711	545	511	412	416	326	328	94	58	44	35	127	40
2712	1.008	835	548	916	769	469	32	32	22	60	34	57
2721	451	348	385	405	324	362	15	17	19	31	07	04
2722	07	629	476	613	576	436	34	27	18	60	26	22
	2711	2323	1821	2350	1995	1595	175	134	103	186	194	123

Outra fonte para a análise dos acidentes do trabalho no setor é o Sistema Federal de Inspeção do Trabalho – SFIT, utilizado pelos Auditores Fiscais do Trabalho para a inclusão de relatórios sobre as inspeções realizadas. A partir de 2001 o Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho – DSST/SIT/MTE acrescentou ao SFIT instrumentos necessários para a inclusão de dados sobre investigação de acidentes do trabalho graves ou fatais.

Desde a implantação do sistema em julho de 2001 até abril de 2002 foram investigados 417 acidentes do trabalho. Esses acidentes atingiram 504 trabalhadores, sendo 276 casos fatais e 228 classificados como graves não fatais. Nesse sistema são contabilizados os trabalhadores próprios e de empresas contratadas. Desses 504 trabalhadores, 20 (3,97%) eram do setor siderúrgico, conforme QUADRO Nº 113.

QUADRO Nº 113 – NÚMERO DE TRABALHADORES QUE SOFRERAM ACIDENTES FATAIS E GRAVES NÃO FATAIS INVESTIGADOS ENTRE JULHO/2001 E ABRIL/2002, SEGUNDO CNAE

CNAE	AT NÃO FATAIS	%	AT FATAIS	%	TOTAL	%
27.11-1	06	2,63	03	1,09	09	1,78
27.12-0	04	1,75	01	0,36	05	0,99
27.21-9	01	0,44	01	0,36	02	0,40
27.22-7	0		04	1,45	04	0,79
27.1+ 27.2	11	4,82	09	3,26	20	3,97
Todos os CNAE	228		276		504	

Segundo a mesma fonte, dos 504 trabalhadores acidentados, 78 (15,48%) eram de empresas contratadas. Entre os 276 trabalhadores vítimas de acidentes fatais, 49 (17,75%) eram de contratadas. Daí a grande preocupação dos grandes empreendimentos industriais em criar dentro do Plano de Segurança de suas empresas, projeto específico de adaptação das empreiteiras às normas de segurança interna, objetivando, nivelar o padrão interno de segurança dos seus empregados aos empregados das empreiteiras, minorando assim, os níveis de acidentes das empresas contratadas.

- **Tipologias Acidentais**

Assim como os processos de redução para produção de aço apresentam uma grande gama de riscos físicos, como o calor e o ruído gerado pelos sopradores ou pelo arco voltaico, atingindo facilmente níveis acima de 105dB(A) [o limite de tolerância para 08 horas de trabalho é de 85 dB(A)], os riscos químicos devido ao CO e aos fumos metálicos, cuja exposição é muito maior nesta etapa do processamento, contribuem, juntamente com a poeira de refratários, no conjunto de riscos ambientais indesejáveis para a área industrial e sua circunvizinhança.

Além disso, a indústria siderúrgica é factível de diversos outros tipos de acidentes, gerados pela magnitude de seus equipamentos, pelas temperaturas extremas do processo produtivo, pela inserção de mão de obra terceirizada, cuja competência operacional é bastante inferior àquela dominada pelos empregados diretos, criando, portanto, um clima propício à existência de risco de acidentes mecânicos, e muitas vezes fatais, através de queimaduras de 2° e 3° graus, mutilações por arraste ou esmagamento, intoxicações por gases, etc. Os riscos mecânicos, apesar de tudo, vêm diminuindo devido a modernização dos equipamentos e a preocupação em preparar mais os empregados próprios, como também, controlar, através de cláusulas contratuais, a contratação de terceirizados comprovadamente mais preparados para as atividades fins de uma indústria siderúrgica.

No caso dos riscos ambientais, a influência deles sobre a saúde do trabalhador é bastante específica e podem ser divididos em Metais Pesados e Compostos Orgânicos:

- **METAIS PESADOS**

Cádmio

O cádmio não tem função bioquímica ou nutricional, e é altamente tóxico para plantas e animais (USPHS 1997, WHO 1992, Alloway 1990). Em humanos e animais, há fortes evidências de que o rim é o principal alvo da toxicidade do cádmio, após exposição por tempo prolongado (USPHS 1997, Elinder e Jarup 1996, Goyer 1996, Roels *et al.* 1993, Iwata *et al.* 1993, WHO 1992, Mueller *et al.* 1992). Os danos renais incluem proteinúria (excreção de proteínas de baixo peso molecular) e um decréscimo na taxa de filtração glomerular. O último resulta em uma diminuição na reabsorção de enzimas, aminoácidos, glicose, cálcio, cobre, e fosfato inorgânico. Além disso, estudos mostraram que mesmo quando a exposição ao cádmio cessa, a proteinúria não diminui, e a disfunção tubular renal e a filtração glomerular

reduzida pioram (USPHS 1997, Jarup *et al.* 1997, Elinder e Jarup 1996, Goyer 1996, Iwata *et al.* 1993, WHO 1992, Nriagu 1988).

Outros efeitos tóxicos do cádmio, baseados em achados de estudos toxicológicos ocupacionais, em animais e epidemiológicos, são sumarizados a seguir:

A inalação de altos níveis de fumaça ou poeira de óxido de cádmio é extremamente irritante para o tecido respiratório, e exposições agudas a altos níveis podem ser fatais. Os sintomas não-fatais típicos podem incluir traqueobronquite grave, pneumonite, e edema pulmonar (inchaço dos sacos de ar dos pulmões resultando na dificuldade em respirar), que podem se desenvolver poucas horas após a exposição (USPHS 1997, Goyer 1996, WHO 1992). Em níveis mais baixos, a inflamação dos pulmões pode causar enfisema (perda da elasticidade da árvore respiratória levando à dificuldade de respirar) e dispnéia (falta de ar) (USPHS 1997, Goyer 1996, WHO 1992). Estudos em animais confirmaram que a exposição por inalação ao cádmio leva a problemas respiratórios (USPHS 1997, WHO 1992).

Vários estudos epidemiológicos tentaram determinar uma relação entre exposição ocupacional respiratória ao cádmio e câncer de pulmão e próstata. Estes estudos, juntamente com estudos epidemiológicos em animais, fundamentam o papel do cádmio na carcinogênese (IARC 1998, Goyer 1996). O cádmio, e certos compostos de cádmio, são, portanto, listados pela Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) como carcinogênicos (IARC 1998). O Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos no seu 8º Relatório Sobre Carcinógenos, antecipa o cádmio e certos compostos de cádmio como Prováveis Candidatos a Carcinógenos Humanos (USPHS 1998).

Além desses efeitos tóxicos, tem sido sugerido também um papel para o cádmio no desenvolvimento de hipertensão (alta pressão sanguínea) e doenças do coração (USPHS 1997), Goyer 1996, Elinder e Jarup 1996). A exposição acentuada via oral pode resultar em sérias irritações no epitélio gastrointestinal, náusea, vômitos, salivação, dor abdominal, cólica e diarreia (USPHS 1997).

Cromo

O cromo (III) é considerado um nutriente traço essencial, necessário para o metabolismo de glicose, proteínas e gordura em mamíferos. Os sinais de deficiência em humanos incluem perda de peso e tolerância diminuída à glicose (USPHS 1997, Goyer 1996). As exigências mínimas diárias de cromo (III) para uma boa saúde não são conhecidas, mas estima-se, para humanos, que uma ingestão diária de 50-200ug/dia seja segura e adequada. No entanto, embora seja um nutriente alimentar essencial, doses muito altas podem ser prejudiciais (USPHS 1997).

O cromo (VI) é não-essencial e tóxico. Os compostos são corrosivos e reações alérgicas na pele ocorrem logo após o contato, independente da dose. Exposições breves a níveis elevados podem resultar na ulceração da pele exposta, em perfurações no trato respiratório e na irritação do trato gastrointestinal. Danos ao rim e ao fígado também foram relatados (USPHS 1997). Além disso, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) classifica os compostos de cromo (VI) como carcinógenos conhecidos (1998). A exposição

ocupacional prolongada a níveis de cromo aéreo mais altos do que os presentes no ambiente natural foi associada ao câncer de pulmão. Os indivíduos que apresentam maior risco incluem os que trabalham em indústrias de produção de cromato e os envolvidos na fabricação e no uso de pigmentos de cromo; riscos semelhantes podem existir em trabalhadores que lidam com ligas de cromo, em soldadores de aço inoxidável, e em chapeadores de cromo (Kimbrough 1999, USPHS 1998).

Cobre

O cobre é um nutriente essencial que é incorporado em uma série de sistemas de enzimas de animais e de plantas; ex. em humanos, os sistemas enzimáticos envolvidos na formação da hemoglobina, no metabolismo do carboidrato, na formação da melanina, e na ligação cruzada entre colágenos, elastina e ceratina do cabelo (USPHS 1997). A deficiência humana é caracterizada pela anemia, resultante da síntese deficiente de hemoglobina (Goyer 1996). No entanto, no extremo oposto, vômitos, hipotensão, icterícia, coma e até mesmo morte, podem resultar de intoxicação aguda (USPHS 1997).

Portanto, embora o cobre seja essencial para a boa saúde, uma dose única muito grande, ou a exposição crônica elevada pode ser prejudicial. A inalação de poeira e vapores pode irritar o nariz, a boca e os olhos, e causar dores de cabeça, tontura, náusea e diarreia. A exposição oral a níveis elevados pode causar vômito, diarreia, cólica estomacal e náusea (USPHS 1997). A homeostase do cobre desempenha um papel importante na prevenção da toxicidade dele em humanos, animais terrestres e organismos aquáticos. O cobre é facilmente absorvido do estômago e do intestino delgado. Após as exigências metabólicas serem atendidas, há vários mecanismos para prevenir o excesso de cobre, como a excreção da bile, aumento no armazenamento no fígado ou na medula óssea (USPHS 1997). No entanto, falhas nesse mecanismo homeostático podem ocorrer em humanos e animais após a exposição a níveis elevados de cobre. Essa doença rara, conhecida como doença de Wilson, é caracterizada pela retenção excessiva de cobre no fígado e excreção deficiente do cobre na bile. Isso pode resultar em danos ao fígado e aos rins e anemia hemolítica (USPHS 1997).

Além desses efeitos, danos no desenvolvimento e na reprodução, após a exposição a níveis elevados de cobre, já foram vistos em animais. No entanto, esses efeitos não foram relatados em humanos (USPHS 1997).

Chumbo

Quando o chumbo é lançado no meio ambiente, ele tem um longo tempo de residência comparado à maioria dos outros poluentes. Como resultado, ele tende a se acumular em solos e sedimentos, onde, devido à baixa solubilidade, pode permanecer acessível à cadeia alimentar e ao metabolismo humano por muito tempo (Sauve et al. 1997, USPHS 1997, Alloway 1990).

Plantas e animais podem acumular chumbo a partir da água, de solos e sedimentos, sendo as formas orgânicas mais facilmente absorvidas do que as inorgânicas.



O chumbo é um dos metais tóxicos mais ubíquos existentes. Ele não tem função nutricional, bioquímica ou fisiológica conhecida, e visto que não há necessidade biológica demonstrada, e que ele é tóxico para a maioria dos organismos vivos, a principal preocupação no momento é em que dose o chumbo pode se tornar tóxico (Goyer 1996). Os efeitos tóxicos do chumbo são os mesmos, independente de se ele é ingerido ou inalado, e os níveis no sangue a partir de <math><10-100\text{ug/dl}</math> em crianças, e $10-100\text{ug/dl}$ em adultos foram associados a uma série de efeitos adversos. Esses efeitos incluem distúrbios no sistema nervoso, anemia e síntese de hemoglobina diminuída, doença cardiovascular, além de distúrbios no metabolismo ósseo, na função renal e na reprodução. O efeito de uma exposição relativamente baixa no desenvolvimento cognitivo e comportamental em crianças é extremamente preocupante (Pirkle *et al.* 1998, USPHS 1997, Bernard *et al.* 1995, Goyer 1993, Nriagu 1988).

Em 1975, o Centro de Controle de Doenças (CDC) em Atlanta recomendou que o maior nível permissível de chumbo no sangue seja de 30ug/dl (tanto para adultos quanto para crianças).

Esses níveis foram reduzidos em 1985 para 25ug/dl, e novamente em 1991, definindo um nível de chumbo no sangue de 10ug/l como um nível para ação ou intervenção (USPHS 1997). Ainda mais importante é a recomendação atual de que talvez não haja níveis aceitáveis de chumbo no sangue que não produzam efeitos tóxicos, especialmente no sistema nervoso central em desenvolvimento (USPHS 1997, Goyer 1993).

Estudos em animais reproduziram muitos dos efeitos tóxicos listados acima, e animais que se alimentavam próximos a plantas de fundição, mineração e reciclagem freqüentemente ingeriram níveis de chumbo que resultaram em envenenamento e morte (Henny *et al.* 1991, Blus *et al.* 1991, USPHS 1997, WHO 1989, Collivignarelli *et al.* 1986).

Manganês

O manganês é um metal traço essencial, embora a exposição humana e animal a níveis altos possa causar problemas graves. Trabalhadores com exposição crônica a níveis elevados de manganês no ar sofreram distúrbios mentais e emocionais, além de apresentarem movimentos do corpo mais lentos e descoordenados. Essa combinação de sintomas é uma doença chamada manganismo. Os sintomas podem ser reduzidos por tratamento médico, mas devido aos níveis elevados de manganês que se acumulam no cérebro, qualquer lesão nesse órgão é freqüentemente permanente (ATSDR 1997). Não se sabe ao certo se a ingestão de níveis elevados de manganês pode causar manganismo ou não. A exposição a baixos níveis de manganês em trabalhadores em duas fundições de aço foi associada a sinais precoces de danos neurológicos (Wennberg 1991). Em um relatório, humanos expostos à água potável contaminada desenvolveram sintomas similares aos vistos em mineradores de manganês ou trabalhadores de plantas de aço, mas não se sabe ao certo se os efeitos foram causados pelo manganês isoladamente. Outro relatório apontou que pessoas que bebiam água com níveis de manganês acima da média aparentavam ter uma freqüência mais alta de sintomas como fraqueza, rigidez muscular e tremor

das mãos. No entanto, esses sintomas não são específicos ao manganês, e podem ter sido causados por outros fatores (ATSDR 1997).

Estudos em animais têm mostrado que níveis elevados de manganês na comida ou na água podem causar mudanças no cérebro, o que sugere que tais níveis possam causar lesões cerebrais. Além disso, estudos em animais indicaram que o manganês também pode ser um intoxicante reprodutivo, especialmente para machos, danificando os testículos e causando impotência.

Mercúrio

Devido ao fato de o mercúrio ser o único metal que pode existir como líquido e vapor em temperatura ambiente, o seu comportamento ambiental difere do da maioria dos outros elementos tóxicos (USPHS 1997, WHO 1989). O mercúrio pode existir em três estados de valência, Hg (0), Hg (I) e Hg (II). Na atmosfera, o mercúrio elementar é sem dúvida a forma mais comum e, como vapor, é responsável pela propagação global do mercúrio. Além disso, em um grau muito menor, o mercúrio pode estar associado a material particulado, que é removido por deposição seca ou úmida. As fontes de entrada na atmosfera podem ser mais significativas em áreas onde outras fontes, como os rios contaminados, são menos importantes ou não-existent (USPHS 1997, WHO 1993).

O mercúrio é um metal traço extremamente tóxico e não-essencial que não tem função bioquímica ou nutricional. Os mecanismos biológicos para a sua remoção são pobres, e, conforme mencionado anteriormente, o mercúrio é o único metal que se sabe que se íon magnifica, isto é, acumula-se progressivamente através da cadeia alimentar (WHO 1989).

A exposição aguda a níveis elevados de sais de mercúrio, ou a exposição crônica a doses baixas, é diretamente tóxica ao rim (Zalups e Lash 1994). Além disso, náusea e diarreia podem resultar da ingestão de grandes quantidades de sais de mercúrio inorgânico, e alguns efeitos no sistema nervoso também foram relatados (USPHS 1997, WHO 1989).

