



ANEXO II

**INFORMAÇÕES REFERENCIAIS PARA
ELABORAÇÃO DO PEI PARA A UPME**

1 INTRODUÇÃO

Este Anexo II contém um conjunto de informações requeridas para a elaboração do Plano de Emergência Individual (PEI) para a Usina Termelétrica Presidente Médici - UPME, em Candiota, RS. As instalações são usadas para geração de energia elétrica a partir da queima de carvão mineral. O relatório foi elaborado pela Det Norske Veritas para a CGTEE com a finalidade de ser utilizado como documento suplementar ao PEI, conforme estabelecido na Resolução 398/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Conforme será visto, no caso da UPME, onde os principais tipos de acidentes são explosões e incêndios em poça, do ponto de planejamento de emergência, é importante destacar que as ações de combate e controle somente são aplicáveis para o segundo tipo de acidente (incêndio em poça), pois para explosões, não há tempo para reação. Assim, no caso de acidentes deste último tipo, cabem ações preventivas para evitar que os mesmos ocorram.

2 IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Neste capítulo, serão apresentadas as fontes de risco existentes e as possíveis consequências associadas às operações da Usina Termelétrica Presidente Médici.

Para subsidiar a confecção deste PEI foi feita pela Det Norske Veritas um Estudo de Análise de Riscos (EAR) para a UPME (Fases A, B e C). Os principais resultados do estudo foram:

- 1) Os riscos individuais para a população que vive nas imediações não foi avaliado por não haver cenários de acidentes com capacidade de causar fatalidades fora do perímetro da UPME.
- 2) O risco social medido na forma de curva F-N também não precisou ser avaliado por não haver cenários de acidentes com capacidade de causar fatalidades fora do perímetro da UPME.
- 3) Para eventos do tipo explosão ou BLEVE, o maior alcance para o valor de 0,1 bar de pico de sobrepressão na onda de choque (1 % de probabilidade de fatalidade, de acordo com a CETESB) foi de 209 m, sem sair do interior do perímetro da Usina.
- 4) Nas condições de dispersão médias as poças de óleo combustível e óleo diesel não devem gerar nuvens capazes de atingir pontos distantes ou explodir.
- 5) Para vazamentos os efeitos ficariam basicamente restritos a incêndios em poça. Ou seja, os possíveis danos analisados tenderiam a ficar restritos à imediações do local do vazamento para derrame de líquido combustível no solo.

2.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS POR FONTE

No caso da UPME as principais fontes de riscos estão associadas às operações das fornalhas/caldeiras das três fases, pois são as explosões tanto em fornalha como de caldeiras que apresentam o maior potencial de danos. Considerando-se que além de carvão, há um uso razoável de óleo combustível e de óleo diesel, os sistemas de armazenagem e de transferência destes produtos também devem ser considerados como fontes de riscos.

As principais características da UPME estão apresentadas no EAR mencionado na introdução deste documento e serão complementadas a seguir.

Dados da UPME

Além do pátio de estocagem de carvão que é uma das fontes de risco da UPME, há diversas outras onde ocorre a armazenagem ou processamento de produtos perigosos que são fontes de risco.

As principais características das fornalhas das Fases A, B e C estão listadas na Tabela 2.1 e das duas caldeiras (idênticas) da Fase A e das duas (idênticas) da Fase C na Tabela 2.2, pois são todas potenciais fontes de risco.

Tabela 2.1 – Características das fornalhas das Fases A, B e C

Fase	Combustível	Volume (m ³)
A	Carvão, óleo combustível, óleo diesel	2187
B	Carvão, óleo combustível, óleo diesel, GLP	6302
C	Carvão, óleo combustível	7840

Tabela 2.2 – Características das caldeiras das Fases A, B e C

Fase	Produção de vapor (t/h)	Temperatura do vapor superaquecido (°C)	Pressão do vapor superaquecido (kgf/cm ²)	Volume do balão (m ³)
A	200	530	115	23
B	1150	538	175,2	Não tem balão
C	90,4	543	187,4	150

Na Tabela 2.3, encontram-se listadas as possíveis fontes de riscos do tipo tanque de armazenagem identificadas na UPME.

Tabela 2.3 – Caracterização das fontes de risco do tipo tanque da UPME

Tanque	Fase	Volume (m³)	Altura (m)	Tipo de teto	Tipo de fundo	Produto armazenado	Tipo de bacia de contenção
TQ-??	A, B e C	5000		Fixo com solda frágil	Chapa sobre base de concreto	Óleo combustível na pressão atmosférica e temperatura de 81 °C	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	B	500		Fixo com solda frágil	Chapa sobre base de concreto	Óleo combustível na pressão atmosférica e temperatura de 81 °C	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	A	125		Fixo com solda frágil	Chapa sobre base de concreto	Óleo combustível na pressão atmosférica e temperatura de 81 °C	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	A	125		Fixo com solda frágil	Chapa sobre base de concreto	Óleo combustível na pressão atmosférica e temperatura de 81 °C	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	B	200		Fixo com solda frágil	Chapa sobre base de concreto	Etanol na pressão atmosférica e temperatura ambiente	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	A	55		Fixo com solda frágil	Chapa sobre base de concreto	Óleo diesel na pressão atmosférica e temperatura ambiente	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	A, B e C	10		Fixo	Chapa sobre base de concreto	Ácido sulfúrico a 98 %	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
TQ-??	A, B e C			Fixo	Chapa sobre base de concreto	Solução de soda cáustica	Dique fechado e piso revestido de cimento com capacidade ?? m³
Outros?							

2.2 HIPÓTESES ACIDENTAIS

Os eventos acidentais que poderiam ocorrer teriam como origem a liberação descontrolada de:

A) Energia-

(i) Explosão confinada de mistura vapor ou gás inflamável e ar (interior de fornalha ou de tanque ou de prédio);

(ii) Explosão de nuvem não confinada (hidrogênio e ar);

(iii) Explosão por expansão de vapor fervente (BLEVE de caldeira);

B) Produto inflamável com geração de fluxos térmicos-

(i) Incêndio em poça de óleo combustível ou diesel devido a vazamento ou ruptura em qualquer um dos sistemas de manipulação ou armazenagem ou nas tubulações associadas;

(ii) Incêndio na pilha de pó de carvão no pátio.

C) Produtos perigosos com potencial de causar danos ambientais (vazamento de produto químico não combustível tal como ácido sulfúrico ou solução de soda cáustica ou de óleo combustível/diesel, sem ignição).

A perda de produto perigoso poderia ser causada por:

a) Erro operacional (humano) durante descarga ou transferência de produtos perigosos.

b) Falha mecânica envolvendo tanque, tubulação ou componente associado.

c) Corrosão.

d) Evento natural (deslocamento de solo, tremor de terra, enchente, ciclone, etc.)

A perda de controle pode levar aos seguintes cenários de acidentes:

1) **Incêndio em poça:** Vazamento, formação de poça e ignição com danos a pessoas e estruturas diretamente expostas às chamas ou devido à radiação térmica emitida pelos gases aquecidos.

2) **Contaminação:** Para o caso de produto inflamável/combustível, não ocorrendo ignição, poderia haver danos por contaminação do solo. Para produtos corrosivos não inflamáveis, o efeito maior seria a contaminação do solo ou geração de resíduos com necessidade de neutralização, recolhimento e destinação

3) **Incêndio em nuvem:** Em princípio, seria esperado ocorrer incêndio em nuvem com possibilidade de danos a pessoas dentro da zona da nuvem com concentrações acima do limite inferior de inflamabilidade, seguido por incêndio em poça. Mas, os resultados de avaliação de alcances de nuvens de mistura vapor de vapor inflamável-ar para as condições médias de velocidade de vento e classe de estabilidade atmosférica com o programa Phast mostraram que a queima se

restringiria às imediações da poça; explosões de nuvem de mistura vapor-ar também não são esperadas.

