

**ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO**  
**PÁTIO LOGÍSTICO E OPERAÇÕES PORTUÁRIAS DO PORTO DO AÇU**

Preparado para:  
LLX Açú Operações Portuárias S/A  
*Praia do Flamengo, 66 – 3º andar*  
*Rio de Janeiro – RJ*

Preparado por:  
Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.  
*Rua Buenos Aires, 68 – 33º Andar – Centro*  
*Rio de Janeiro – RJ*

## **SUMÁRIO EXECUTIVO**

A Golder Associates Brasil foi contratada pela LLX Açú Operações Portuárias S/A para a realização do estudo de análise de risco do Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú. O trabalho foi realizado com base em informações fornecidas pela LLX Açú e em consonância com a instrução técnica para “Estudo de Análise de Risco para o Armazenamento de Produtos Líquidos Inflamáveis”, da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA).

Foi realizada uma Análise Preliminar de Perigos que identificou e avaliou qualitativamente os eventos acidentais relacionados aos produtos perigosos manuseados nas suas instalações capazes de afetar o público externo ou o meio ambiente. Dos 22 eventos identificados, 13 resultaram em risco baixo e 9 em risco moderado. Nenhum evento resultou em risco sério ou crítico.

O cálculo da extensão das áreas vulneráveis aos efeitos físicos danosos resultantes dos cenários acidentais foi feito por meio de modelagem matemática. Segundo os resultados da modelagem, o maior alcance do nível de radiação térmica correspondente a 1% de probabilidade de morte alcança 65 metros e o nível correspondente a 50% de probabilidade de morte chega a 36 metros. No caso de incêndio em nuvem, o limite inferior de inflamabilidade alcança a distância de 101 metros. No caso de explosão não confinada, o nível de sobrepressão assumido como correspondente a 1% de probabilidade morte alcança a distância de 534 metros e o nível correspondente a 50% de probabilidade de morte chega a 317 metros.

Não se observa a presença de ocupações sensíveis no interior das áreas delimitadas por esses alcances, o que atende ao critério de tolerabilidade determinado pela FEEMA.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DADOS GERAIS SOBRE A REGIÃO ONDE SE PRETENDE LOCALIZAR A ATIVIDADE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. Dados meteorológicos .....</b>	<b>4</b>
<b>3. DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO E SISTEMAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Pátio Logístico .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Terminais Portuários .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Sistemas de combate a incêndio .....</b>	<b>10</b>
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS RELACIONADAS .....</b>	<b>12</b>
<b>5. TRANSPORTE TERRESTRE .....</b>	<b>13</b>
<b>6. IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1. Metodologia empregada .....</b>	<b>14</b>
<b>6.2. Resultados .....</b>	<b>16</b>
<b>7. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE E CÁLCULO DO ALCANCE DOS EFEITOS FÍSICOS DANOSOS .....</b>	<b>29</b>
<b>7.1. Caracterização dos eventos acidentais .....</b>	<b>30</b>
<b>7.2. Resultados .....</b>	<b>32</b>
<b>7.3. Considerações sobre efeito dominó .....</b>	<b>33</b>
<b>8. TOLERABILIDADE DOS RISCOS PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE .....</b>	<b>37</b>
<b>9. CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

**APÊNDICE I – PLANTAS, DESENHOS E FLUXOGRAMAS**

**APÊNDICE II – RELATÓRIOS DA MODELAGEM**

## **1. INTRODUÇÃO**

A Golder Associates Brasil foi contratada pela LLX Açú Operações Portuárias S/A para a realização do estudo de análise de risco do Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú.

O trabalho foi realizado com base em informações fornecidas pela LLX Açú e em consonância com a instrução técnica para “Estudo de Análise de Risco para o Armazenamento de Produtos Líquidos Inflamáveis”, da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA).

O responsável técnico pela elaboração do estudo é o Eng. Alvaro Bezerra de Souza Junior, *D.Sc.*, Especialista sênior em análise e gerenciamento de risco da Golder, CREA 89-1-05884-3.