A exposição ao MeHg também resultou em danos permanentes ao sistema nervoso central, os rins e ao feto em desenvolvimento. Os níveis de MeHg que resultam nesses efeitos não são geralmente encontrados pela população geral, no entanto foram encontrados pela população de Minamata, no Japão, que estava exposta a níveis elevados de MeHg por comerem peixes e frutos do mar contaminados coletados da Baía (USPHS 1997). Sintomas como danos cerebrais, insensibilidade das extremidades, e paralisia, juntamente com a perda de audição, de fala e de visão foram relatados (D'Itri 1991). No entanto, mesmo hoje, ainda não foram caracterizados todos os sintomas neurológicos causados pela ingestão de MeHg em peixes e moluscos, e o número total de pessoas que sofreram da doença de Minamata ainda não foi determinado (D'Itri 1991). O problema da metilação de descargas passadas e presentes de mercúrio inorgânico continua, e o tempo longo de retenção de mercúrio por sedimentos atrasa a eliminação da contaminação por muitos anos (Harada 1997, Barbosa 1997, Akagi *et al.* 1995, Bryan e Langston 1992, D'Itri 1991).



Zinco

O zinco ocorre no meio ambiente principalmente no estado de oxidação+2, seja como íon de zinco livre (hidratado), ou como complexos e compostos dissolvidos e insolúveis (USPHS 1997). Em solos, ele freqüentemente permanece fortemente sorvido, e no ambiente aquático ele se prenderá predominantemente ao material suspenso antes de se acumular no sedimento (USPHS 1997, Bryan e Langston 1992, Alloway 1990).

O zinco é um metal essencial para a nutrição, tendo papéis enzimáticos, estruturais e regulatórios em muitos sistemas biológicos (Goyer 1996, Aggett e Comerford 1995). A deficiência em humanos pode resultar em conseqüências sérias para a saúde, incluindo crescimento retardado, anorexia, dermatite, depressão e sintomas neuropsiquiátricos (Aggett e Comerford 1995). No extremo oposto, a exposição excessiva pela alimentação, tanto em humanos quanto em animais, pode causar distúrbio gastrointestinal e diarreia, dano pancreático e anemia (USPHS 1997, Goyer 1996).

Devido à essencialidade do zinco, recomenda-se um nível de ingestão diário de 15mg/dia para homens, e 12mg/dia para mulheres. No entanto, comer comida contendo grande quantidade de zinco pode induzir os sintomas listados acima. Por exemplo, estudos em animais envolvendo doses 1.000 vezes mais altas do que o nível recomendado, ao longo de um período de um mês, resultou em anemia e danos ao pâncreas e ao rim; e ratos que ingeriram grandes quantidades de zinco tornaram-se inférteis (USPHS 1997). Humanos ingerindo suplementos alimentares acima das doses recomendadas (400-500mg/dia) sofreram gastro-enterites sérias (Abernathy e Poirier 1997); e humanos que beberam água de canos galvanizados, durante um período prolongado, sofreram de irritabilidade, rigidez e dor muscular, perda de apetite e náusea (UNEP 1993).

- PRINCIPAIS COMPOSTOS ORGÂNICOS

Bifenilas policloradas (P9CBs)

As bifenilas policloradas (PCBs) são um grupo de compostos orgânicos sintéticos que contém 209 compostos individuais (conhecidos como congêneres) com efeitos prejudiciais variados.

Não há fontes naturais conhecidas de bifenilas policloradas no meio ambiente. Os PCBs são líquidos ou sólidos oleosos, e possuem coloração de transparente a amarelo fraco. Os PCBs penetram o meio ambiente como misturas contendo uma série de componentes individuais e impurezas.

As bifenilas policloradas (PCBs) foram usadas com uma série de aplicações, incluindo óleos de transformadores, fluidos hidráulicos, plastificantes, batons 24 horas e papel carbonado. Também foram usados em condensadores dielétricos, fluidos de transferência de calor, óleos lubrificantes e para corte, em tintas e cartuchos de impressora (ATSDR 1997).

Os PCBs sempre foram vendidos como misturas químicas ao invés de compostos individuais. De Voogt & Brinkman (1989) listam 46 nomes comerciais usados para os PCBs e produtos contendo PCBs. Desses, a série Arocloro fabricada pela empresa norte-americana Monsanto foi provavelmente a mais amplamente usada. As aplicações mais importantes dos PCBs em termos de tonelagem foram os óleos de transformadores e os condensadores (de Voogt & Brinkman 1989). Em óleos de transformadores, os PCBs foram misturados com clorobenzenos (principalmente triclorobenzenos e tetraclorobenzenos) como solventes (Swami et al. 1992, de Voogt & Brinkman 1989). Os PCBs são também sintetizados como subprodutos em processos que variam de incineradores (USEPA 1998, Ballschmiter et al. 1989, Alcock et al. 1998) a processos metalúrgicos (Knutzen & Oehme 1989, Alcock et al. 1998, Thiesen et al. 1993) à fabricação de pigmentos (USEPA 1998).

Os PCBs podem ser absorvidos pela pele assim como pela ingestão e inalação. Para a população geral, hoje, a comida é a principal fonte de contaminação, embora a exposição dermal possa ser dominante entre as pessoas que manuseiam diretamente os PCBs ou materiais contendo PCBs (Lees et al. 1987).

O câncer de rim foi relatado em trabalhadores com exposição conhecida a PCBs, embora não haja dados suficientes para possibilitar uma análise estatística e mais pesquisas precisam ser feitas (Shalat et al. 1989). Em uma revisão acerca da pesquisa epidemiológica sobre PCBs detectou-se que o câncer de rim e pele eram marginalmente significativos, mas os revisores consideraram o conjunto dos estudos inconclusivo (Longnecker et al. 1997). A exposição a PCBs limpos em um cenário ocupacional exerce efeitos no sistema nervoso central humano, com sintomas tais como dores de cabeça, fadiga e sinais nervosos lentos (Rogan & Gladen 1992).

Em uma revisão sobre a toxicidade dos PCBs, Safe (1984) lista os seguintes sintomas: indução de enzimas; níveis de vitamina A diminuídos; regressão dos elementos linfóides do sangue; atrofia do timo e do baço; imunossupressão; cloracne; alopecia (perda de cabelos em áreas do couro cabeludo); edema; hiperqueratose (engrossamento da pele); blefarite (inflamações das pálpebras); hiperplasia (crescimento anormal de qualquer tecido) do revestimento epitelial dos dutos biliares extra-hepáticos, da vesícula biliar e do trato urinário; hepatomegalia (aumento do fígado); danos ao rim, incluindo necrose; hemorragia; hepatotoxicidade (alteração do metabolismo das porfirinas interferindo na formação das hemáceas); promoção de tumores; alteração dos níveis de esteróides e hormônios tireoidianos; alterações do sistema reprodutivo feminino e masculino, incluindo irregularidades menstruais, concepção reduzida (dificuldade em engravidar), indução de aborto em fases iniciais da gravidez, sangramentos menstrual e puerperal excessivo, anovulação, atrofia testicular, espermatogênese diminuída, teratogênese e alterações do desenvolvimento embrionário. Além disso, níveis baixos de PCBs causaram distúrbios comportamentais em macacos (Rice 1999). Os Arocloros 1221, 1254 e 1268 todos reduziram as taxas de fertilização "in vitro" de ratos, com o PCB 1254 sendo a mistura mais potente (Kholkute et al. 1994). O Arocloro 1254 também comprometeu a resposta do sistema imunológico de minhocas (Roch & Cooper 1991).

Embora grande parte da pesquisa toxicológica esteja ligada a misturas de PCBs, os congêneres individuais têm efeitos distintos e agem por meio de vários mecanismos diferentes. Alguns dos PCBs são

chamados coplanares, visto que as moléculas podem assumir uma forma plana, podendo agir toxicologicamente como as dioxinas.

Alguns congêneres, ou seus metabólicos, exibem disrupção endócrina (atuam no organismo como se fossem hormônios, alterando o metabolismo), incluindo estrogenicidade e anti-estrogenicidade.

Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos ocorrem em uma série de produtos ambientais como fuligem, carvão, piche, fumaça de cigarro, petróleo, e óleo para corte. Eles são freqüentemente encontrados como produtos da combustão incompleta. A produção comercial de PAHs não é uma fonte significativa desses compostos no meio ambiente. No entanto, alguns dos PAHs - acenafteno, acenaftileno, e antraceno - são produzidos comercialmente (ATSDR 1997).

Não há uso conhecido para o acenaftileno, benz[a]antraceno, benzo[a]fluoranteno, benzo[e]pireno, benzo[j]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[g,h,i]perileno, benzo[a]pireno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, indeno[1,2,3-c,d]pireno, ou pireno exceto como compostos de pesquisa.

Os PAHs causam danos à saúde humana. Indivíduos expostos a misturas de PAHs e outros compostos através da respiração e do contato na pele, durante longos períodos de tempo, podem desenvolver câncer (ATSDR 1997). Muitos dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos carcinogênicos são derivados de um esqueleto de benz[a]antraceno angular. O antraceno, em si, não é carcinogênico, mas o benz[a]antraceno aparenta ter carcinogenicidade, ainda que baixa. A adição de um outro anel de benzeno em determinadas posições resulta em agentes com forte carcinogenicidade, como o dibenz[a,h]antraceno ou o benzo[a]pireno. Além disso, a substituição de grupos do metil em carbonos específicos do anel também aumenta a carcinogenicidade. Portanto, o 7,12-dimetilbenz[a]antraceno (DMBA) é um dos carcinógenos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos sintéticos mais poderosos conhecidos (Williams 1986). Estudos em animais de laboratório demonstraram a habilidade do benz[a]antraceno, benzo[b]fluoranteno, benzo[j]fluoranteno, benzo[a]pireno, criseno, dibenzo[a,h]antraceno, e indeno[1,2,3-c,d]pireno de induzir tumores de pele (isto é, são carcinógenos completos) após exposição dérmica intermediária. O antraceno, fluoranteno, fluoreno, fenantreno e pireno não agem como carcinógenos completos (ATSDR 1997).

A exposição pré- e pós-natal a PAHs poderia produzir efeitos adversos na reprodução e no desenvolvimento em fetos humanos. A maioria dos PAHs e seus metabólitos atravessam a placenta devido à sua solubilidade em lipídeos (ATSDR 1997).

A exposição a uma grande quantidade de naftaleno pode danificar ou destruir algumas células vermelhas do sangue humano. Pessoas, especialmente crianças, desenvolveram esse problema após ingerir bolinhas de naftalina ou saches perfumados contendo naftaleno. Anemia também ocorreu em crianças usando fraldas armazenadas com bolinhas de naftalina. (ATSDR 1997).



- **Estimativa dos Efeitos Físicos e Análises de Vulnerabilidade**

APR – Análise Preliminar de Riscos

A Companhia Siderúrgica do Ceará, a ser implantada em uma área de no mínimo 300ha, será responsável pela fabricação de laminados planos a quente, laminados a frio e revestidos, com capacidade nominal de produção de 1,5Mt/ano.

Para se ter uma idéia mais próxima de suas atividades, alguns passos de produção serão mencionados, possibilitando um melhor entendimento de como essas atividades/operações, podem influir nos acidentes típicos dessa atividade industrial, quando a análise de vulnerabilidade for considerada na composição das Análises Preliminares de riscos. Certamente, nem todos os processos aqui descritos serão idênticos àqueles que a moderna siderúrgica do Ceará há de implantar em seu domínio industrial, mas com certeza, servirá de mostruário facilitador para a compreensão dos riscos mecânicos e ambientais:

Dos processos siderúrgicos de obtenção de aço os principais são os que partem do minério de ferro por redução em alto forno a ferro gusa e conseqüente conversão em aço, processo integrado, e os que, não realizando a etapa de redução, partem de sucatas ou gusa que são fundidas convertidas em aço como no processo integrado. Destes, o mais utilizado em larga escala é o processo siderúrgico integrado, que além da produção de gusa em alto forno envolve etapas suplementares de produção de coque, agente redutor, e tratamento do minério de ferro, normalmente por sinterização. Alternativamente ao coque, algumas siderúrgicas utilizam o carvão vegetal como agente redutor. Assim como em unidades não integradas, produz-se o gusa, comercializado como matéria prima para produção de aço.

- No caso de **sinterização**, trata-se do tratamento normalmente utilizado para uniformizar a geometria e conseqüentemente o processo de redução dos óxidos de ferro, constituído em sua maior parte por Fe_2O_3 e Fe_3O_4 (hematita e magnetita respectivamente), ao gusa, liga constituída de ferro e carbono.

Na sinterização o minério, contendo 60-70% de óxidos de ferro e demais impurezas como sílica e alumina, é moído e granulado com carvão finamente dividido. Os grânulos são aquecidos ocorrendo a fusão e a aglomeração do material formando pequenas esferas rígidas e uniformes, que proporcionam um fácil escoamento e a rigidez necessária para a sua utilização no alto forno, além de maior porosidade da carga, melhorando o desempenho da redução.

Devido ao processamento de material particulado contendo sílica, além do manuseio de carvão, esta etapa apresenta como principal risco a geração de poeiras de minério de ferro e sílica, além do calor gerado pelo aquecimento e o ruído dos transportadores e moinhos.

- Uma outra importante etapa produtiva de uma siderúrgica se trata da coqueificação.

O coque é a fonte de material redutor e gerador de energia do processo siderúrgico. O coque é obtido por carbonização do carvão em fornos-fenda na ausência de oxigênio. Nesse processo há a

transformação do carvão num material poroso e resistente e a eliminação dos voláteis orgânicos contidos neste, aumentando a eficiência e produtividade da redução no alto forno.

Na coqueificação o carvão é carregado em baterias, compostas de fornos retangulares estreitos e profundos que permitem uma regularidade de aquecimento da carga, haja vista a transformação termoplástica de amolecimento e ressolidificação por que passa o carvão durante a coqueificação dificultando a transferência de calor e massa neste processamento. Conforme a carga é aquecida, é desprendida uma mistura de gases contendo amônia, monóxido e dióxido de carbono, hidrogênio e compostos de enxofre, além de compostos orgânicos sob a forma de vapor, principalmente aromáticos (cancerígenos). O processo de coqueificação termina com o aquecimento da carga a aproximadamente 1100°C, o que leva de 15 a 25 horas de processamento. Após o que, as portas do forno são abertas e o operador da desenfornadeira posiciona-a, empurrando o coque incandescente para fora do forno e para dentro do carro de extinção de coque. No carro de extinção o coque é transportado para o resfriamento, normalmente realizado com água, gerando grande quantidade de vapor d'água.

O coque assim obtido contém carbono, umidade e cinzas, materiais não voláteis em sua maior parte compostos inorgânicos. Quanto maior o teor de carbono, mais eficientes o aproveitamento térmico e o processo de redução. A água presente leva a formação de pequenas quantidades de monóxido de carbono, agente redutor, e hidrogênio, já as cinzas normalmente interferem negativamente no processamento no alto forno, pois aumentam a quantidade de escória, removendo calor, e, quando contém compostos de enxofre, interferindo na qualidade do aço. Cada carga de forno-fenda, em média com 8m de altura, 15m de comprimento e 60cm de largura, consiste de aproximadamente 20 toneladas de carvão, que geram em torno de 25% de voláteis. Composto principalmente por gases como CO, CO₂, H₂S, SO₂, NH₃ e H₂, os voláteis apresentam vapores orgânicos contidos no carvão ou de decomposição desta matéria orgânica, como benzeno, tolueno, naftaleno, antraceno e cresóis. Esta mistura de gases e vapores é removida pelo topo das baterias e enviada para o processamento de subprodutos, onde a amônia, os compostos de enxofre e os vapores orgânicos são removidos, restando o gás de coqueria, importante fonte energética, devido ao seu alto poder calorífico, 4.200kcal/Nm³.

Um dos riscos associados a esta etapa do processo siderúrgico diz respeito ao manuseio de carvão e principalmente material particulado, gerado na carga e descarga das baterias. A alta temperatura, principalmente na parte superior das baterias deve ser avaliada, assim como no vapor gerado durante o resfriamento do coque. Embora os demais riscos físicos, incluindo o ruído, devam ser considerados, os agentes químicos são a principal classe de risco deste processamento. Os voláteis gerados durante o enforamento e desenforamento, ou mesmo devido a problemas no fechamento das portas das baterias são uma fonte de compostos orgânicos aromáticos, muitos deles mielotóxicos e cancerígenos, como o benzeno, pirenos e piridinas. Os riscos químicos acompanham todo o processamento dos gases de coqueria, que iniciam com o aproveitamento de subprodutos e a

sua utilização como fonte energética no aquecimento das baterias ou em demais etapas do processo siderúrgico.

- **Gás de coqueria** resultante do processo de coqueificação, sai das baterias a uma temperatura elevada (600-700°C), que sugado por exaustores, sobem pelo tubo de ascensão ao duto coletor principal, onde entram em contato com o licor amoniacal, condensando a maior parte do alcatrão, e então, são enviados para os resfriadores primários. Nos resfriadores primários os gases são resfriados a temperatura pouco acima da ambiente, quando 95% do alcatrão já está condensado, assim como a água amoniacal removida. A pressurização do gás e sua passagem por precipitadores eletrostáticos retirará o restante do alcatrão, sendo o gás conduzido para os resfriadores secundários onde são separadas a fração contendo naftaleno e os óleos leves, contendo mistura de BTX. A amônia contida nos licores amoniacaais é recuperada assim como o enxofre é removido antes do gás de coqueria ser encaminhado para utilização como fonte energética.