Os principais efeitos seriam restritos aos danos causados por exposição à radiação térmica emitida pelas chamas de incêndio em poça.

- 4) **Explosão confinada:** Além de vazamentos, foram ainda considerados os cenários de explosão confinada em fornalhas e em tanque de armazenagem de óleo combustível/diesel e no interior do prédio de produção de hidrogênio, na sala de baterias e no prédio do gerador de energia elétrica.
- 5) **Explosão em ambiente congestionado:** Também foi considerada a hipótese de haver explosão de mistura de hidrogênio com ar, na parte externa do prédio de produção do gás. O hidrogênio é extremamente inflamável e a área onde estão três vasos de armazenagem, do lado de fora do prédio de produção de hidrogênio, pode ser considerada congestionada pela presença de prédios e estruturas, o que torna possível a aceleração da queima da mistura de H₂-ar e geração de turbulência (mecanismo de Schelkchkin).

As avaliações das áreas que seriam vulneráveis a incêndio em poça de óleo combustível/diesel foram realizadas com o uso do programa Phast. As características da poça que seria formada dependem do local onde ocorresse a perda de contenção, assim, nos diques de contenção, a poça considerada foi aquela definida pela área do próprio dique; para vazamentos nas áreas de processo, admitiu-se que as poças poderiam atingir até 30 m de diâmetro (valor máximo sugerido na DNV-N13: DNV Technical Note 13, que corresponde a uma área de 707 m²).

A avaliação das áreas vulneráveis a explosões (confinada ou não e BLEVE) também foram realizadas com o programa Phast.

Explosão de nuvem de mistura de vapor de líquido inflamável-ar, sem confinamento, não seria observada conforme as estimativas feitas com o programa Phast da DNV. A massa disponível entre os limites de inflamabilidade seria insuficiente para a ocorrência de explosão de nuvem. Em caso de liberação acidental de óleo combustível/diesel é importante manter um controle o mais rígido possível sobre fontes de ignição.

Na Tabela 2.4, estão listados os principais cenários de acidentes identificados para os quais serão apresentados resultados de análises de vulnerabilidade. A denominação que foi usada nos estudos anteriores foi mantida, assim, eventos que teriam ligação com qualquer uma das Fases A, B e C da Usina são denominados com as letras ABC, aqueles que dizem respeito a somente uma determinada fase, têm acrescentado ao número da hipótese ou cenário a letra da fase correspondente.

Além dos cenários selecionados com base na categoria de severidade nas Análises Preliminares de Perigos realizadas como parte dos Estudos de Análise de Riscos das Fases A e B e

posteriormente da Fase C, trabalhos que estavam voltados para a estimativa de riscos para a população externa à UPME, foram adicionados os cenários de vazamento de produtos corrosivos ácido sulfúrico e soda cáustica e incêndio na pilha de carvão no pátio de armazenagem.

Tabela 2.4 – Cenários de acidente selecionados para análise de vulnerabilidade das Fases A, B e C

Cenário	Causa	Descrição do cenário	Fases
2ABC	Rompimento catastrófico do reator de hidrogênio por impacto mecânico ou falha estrutural.	Explosão confinada de mistura de hidrogênio com ar, no prédio de produção de hidrogênio	A, B, C
5ABC	Rompimento catastrófico do cilindro de hidrogênio por impacto mecânico ou falha estrutural.	Explosão não confinada de mistura de hidrogênio com ar, em área congestionada próximo do prédio de produção de hidrogênio	A, B, C
7A	Vazamento nas linhas entre o tanque (55 m ³) de óleo diesel da Fase A e a fornalha por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo diesel junto à fornalha da Fase A	A
8A	Rompimento catastrófico do tanque (55 m ³) de óleo diesel da Fase A por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo diesel no dique do tanque de 55 m ³ da Fase A	A
11B	Rompimento catastrófico do tanque (200 m ³) de óleo diesel da Fase B por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo diesel no dique do tanque de 200 m ³ da Fase B	B
13ABC	Vazamento de óleo combustível nas linhas entre o tanque de armazenagem (5.000 m ³) e os tanque auxiliares por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo combustível	A, B, C
14ABC	Rompimento catastrófico do tanque de armazenagem de óleo combustível (5.000 m ³) por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo combustível no dique do tanque de 5000 m ³	A, B, C
16A	Vazamento nas linhas do tanque (125 m ³) de óleo combustível da Fase A por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo combustível	A
17A	Rompimento catastrófico do tanque (125 m ³) de óleo combustível da Fase A por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo combustível no dique do tanque de 125 m ³ da Fase A	A

19B	Vazamento nas linhas entre o tanque (500 m ³) de óleo combustível da Fase B e a fornalha por impacto mecânico ou falha estrutural.	Semelhante ao cenário 3, com relação aos efeitos.	B
20B	Rompimento catastrófico do tanque (500 m ³) de óleo combustível da Fase B por impacto mecânico ou falha estrutural.	Incêndio em poça de óleo combustível no dique do tanque de 500 m ³ da Fase B	B
29A	Ignição retardada de diesel na câmara de combustão da caldeira 1 ou 2 da Fase A por falha no sistema de instrumentação da caldeira.	Explosão confinada de mistura de vapor de óleo diesel e ar, na fornalha da Fase A	A
29aA	Explosão do balão da caldeira da Fase A.	BLEVE- Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion, Explosão por Expansão de Vapor de Líquido Fervente da Fase A	A
30B	Ignição retardada de GLP na câmara de combustão da caldeira 3 ou 4 da fase B por falha no sistema de instrumentação da caldeira.	Explosão confinada de mistura de GLP e ar, na fornalha da Fase B	B
31B	Ignição retardada de Fuel Oil na câmara de combustão da caldeira 3 ou 4 da fase B por falha no sistema de instrumentação da caldeira.	Explosão confinada de mistura de vapor de óleo combustível e ar, na fornalha da Fase B	B
18C	Acúmulo de mistura inflamável (vapores de combustível) na fornalha na partida da caldeira (partida com óleo combustível 1A), levando à explosão confinada na fornalha.	Explosão confinada de mistura de vapor de óleo combustível e ar, na fornalha da Fase C	C
22C	Sobrepresão de vapor devido à falha no controle de pressão da caldeira ou falha humana na partida, levando à explosão da caldeira.	BLEVE da caldeira da Fase C	C
64C	Liberação de hidrogênio em espaço confinado por vazamento dentro do prédio de baterias levando à explosão.	Explosão confinada de mistura de hidrogênio com ar, no prédio de baterias	A, B e C
65ABC	Grande liberação de ácido sulfúrico por vazamento em tanque ou tubulações.	Danos ambientais e geração de resíduos	A, B e C
66ABC	Grande liberação de soda cáustica por vazamento em tanque ou tubulações.	Danos ambientais e geração de resíduos	A, B e C

67ABC	Auto-ignição na pilha de carvão no pátio de armazenagem.	Incêndio em pilha de carvão *	A, B e C
-------	--	-------------------------------	----------

* A queima do carvão em forma de pilha ocorre sem formação de chama (não há liberação de gases em quantidade suficiente da superfície sólida dos grãos de carvão para gerar chama), do tipo “smoldering” em Inglês.

2.3 ESTIMATIVAS DE QUANTIDADES VAZADAS

Nesta seção, serão feitas estimativas das quantidades máximas que poderiam vaziar acidentalmente em cenários de acidentes envolvendo os tanque e tubulações de interligação e demais instalações.

Para ruptura ou vazamento de tanque, a quantidade vazada seria o próprio volume correspondente à capacidade de armazenagem do tanque, com formação de poça no próprio dique do tanque.