## **2. DADOS GERAIS SOBRE A REGIÃO ONDE SE PRETENDE LOCALIZAR A ATIVIDADE**

O Porto do Açú será implantado na Zona Industrial do Porto do Açú (ZIPA), em área adjacente à Fazenda Saco D'Antas, no Município de São João da Barra. O local do empreendimento está situado no trecho norte do litoral do Estado do Rio de Janeiro, aproximadamente 15 km ao norte do Cabo de São Tomé e 30 km ao sul da foz do Rio Paraíba do Sul. A região apresenta topografia baixa, contínua, sem acidentes geográficos notáveis, bastante arenosa e de vegetação rala, com várias lagoas e braços de rio atrás da faixa de praia.

A localização do Porto do Açú está apresentada nas Figuras 1 e 2. A área habitada mais próxima do empreendimento é o Bairro Grussaí, a cerca de 8 km na direção norte.

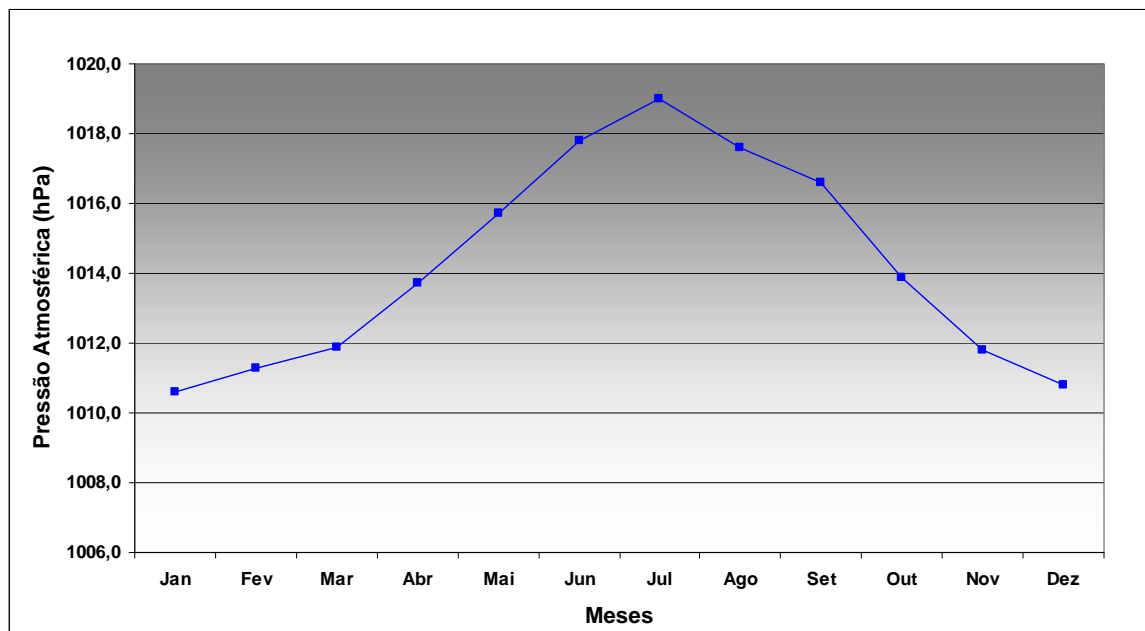
**Figuras 1 e 2 – Localização do Porto do Açú**