Cada tonelada de carvão gera, além do alcatrão, óleos leves, de amônia e de enxofre, 170kg de gás de coqueria.

O gás de coqueria, com poder calorífico superior a 4.000kcal/Nm³, apresenta a seguinte composição típica. (QUADRO Nº 114)

QUADRO Nº 114 – NÚMERO DE TRABALHADORES QUE SOFRERAM ACIDENTES FATAIS E GRAVES NÃO FATAIS INVESTIGADOS ENTRE JULHO/2001 E ABRIL/2002, SEGUNDO CNAE

GÁS	PERCENTUAL
Monóxido de Carbono	5,8 - 6,8
Dióxido de Carbono	1,5 - 2,2
Metano	27,2 - 29,2
Etano	1,3 - 2,8
Hidrogênio	56 - 57
Nitrogênio	1,0 - 4,6

- **Alto forno** é o coração do processo siderúrgico, este é carregado pela parte superior por correias transportadoras com minério de ferro sinterizado, coque e fundentes, que num sentido descendente vão sendo submetidos ao aquecimento e redução pelas correntes ascendentes de gases redutores, culminando com a descarga pelo fundo de gusa e escória fundidas e exaustão pela parte superior dos gases de alto forno. Também por bicos injetores, ventaneiras, é soprado pelo fundo, parte do

oxigênio necessário para a geração do calor do processo e iniciar a redução, pois o agente redutor é o monóxido de carbono formado pela reação exotérmica do coque com o ar.

O coque é o responsável pela geração de energia e formação do monóxido de carbono, que é o principal agente redutor. A formação do monóxido de carbono ocorre na parte inferior do alto forno a temperaturas superiores a 1500°C, que devido a exotermia da reação podem atingir até 2200°C. O coque descende por todo o alto forno como um material sólido e praticamente sem sofrer alteração, exceto a perda de umidade, devendo para tal ter propriedades como porosidade e resistência necessárias para que deixe ascender as correntes de gases redutores e permitam o fluxo descendente de gusa e escória fundidas, além de resistir a carga de todo a coluna de material do alto forno. Essas propriedades físicas inexistem no carvão mineral, além do que este, devido aos voláteis presentes, iniciaria um processo de oxidação e redução antes de atingir a parte inferior do alto forno.

O minério de ferro, constituído em sua maior parte por óxidos de ferro além de impurezas como sílica e alumina, num fluxo descendente no alto forno encontra a corrente ascendente de monóxido de carbono e numa reação em fase sólida, denominada de reação de Boudouard, a temperatura inferior a 1000°C transforma-se em FeO (óxido de ferro II) formando dióxido de carbono. Essa reação, também chamada de redução indireta, ocorre na parte superior e intermediária do alto forno, denominada chaminé. Na parte mais larga ou rampa do alto forno, que tem uma geometria semelhante a um sino, numa região denominada zona coesiva, ocorre a fusão do óxido de ferro e da escória (impurezas do minério mais fundentes), e a sua reação com o carbono do coque a uma temperatura superior a 1200°C, denominada redução direta, formando monóxido de carbono que se adiciona a corrente ascendente vinda do fundo do alto forno. O gusa e a escória escoam para a camada inferior, composta de coque sólido, e descem para o coração do alto forno, onde ambos os materiais são retirados em batelada e separados na linha de corrida fora do alto forno.

Os fundentes adicionados à carga do alto forno têm a função de proporcionar a formação de uma escória fundida numa estreita faixa de temperatura, de fácil escoamento na temperatura de fusão do gusa e que fique sobrenadando a este. A escória formada é um composto ternário formado por sílica, alumina e óxido de cálcio cuja função principal é remover os componentes não voláteis da carga do alto forno. A seleção e proporção de material fundente é estabelecida em função da composição do minério utilizado e das cinzas presentes no coque após a carbonização do carvão, normalmente utiliza-se óxido de cálcio, óxido de magnésio e alumina. Alternativamente ao óxido de cálcio pode-se usar carbonato de cálcio, que se converte naquele durante o aquecimento dentro do alto forno, liberando dióxido de carbono. Na composição da escória também deve ser avaliado o grau de corrosividade desta aos refratários do alto forno, escória com elevada alcalinidade. A escória formada após ser separada do gusa é resfriada e pulverizada, sendo aproveitada pelas indústrias fabricantes de cimento.



O gusa é produzido nesta etapa, este é descarregado em carros torpedo, vagões tanque com este formato, que o transfere para a etapa de conversão em aço carbono na aciaria, ou, quando necessário, para a comercialização deste como produto final. Para cada tonelada de gusa contendo aproximadamente 3,8-4,5% de carbono e aproximadamente 270kg de escória é necessária a seguinte carga: (QUADRO Nº 115)

QUADRO Nº 115 – CARGA TÍPICA PARA A PRODUÇÃO DE 1.000 KG DE GUSA CONTENDO 3,4-4,5% DE CARBONO

Minério de Ferro Sinterizado c/ 65% Fe	914kg
Escória de Aciaria	26kg
Coque	460kg
Fundente	330kg
Umidade Total na Carga	66kg
Ar	1.500kg

Alternativamente a escória de aciaria empregada na carga pode ser reciclada na etapa de conversão e não no alto forno. Além do gusa e da escória é gerado o gás de alto forno, que por sua temperatura (180-250°C) e seu conteúdo de monóxido de carbono e hidrogênio é utilizado como fonte de geração de energia, após a separação do enxofre, que acompanha a carga de materiais como impureza. O hidrogênio é gerado pela conversão da umidade presente na carga em monóxido de carbono e hidrogênio quando em contato com o coque. O gás de alto forno, após remoção de enxofre, pode ser reunido ao gás de coqueria, após remoção de subprodutos, que restou, sendo utilizado como fonte de geração de energia. Para cada 1.000kg de gusa produzido gera-se aproximadamente 2.188kg de gás de alto forno ou 1.600m³ com uma composição típica para a carga exemplificada assim estimada. (QUADRO Nº 116)

QUADRO Nº 116 – ESTIMATIVA DE COMPOSIÇÃO PARA O GÁS DE ALTO FORNO NA LINHA DE SAÍDA

Monóxido de carbono	18%
Dióxido de carbono	22%
Hidrogênio	2%
Nitrogênio	50%

Os riscos existentes na operação do alto forno são, como suas operações, os mais variados”. Riscos físicos, como radiações não ionizantes, principalmente, na operação dos queimadores e saída de gusa,



além da temperatura e do ruído ensurdecedor das ventaneiras. O monóxido de carbono presente em todas as correntes de gases de dentro e exauridas do alto forno é um risco químico que deve ser constantemente monitorado, assim como, em menor quantidade, gases contendo enxofre, mas que são muito mais tóxicos. Após a mistura do gás de alto forno com o de coqueria este passa a conter em pequena quantidade compostos aromáticos, inclusive benzeno. Não obstante é importante ressaltar os riscos provenientes de operações de manutenção externa ou interna no alto forno, como troca de refratários, que além de envolverem trabalhos em ambiente confinado expõe os trabalhadores a poeira desses materiais. O mesmo deve ser dito da poeira da escória de alto forno, que contém dentre outros elementos sílica, alumina e óxido de cálcio.

As APR's apresentam os níveis de maior risco que uma siderúrgica pode ser potencialmente responsável. No caso da Siderúrgica Cearense, por ser uma indústria moderna, o nível de risco há de diminuir, proporcionando operações mais corretas e eficientes: (QUADRO N° 117)

QUADRO Nº 117 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

Cliente: CIPP

Data: 17/03/2003

Folha: 01

Área: Alto Forno

Local: Siderúrgica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de gusa líquida.	Falta de manutenção; Fadiga de materiais; e Falha humana.	Observação visual do <i>rio de gusa líquida incandescente</i> .	Queimaduras de terceiro grau; Morte; Parada das operações, com exceção do Alto Forno; Risco de Incêndio; e Efeitos negativos para o nome da empresa.	Remota	Crítica	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Treinamento ostensivo do pessoal envolvido; . Treinamento simulado para casos de vazamento de material fundido a altas temperaturas; e . EPI's Especiais para pessoal de área sob possibilidade desse tipo de risco. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente, após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Retirada imediata da (s) vítima (s); . Encaminhamento das vítimas para unidade de queimados mais próxima; . Parada da produção para evitar mais gusa líquida derramada e espalhada próximo ao Alto Forno; e . Brigadas de incêndio de prontidão. 	03

Continua

QUADRO Nº 117 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 17/03/2003

Folha: 02

Área: Alto Forno

Local: Siderúrgica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de gás do alto forno.	Falha operacional; e Falha de equipamento.	Ruído; e Nuvem de gases na área.	Intoxicação; Asfixia; Desmaios; e Morte.	Remota	Crítica	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Avaliação da capacidade de arraste das chaminés, corrigindo quando necessário, evitando retorno dos gases de combustão e operacionais (resultantes da reação química do processo industrial); . Obrigatoriedade do uso de respiradores com filtros químicos apropriados aos tipos de gases emanados do sistema industrial; . Disponibilidade de máscaras autônomas na área do Alto Forno; e . Treinamento simulado. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente, após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Retirada imediata da (s) vítima (s); . Diluir gases com ventilação forçada; . Criação urgente de comissão para analisar causas do acidente e implementar soluções de imediato; e . Manutenção corretiva, imediata com responsáveis usando EPI's apropriados. 	03

Continua

QUADRO Nº 117 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 17/03/2003

Folha: 03

Área: Laminados Quentes

Local: Siderúrgica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Sugamento de partes do corpo.	Falta de barreiras contra colocação de partes do corpo na correia transportado-ra; Falta de sensores que detectem e parem a esteira quando algo ultrapassar seus limites; e Falha humana.	Gritos de pânico do corpo por mutilação; Manchas de sangue na extensão da correia; e Ruído anormal na máquina	Perda de partes do corpo por mutilação; Morte; Parada das operações, com exceção do Auto forno; e Péssimo clima entre empregados e efeitos negativos para a empresa.	Remota	Catastrófica	Sério	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Barreiras físicas contra colocação de parte do corpo por falta de atenção; . Instalação de sensor com parada de emergência para casos de objetos estranhos no processo; . Treinamento ostensivo do pessoal envolvido; e . EPI's Especiais, luvas com malha metálica e de fácil retirada, para evitar. <p>Mitigadoras -</p> <p>Imediatamente, após a detecção atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Retirada imediata da (s) vítima (s); . Encaminhamento das vítimas para unidade de cirurgia mais próximo; . Parada da produção para retirada das partes do corpo decepadas; e . Criação urgente de comissão para analisar causas do acidente e implementar de imediato. 	03

Continua

QUADRO Nº 117 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 17/03/2003

Folha: 04

Área: Sintetização (Transportadores e Moinho)

Local: Siderúrgica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Aspiração de material particulado.	Poeiras de sílica e minério de ferro; Falta de exaustão adequada; e Não uso de EPI contra poeira - Ato Inseguro.	Observação visual de poeira no ambiente.	Problemas respiratórios; Intoxicação; e Alergias.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Uso ostensivo dos EPI's para proteção contra poeiras e avaliação periódica da eficiência dos mesmos; . Realização de exames periódicos, semestrais, da capacidade respiratória dos empregados que trabalham na área dos moinhos; e . Sistema de exaustores para minimizar acúmulo de poeira no ambiente. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fornecimento imediato de máscaras contra pó aos empregados que estejam na área e não estejam usando; . Parada das operações para diminuir volume de poeira no ambiente; . Retirada imediata da (s) vítima (s); . Encaminhamento das vítimas para unidade de fisioterapia respiratória; e . Criar comissão para resolver pendências operacionais no que diz respeito ao acúmulo de material particulado. 	04

Continua

QUADRO Nº 117 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 17/03/2003

Folha: 05

Área: Coqueificação

Local: Siderúrgica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Riscos Químicos.	Voláteis gerados durante o enformamento e desenformamento; e Voláteis gerados devido a problemas no fechamento das portas das baterias.	Odor característico dos aromáticos; e Visualização dos vapores.	Fonte de compostos orgânicos aromáticos, muitos deles mielotóxicos e cancerígenos, como o benzeno, pirenos e piridinas, causadores de doenças profissionais ou do trabalho, levando muitas vezes à morte.	Extremamente remota	Crítico	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Uso ostensivo dos EPI's para proteção contra vapores químicos e avaliação sistemática da validade dos filtros; . Realização de exames de urina (Fenóis), periódicos, semestrais, para avaliação de contaminação por aromáticos; . Portas das baterias fechando corretamente; e . Sistema de exaustores na área de enformamento e desenformamento, para minimizar acúmulo de vapores no ambiente. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fornecimento imediato de máscaras contra vapor aos empregados da área que não estejam usando; . Parada das operações para corrigir locais de escape dos vapores a fim de diminuir volume deles no ambiente; . Retirada imediata da (s) vítima (s); . Encaminhamento das vítimas para unidade de fisioterapia respiratória; e . Criar comissão para resolver pendências operacionais no que diz respeito ao acúmulo de vapores tóxicos. 	04

Continua

QUADRO Nº 117 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 17/03/2003

Folha: 06

Área: Alto Forno

Local: Siderúrgica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Riscos Físicos.	Radiações não ionizantes na operação dos queimadores e saída de gusa; Altas temperatura do Alto Forno; e Ruído ensurdecador das ventaneiras.	Radiações emitidas pelos queimadores e na saída de gusa; e Ruído ensurdecador.	Doenças ocupacionais relativas às radiações não ionizantes, incluindo o câncer de pele; e Doenças ocupacionais diretamente influenciadas pelo calor e pelo ruído, no caso, princípio ou surdez total.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Uso ostensivo dos EPI's para proteção contra radiações, altas temperaturas e ruído (óculos escuros, roupas de proteção e protetores auriculares); . Realização de exames de vista e audiométricos, periódicos, para avaliação da influência dos riscos físicos na saúde do trabalhador; e . Encasular ventaneiras. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fornecimento imediato de EPI's contra riscos físicos, aos empregados da área que não estejam usando; . Retirada imediata da (s) vítima (s); . Encaminhamento das vítimas para unidade clínica; e . Criar comissão para resolver pendências operacionais no que diz respeito aos riscos físicos. 	04

2.8.3 TERMELÉTRICA

– Histórico

O Brasil, após a crise energética que criou um clima traumático de possibilidade real para a falta de fornecimento de energia produzida por hidroelétricas, desencadeou um grande projeto de instalação de Termelétricas, a maioria, fazendo uso do gás natural para geração e cogeração de energia elétrica. A privatização do setor elétrico no país, o desenvolvimento da tecnologia das turbinas a gás e a importação de GN, da Bolívia, da Argentina e de Gás Natural Liquefeito (GNL ou GLP), também contribuíram para atrair o interesse de diversos empreendedores nesse segmento.

O Ministério de Minas e Energia criou o Programa Prioritário de Termelétricidade 2000-2003 (decreto Nº 3.371) com a finalidade de aumentar o abastecimento de energia no país. De acordo com o projeto, há pretensão de serem criadas 56 usinas termelétricas até 2003, com capacidade de produzir cerca de 20 mil MW. Cada usina, sendo resultante do consórcio de investidores de diferentes nacionalidades.

No mundo, as termelétricas cada vez mais são construídas, FOTO Nº 20 a 22 a seguir:

FOTO Nº 20 – USINA RYE HOUSE COM CAPACIDADE PARA 719 MW, INSTALADA NO REINO UNIDO



FOTO Nº 21 – USINA KING'S LYNN COM CAPACIDADE PARA GERAR 347 MW, NORFOLK, REINO UNIDO



FOTO Nº 22 – USINA DA DOSWELL, COM CAPACIDADE PARA GERAR 664 MW, SITUADA NO ESTADO DE VIRGÍNIA, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA



A MPX, primeira usina termelétrica a gás natural no Estado do Ceará, está localizada no Complexo Industrial Portuário do Pecém e entrou em condição de operação em maio de 2002, com capacidade inicial para gerar 216MW (megawatts) e de suprir 20% da demanda estadual.

A outra, cuja inauguração está prevista para novembro de 2003, é a Companhia Geradora Termelétrica (CGTS), do grupo Endesa, que controla a Companhia Energética do Ceará (Coelce). A usina terá capacidade de geração de cerca de 35% da demanda atual da empresa. As duas termelétricas a gás natural deverão ser responsáveis pelo consumo de aproximadamente 3.000.000 de Nm³/dia de GN.