Para vazamento em tubulações, considerou-se que a taxa de vazamento seria determinada pela altura de líquido no tanque mais a contribuição da bomba e utilizou-se o programa Phast (Process Hazard Analysis Software Tool), desenvolvido pelo Departamento de Software da DNV, para cálculo da taxa de descarga de líquido. Com a taxa de descarga calculada no Phast foi feita a avaliação da quantidade que seria vazada num período de 10 minutos com a vazão da bomba e dali em diante um vazamento com altura de coluna líquida ao diâmetro da tubulação estaria disponível para causar a descarga de líquido do interior do duto, pelo tempo necessário para estancar o vazamento (para fins de estimativa, foi utilizado um intervalo de tempo de 1 hora). Para o caso de ruptura a consideração feita foi o seguinte: imediatamente após a ruptura, haveria uma redução brusca de pressão que levaria ao desligamento das bombas e o inventário vazado seria o equivalente a 2 minutos da taxa de vazamento com uma altura de coluna líquida de 19 m mais a pressão de descarga da bomba, mais a massa vazada durante dez minutos (até o fechamento das válvulas) com uma coluna de líquido de 19 m, mais o inventário de etanol contido no duto de interligação (730 m).

$$M_{duto} = V_{duto} \cdot \rho = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L \cdot \rho = \frac{\pi \cdot (0,30)^2}{4} 730 \cdot 1034 = 4 ??? kg$$

$$V_{duto} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} L = 53,26 m^3$$

$$L = \text{comprimento, (m)}$$

$$D = \text{diâmetro, (m)}$$

$$\rho = 1034 kg / m^3$$

$$M_{duto} = \text{massa de produto no duto, (kg)}$$

Na Tabela 3.1, os valores de taxas de vazamento e tempos considerados para cada tamanho de furo estão mostrados, assim como a massa total que potencialmente poderia ser liberada.

Tabela 3.1 – Estimativas de quantidade de etanol liberada em cada uma das hipóteses acidentais

Furo- Diâmetro (m)	Massa vazada acidentalmente (kg)			Massa vazada (ton)
	Bomba ligada [massa (kg) =vazão (kg/s)*tempo (s)]	Bomba desligada, até fechar válvulas [massa (kg)=vazão (kg/s)*tempo (s)]	Até estancar vazamento válvulas fechadas [massa (kg)=vazão (kg/s)*tempo (s)]	
Peq/méd-0,025	33717=9,36 *3600	2949=4,9*600	2880=0,10*8x3600	39,5
Grande-0,10	89910=149,85*600	47182=78,64*600	42099 (inventário duto)	179,2
Ruptura-0,30	67560=563*120	177000=295*600	42099 (inventário duto)	286,7
Casco de navio	10.000 m ³ de álcool etílico			
	1.800 ton de bunker			

Estas estimativas podem ser descritas usando a nomenclatura empregada na Resolução CONAMA 398/2008, conforme será a seguir apresentado.

Vazamento em dutos:

O volume vazado a ser considerado deve ser estimado com base na seguinte fórmula:

$$V_{pc} = (T_1 + T_2) \times Q_1 + V_1$$

Onde

T₁ = tempo estimado para detecção do derramamento,

T₂ = tempo estimado entre a detecção do derramamento e a interrupção da operação de transferência,

Q₁ = vazão máxima de operação do duto

V₁ = volume remanescente na seção do duto.

Para vazamento grande:

$$V_{pc_g} = T_{1g} \times Q_{1g} + T_{2m} \times Q_{2g} + T_{3g} \times Q_{3g}$$

Onde

V_{pc_g} = volume total derramado por um orifício grande, (m³)

T_{1g} = tempo até o vazamento grande ser detectado = 600 s

$Q1_g$ = vazão p/ orifício grande com a bomba funcionando = $1,9 \text{ E-1 m}^3/\text{s}$

$T2_g$ = tempo até o fechamento das válvulas = 600 s

$Q2_g$ = vazão p/ orifício grande após desligamento da bomba e antes do fechamento das válvulas = $9,95\text{E-2 m}^3/\text{s}$

$T3_g$ = tempo até o estancamento do vazamento grande = $8*3600 \text{ s}$

$Q3_g$ = vazão p/ orifício grande com válvulas fechadas = $3,13\text{E-3 m}^3/\text{s}$

Dado que $T3_g * T3_g > V_{duto}$, a terceira parcela da soma deve ser substituída pelo volume do duto de interligação, ou seja, $53,26 \text{ m}^3$. Com esta consideração, obtém-se o resultado para o volume que seria vazado por orifício médio.

$$V_{pc_g} = 227 \text{ m}^3$$

Para ruptura o volume vazado seria:

$$V_{pc_rup} = T1_r * Q1_r + T2_r * Q2_r + V_{duto}$$

Onde

V_{pc_rup} = volume total derramado em caso de ruptura do duto, (m^3)

$T1_r = 120 \text{ s}$

$Q1_r = 7,12\text{E-1 m}^3/\text{s}$

$T2_r = 600 \text{ s}$

$Q2_r = 3,73\text{E-1 m}^3/\text{s}$

$V_{duto} = 53,26 \text{ m}^3$

$V_{pc_rup} = 363 \text{ m}^3$

Para cada cenário, consideraram-se tempos distintos e as respectivas vazões foram avaliadas com base em modelos de descarga usando o programa Phast que é um programa consagrado na área de análise de riscos no mundo todo. As estimativas foram conservadoras, por exemplo, em caso de ruptura considerou-se um tempo de desligamento de 2 minutos, um tempo grande se considerarmos que o controle é automático com o uso de inversor de frequência que pode desligar em segundos. O tempo para intervenção e estancamento de vazamento pequeno e médio de 8 horas também pode ser considerado conservador.

Volume do pior caso

Claramente, o volume correspondente ao pior caso seria para um vazamento do tanque de

5000 m³ de óleo combustível tipo 1A que serve às três fases.

3 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

A análise de vulnerabilidade para as hipóteses acidentais associadas às operações da UPME será apresentada a seguir.

Na Tabela 3.3, tem-se os valores estimados de distâncias medidas a partir do centro da poça, onde seriam observados os níveis de fluxo térmico listados a seguir com os respectivos níveis de danos associados, bem como o alcance até o limite inferior de inflamabilidade (LII).

- a) $71,2 \text{ kW/m}^2$ – nível de fluxo de radiação térmica capaz de causar grandes danos a pessoas (99 % de probabilidade de morte para uma exposição de 20 s);
- b) $37,5 \text{ kW/m}^2$ – nível de fluxo de radiação térmica suficiente para causar danos às pessoas incapazes de evacuar a área ou procurar abrigo. Causa danos, 50% de probabilidade de morte em 20 s de exposição;
- c) $12,5 \text{ kW/m}^2$ – nível de fluxo de radiação térmica suficiente para causar danos às pessoas incapazes de evacuar a área ou procurar abrigo. Causa danos, 1% de probabilidade de morte em 30 s de exposição;.
- d) $3,0 \text{ kW/m}^2$ – nível de fluxo de radiação térmica considerada seguro para tempos de exposição de até 20 s.

Tabela 3.3 – Estimativas de alcances para fluxos térmicos e LII para incêndio em poça

Cenário de acidente	Distância ao centro da poça (m)				
	3,0 kW/m ²	12,5 kW/m ²	37,5 kW/m ²	71,2 kW/m ²	LII
7A/10A/16A/12C	41	22	8	Não atinge	2
8A	39	20	7	Não atinge	10
11B	56	21	Não atinge	Não atinge	16
13ABC	44	22	9	Não atinge	3
14ABC	110	39	Não atinge	Não atinge	51
17A	50	21	10	Não atinge	1
20B	7	22	Não atinge	Não atinge	46

Nas Figuras 3.1 a 3.8, estão mostradas as áreas vulneráveis a fluxo térmico gerado por incêndio em poça correspondentes aos cenários de acidente listados na Tabela 3.3.