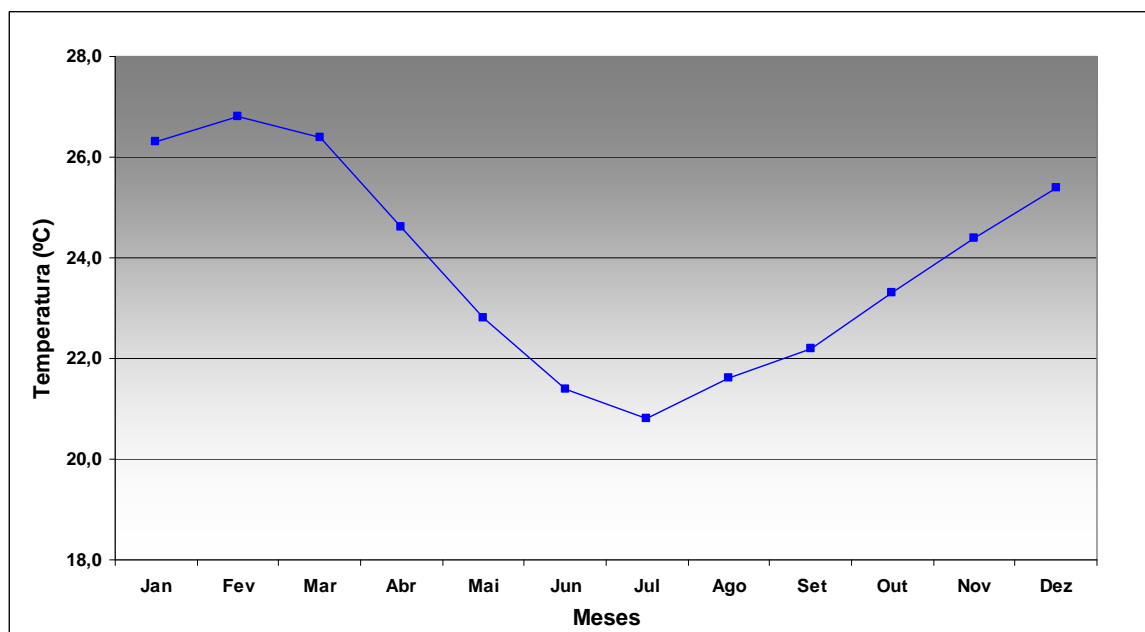
## 2.1. Dados meteorológicos

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam, respectivamente, as normais climatológicas para pressão atmosférica, temperatura média e umidade relativa do ar fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes à estação de Campos.



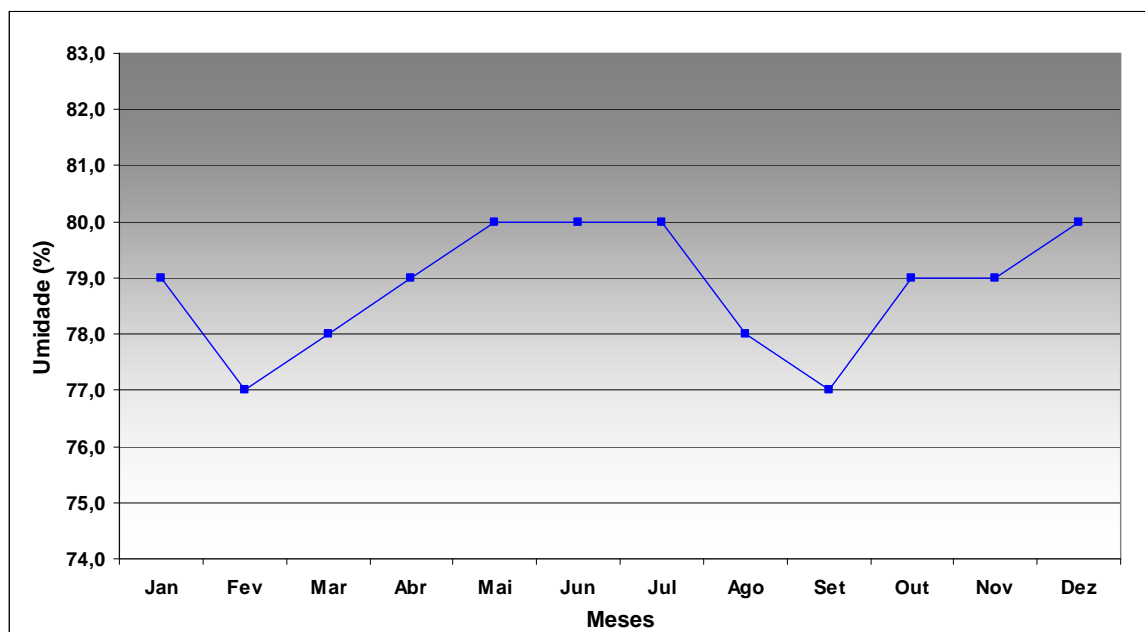
**Figura 3 – Normal climatológica de pressão (hPa), Campos (RJ), 1961-1990**