A implementação dessas centrais ficou condicionada ao atendimento dos requisitos técnicos e legais previstos em Lei, e o seu licenciamento pela ANEEL não exige o empreendedor de providenciar em separado suas obrigações perante outros órgãos devendo se submeter à respectiva legislação aplicável, entre outros, ao exercício técnico-profissional de engenharia, recursos hídricos, ambiental, de inserção da central na rede.

A maioria das usinas termelétrica utilizará gás natural como combustível, tornando-se as principais consumidoras do produto no país. Além de o gás natural apresentar uma combustão mais limpa e homogênea, substitui a queima de produtos nobres (derivados de petróleo) e facilita a logística no controle de processos, entre outros benefícios.

As novas usinas estarão localizadas perto dos mercados consumidores e das redes de transmissão, e apresentam duas grandes vantagens em relação às hidrelétricas:

- Menor impacto ambiental (a área de implantação é bem inferior ao de uma hidrelétrica); e
- Taxa de retorno do investimento em curto espaço de tempo. Algumas termelétricas produzirão energia elétrica e vapor d'água (cogeração), suprimindo simultaneamente a necessidade de várias indústrias.

A cogeração com gás natural produz, em conjunto, energia elétrica (ou mecânica) e calor útil para fábricas, centros de saúde e hotéis, assim como grandes complexos urbanísticos. A segunda termelétrica do Pecém, a CGTS, vai utilizar esse processo, aumentando assim o rendimento da produção de energia/Nm³ de GN queimado, por aproveitamento dos gases de exaustão na geração de vapor para turbinas a vapor.

A cogeração com gás natural reduz em grande medida a emissão de resíduos contaminantes.

O gás natural é também cada vez mais utilizado na geração de eletricidade nas centrais térmicas convencionais ou de ciclo combinado. Este processo permite economizar energia e além de tudo, diminuir os níveis de poluição.

Assim sendo, dá para se entender, que se tratando de termelétricas movidas a gás natural, os riscos ambientais se concentram nos gases de exaustão, não havendo, portanto, grandes problemas no que

diz respeito a partículas poluentes similares aos expelidos pelas termelétricas que trabalham com fósseis e carvão mineral.

Existe, a bem da verdade, uma grande diferença entre uma termelétrica gerada a gás natural e as outras que utilizam outras fontes não renováveis de energia, como combustíveis fósseis derivados de petróleo, carvão mineral, etc.

Um exemplo recente foi a poluição atmosférica gerada por usinas termelétricas de oito conglomerados energéticos durante a administração Clinton (todos na mira de processos judiciais) que causaram a morte de cerca de 5.900 pessoas por ano, de acordo com Eric Schaeffer, um ex-dirigente da EPA, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA.

A fumaça proveniente da queima de carvão durante um ano nas usinas acelerou a tendência de cerca de 140 mil ataques de asma e 14 mil casos de bronquite aguda.

Mas o gás natural não é inerte aos problemas ambientais, pelo contrário, será responsável por uma boa parcela dos problemas já existentes. No Brasil, por exemplo, o aumento programado para instalação de inúmeras termelétricas, similares às instaladas no Pecém, em composição com as já existentes, mesmo que o combustível da maioria das novas venha a ser o gás natural, mais do que triplicará suas descargas de CO₂ na atmosfera em 2020 e poderá chegar próximo dos níveis atuais dos grandes emissores do mundo se mantiver o modelo energético vigente. Estudos desenvolvidos por pesquisadores da USP, entre eles, o engenheiro Célio Bermann, do IEE (Instituto de Eletrotécnica e Energia), prevêem que:

Das atuais cerca de 80 milhões de toneladas de carbono que o país lança anualmente na atmosfera na forma de CO₂, o volume de emissões poderá chegar a algo em torno de 290 milhões em 2020.

É esse o nível de descargas de carbono da Índia, país que, apesar de subdesenvolvido, é o quinto maior emissor de gás carbônico do planeta. O Reino Unido, sétimo emissor mundial do principal gás causador do efeito estufa, despeja na atmosfera 143 milhões de toneladas de carbono.

Bermann traçou dois cenários para o futuro da utilização de energia no país. Um deles, que considera o *cenário tendencial*, ou seja, é mantida a taxa de crescimento do consumo em torno de 5,1% ao ano. Nesse panorama, as emissões cresceriam principalmente devido ao aumento do consumo de derivados de petróleo - principalmente gás de cozinha, cuja rede de distribuição aumenta no país, e óleo diesel, para atender o sistema de transporte - e da instalação das termelétricas a gás natural previstas pelo PPT (Programa Prioritário de Termelétricas) do governo federal.

Um outro problema avaliado e projetado por Bermann é de que as 49 termelétricas (42 delas a gás natural), além de aumentar as emissões de gás carbônico, inicialmente previstas pelo PPT, trariam um segundo problema: acréscimo nas descargas de óxidos de nitrogênio (NO_x), que, além de contribuir para o aquecimento da Terra, são poluentes do ar.

Segundo Bermann, o conjunto das termelétricas do PPT responderia por 50,9 mil toneladas diárias de NOx na atmosfera. afirma o pesquisador do IEE. Como qualquer instalação energética ou industrial de grande porte, os riscos técnicos estão sempre associados à escala das operações, e são probabilísticos, e esta probabilidade varia ao longo dos dias, das estações climáticas, e no longo prazo.

- **Identificação de Perigos**

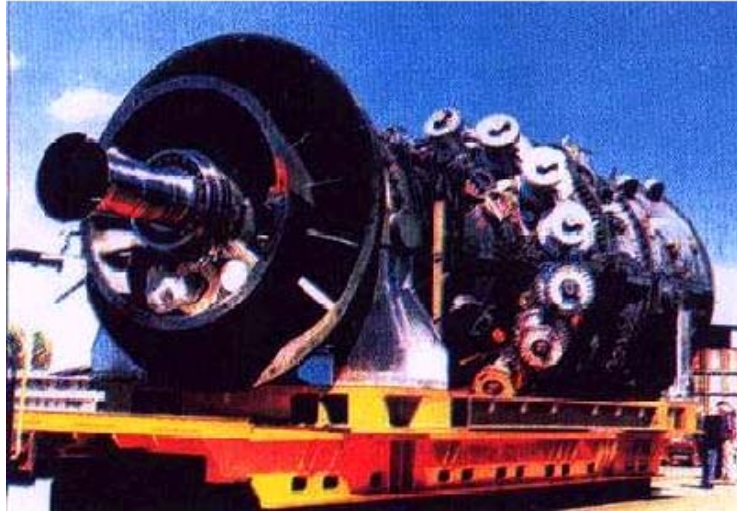
A temperatura superficial da Terra é determinada por um balanço de energia entre a radiação solar incidente e a radiação térmica rejeitada para o espaço. Se não houvesse uma atmosfera envolvendo a Terra, como em Mercúrio, sua temperatura superficial seria da ordem de -18° C. Porém, a camada gasosa que cobre a Terra contém, além de oxigênio e nitrogênio, dióxido de carbono (CO₂) e outros gases que permitem que a radiação térmica de onda curta passe através da camada, mas absorve a maior parte da radiação térmica de onda longa emitida pela superfície terrestre. Este é um processo conhecido como *efeito estufa*. Essas propriedades de absorção seletiva dos gases da atmosfera resultam em uma temperatura média global propícia à vida em suas várias formas.

Porém, algumas atividades humanas têm aumentado significativamente a concentração global de certos gases na atmosfera, sobretudo o CO₂. À medida que a concentração desses gases aumenta, a temperatura superficial média da Terra também deve aumentar para manter o balanço de energia entre a radiação que chega e a que sai da Terra.

Projeções científicas prevêem que se dobrando a quantidade de CO₂ na atmosfera em relação aos níveis atuais, resultaria em um aumento de 3 a 5°C na temperatura média da superfície da Terra. Este aumento de temperatura pode causar o aumento do nível do mar, provocando alterações drásticas dos climas regionais e dos padrões de precipitação de chuvas.

A produção global anual atual de CO₂ devido a atividades humanas é estimada em 23 bilhões de toneladas. Mas, além do problema da elevação da temperatura ambiente, a queima de combustíveis fósseis libera certos óxidos, como o NOx e o SO₂, que por sua vez se transformam na atmosfera em poluentes secundários como o ácido nítrico e o ácido sulfúrico, ambos facilmente dissolúveis em água. Os ácidos também podem se transformar em sais de enxofre e de nitrogênio e estes ácidos, então, podem se precipitar através da chuva (conhecida como chuva ácida), neblina ou neve. Os danos dessa chuva podem ser causados em florestas, plantações, lagos, peixes, prédios, água de abastecimento, carros, pessoas, etc, e, com o aumento da acidez da terra, os recursos de alimentação e produção diminuem. Nas Filipinas, a poluição - basicamente CO₂ - causada por uma usina termoelétrica, provocou sérios problemas respiratórios na população residente nas vizinhanças bem como a redução da produção e qualidade dos produtos agrícolas, dos empregos e da renda.

Exemplo de turbina gerada a gás natural fabricada pela General Electric (FOTO N° 23) com potência de 150MW (megawatts).

FOTO Nº 23 – TURBINA A GÁS COM CAPACIDADE DE GERAR 150 MW

O gás natural é considerado energia mais limpa, por ser 20% menos poluente do que o petróleo. Para cada GWh produzido com gás natural, são emitidas em torno de 500 toneladas de CO₂ para a atmosfera. E para que essas 500 toneladas sejam lançadas ao ar do Brasil, basta apenas duas horas de operação de cada uma dessas usinas. Os gases poluentes emitidos agora para a atmosfera demoram 150 anos para se dissipar. Além disso, a termoelétrica ainda tem capacidade de causar outros enormes prejuízos ao ambiente. Uma termoelétrica que utiliza cogeração necessita de enormes volumes de água para a refrigeração de seus equipamentos e por causa disso ela sempre é instalada perto de grandes mananciais, como rios e lagos, ou mesmo o mar. A termoelétrica pega a água fria do rio e a devolve muito quente ao caudal, cuja água então aquecida é capaz de destruir a sua fauna e flora.

Como se denota das informações contidas nos últimos compêndios sobre Energia e Meio Ambiente, há que se tomar bastante cuidado na convivência com Termelétricas a gás natural, para se evitar que os macro problemas ambientais (Efeito Estufa, Chuva Ácida, etc.) não venham a ter mais uma parceria negativa. Há tecnologia hoje, suficiente para controlar essas emissões, principalmente aquelas que atuam direto sobre o ser humano. As duas termelétricas que estão implantadas no CIPP, refletem o que há de mais moderno atualmente, inclusive no que se refere aos equipamentos de proteção ambiental. A CGTS por reaproveitar os gases de combustão, diminui a emissão do CO₂ total, quando comparada com a MPX que é do tipo de queima direta, sem cogeração.

- Tipologias acidentais

Os poluentes liberados nos processos de combustão, tais como o monóxido de carbono [CO], dióxido de carbono [CO₂], dióxido de enxofre [SO₂], material particulado – MP -, óxidos de nitrogênio [Nox] e hidrocarbonetos [HC], estão na origem de vários impactos na saúde pública e no meio ambiente. No caso dos óxidos de nitrogênio, emitidos em grandes quantidades durante a operação de turbinas a gás,

depois que são lançados pela chaminé podem ter reações secundárias e terciárias com outros compostos presentes no seu trajeto pela atmosfera, levando à formação de ozônio e à chuva ácida.

Sob a ação da luz solar, entre o final da manhã e o meio da tarde, principalmente, durante a primavera e o verão, os óxidos de nitrogênio podem participar de uma complexa cadeia de reações com outros compostos presentes no ar, mais precisamente os hidrocarbonetos, dando origem a vários outros poluentes na baixa atmosfera, como os peroxi-acetil-nitratos e o ozônio [O₃].

Este coquetel de poluentes já identificados em várias metrópoles do mundo, também foi encontrado no Estado de São Paulo, em Congonhas e Ibirapuera, em Cubatão, no ABC paulista, nas regiões de Curitiba, Belo Horizonte e Paulínia.

Existem vários estudos já realizados em vários países que tratam dos efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde humana e no meio ambiente de forma geral. No caso do ozônio e dos óxidos de nitrogênio, estes efeitos são reconhecidos no relatório anual de Qualidade do Ar, da CETESB, em 1997, pg. 12 – 13:

A presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada à redução de capacidade pulmonar e ao agravamento de doenças respiratórias, como a asma. Estudos realizados em animais mostram que o ozônio causa o envelhecimento precoce, provoca danos na estrutura pulmonar e diminui a capacidade de resistir às infecções respiratórias. Mesmo pessoas saudáveis, como os atletas, têm se mostrado sensíveis aos efeitos do ozônio pela diminuição da capacidade de executar exercícios físicos. Quanto aos óxidos de nitrogênio, são capazes de penetrar profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem às nitrosaminas, algumas das quais podem ser carcinogênicas. O dióxido de nitrogênio é também um poderoso irritante, podendo conduzir a sintomas que lembram aqueles do enfisema.

Apesar do padrão de referência da concentração máxima de ozônio mais segura para a nossa saúde estar estabelecido na legislação brasileira como sendo 160 microgramas por m³ de ar, este valor tem sido crescentemente ultrapassado em vários locais do território brasileiro.

Em usina com configuração tipo cogeração, como a CGTS, e também de queima direta, como a MPX, com turbinas a gases quentes, alguns riscos são prováveis na medida em que estas infra-estruturas se implantem, que as centrais comecem a gerar, que os equipamentos vão se desgastando, etc. O quadro que gera este potencial negativo é a combinação de um, dois ou todos os fatores e circunstâncias, contingências – ou, problemas típicos de nossa era e do país:

- a. Acidente tipificado como vazamento, com ou sem incêndio e explosão, devido degradação e desgaste de tubulações, selos e retentores de bombas e compressores, e por conseqüência de anormalidades agudas e de panes e acidentes nas caldeiras e nas turbinas;
- b. Acidentes de trabalho e acidentes coletivos durante a fase de construção, na operação, e nas atividades de parada de manutenção periódica, e nas ocasiões de panes operacionais com manutenção corretiva;

- c. Acidentes tipificados por contaminação química e choques térmicos nas águas de refrigeração devolvidas para os rios, lagos ou litorais vizinhos às usinas;
- d. Adensamento humano e de materiais: ocupação e construção de glebas extensas, dentro de instalações já existentes, ou próximo delas, ou em áreas já construídas e com outros usos;
- e. Tráfego, ruídos, vibrações e iluminação artificial forte na vizinhança, na etapa de obra e no funcionamento (dia e noite); prédios e torres altas (até 15, 20 andares) e chaminés e tochas muito mais altas (90, 120 metros), com eventual interferência com tráfego aéreo (prejuízo à visibilidade, formação de correntes de convecção, cone de aproximação e decolagem das aeronaves);
- f. Alterações atmosféricas e climáticas pela introdução de novos focos de queima de combustíveis fósseis em grande escala – gases quentes contendo vapor d’água, materiais particulados, apesar de improváveis com queima de gás natural (fuligens, fumaças, eventualmente contendo óxidos ou sulfetos metálicos), gases carbônicos (CO e CO₂), nitrogenados (Nox, dando origem a oxidantes fotoquímicos, como o ozônio, a acidez atmosférica e a precipitação de nitratos no solo e nas águas), sulfurosos (S_{ox}, dando origem a acidez e a precipitação de sulfatos e sulfetos); e
- g. Todas a centrais térmicas – com exceção das que operam somente com turbinas a gases quentes, requerem grandes volumes de água bruta para as torres de resfriamento, especialmente para a condensação do vapor após passar pelas turbinas a vapor; além de exigirem volumes não desprezíveis de água bastante tratada para o circuito de vapor; as ETA - Estações de Tratamento de Água também usam insumos químicos e produzem suas borras, que contém a sujeira retirada da água.

Abaixo, mais exemplos de dispersões de vapores (FOTO N° 24) produzidos por torres úmidas em termelétricas que trabalham com cogeração:

FOTO N° 24 – GERAÇÃO DE VAPOR D’ÁGUA EM USINA TERMELETRICA COM COGERAÇÃO



- **Estimativa dos efeitos físicos e análises de vulnerabilidade**

APR – Análise Preliminar de Riscos

Em se analisando os efeitos físicos e as análises de vulnerabilidade para então se poder montar as ações a serem estudadas e aplicadas na prevenção dos riscos inerentes a uma termelétrica, alguns cenários têm que ser criados:

Cenário 1 – Risco de ocorrência de episódios críticos de poluição do ar em áreas próximas às termelétricas

O cenário 1 dificilmente ocorrerá, pelo menos nos próximos dez anos, ao redor das termelétricas, devido ao distanciamento dessas com as demais unidades industriais a serem implantadas no CIPP.