Cabe observar que para o cenário 1ABC (queima de carvão na pilha no pátio de armazenagem), como não se tem um incêndio em poça, não se tem estimativas para alcances até os

fluxos térmicos de interesse.

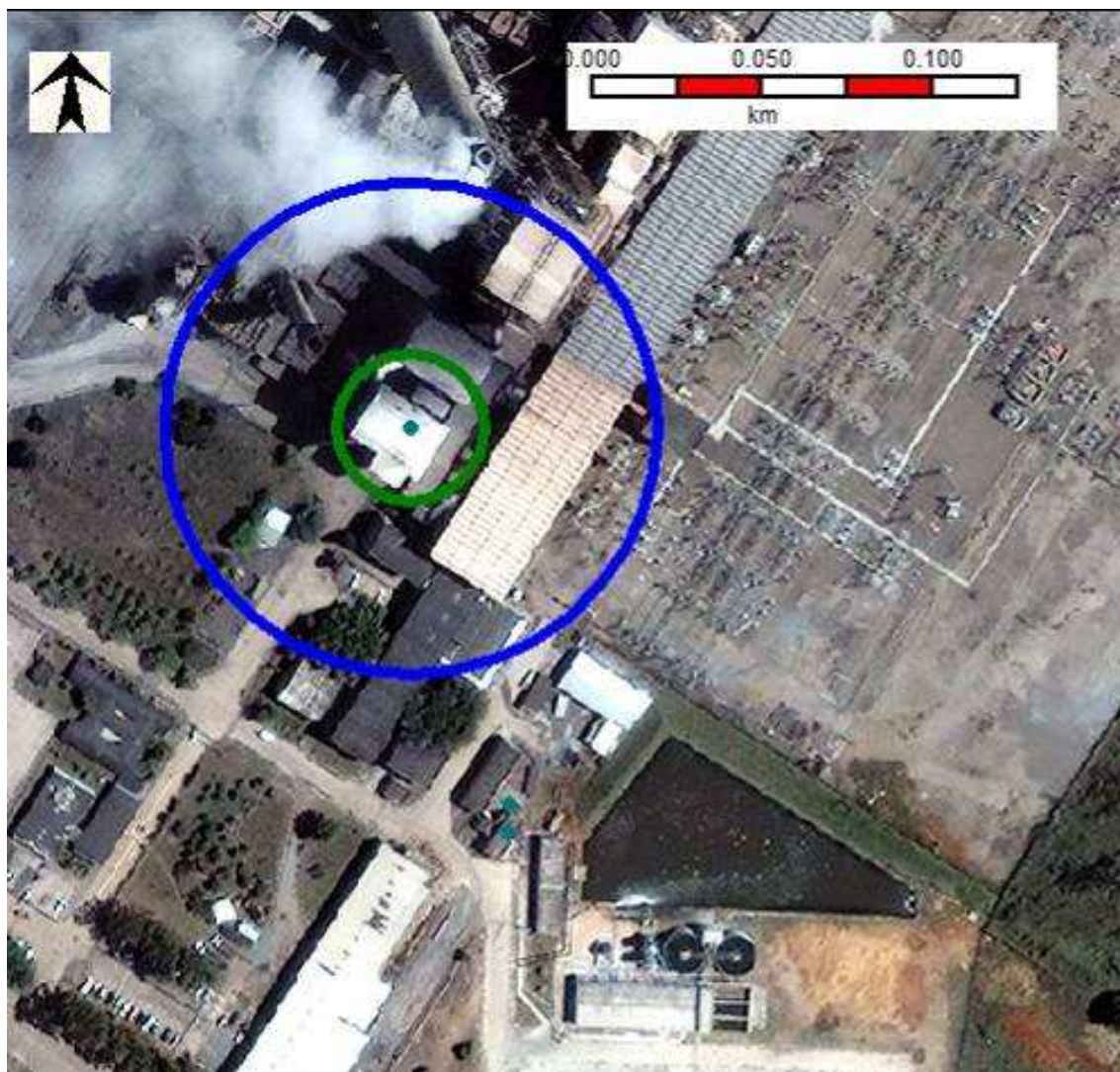


Figura 3.1- Incêndio em poça de diesel, vazamento em linhas do tanque de 55 m³ da Fase A, Hipótese 7A, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul) e 12,5 kW/m² (verde)



Figura 3.2- Incêndio em poça de diesel, no dique do tanque de 55 m³ da Fase A, Hipótese 8A, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul), 12,5 kW/m² (verde) e 37,5 kW/m² (amarelo)



Figura 3.3- Incêndio em poça de diesel, no dique do tanque de 200 m³ da Fase B, Hipótese 11 B, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul) e 12,5 kW/m² (verde)



Figura 3.4- Incêndio em poça de combustível, vazamento em linhas do tanque de 5000 m³, Hipótese 13 ABC, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² azul) e 12,5 kW/m² (verde)



Figura 3.5- Incêndio em poça de combustível 1A, no dique do tanque de 5000 m³, Hipótese 14 ABC, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul) e 12,5 kW/m² (verde)



Figura 3.3 - Incêndio em poça de combustível, no dique do tanque de 125 m³ da Fase A, Hipótese 17A, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul), 12,5 kW/m² (verde) e 37,5 kW/m² (amarelo)

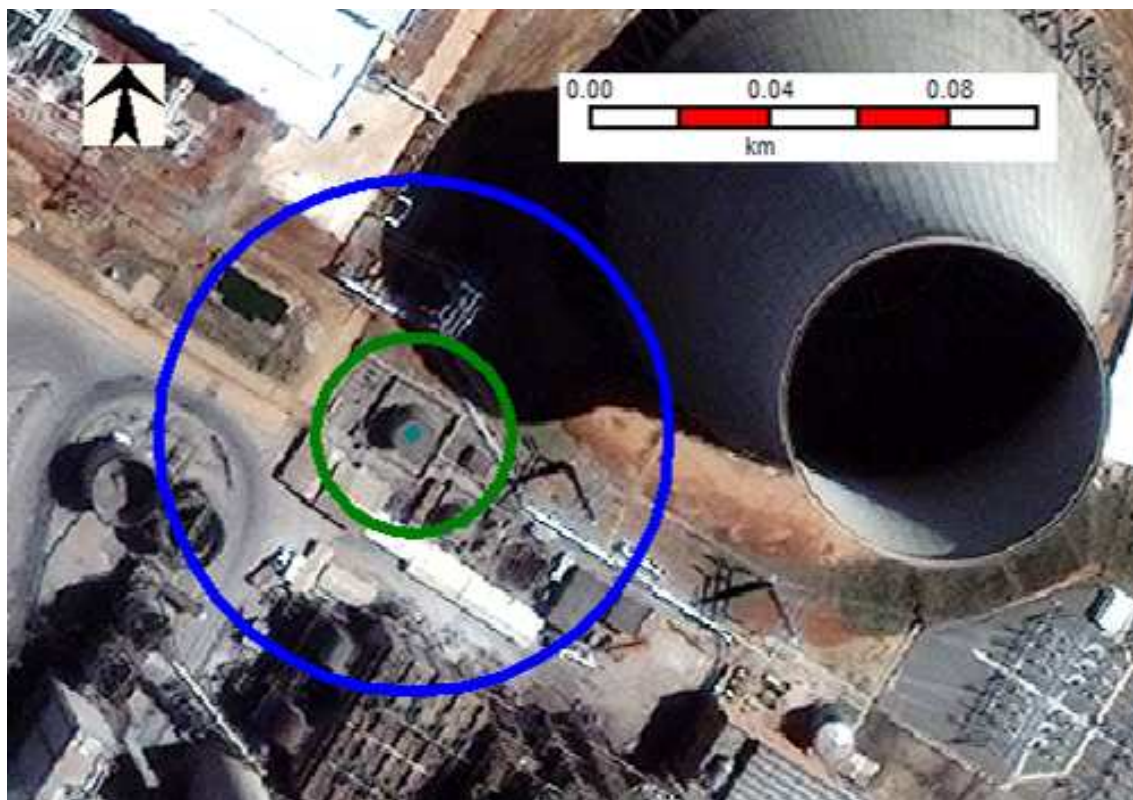


Figura 3.7- Incêndio em poça de óleo combustível, no dique do tanque de 500 m³ da Fase B, Hipótese 20B, alcance para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul) e 12,5 kW/m² (verde)



Figura 3.8- Incêndio em poça de óleo combustível, na área da fornalha da Fase C, Cenário 12C, alcances para fluxos térmicos de 3 kW/m² (azul) e 12,5 kW/m² (verde)

Na Tabela 3.4, tem-se os valores estimados de distâncias medidas a partir do centro da poça, onde seriam observados os níveis de picos de sobrepressão na onda de choque listados a seguir com os respectivos níveis de danos associados.

- a) 0,43 bar – pico de sobrepressão na onda de choque capaz de causar grandes danos a pessoas (99 % de probabilidade de morte);
- b) 0,1 bar – pico de sobrepressão na onda de choque capaz de causar danos a pessoas (50 % de probabilidade de morte);
- c) 0,1 bar – pico de sobrepressão na onda de choque capaz de causar danos a pessoas (1 % de probabilidade de morte);
- d) 0,05 bar – pico de sobrepressão na onda de choque considerado seguro.

Tabela 3.4 – Estimativas de alcances para picos de sobrepressão em explosões

Cenário de acidente	Distância ao centro da explosão (m)			
	0,05 bar	0,1 bar	0,3 bar	0,43 bar
2ABC	130	81	41	33
5ABC	57	28	Não atinge	Não atinge
14ABCa	336	209	104	84
29A	203	114	54	44
29Aa	203	73	37	30
30B	282	126	63	51
31B	288	162	77	63
18C	310	193	96	78
22C	243	163	83	67
64C	102	63	32	26

Nas Figuras 3.9 a 3.20, estão mostradas as zonas sujeitas aos possíveis efeitos de explosões dos cenários listados na Tabela 3.4.

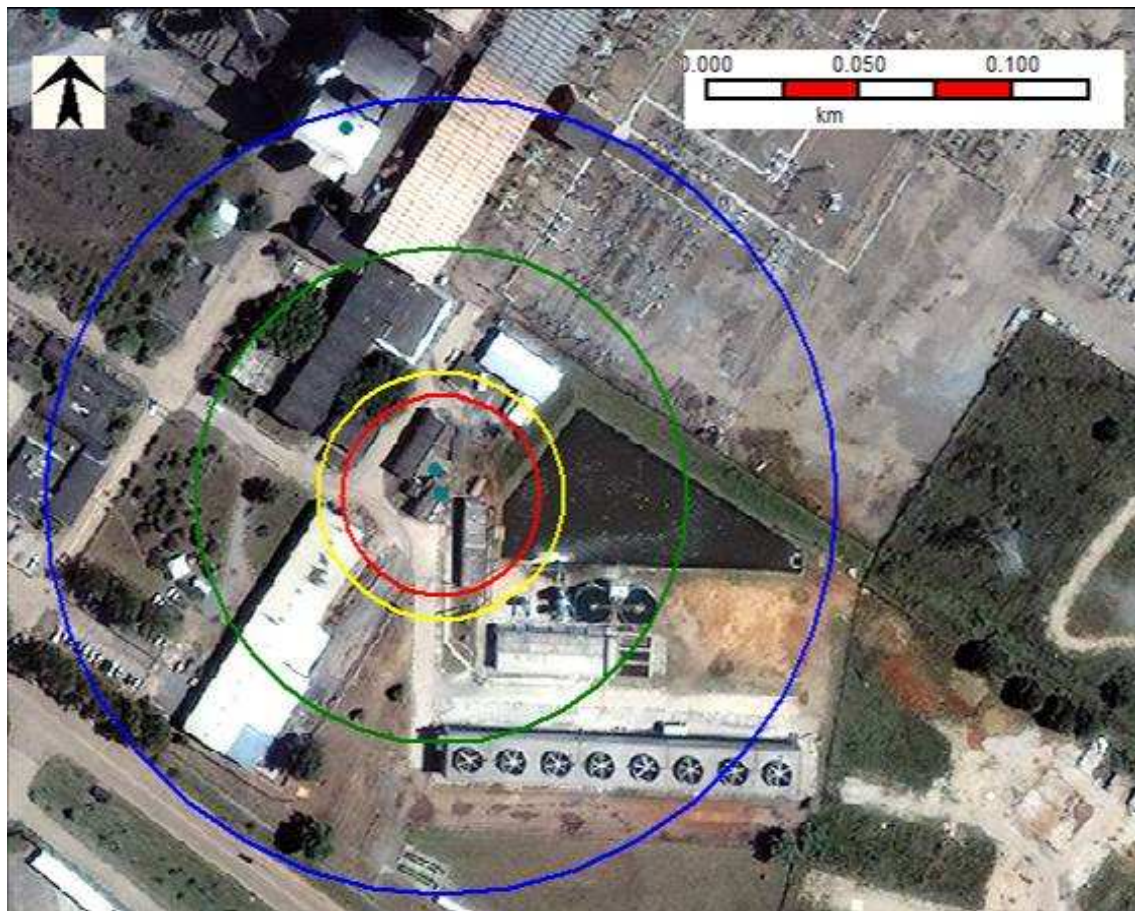


Figura 3.9 - Explosão de confinada de hidrogênio e ar, no interior do prédio do reator, Hipótese 2ABC, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)



Figura 3.10- Explosão de nuvem de hidrogênio e ar, ruptura de cilindro, Hipótese 5ABC, alcances para sobrepressões de 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)