Para que viesse a ocorrer seria necessário:

- Persistirem seqüências de mais de um dia com inversões térmicas e ou calmarias, e sem chuvas, e sobretudo, que houvesse nestes mesmos períodos, aumentos relevantes nas concentrações e ou na tonelagem de poluentes emitidos, principalmente CO, MP e NOx. Essas variações bruscas de teores de produtos de combustão nos gases de saída, muitas vezes para cima, ocorrem sempre quando há anormalidades operacionais, como também nas seqüências de partida até a estabilização, tempo esse, estimado em 30 a 40 minutos.

Cenário 2 – Risco de emanções, vazamentos, com explosão e ou *flasheamento*, e ou incêndio em turbinas e em caldeiras, e em outros pontos da instalação projetada, seguindo pelas tubulações, válvulas, medidores, vasos-pulmão, e também no tramo do gasoduto

No histórico de acidentes em gasodutos no Brasil e em São Paulo, há vários registros se dutos danificados por causa de obras, escavações, detonações, quedas de rochas e fragmentos, e alguns casos fatais em canteiros de obras – um deles, em 2000, justamente no ramal do GasBol no Estado de São Paulo, onde ocorreram duas mortes por asfixia dentro de uma caixa de inspeção após a inertização da canalização já pronta.

No histórico de acidentes industriais no Brasil, têm lugar de destaque as explosões de caldeiras e as intoxicações por hidrocarbonetos e outros componentes dos combustíveis gasosos e das frações voláteis dos demais combustíveis.

No histórico internacional de grandes acidentes, há várias mortandades por explosões e incêndios com gás associado ao petróleo, GN e Líquido ou condensado de GN.

1934, incêndio em gasômetro na China, 42 mortos;

1944, vazamento e explosão de nuvem de condensado LGN, EUA, 130 mortos;

1970, vazamento e explosões na rede de gás natural canalizado de Tóquio, 92 mortos;

1978, explosão em gasoduto, México, 58 mortos; e

1984, idem, no Paquistão, 60 mortos.

Cenário 3 – Risco de vazamento de gás com possibilidade de intoxicação causada pela presença de gás sulfídrico, H₂S, no gás natural

A noção de que o gás natural seria inócuo e não poluente não cabe em qualquer avaliação técnica rigorosa. A própria especificação das características físico-químicas dos combustíveis, baixada e controlada pela ANP, registra que o gás natural comercializado poderia conter enxofre, com duas restrições:

- Enxofre total (em forma de gás sulfídrico, sulfetos e organosulfuros) até 80mg/m³ de gás; e
- Gás sulfídrico, até um teor de 20mg de H₂S/m³ de gás natural.

Se o H₂S vazar antes de ser queimado, significa risco muito alto nas imediações, considerando que o gás sulfídrico em concentrações bem pequenas, bastante diluído em ar, já é anestesiante e rapidamente letal. Para isso, os sensores para gás sulfídrico devem ter calibração na faixa de 8 a 10ppm.

Vazamentos de H₂S puro ou diluído em outros gases (gás ácido), provocaram mortes coletivas de operários:

- 22 mortos em uma fábrica no México em 1950;
- 19 pessoas na plataforma de gás Tappmayer, no Golfo Pérsico, e, 1980; e
- 11 pessoas na Refinaria REVAP, em São José dos Campos, SP, em 1982.

Cenário 4 – Contaminação da água e do solo

Esse cenário se aplica mais à termelétrica da CGTS que há de ter tratamento da água utilizada para ser transformada em vapor e gerar as turbinas a vapor. Dependendo do processo dessa termelétrica, há possibilidade de reutilização da água condensada, retornando um percentual muito pequeno da água captada nos mananciais ou fornecida pela CAGECE. Certamente a CGTS terá sistema de purificação da água que retornará aos mananciais ou subsolo, evitando assim, contaminação pelos produtos de tratamento da própria água.

De qualquer forma há sempre a possibilidade de contaminação química do solo, subsolo e água subterrânea. Ocorrem eventos de infiltração, percolação de bacias, ou rachaduras de selagens de bacias ou, mais provável, rompimento de dutos, de vasos ou tambores e de linhas de injeção de produtos químicos.

Há comprovações de eventos que demonstram casos de contaminação, como o exemplo onde 600 pessoas de uma cidade ao lado de uma estação de compressão de um gasoduto pertencente a

Pacific Gás Electric ficaram contaminadas com resíduos de sais de cromo hexavalente, que era usado no tratamento da água de resfriamento da central, que também tinha turbinas a gás e produzia vapor.

Outro caso de contaminação do subsolo, apesar de não ter sido em uma termelétrica, demonstra mais uma vez que é factível de ocorrer. Trata-se da contaminação do bairro Poço Fundo em Atibaia, onde cerca de 200 moradores foram contaminados por pesticidas depositados no solo, numa fábrica da Shell Química.

Cenário 5 – Riscos específicos da Subestação e das LTs

Como todos os equipamentos elétricos de grande porte e potência, os riscos mais comuns estão associados a raios, tempestades. Haveria, também, o risco de contaminação por policlorado bifenilas, mais conhecido por Ascarel, mas por serem usinas novas já não mais existe essa possibilidade.

Cenário 6 – Risco de anormalidade e de pane no sistema elétrico

Caso a rede de transmissão ficar sem energia, as termelétricas devem entrar de imediato, mantendo o fornecimento de energia para o Estado. Porém, se por ocasião de uma pane no sistema de transmissão, ocorrer em paralelo, falta do gás natural fornecido pela CEGÁS, como as termelétricas cearenses irão dar o *start up*? Tudo indica que o conceito por elas aplicado é de que essa possibilidade está fora dos possíveis eventos, o que não é totalmente verdade. Poderá sim, haver falta de fornecimento de GN em casos fortuitos, o que implica na necessidade das termelétricas cearenses terem meios para prover a possibilidade de falha no sistema de fornecimento do gás natural. Uma das alternativas usadas no mundo inteiro é o Gás Aerado, ou seja, mistura do GLP ao AR com mesmo número de Wöbbe do Gás Natural, permitindo que a mistura proporcione condições operacionais idênticas, não possibilitando portanto, descontinuidade operacional.

As APR's, a serem apresentados a seguir, não reproduzem os riscos operacionais, mais importantes, dentro de uma termelétrica. (QUADRO N° 118)

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 01

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Poluição Atmosférica.	<p>Processo de queima de gás natural; e</p> <p>N2 do ar de combustão (estimativa de produção de mais de 2500kg/dia de óxido de nitrogênio).</p>	Através do monitoramento contínuo dos gases de combustão.	<p>Formação de Ozônio e agravo à saúde pública;</p> <p>Doenças respiratórias;</p> <p>Deposição ácida; e</p> <p>Formação de chuva ácida.</p>	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Instalação de queimadores do tipo Dry-Low Nox Combustors-DNL (queimadores de baixo Nox); e . Monitoramento contínuo nas chaminés. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fornecimento de máscaras contra gases tóxicos; . Retirada imediata dos empregados da área; . Encaminhamento das vítimas, se houver, para clínica credenciada na recuperação de doenças respiratórias; e . Criar comissão para avaliar extensão da poluição atmosférica e se há formação de chuva ácida na região. 	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 02

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Poluição Atmosférica.	<p>Processo de queima de gás natural; e</p> <p>Enxofre do combustível e de mercaptanas (formação de óxidos de enxofre com emissão estimada em mais de 170kg/dia).</p>	Através do monitoramento contínuo dos gases de combustão.	<p>Agravo à saúde pública: doenças respiratórias;</p> <p>Deposição ácida; e</p> <p>Formação de chuva ácida.</p>	Extremamente remota	Marginal	Desprezível	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Monitoramento contínuo nas chaminés; . Análise cromatográfica do gás natural recebido com fins de calcular quantidade máxima de óxido de enxofre que pode vir a ser produzido por dia; e . Solicitar da CEGÁS, gás natural com mínimo percentual de enxofre, se possível, somente na forma de mercaptanas, responsáveis pela odorização do gás natural. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fornecimento de máscaras contra gases tóxicos; . Retirada imediata dos empregados da área; . Encaminhamento das vítimas, se houver, para clínica credenciada na recuperação de doenças respiratórias; e . Criar comissão para avaliar extensão da poluição atmosférica e se há formação de chuva ácida na região. 	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 03

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Poluição Atmosférica.	<p>Processo de queima de gás natural:</p> <p>Queima completa (emissão estimada de mais de 35000kg/dia de dióxido de carbono CO₂).</p>	Através do monitoramento contínuo dos gases de combustão.	Contribuição para o efeito estufa.	Extremamente remota	Marginal	Desprezível	<p>Preventivas -</p> <p>. Não há pois significa que os equipamentos estão funcionando em perfeitas condições de mistura combustível/comburente.</p> <p>Mitigadoras -</p> <p>. Não há.</p>	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 04

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Poluição Atmosférica.	Processo de queima de gás natural: queima incompleta (emissão de mais de 1500kg/dia de material particulado).	Através do monitoramento contínuo dos gases de combustão e do opacímetro.	Agravo à saúde pública: doenças respiratórias; e Incômodo devido a fuligem.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Controle do processo de queima; e . Monitoramento contínuo das chaminés com o opacímetro. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fornecimento de máscaras contra poeiras/fuligem; . Retirada imediata dos empregados da área; . Encaminhamento das vítimas, se houver, para clínica credenciada na recuperação de doenças respiratórias; e . Criar comissão para avaliar extensão da poluição atmosférica e se há formação de chuva ácida na região. 	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 05

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Poluição Atmosférica.	Vapor d'água.	Observação visual.	Alterações climáticas: Aumento da umidade do ar e da formação de nebulosidade.	Extremamente Remota	Desprezível	Desprezível	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Reaproveitamento da água de condensação na caldeira; e . Elaboração de estudo para avaliar a disponibilidade hídrica, com simulação do balanço dos meios propostos de reservatórios hídricos para o CIPP. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Não há 	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 06

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Poluição Hídrica.	Tratamento e desmineralização da água de refrigeração; e Purga das torres de resfriamento (Produtos químicos do tratamento, óleos e graxas).	Através de observação visual e análises químicas periódicas.	Contaminação do corpo d'água receptor.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Implantação de estação de tratamento de efluentes. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Aviso ao órgão fiscalizador do meio ambiente sobre a possível contaminação; e . Análise das águas dos efluentes para avaliar teor da poluição. 	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 07

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de gás natural.	Dutos; Turbinas; e Caldeiras.	Ruídos; e Odor intenso.	Intoxicação de pessoas; e Risco de incêndio.	Extremamente Remota	Marginal	Desprezível	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Implantação de Programa de Gerenciamento de Riscos, incluindo o Plano de Atendimento a Emergências associado ao PAM do CIPP; . Proposta de zoneamento urbano-ambiental, de acordo com as diretrizes da Convenção 174 da OIT; e . Promover treinamentos simulados com o PAM do CIPP. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Parar imediatamente fornecimento de gás natural da Cegás para os dutos, turbinas ou caldeiras; . Isolar a área e posicionar brigadas de incêndio; e . Avisar à coordenação do PAM do CIPP sobre a ocorrência e a direção da nuvem de gás (como o GN é mais leve do que o ar, não há perigo do mesmo se confinar). 	04

Continua

QUADRO Nº 118 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 27/03/2003

Folha: 08

Área: Gases de Combustão das Chaminés

Local: Termeletrica

Documentos: Informações Estatísticas e Análise de Casos

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Incêndio.	Rompimento e/ou vazamento através das juntas e conexões; Escape de gás nas turbinas; e Descontrole do processo operacional de caldeiras. Obs: as termelétricas trabalham com grandes vazões de combustível. Cada uma no CIPP há de consumir cerca de 1.5 Milhão de Nm³/dia.	Ruído; Fumaça; Odor intenso; e Fogo.	Intoxicação de pessoas; Queimaduras de primeiro, segundo e terceiro grau; Morte; e Perda das instalações.	Remota	Crítica	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção preditiva e preventiva; . Implantação de Programa de Gerenciamento de Riscos, incluindo o Plano de Atendimento a Emergências associado ao PAM do CIPP; . Proposta de zoneamento urbano-ambiental, de acordo com as diretrizes da Convenção 174 da OIT; e . Promover treinamentos simulados com o PAM do CIPP, incluindo a participação da comunidade. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Parar imediatamente fornecimento de gás natural da Cegás para os dutos, turbinas ou caldeiras que estiverem sob fogo; . Isolar a área, posicionar brigadas de incêndio e iniciar combate; e . Avisar à coordenação do PAM do CIPP sobre a ocorrência (como o GN é mais leve do que o ar, não há perigo do mesmo se confinar). 	04

2.8.4 REFINARIA DE PETRÓLEO

- Histórico

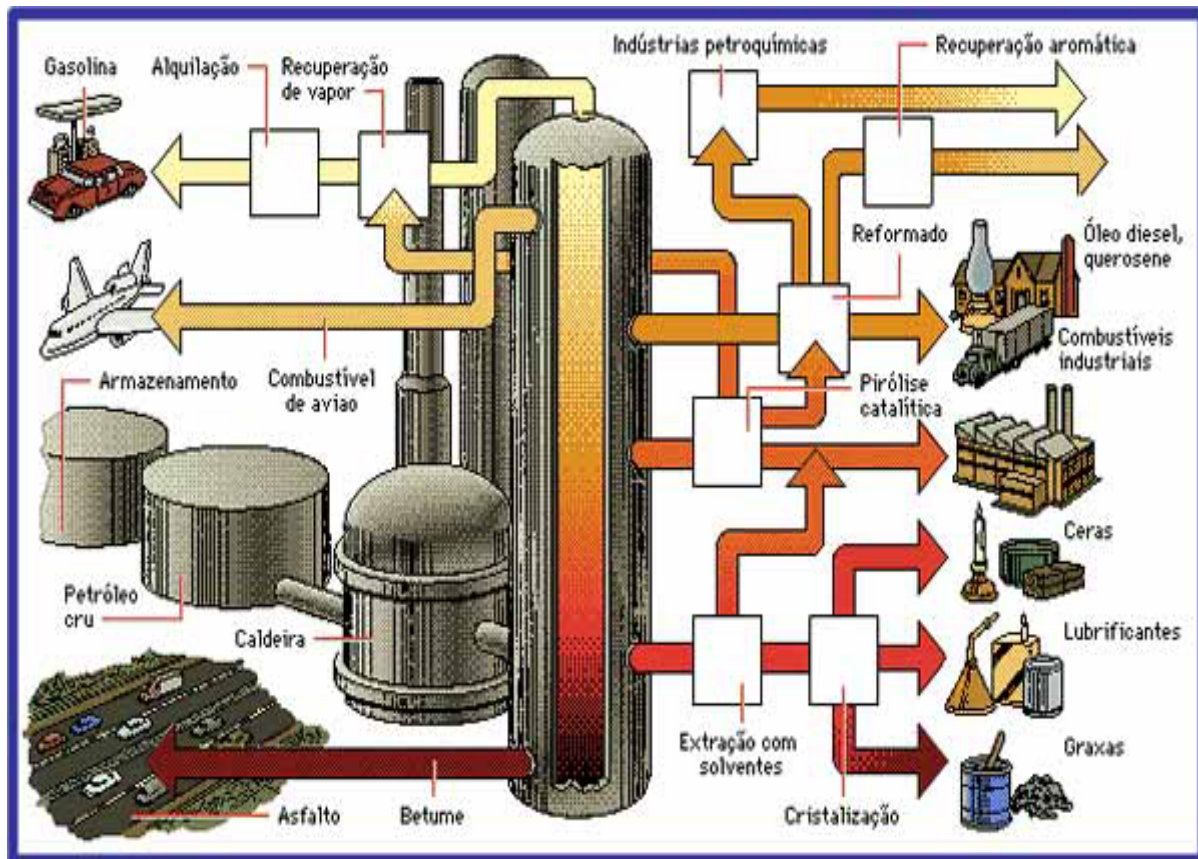
A implantação de uma refinaria de petróleo no CIPP representará a célula *mater* de um pólo petroquímico que há de mudar totalmente a tipologia sócio-econômica do Estado do Ceará. A própria refinaria já representa um inestimável valor agregado ao PIB cearense. Mas, ao lado desse fator de desenvolvimento, agrega-se de forma contundente, os riscos inerentes a esse ramo de atividade industrial.

Por se tratar de uma empresa que trabalha com altas pressões, altas temperaturas, produtos tóxicos e inflamáveis, requer em paralelo, alta tecnologia, o que ameniza os parâmetros estatísticos de riscos de acidentes pessoais, e para com o meio ambiente.