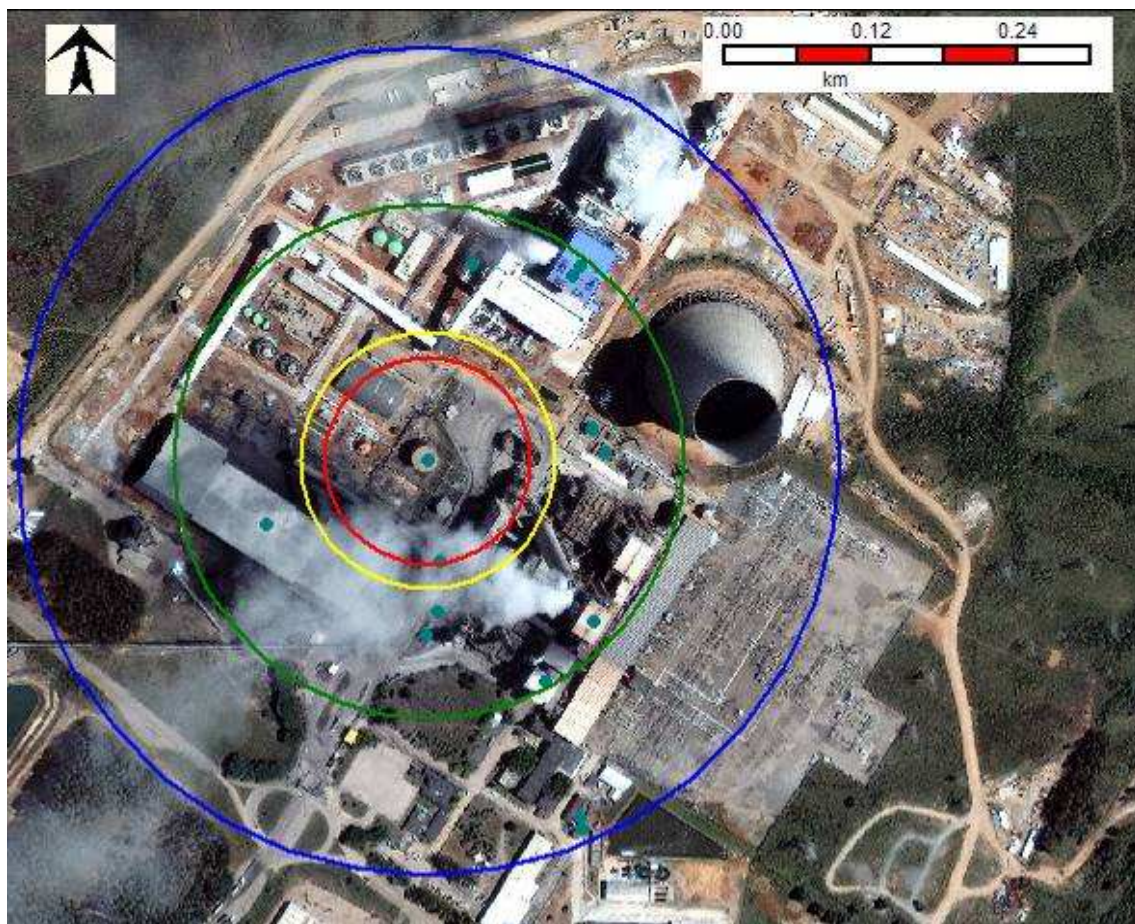


Figura 3.11- Explosão de vapor de óleo combustível e ar, no interior do tanque de 5000 m³, Hipótese 15ABC, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)

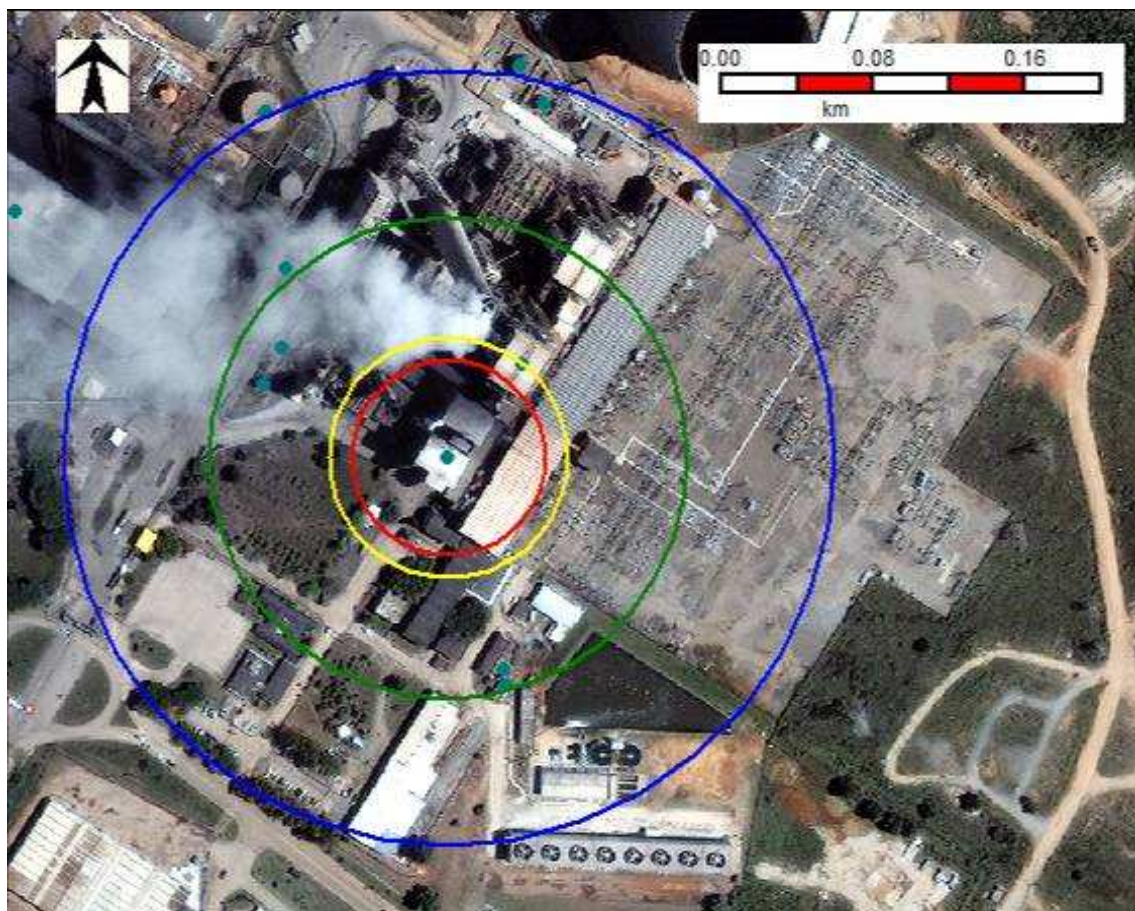


Figura 3.12- Explosão de mistura de vapor de óleo diesel e ar, na fornalha da Fase A, Hipótese 29A, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)



Figura 3.13- Explosão por expansão de vapor de água (BLEVE) da caldeira da Fase A, Hipótese 29Aa, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)

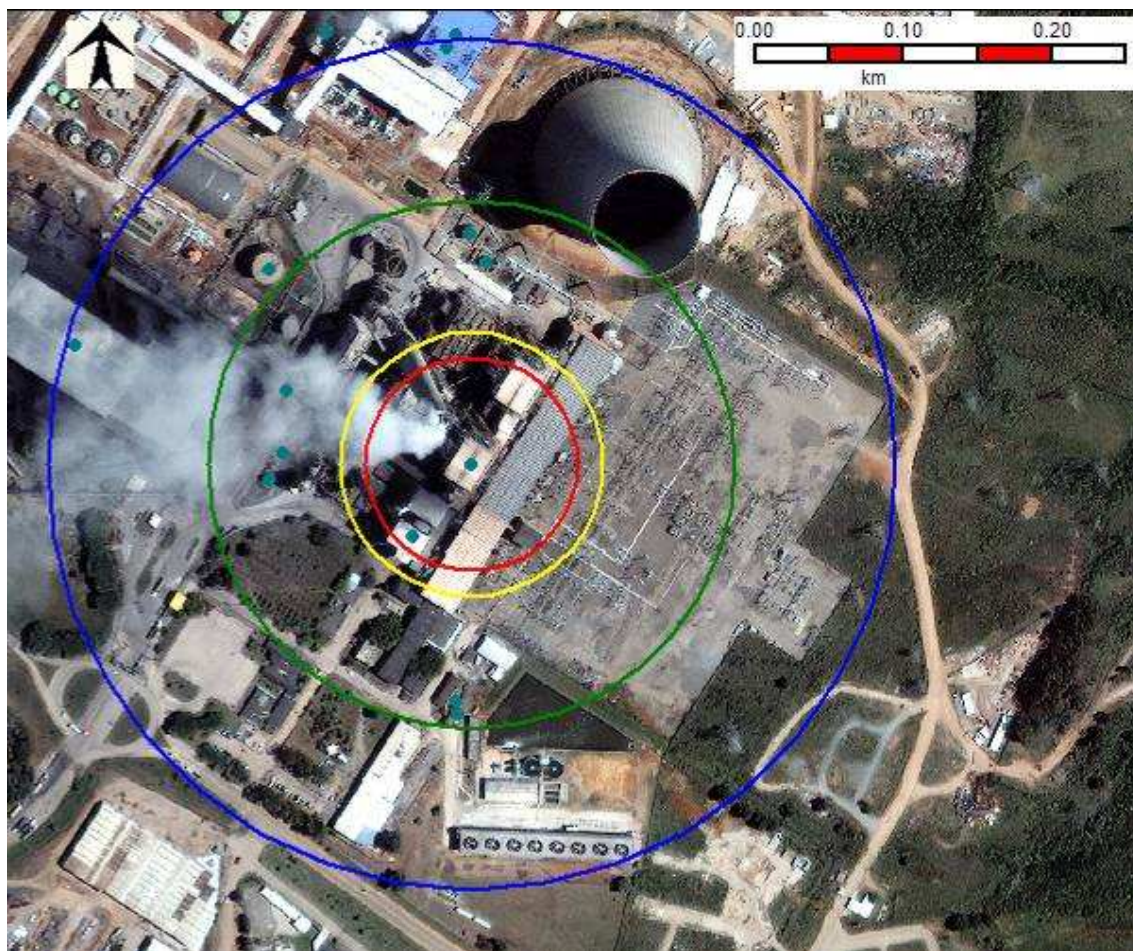


Figura 3.14 - Explosão de mistura de GLP e ar, no interior da fornalha da Fase B, Hipótese 30B, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)



Figura 3.15 - Explosão de mistura de vapor de óleo diesel e ar, no interior da fornalha da Fase B, Hipótese 31B, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)



Figura 3.16- Explosão de nuvem de pó de carvão e ar, no pátio de carvão, Cenário 1ABC, alcances para sobrepressões de 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)

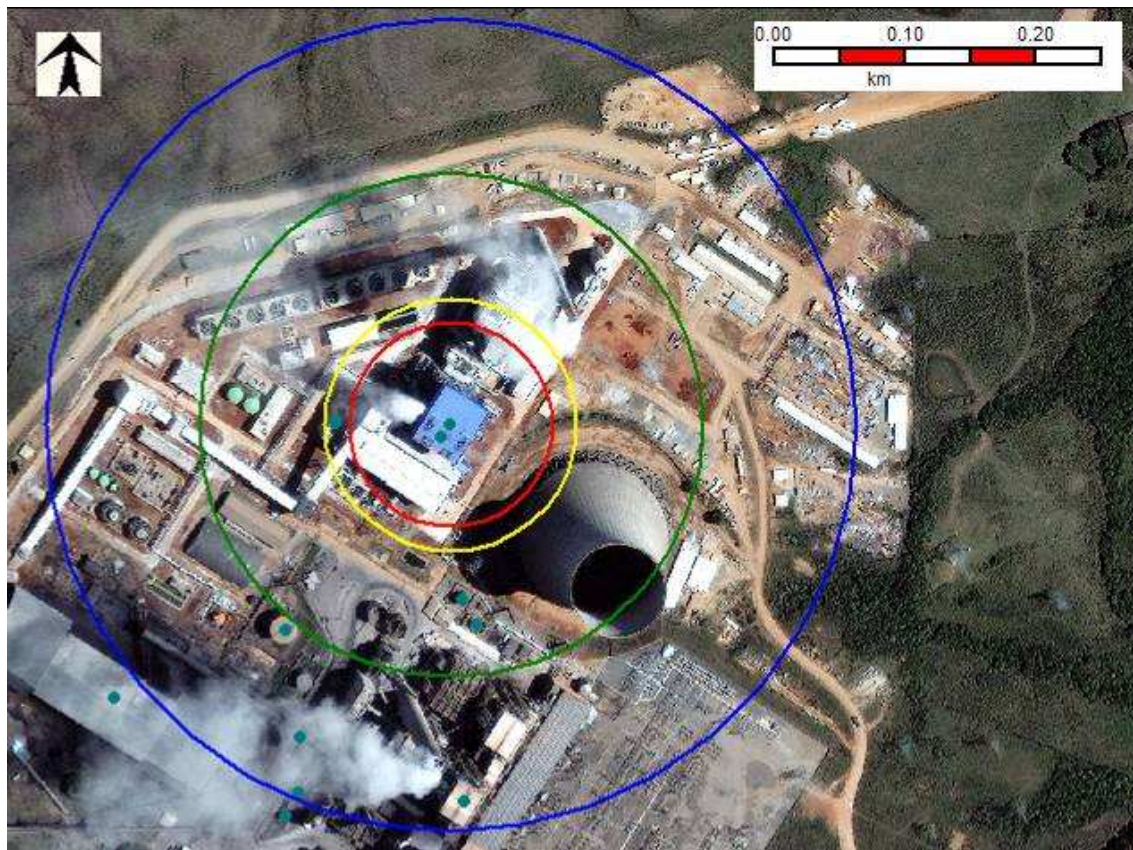


Figura 3.17- Explosão de mistura de vapor de óleo combustível e ar, no interior da fornalha da Fase C, Cenário 18C, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)



Figura 3.18- BLEVE da caldeira da Fase C, Cenário 22C, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)

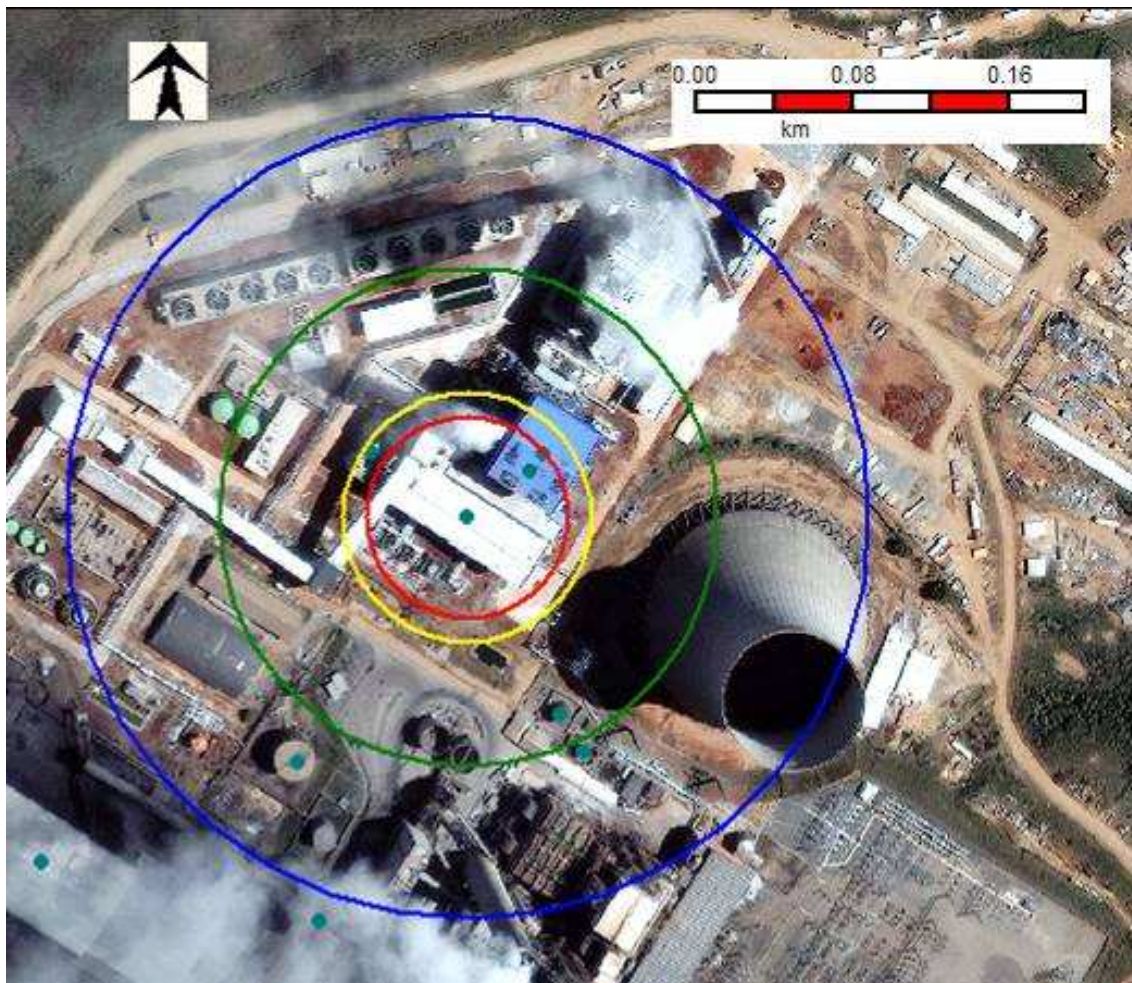


Figura 3.19- Explosão confinada de hidrogênio e ar, Cenário 64C, na sala de baterias, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)