O refino do petróleo constitui-se numa série de beneficiamentos pelos quais passa o petróleo bruto, para obtenção de produtos determinados. Refinar petróleo, é portanto, separar as frações desejadas, processá-las e industrializá-las, transformando-as em produtos vendáveis de alto valor agregado. A primeira etapa no refino do petróleo cru consiste em separá-lo em partes, ou frações, de acordo com a massa molecular. O petróleo cru é aquecido em trocadores de calor e em um forno, e transferido para a coluna de fracionamento, onde a temperatura diminui à medida que alcança as partes mais elevadas da torre. As frações com maior massa molecular (empregadas para produzir, por exemplo, asfaltos, óleos lubrificantes etc) são extraídas na parte inferior da coluna. As frações mais leves (que serão usadas para produzir, por exemplo, combustível para aviões e gasolina) são extraídas mais no topo da mesma coluna de fracionamento.

O objetivo inicial das operações na refinaria consiste em conhecer a composição do petróleo a destilar (FIGURA Nº 36), pois são variáveis a constituição e o aspecto do petróleo bruto, segundo a formação geológica do reservatório de onde é extraído. Há tipos leves e claros, outros marrons, amarelos, verdes; alguns pretos e outros, ainda, verde-escuros. Podem ser parafínicos, naftênicos, aromáticos, em fim, há uma grande variedade de propriedades físico-químicas que determinam que universo de produtos pode ser extraído daquele hidrocarboneto. Por exemplo, um petróleo leve não é apropriado para produção de asfalto, pois sua composição é mais apropriada para produtos tais como óleo diesel, querosene, gasolina, GLP, etc. Já um óleo pesado, ou seja, de alta viscosidade, além de produzir asfalto tem condições de produzir produtos mais leves como os já citados anteriormente. As refinarias, por sua vez, incluem vários sistemas de extração de derivados. Algumas trabalham com destilação a vácuo, outras com destilação atmosférica. Algumas têm uma UPGN – Unidade de Processamento de Gás Natural, outras, plantas de Hidrogênio para uso na fabricação de óleos básicos para lubrificantes, etc. Enfim, de acordo com os produtos a serem produzidos, as configurações das refinarias variam. No caso do Ceará, prevê-se o uso do óleo do campo de Marlin. Trata-se de um óleo pesado. As refinarias, também, têm um imenso parque de armazenamento de matéria-prima e produtos processados, fator esse que aumenta o risco operacional quanto a probabilidade de incêndio e de explosão.

FIGURA Nº 36 – ESQUEMA DE REFINO DO PETRÓLEO



O petróleo é uma matéria-prima essencial à vida moderna, sendo o componente básico de mais de 6.000 produtos. Os derivados do petróleo mais usados são: GLP, gasolinas, querosenes, óleo diesel, lubrificantes, combustíveis para caldeiras e fornos, e também asfaltos, porém, o petróleo, matéria-prima da petroquímica, está cada vez mais importante devido ao desenvolvimento de borrachas, plásticos, tecidos sintéticos, tintas, etc.

Merece ser citado também o gás natural, que apesar de não ser obtido na refinaria (apenas uma pequena quantidade), e sim, diretamente do poço de petróleo, é o responsável pela fabricação de vários outros produtos, tais como: o GLP ou gás de cozinha, o Propano, o Butano, o C5+, ou gasolina extraída do gás, e o gás metano, CH₄, tão importante no cenário energético mundial. (QUADRO Nº 119)

O petróleo, também, é responsável ainda por cerca de 34% da energia utilizada no Brasil e por 45% de toda a energia nos Estados Unidos.

A busca pela produtividade energética entra muitas vezes em conflito com a necessidade de preservar o meio ambiente. No caso do petróleo, o impacto ambiental é ligado a todo o processo de produção. No transporte de petróleo para as refinarias e dos derivados para outras indústrias, a preocupação da refinaria é com a adoção de medidas preventivas e de controle, para evitar derrames de óleo. Nas refinarias deve-se desenvolver e implantar sistemas de tratamento para todos os efluentes



potencialmente poluidores: chaminés, filtros e outros dispositivos e instalações que evitam a emissão de gases, vapores e poeiras tóxicas para a atmosfera. Os despejos líquidos devem ser tratados por processos físico-químicos e biológicos antes de serem lançados nos rios ou no mar. Os resíduos sólidos devem ser reciclados para utilização própria, ou para venda a terceiros. Os não reciclados devem ser tratados em unidades de recuperação de óleo e de biodegradação natural, nas quais microorganismos do solo degradam os resíduos sólidos. Outros resíduos sólidos também podem ser colocados em aterros industriais constantemente controlados e monitorados.

QUADRO Nº 119 – PRODUTOS E APLICAÇÕES

PRODUTOS	APLICAÇÕES
Gás de Refinaria	Petroquímica / gás de rua
Gás Ácido	Produção de enxofre
Eteno	Petroquímica
Dióxido de Carbono	Fluido refrigerante
Propanos Especiais	Fluido refrigerante
Propeno	Petroquímica
Butanos Especiais	Propelentes
Gás Liquefeito de Petróleo	Combustível doméstico
Gasolinas	Combustível automotivo
Naftas	Solventes / Petroquímica
Aguarrás Mineral	Solventes
Benzeno	Petroquímica
Toluneno	Petroquímica / Solventes
Querosene de Iluminação	Iluminação
Querosene de Aviação	Combustível para aviões
Óleo Diesel	Combustível para transporte e industrial
Lubrificantes Básicos	Lubrificantes
Parafinas	Fabricação de velas / Indústria de alimentos
Óleos Combustíveis	Combustíveis industriais
Asfaltos	Pavimentação
Coque	Indústria de alumínio

No entanto, além do inevitável impacto ambiental, a exploração do petróleo prejudica o meio ambiente quando ocorrem acidentes ou incidentes em alguma etapa do processo, como foi o caso, diversas vezes, nos mais de cem anos de história do petróleo no Brasil.

Acidentes e incidentes são muitas vezes resultado de descuido das companhias exploradoras. Em 2000, a Petrobrás foi responsável por dois importantes acidentes de derramamento de óleo. Em



janeiro, foram derramados na Baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, um milhão e trezentos mil litros de óleo que atingiram uma extensa área de manguezais. As principais vítimas foram os caranguejos, que estavam em época de reprodução. O tempo estimado para a recuperação é de três a dez anos.

O outro acidente, na refinaria Presidente Getúlio Vargas, provocou um estrago ainda maior. Quatro milhões de litros de óleo vazaram no Rio Barigui e atingiram o rio Iguaçu. Em alguns pontos, toda a largura do leito dos rios foi coberta. Um entre cada oito animais retirados pela equipe de resgate sobreviveu. Foi o maior desastre ecológico do ano no Brasil.

Para evitar mais acidentes ecológicos, as empresas de petróleo são obrigadas a terem Flaire – torre na qual são queimados produtos que são reprovados no teste de qualidade que são feitos em laboratórios.

Mas não somente ocorrem danos ao meio ambiente. O trabalhador de refinaria tem que ser bastante treinado e consciente do risco que corre em função do ambiente hostil desse tipo de indústria. Muitos acidentes com vítimas fatais se devem a incêndios e explosões, como também, a vazamento de gás letal, H₂S, e de outros expelidos pelas chaminés. Vários grandes acidentes tiveram repercussão por todo o mundo, como os Bleves de San Juanito, da Reduc, da França. Também, muitos outros grandes acidentes com explosão e queima de inflamáveis, como o da Replan – Refinaria de Paulínia, o da Refinaria da Conoco, nos Estados Unidos, entre outros. Daí, a maioria das refinarias possuem um excelente Plano de Segurança que contempla inclusive normas de execução de serviços, treinamento das empreiteiras, treinamentos simulados de incêndio, vazamento de gás sulfídrico, de gás amoníaco, etc. Trata-se, como já citado, de uma empresa moderna, tecnologicamente, e preparada para os grandes acidentes, contanto, algumas vezes, é pega desprevenida e as mortes acontecem.

- **Identificação de Perigos**

Em uma refinaria os seguintes perigos ou riscos podem ser apontados:

- Contaminação do meio ambiente através da poluição do ar, do mar, dos rios e lagoas, do lençol freático, etc; e
- Graves acidentes para com o ser humano, através do desenvolvimento de doenças ocupacionais, intoxicações, acidentes envolvendo danos físicos, inclusive a morte, queimaduras provocadas por corpos quentes ou por incêndios/explosões, etc.

Para melhor se entender como esse universo de problemas pode acontecer em uma refinaria, alguns casos graves acontecidos no mundo, fortalecem a tese de que toda refinaria tem que seguir regimento normas de segurança, e havendo falha, as conseqüências serão catastróficas.

No período compreendido entre agosto e dezembro de 2002, noticiou-se os seguintes acidentes com gases tóxicos: na Eslováquia, um vazamento de monóxido de carbono de uma indústria mata 11 pessoas e fere 170; no Japão, o vazamento de gás sulfídrico de uma refinaria deixa 36 pessoas intoxicadas; na África do Sul, o vazamento de dióxido de enxofre numa fábrica química intoxica cem pessoas e força a retirada de 2.500 moradores da Cidade de Macassar.

No Brasil, em 2000, ocorreram os vazamentos de óleo da Reduc, no Rio de Janeiro e o da Repar, no Paraná.

Como se percebe, a refinaria se envolve em todas as áreas, porque além de produzir os derivados de petróleo, tem que distribuí-los para todo o Brasil, e em assim procedendo, vincula aos seus processos, o recebimento de grandes embarcações que trazem o óleo para ser processado, e outras que levarão os produtos acabados. Do porto mais próximo até a refinaria, o transporte da matéria-prima e dos derivados se faz através de dutos (FOTO N° 25), que têm que ser monitorados para não ocasionarem danos de difícil recuperação como nos exemplos já citados. Para se entender, observe-se o caso da Reduc:

FOTO N° 25 – DUTOS DE PETRÓLEO E DERIVADOS DE UMA REFINARIA



Na madrugada do dia 18 de janeiro de 2000, em pleno verão carioca, 1.292 toneladas de óleo combustível para navio vazaram durante quatro horas e meia nas águas da Baía de Guanabara. Inexplicavelmente, um dos nove dutos da Reduc (Refinaria Duque de Caxias) que transportam derivados



de petróleo para a Ilha d'Água - ponto de abastecimento de navios também da Petrobrás - estava derramando 15 por cento do óleo MF-380, bombeado a 71 graus de temperatura, na vazão de 888 toneladas por hora. No trecho em que ocorreu o acidente, a 2,6 quilômetros da costa, os dutos estão enterrados a 1,2 metro de profundidade sob um dos manguezais que rodeiam a baía. Uma obra de engenharia complicada, à altura da excelência tecnológica da Petrobrás, já que o chão argiloso e muito mole dificulta o lançamento de dutos subterrâneos.

Ainda mais inexplicável do que o acidente foi a demora de mais de quatro horas para perceber o vazamento, completamente fora dos padrões de controle da companhia. Como o derramamento de óleo foi descoberto às 5 horas da manhã e as bombas desligadas às 5h25, a empresa a princípio calculou o vazamento em 500 toneladas de óleo. Três dias depois descobriu que o duto começou a vazar por volta de 1 hora da manhã e o acidente só foi percebido tão tarde porque os mecanismos de controle de fluxo o combustível bombeado também falharam.

Como resultado desse segundo erro, o volume de óleo derramado foi quase três vezes maior do que o previsto inicialmente, aumentando muito a proporção do acidente.

A dupla ocorrência de erros intrigou técnicos e engenheiros da Petrobrás que conhecem a experiência da empresa nas operações de alto risco inerentes à indústria de petróleo. A Petrobrás detém o título de melhor empresa do mundo em tecnologia off-shore, a produção de petróleo em águas profundas, uma das mais complexas. Também é uma das empresas com mais certificados internacionais de qualidade ambiental, o ISO 14001. Além disso, a Reduc é considerada uma refinaria estratégica pela concentração de produtos nobres que fabrica, incluindo 80 por cento da produção nacional de lubrificantes. O que indica que mesmo a alta tecnologia já existente, não evitou o acidente ecológico, criando expectativas de novos acidentes.

Vê-se, assim, que as áreas de atuação de uma refinaria são múltiplas. Há uma grande interferência dos negócios da refinaria com o meio externo, aumentando a responsabilidade nas ações preventivas.

Através dos processos operacionais de uma refinaria se pode gerar a contaminação do ar pelos gases expelidos nas chaminés; as borras acumuladas nas limpezas de tanques de hidrocarbonetos podem significar risco para o solo e mananciais aquíferos, caso haja algum contato com o solo ou sejam derramadas no mar ou em rios e lagoas, como também, podem incrementar a poluição atmosférica se vierem a ser queimadas; o transporte dos líquidos e gases combustíveis através de dutos, transportes rodoviários e marítimos, já que não há aquaviários na região do CIPP, são também, uma responsabilidade inicial da refinaria; os riscos de incêndios e explosões coabitam com os processos de fabricação e com a necessidade de armazenamento de produtos, projetando assim, riscos de acidentes graves, algumas vezes culminando com a morte. Existem refinarias que trabalham com fabricação de Hidrogênio cuja função é a retirada de enxofre dos produtos derivados do petróleo, transformando-se em H₂S, gás extremamente letal.



Todos esses cenários de riscos, como já expresso anteriormente, tornariam esse tipo de empreendimento inviável, caso as refinarias não compactuassem com o que há de mais moderno em termo de segurança industrial, trato com o meio ambiente e respeito à saúde e integridade física dos seus empregados e da comunidade.

O que às vezes transcende os esforços no sentido de preservação das ações do plano de segurança da refinaria, é quando ocorre de outras industrias se anexarem ao pólo indústrial, elevando o grau de risco da região. Quando se alcança esse novo cenário, o conjunto de ações de segurança não podem mais ser individualizadas. Cria-se, então, um plano de contingência que tem como papel principal garantir a segurança da região, de uma forma consensual e com o total apoio da industrias do pólo e dos órgãos públicos.

- **Tipologias Acidentais**

As tipologias acidentais geradas por uma refinaria, incluem, como já explicitado, diversas formas de *contribuição* para a geração de acidentes. No quadro dos *Principais Acidentes com Substâncias Químicas Ocorridas neste Século*, há uma distribuição bastante razoável dos tipos de acidentes que podem vir a ocorrer em uma refinaria. Certamente, nem todos os acidentes ali informados foram gerados nas refinarias, mas nem por isso, deixam de ser compatíveis com as circunstâncias que levam a acidentes similares.

Assim, observemos que há informações sobre:

- Explosão;
- Vazamento seguido de Bleve;
- Vazamento;
- Colisão;
- Encalhe;
- Vazamento seguido de incêndio;
- Incêndio;
- Corrosão versus Erro Humano;
- Rompimento;
- Emissão Tóxica; e
- Falha Operacional.

Comparar-se esses exemplos com problemas advindos de uma refinaria parece, a princípio, exagero, mas quando analisamos o contexto de uma planta industrial de uma refinaria, mais algumas situações poderiam vir a ser alocadas, como por exemplo, a poluição atmosférica. (QUADRO Nº 120)

QUADRO Nº 120 – PRINCIPAIS ACIDENTES COM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS OCORRIDAS NESTE SÉCULO

ANO	LOCAL		PRODUTO QUANTIDADE	TIPO DE ACIDENTE	CONSEQUÊNCIAS	CUSTO
1917	Nova Escócia Halifax	Navio	Munições	Explosão	1.800 mortes	-
1921	Alemanha Coppan.	Industrial	Mistura de Sulfato de amônio e nitrato de amônio	Explosão	430 mortes	-
1947	EUA Texas	Navio	Nitrato de Amônio	Explosão	552 mortes 3.000 feridos	-
1966	França Feyzin	Estocagem	Propano	Vazamento Seguido de BLEVE	18 mortes 81 feridos	US\$ 68 Milhões
1972	Brasil Rio de Janeiro - REDUC Refinaria Duque de Caxias	Estocagem	GLP	Vazamento Seguido de BLEVE	37 mortes 53 feridos	-
1973	África do Sul Potchefstroom	Estocagem	Amônia	Vazamento	18 mortes 65 intoxicados	-
1974	Inglaterra Flixborough	Planta de Caprolactama	Ciclohexano 35 toneladas	Explosão-Incêndio	28 mortes 104 feridos	US\$ 412 Milhões
1975	Brasil Rio de Janeiro	Navio	Petróleo 6.000 toneladas	Colisão	-	-
1976	Itália – Seveso	Planta de Processo	TCDD	Explosão	Contaminação de grande área, devido a emissão de dioxina, 190 intoxicados 600 pessoas evacuadas	-
1976	Espanha, San Carlo de Larapita	Caminhão Tanque	Propano	Explosão	211 mortes	-
1978	Inglaterra PortSall	Navio	Petróleo 230.000 toneladas	Encalhe	-	US\$ 85,2 Milhões

Continua

QUADRO Nº 120 – PRINCIPAIS ACIDENTES COM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS OCORRIDAS NESTE SÉCULO (Continuação)

ANO	LOCAL		PRODUTO QUANTIDADE	TIPO DE ACIDENTE	CONSEQUÊNCIAS	CUSTO
1978	Espanha, San Carlos	Caminhão tanque	Propeno	VCE	216 mortes 200 feridos	
1978	Brasil São Sebastião	Navio	Petróleo 6.000 toneladas	Colisão	-	-
1982	Afeganistão Islambade	Caminhão Tanque	Óleo combustível	Incêndio	2.000 mortes 7.000 feridos	-
1983	Brasil Bertioga	Duto	Petróleo 2.500 toneladas	Queda de Rocha no duto	Impacto em manguezal	-
1983	Brasil Porto Feliz	Estocagem	Resíduos Organoclorados 500 toneladas	Colisão de veículos	Contaminação de Rios e Poços	-
1984	Brasil Cubatão	Duto	Gasolina 1.200m ³	Corrosão Erro humano	93 mortes 4.000 feridos	-
1984	Brasil São Paulo	Duto	Nafta 200m ³	Rompimento	02 mortes	-
1984	México San Juanico	Estocagem	GLP	Bleve Incêndio	650 mortes 6.400 feridos	US\$ 22,5 Milhões
1984	Índia Bhopal	Estocagem	Isocianato de Metila	Emissão Tóxica	4.000 mortes 200.000 intoxicados	-
1985	Brasil Cubatão	Duto	Amônia	Rompimento	Evacuação de 6.500 pessoas	-
1985	Brasil São Sebastião	Navio	Petróleo 2.500 toneladas	Colisão	Contaminação de praias e ilhas	-
1986	Rússia Chernobyl	Usina Nuclear	Urânio	Explosão	32 mortes 300.000 pessoas evacuadas	-

Continua

QUADRO Nº 120 – PRINCIPAIS ACIDENTES COM SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS OCORRIDAS NESTE SÉCULO (Continuação)

ANO	LOCAL		PRODUTO QUANTIDADE	TIPO DE ACIDENTE	CONSEQUÊNCIAS	CUSTO
1986	Europa Ocidental Suíça	-	-	Incêndio	300.000 fechadas em casa 190.000 Ton. de enguias mortas Contaminação do Rio Reno, Atingindo Alemanha Ocidental, França e Holanda	-
1989	Rússia, Ufa	Duto	GLN	VCE	645 Mortes 500 Feridos	-
1989	USA, Alasca	Navio	Petróleo 40.000 Toneladas	Encalhe	100.0000 Aves Mortas	-
1991	Brasil, Santos	Estocagem	Acrlonitrila	Explosão Incêndio	Poluição do Ar e do Mar	-
1991	Catzacoala	Planta de Processo	Cloro	Vazamento Explosão	-	US\$ 150 Milhões
1991	México, Guadalajara	Duto	Gasolina	Explosão	300 Mortes	-
1992	Brasil, Cubatão	Industrial	Cloro 300Kg	Vazamento	37 Intoxicados	-
1996	Inglaterra, Mill Bay	Navio	Petróleo 70.000 Toneladas	Falha Operacional	2.300 Pássaros Mortos	-
1998	Brasil, Santos	Navio	Óleo Combustível 40 Toneladas	Colisão	Contaminação de Praias	-
1998	Brasil, Santos	Armazenamento	DCPD	Explosão Incêndio	Contaminação / Fogo no Estuário	-
1998	Brasil, Araras	Caminhão Tanque	Gasolina/Óleo Diesel	Explosão Incêndio	54 Mortes	



Um outro exemplo típico de acidente em uma refinaria foi o que aconteceu na refinaria de Conoco (ver FOTO Nº 26), em South Killingholme.

Dois operários, feridos na explosão da refinaria, escaparam milagrosamente das labaredas que atingiram 60m de altura.

O incêndio que resultou da explosão ficou confinado na planta de gás saturado, embora algumas edificações próximas ao local, foram danificadas. A área afetada da planta é usada para separar gasolina, propano e butano, mas a causa da explosão é desconhecida.

Os bombeiros atacaram as chamas, que atingiram cerca 60m de altura, de um tanque de gás líquido de petróleo (GLP) destruído, que ameaçava outro tanque de GLP e um tanque de petróleo, do complexo da Refinaria que abrange uma área de 1.950.000m², que alcança o porto da Cidade South Killingholme.

Conseqüência da explosão na vizinhança:

As janelas foram despedaçadas a mais de 800 metros da refinaria de Conoco, em Immingham, localizada no estuário de Humber. Os moradores disseram que a explosão tremeu as edificações próximas.

O fogo lançou uma nuvem densa de fumaça negra, que era visível a vários quilômetros. A fumaça negra podia ser vista da labareda a cerca de 10km da Cidade de Immingham. e o mau cheiro produzido pelo petróleo obrigava as pessoas se retirarem para suas casas.

Destroços da explosão atingiram alguns veículos que trafegavam na estrada de ligação à refinaria, mas escaparam com danos leves.

Os moradores cujas casas foram abaladas pela explosão, foram aconselhadas a fecharem as portas, janelas e permanecerem em suas casas.

Testemunhas disseram: *Ficamos aterrorizadas pela imensa explosão, enquanto caminhavam pela cidade. Havia uma turbulência no ar e então houve uma explosão poderosa. Após isso, havia explosões sucessivas. Uma enorme labareda surgiu e então havia outras explosões.*

A refinaria possuía um sistema de contingência que freqüentemente executa procedimento de emergência, e a polícia, corpo de bombeiros e o serviço de emergência chegaram ao local rapidamente.

De acordo com as inspeções preliminares realizadas, a unidade de processamento de óleo cru, a unidade de processamento de gasolina e parte das matérias primas de operação de gaseificação não foram danificadas.

A refinaria Conoco é uma das duas refinarias localizadas no complexo Immingham, que quando integradas com outros complexos industriais da Região de Grimsby, Goole e Hull constituem o maior complexo portuário da Inglaterra.

A refinaria de Conoco tem capacidade de produção de 230 mil barris por dia.

Todas as 199 pessoas que estavam no local durante a explosão foram retiradas com segurança.

Dois trabalhadores da refinaria sofreram ferimentos leves, foram enviados ao hospital.

Quatro funcionários que estavam desaparecidos na confusão após a explosão e também trabalhadores contratados para expansão da refinaria, foram confirmados mais tarde, na lista de chamada da empresa.

A agência inglesa HSE (Health and Safety Executive) assumiu a investigação sobre as possíveis causas da explosão na refinaria. As investigações estão concentradas na planta de gás saturado, onde esperam obter informações para serem utilizados nos trabalhos investigativos (judicial e de segurança). A polícia de Humberside descartou a hipótese de sabotagem. (FOTO Nº 26)

Nesse acidente, é necessário se examinar as seguintes possibilidades:

- a. Falha humana;
- b. Falha no sistema de controle (software ou hardware);
- c. Vazamento de um reator ou tubulação; e
- d. Todos os principais problemas que conduziram para ignição da mistura inflamável.

FOTO Nº 26 – INCÊNDIO NA REFINARIA DE CONOCO



Incêndio na Refinaria de Conoco

A refinaria Humber Conoco foi instalada no local em 1969, com um investimento de US\$ 75 milhões. Se fosse construída atualmente, custaria US\$ 1.800 milhões.

Quando construída era a única refinaria européia, que tinha um dos principais produtos o coque de petróleo com elevado teor de carbono. Atualmente a refinaria é uma das maiores produtoras de coque de petróleo do mundo.

A refinaria é reconhecida como uma das mais eficientes, sofisticada e lucrativa da Europa.

Data do sinistro – 16 de abril de 2001.

Fonte : The Guardian – 17 e 18 de abril de 2001.

Outros grandes acidentes:

- Um *Bleve* em um terminal de GLP perto da cidade do México (FOTO Nº 27 a 30), resultou na morte de 650 pessoas e cerca de 6.400 pessoas acidentadas. Os prejuízos na planta resultaram em gastos estimados em 31,1 milhões de dólares.

FOTO Nº 27 – ESFERA INCENDIANDO APÓS O BLEVE E CALOTA DE UMA DAS ESFERAS QUE EXPLODIU TOTALMENTE



FOTO Nº 28 – ESFERAS E CILINDROS EXPLODIDOS DURANTE O *BLEVE*

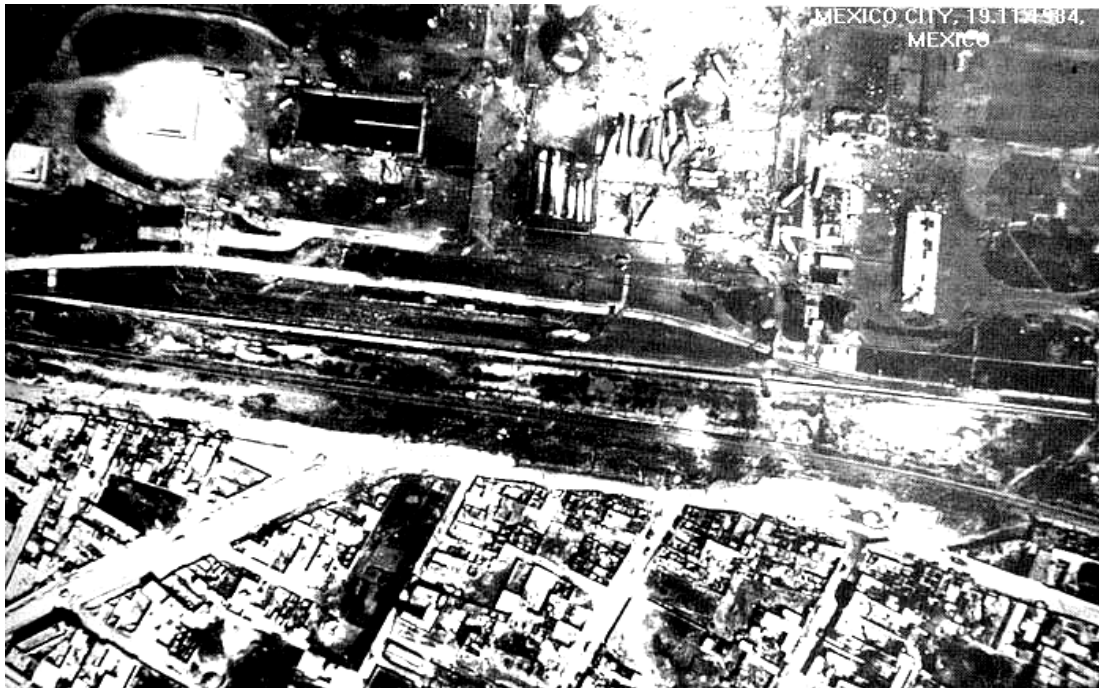
MEXICO CITY, 19.11.1984,
MEXICO



FOTO Nº 29 – CILINDROS EXPLODIDOS PELO *BLEVE*

MEXICO CITY, 19.11.1984,
MEXICO

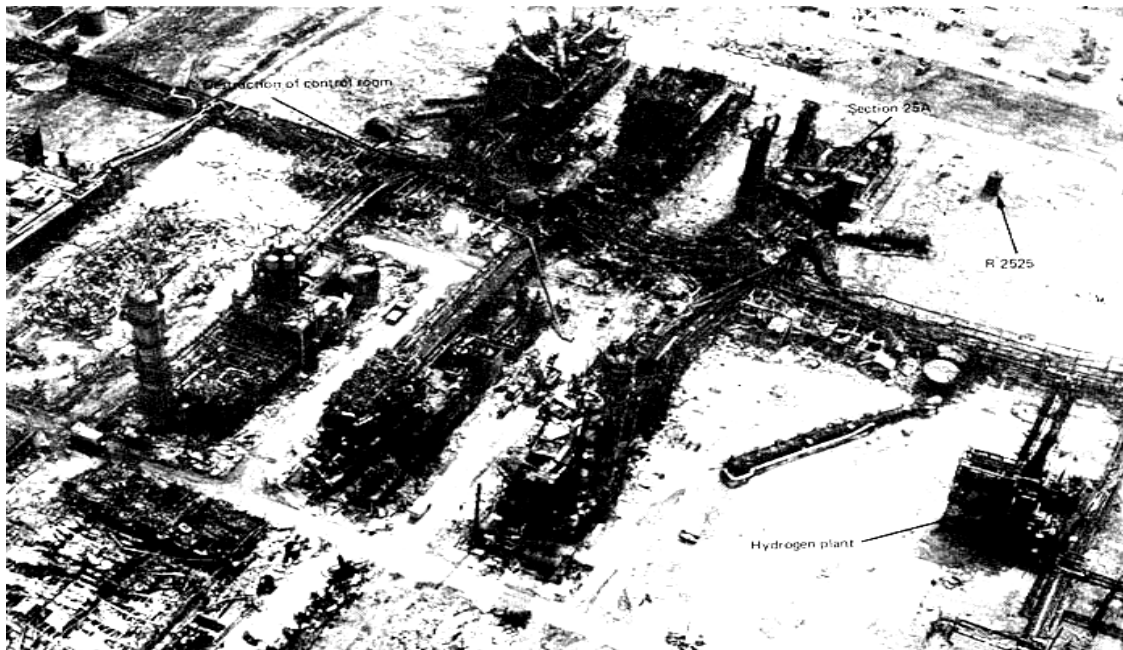


**FOTO Nº 30 – ÁREA DO TERMINAL E DAS MORADIAS ARRASADAS PELO BLEVE**

- Em 1 de junho de 1974, a explosão de uma nuvem de vapor de gás destruiu a planta de Nipro Ciclohexano em Flixborough (FOTO Nº 31 e 32), Inglaterra, matando 28 pessoas. Na area petroquímica, outras plantas foram também seriamente danificadas. O acidente ocorreu devido a falha humana e de material durante a instalação de um sistema de dutos temporário.

FOTO Nº 31 – FLIXBOROUGH

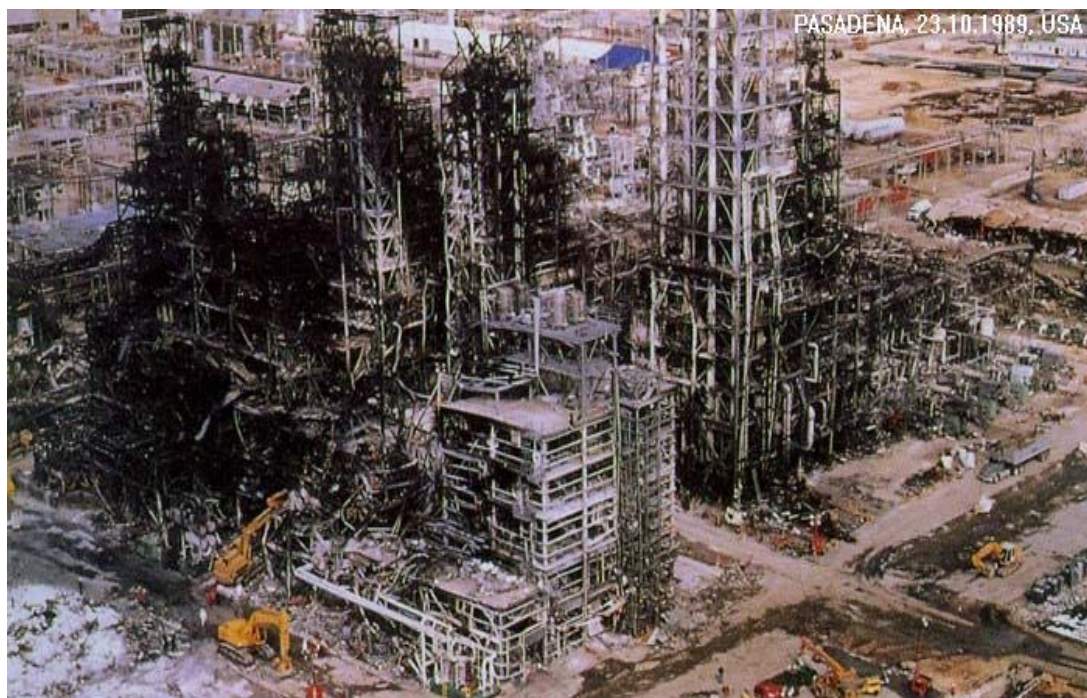
FOTO Nº 32 – ASPECTO GERAL DA PLANTA DE FLIXBOROUGH



A Companhia Petroquímica *The Phillips Petroleum Co.*, em Pasadena (FOTO Nº 33 e 34), Texas, foi cena de uma série de explosões e incêndios em 23 de outubro de 1989, quando um reator de polietileno explodiu matando 23 pessoas e machucando cerca de 130 outras. A explosão ocorreu quando um selo soltou-se do reator, liberando etileno-isobutano, composto usado na fabricação de plásticos. O acidente foi resultado de um programa inadequado de manutenção com uso de mão de obra não-contratada.