Figura 3.20- Explosão confinada de hidrogênio e ar, Cenário 64C, na sala de baterias, alcances para sobrepressões de 0,43 bar (vermelho), 0,3 bar (amarelo), 0,1 bar (verde) e 0,05 bar (azul)

Outros aspectos da análise de vulnerabilidade que são requeridos na Resolução CONAMA 398, tais como a probabilidade do óleo atingir determinadas áreas e a sensibilidade destas ao óleo, não são aplicáveis ao presente caso.

4. TREINAMENTO DE PESSOAL E EXERCÍCIO DE RESPOSTA

Nesta seção, serão apresentadas as informações sobre treinamento de pessoal. Serão descritos os programas de treinamento de pessoal e de exercícios de resposta a emergências na UPME. A frequência mínima de exercício de resposta é de uma vez por ano.

O treinamento de pessoal que atenderá em caso de ocorrência de emergência é necessário para garantir o bom funcionamento do PEI e está baseado nas situações de emergência identificadas, nas responsabilidades e na experiência e no conhecimento necessário de cada um dos grupos envolvidos. Cursos específicos são ministrados a fim de garantir a capacitação dos grupos para a execução de suas funções, em situação de emergência

Após a capacitação das pessoas para exercerem suas funções no PEI, simulações de situações de emergência são feitas para verificar a integração de todo o PEI e a resposta de cada pessoa/grupo envolvido. Os exercícios de simulações são acompanhados e avaliados para correção das deficiências.

O treinamento das equipes envolvidas no controle e a simulação de acidentes são realizados para:

- testar os detalhes do PEI e a disponibilidade dos equipamentos necessários;
- informar às equipes suas tarefas, o uso dos equipamentos e os detalhes do PEI;
- testar o entrosamento de todas as equipes, bem como dar experiência e confiança a seus componentes e
- avaliar a eficiência do PEI e corrigir eventuais falhas;

O conteúdo de cursos treinamento para 2010 da equipe de atendimento a emergência está mostrado, a seguir, na Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Conteúdo programático do plano de treinamento de pessoal

Envolvidos	Treinamento
Chefe da Unidade Geradora	1: Conhecimento das situações de emergência, suas atribuições e ações dentro do PEI e dos grupos com quem irá interagir em situações de emergência 2: Simulado
Coordenador Local e equipe de operação, equipes de manutenção, terceiros	1; Conhecimento das situações de emergência, suas atribuições e ações dentro do PEI e aquelas dos grupos com quem irá interagir em situações de emergência 2: Cursos e treinamento para manuseio de produtos perigosos, contendo pelo menos os seguintes itens: <ul style="list-style-type: none"> • combate a incêndio • técnicas de controle e combate de vazamentos de substâncias inflamáveis, oxidantes e tóxicas (incluindo vazamentos de produtos em corpos d'água) e • primeiros socorros principalmente para queimaduras 3: Simulado
Brigada de Emergência	1: Conhecimento das situações de emergência e suas atribuições e ações dentro do PEI e aquelas dos grupos com quem irá interagir em situações de emergência; 2: Conhecimento das técnicas de recolhimento, de tratamento e destinação, de óleo e de outras substâncias com potencial de atingir o meio ambiente; 3: Treinamentos específicos em primeiros socorros, principalmente para queimaduras, lesões por impacto e intoxicações por produtos tóxicos; 4: Simulado
Segurança Patrimonial	1: Conhecimento das situações de emergência e suas atribuições e ações dentro do PEI e aquelas dos grupos com quem irá interagir em situações de emergência 2: Cursos e treinamento de: <ul style="list-style-type: none"> • Utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) • Primeiros socorros 3: Simulado

Na tabela 4.2, está apresentado o cronograma de treinamento e exercícios de simulação da Brigada de Emergência da UPME, para 2010 e 2011.

Tabela 4.2 – Cronograma de Treinamentos e Exercícios de Simulação do Plano de Emergência Individual – PEI para 2010 e 2011

CGTEE - DTC - CRONOGRAMA DE TREINAMENTO DA BRIGADA DE EMERGÊNCIA

<i>Simulados 2010</i>																	
<i>Tipo de atividade</i>	<i>JAN</i>	<i>FEV</i>	<i>MAR</i>	<i>ABR</i>	<i>MAI</i>	<i>JUN</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>	<i>AGO</i>	<i>SET</i>	<i>OUT</i>	<i>NOV</i>	<i>DEZ</i>	<i>Cenário</i>	<i>Unid.</i>	<i>Público Alvo</i>	
Treinamento Brigada								12 a 30						Conteúdo: PEI - Estrutura	A-B-C	Empregados em turno, escala de sobreaviso, ADM motoristas e vigilantes.	
Simulação interna programada									31					Tanque de fuel oil (5000m³)	A-B-C	Todos os empregados	
Simulação interna surpresa											20			Tanque de fuel oil (5000m³)	A-B-C	Todos os empregados	
Simulação agentes externos												24		Tanque de fuel oil (5000m³)	A-B-C	CGTEE-Bombeiros-CRM	
<i>Simulados 2011</i>																	
<i>Tipo de simulado</i>	<i>JAN</i>	<i>FEV</i>	<i>MAR</i>	<i>ABR</i>	<i>MAI</i>	<i>JUN</i>	<i>JUN</i>	<i>JUL</i>	<i>AGO</i>	<i>SET</i>	<i>OUT</i>	<i>NOV</i>	<i>DEZ</i>	<i>Cenário</i>	<i>Unidades</i>	<i>Público Alvo</i>	
Simulação interna programada			23						17					Tanque de óleo diesel	A	Todos os empregados	
Simulação interna surpresa				20							19			Coordenação	B	Todos os empregados	
Simulação agentes externos						15							7	Pré-aquecedor de ar rotativo	C	CGTEE-Bombeiros-CRM	

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA 398/2008 – Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 398 de 11 de junho de 2008, Publicada no DOU nº 111, de 12 de junho de 2008, Seção 1, páginas 101-104

5 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA ELABORAÇÃO DO PEI

Os seguintes Engenheiros trabalharam na elaboração do PEI para a Usina Termelétrica Presidente Médici, em Candiota, RS.

- 1) Responsável e coordenador: César Antônio Leal, PhD, Engenheiro Químico da Det Norske Veritas - DNV
- 2) João Paulo Oliveira, Engenheiro Químico da Det Norske Veritas - DNV
- 3) José Carlos Lopes Alves, Doutor, Engenheiro Químico da Det Norske Veritas - DNV
- 4) Mariana Bardy, MSc., Engenheira Química da Det Norske Veritas – DNV

6 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS PELA EXECUÇÃO DO PEI

Os responsáveis técnicos pela execução do Plano de Emergência Individual da Usina Termelétrica Presidente Médici são:

- 1) – Gerente Operacional
- 2) Francisco Porto – Supervisor de Segurança