FOTO Nº 33 – COMPANHIA PETROQUÍMICA THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY



FOTO Nº 34 – ASPECTO GERAL DA COMPANHIA PETROQUÍMICA THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY APÓS O INCÊNDIO**- Estimativa dos efeitos físicos e análises de vulnerabilidade**

APR – Análise Preliminar de Riscos

A análise dos riscos de uma refinaria através da avaliação dos perigos e tipologias acidentais, apresenta uma série de cenários que apontam para ações de extrema necessidade de serem implementadas, proporcionando assim, uma convivência mais sadia entre a tecnologia, a segurança industrial e o meio ambiente.

- **Cenário 1** - Avaliando-se as estatísticas de acidentes apresentadas nas páginas 134, 135 e 136, percebe-se que os acidentes ocorridos em refinarias ou indústrias similares que mas produziram vítimas e destruição patrimonial, foram os *Bleves*. Verifica-se, também, nessa mesma tabela que a incidência desses eventos acidentais, não mais se repetiram nos últimos 29 anos, que representa um dado importante no preparo da APR para esse tipo de evento sinistro, ou seja, a probabilidade de acontecer algo similar, vai para a escala *Remota* com tendências de seguir para *Extremamente Remota*, o que apontará para um nível de *Risco Moderado*, ao invés de *Sério*, como há de ser percebido na APR.

As razões para essa diminuição probabilística, devem-se às inúmeras modificações estruturais e de norma, no que diz respeito aos parques de armazenamento de GLP. Os erros avaliados das ocorrências na França, no Brasil e no México, balizaram várias adaptações às normas vigentes

à época, produzindo um conjunto de tomadas de atitudes que cada vez mais minimizam as possibilidades de acidentes com esferas e cilindros de gal liquefeito de petróleo;

- **Cenário 2** – Dentro do panorama de atividades de uma refinaria, além do armazenamento de produtos gasosos, as refinarias são responsáveis por um parque de estocagem de tanques de petróleo e de derivados, que constituem mais de 75% de toda a área ocupada útil (entenda-se como área útil, área industrial, não se somando aí as áreas verdes reservadas ao meio ambiente) por esse tipo de empreendimento. Assim sendo, apesar de qualquer sinistro somente se restringir ao tanque sob incêndio, há sempre a probabilidade de haver um desdobramento desse tipo de sinistro para outras áreas da refinaria. A grande ação, nesses casos, está na rapidez com as ações mitigadoras são processadas. Quanto mais estendido for o tempo de início do combate ao fogo, maior será o nível de risco da empresa. Fator preponderante é a criação de um PAM – Plano de Auxílio Múto - na região da refinaria;
- **Cenário 3** – Uma outra situação tão crítica, e muitas vezes, até mais crítica do que um incêndio em um tanque de derivado de petróleo, trata-se do vazamento de dutos de transporte de petróleo e derivados que venham ocasionar lesões muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente. Na área do Pier de carga e descarga de produtos de petróleo, todo o cuidado se deve ter com fins de proteger o meio ambiente quanto ao contato com petróleo e seus derivados líquidos. Para tanto, o Porto do Pecém deverá ter uma quantidade mínima de equipamentos e produtos, além de pessoal extremamente treinado, com fins de prevenir, através da colocação de barreiras de contenção circundando a embarcação, além de skimmers, material absorvente, dispersantes biodegradáveis etc. Além do real risco para com o meio ambiente, há também o enorme desgaste junto a população e a mídia local, nacional e internacional;
- **Cenário 4** – Existe um risco potencialmente perigoso, mas probabilisticamente menor, que é o vazamento de H₂S numa refinaria. Normalmente pode ocorrer em quando a indústria tem em seu processo fabricação de Hidrogênio para retirada de enxofre presente em derivados de petróleo. Essas unidades tendem a ser operadas por pouquíssimos operadores e todos são treinados no uso de máscaras especiais. O problema é o nível de ppm de gás sulfídrico que eventualmente possa vir a vazar de uma planta como essa. A ação letal desse gás é diretamente proporcional à dose no ambiente. Muitas vezes não dá tempo nem do operador colocar a máscara de respiração autônoma. Fica inconsciente e morre;
- **Cenário 5** – Uma refinaria, por ser uma grande indústria e que opera em altas temperaturas, possui uma área de utilidades bastante rica em caldeiras, turbinas, geradores, compressores etc. Todos esses equipamentos de apoio operacional são sujeitos, no caso de falha, a evoluírem em algum tipo de acidente, que pode vir a ser sério, como no caso de explosão de uma caldeira. Certamente, sendo os níveis de precisão bastante elevados, os procedimentos operacionais seguem a mesma riqueza de detalhes no que concerne à segurança industrial, assim, há uma tendência do nível probabilístico diminuir o nível de ocorrências, minimizando os efeitos da tipologia acidental.



Normalmente, principalmente quando uma refinaria é construída perto de uma bacia petrolífera como é no caso do Ceará, há agregada uma UPGN – Unidade de Processamento de Gás Natural. Essas unidades trabalham com padrões de pressão e temperatura sempre acima ou abaixo dos valores da CNTP. O gás natural, por sua vez, passa por diversos processos, produzindo desde o gás residual (é o mesmo gás natural vendido pela CEGÁS, gás metano com resíduos de gás etano), o GLP, e finalmente, a gasolina extraída do gás do poço, denominada de C5+. Tanto o gás natural como seus subprodutos são explosivos e incendeiam com bastante facilidade devido à faixa de explosividade. Assim sendo, trata-se de uma unidade que carece de todo um aparato de segurança que proporcione ações rápidas em eventos de vazamento de produto. Esses produtos, também, são artificialmente odorizados com mercaptanas, produto a base de enxofre e com um grande poder de odorização, provocando, quando em excesso, sintomas de enjôo e mal estar;

- **Cenário 6** – Este último cenário vislumbra o transbordamento de água e óleo proveniente do separador API por incapacidade de reserva dos tanques pulmões. Apesar de ser um risco bastante ameno, pode contribuir pela contaminação do efluente e ou emissário submarino com óleo liberado pelo Separador Água e Óleo. (QUADRO Nº 121)

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS - APR

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 01

Área: Parque de Armazenamento de Derivados de Petróleo (gases)

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
BLEVE em uma esfera de GLP.	Fogo sob uma esfera contendo GLP e explodindo devido ao aumento intenso da pressão interna.	Odor de GLP na atmosfera; Visualização de fogo sob a esfera; e Ruído de enormes proporções seguido de uma bola de fogo com diâmetro de até 400 metros.	Incêndio de proporções dantescas, acompanhado de outras explosões de esferas e tanques, se estiverem na direção de propagação, ultrapassando o perímetro da refinaria, alcançando as áreas circunvizinhas; e Grande área de destruição por incêndio e impacto.	Remota	Catastrófica	Sério	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manter volume de água para incêndio com reserva suficiente para pior hipótese acidental; . Manter linha dos hidrantes pré-pressurizada com fins de atender de imediato volume de água necessário para combate à emergência; . Promover treinamentos simulados, periódicos, juntamente com o Corpo de Bombeiros e demais indústrias da área; e . Fazer simulados com a estrutura do PAM – Plano de Auxílio Mútuo, incluindo a participação da comunidade. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar de pronto em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Convocar as brigadas, e imediatamente, acionar canhões de incêndio para resfriamento da esfera sob fogo, e concomitantemente, acionar o Corpo de Bombeiros; . Combater o fogo na bacia de contenção usando espuma mecânica; . Acionar a estrutura do PAM caso o risco do incêndio ultrapasse as condições de combate da refinaria e dos bombeiros; e . Avaliar extensão dos danos ao meio ambiente pela contaminação do ar atmosférico. 	03

Continua

Obs: Esse caso de APR se aplica para qualquer área de armazenamento de combustíveis gasosos derivados de petróleo.

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 02

Área: Parque de Armazenamento de Derivados de Petróleo Líquido

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Explosão de um tanque de derivados de petróleo, seguida de incêndio.	Liberação anormal de vapor pela válvula de pressão e vácuo seguida de condições atmosféricas desfavoráveis (queda de um raio sobre a nuvem de vapor inflamável).	Onda de Choque acompanhada de um grande ruído.	Incêndio de grandes proporções com risco de alcançar outros tanques, devido derrame na bacia de contenção; e Liberação de toneladas de material particulado em função de combustão incompleta.	Remota	Crítica	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manter volume de água para incêndio com reserva suficiente para pior hipótese acidental ; . Manter linha dos hidrantes pré-pressurizada com fins de atender de imediato volume de água necessário para combate à emergência; . Manter em estoque quantidade de LGE – Líquido Gerador de Espuma, suficiente para atender a pior hipótese acidental; . Promover treinamentos simulados juntamente com o Corpo de Bombeiros e demais indústrias da área; e . Criar o PAM – Plano de Auxílio Mútuo. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Acionar, imediatamente as brigadas de incêndio, e concomitantemente acionar o Corpo de Bombeiros; . Combater o fogo na bacia de contenção usando espuma mecânica; . Acionar a estrutura do PAM caso o risco do incêndio ultrapasse as condições de combate da refinaria e dos bombeiros; e . Avaliar extensão dos danos ao meio ambiente pela contaminação do ar atmosférico. 	03

Continua

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 03

Área: Dutos de Produtos de petróleo, Internos à Refinaria

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento no duto de produtos líquidos, derivados de petróleo.	Corrosão; e Falta de manutenção adequada.	Observação visual ; Acionamento do alarme dos sensores de vazamento; e Queda de pressão na rede de duto.	Derramamento de produtos inflamáveis com risco de incêndio; Contaminação do solo; Perdas materiais; e Repercussão negativa na mídia.	Razoavelmente Provável	Marginal	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Manutenção das juntas e conexões; . Medição periódica de espessura da tubulação; . Implantar sistema supervisório automatizado com intertravamento; e . Elaborar inspeções de rotina. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Bloquear a fonte de vazamento/derramamento; . Estancar imediatamente o vazamento com batoques; e . Dispor resíduos adequadamente, lavar piso com jatos de água quente, direcionando a água com resíduos oleosos para o sistema separador de óleo e água tipo API. 	03

Continua

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 04

Área: Unidade de Hidrogenação

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de gás H2S.	Corrosão; Falta de manutenção adequada; e Erro operacional.	Ruído proveniente da planta; e Cheiro intenso de <i>ovo podre</i> .	Contaminação da área com gás letal; e Risco de envenenamento e morte.	Extremamente Remota	Critica	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Medição periódica de espessura da tubulação; . Implantar sistema supervisorio automatizado com intertravamento; . Elaborar inspeções de rotina; . Efetivar treinamento simulado e de primeiros socorros; e . Tornar obrigatório o uso de máscara autônoma na área da planta que haja H2S. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a detecção, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Retirar imediatamente o pessoal da área; . Usar máscara autônoma e tentar estancar vazamento, inclusive com batoque; e . Emitir alerta geral para toda a refinaria. 	03

Continua

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 05

Área: Casa de Força- Caldeira

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Explosão de Caldeira.	Falta de manutenção adequada; e Erro operacional.	Ruído intenso.	Destruição de prédios; Injúrias no pessoal próximo ao acidente com possibilidade de morte; Paralisação do processo de refino; e Repercussão negativa na mídia e no próprio corpo de empregados.	Extremamente Remota	Catastrófica	Moderado	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Inspeções periódicas da caldeira por especialista credenciado pela Delegacia Regional do Trabalho; . Reciclagem operacional para os empregados; e . Manutenção preditiva e preventiva. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após a ocorrência, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Retirar imediatamente o pessoal da área; . Transporta-los para unidade de queimados mais próxima, após efetivação das ações de primeiros socorros; e . Sanado o sinistro, criar comissão para avaliar as causas geradoras e implementar de imediato as ações reparadoras. 	03

Continua

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 06

Área: UPGN

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQUÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de gás na UPGN – Unidade de Processamento de Gás Natural.	Falta de manutenção adequada; Erro operacional; e Corrosão.	Odor característico.	Pânico; Risco de incêndio; Náuseas; Dor de cabeça; Paralisação da planta; e Alerta geral na fábrica e circunvizinhanças.	Extremamente Remota	Crítica	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Inspeções periódicas na avaliação das tubulações, juntas, flanges, vasos de pressão. etc; . Manter linhas de água de incêndio da rede de hidrantes, pressurizadas; . Manter estoque de água para incêndio em volumes que atendam o pior cenário acidental; . Treinamento simulado de combate a incêndio provocado por vazamento de gás na área da UPGN; . Proibir movimentação de veículos na área; . Somente permitir uso de equipamentos à prova de explosão; e . Elaborar manutenção preditiva e preventiva. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Dispersar o gás, com aplicação de água na forma de neblina; . Somente permitir que fiquem na área, as brigadas de incêndio; . Avisar ao Corpo de Bombeiros e ao PAM caso o vazamento não seja detectado de pronto; e . Sanado o sinistro, criar comissão para avaliar as causas geradoras e implementar de imediato as ações reparadoras. 	03

Continua

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 07

Área: Torre de Destilação Atmosférica

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Flash seguido de incêndio.	Corrosão nas linhas de transferência da Torre; Erro operacional; e Vazamento de produto seguido de <i>Flash</i> (*).	Chamas localizadas em algum trecho da Torre de Destilação.	Risco de incêndio; Paralisação da planta; e Incêndio.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Inspeções periódicas na avaliação das tubulações, juntas, flanges, vasos de pressão. etc; . Manter linhas de água de incêndio da rede de hidrantes, pressurizadas; . Manter estoque de água para incêndio em volumes que atendam o pior cenário accidental; . Treinamento simulado de combate a incêndio provocado por <i>Flash</i> seguido de incêndio na área de destilação atmosférica; e . Elaborar manutenção preditiva e preventiva. <p>Mitigadoras -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Iniciar combate ao <i>Flash</i> usando extintores portáteis enquanto aciona as brigadas de incêndio; . Somente permitir que fiquem na área, os empregados diretamente ligados com a ocorrência; . Avisar ao Corpo de Bombeiros; . Acionar o PAM caso o incêndio caia fora do controle local; e . Sanado o sinistro, criar comissão para avaliar as causas geradoras e implementar de imediato as ações reparadoras. 	03

Continua

OBS: Entenda-se por *Flash* contato de produto derivado de petróleo muito quente com superfícies mais quentes ainda e com o oxigênio do ar. Em certos casos ocorre o processo de auto-ignição iniciando um incêndio

QUADRO Nº 121 – ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS – APR (Continuação)

Cliente: CIPP

Data: 26/03/2003

Folha: 08

Área: Separador API

Local: Refinaria

Documentos: Estatística de Acidentes

Observações: Rev. 01

PERIGOS	CAUSAS	DETECÇÕES	EFEITOS	CATEGORIA DE PROBABILIDADES	CATEGORIA DE CONSEQÜÊNCIAS	CATEGORIA DE RISCO	MEDIDAS PREVENTIVAS E MITIGADORAS	HIPÓTESE ACIDENTAL
Vazamento de óleo para o efluente.	Transbordo do óleo do Separador água-óleo devido ao volume de água de chuva canalizadas para o Separador API; Erro operacional.	Aumento do volume do sistema pulmão do separador API.	Contaminação do efluente com conseqüências danosas para o meio ambiente.	Remota	Marginal	Pequeno	<p>Preventivas -</p> <ul style="list-style-type: none"> . Implementar sistema de monitoramento do volume do pulmão (alarme), para permitir, a tempo, desvio do fluxo da mistura óleo-água, para tanque de emergência; e . Equipe de combate a poluição ambiental em estado de alerta, em épocas de grandes precipitações pluviométricas, para evitar, ao máximo, ocorrência de algum vazamento de óleo para o meio ambiente. <p>Mitigadoras -</p> <p>Após detectar a ocorrência, atuar em:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Desviar vazão da mistura óleo-água para tanque de emergência; . Deslocar, imediatamente, para a área de encontro da mistura óleo-água com o meio ambiente (rio, lagoa, mar etc), equipe e equipamentos de combate à poluição ambiental; . Acionar o PAM e colocar em alerta o Plano Estadual de Incidentes; e . Sanado o sinistro, criar comissão para avaliar as causas geradoras e implementar de imediato as ações reparadoras. 	03