Fonte: SIMERJ, 2008



**Figura 4 – Normal climatológica de temperatura média (°C), Campos (RJ), 1961-1990**

Fonte: SIMERJ, 2008



**Figura 5 – Normal climatológica de umidade relativa do ar (%), Campos (RJ), 1961-1990**

Fonte: SIMERJ, 2008

A direção e velocidade de vento predominantes na região foram avaliadas com base em dados obtidos de uma estação meteorológica situada na Praia do Açú, no período de março de 2007 a fevereiro de 2008. As Tabelas I e II apresentam, respectivamente, a incidência percentual de vento por direção e por faixa de velocidade.

**Tabela I – Incidência percentual de vento por direção**

Direção	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
%	2,5	26,3	20,3	10,5	4,5	3,0	3,5	2,5	2,8	5,3	6,8	5,5	3,0	1,3	1,3	1,0

Fonte: Microars, 2007 e 2008

**Tabela II – Incidência percentual de vento por faixa de velocidade**

Velocidade (m/s)	0,5 – 1,5	1,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 8,0	8,0 – 11,0	> 11,0
%	3,5	22,0	32,5	32,5	8,3	1,0

Fonte: Microars, 2007 e 2008

### 3. DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO E SISTEMAS

O Porto do Açú tem como objetivo a movimentação das seguintes cargas:

- granéis sólidos: sinter feed, pet coque, carvão, calcário, escória e grãos agrícolas;
- pedras ornamentais;
- produtos siderúrgicos;
- granéis líquidos: derivados de hidrocarbonetos, para abastecimento de navios nas operações de apoio marítimo às atividades *offshore* de petróleo e gás, ácido sulfúrico e soda cáustica;
- contêineres de carga geral.

Essas cargas chegarão ao porto por rodovia, ferrovia, dutovia ou por via marítima, através de navios contêineres, de carga geral, graneleiros e navios-tanques.

As instalações compreendidas por este estudo de análise de risco são os pátios logísticos e os terminais portuários. Essas instalações estão descritas sucintamente a seguir. O plano diretor do Porto do Açú está apresentado no Apêndice I.

#### 3.1. Pátio Logístico

O Pátio Logístico tem como finalidade o armazenamento das diversas cargas que serão movimentadas no Porto. Essas cargas serão manuseadas em pátios distintos, separados por cercas e portões, e com equipamentos e facilidades independentes.

A área do Pátio Logístico está localizada em terreno relativamente plano, afastado 1.000 metros da linha de costa, ocupando aproximadamente 350 ha. Para a construção dos pátios, a área será submetida a aterramento hidráulico, terraplanagem e pavimentação de vias.

Uma estrada e um canal de drenagem dividirão o Pátio Logístico em duas áreas. Na área leste estará situado o pátio de supply boat e na área oeste os demais pátios (granéis sólidos, pedras ornamentais, produtos siderúrgicos e contêineres).

Além das áreas de armazenamento de cargas, os pátios terão instalações de apoio tais como:

- abastecimento de água;
- sistema de energia elétrica;
- redes de drenagem pluvial;
- esgotamento sanitário;
- vestiário;
- restaurante.

As características específicas de cada pátio estão descritas sucintamente a seguir.

#### **a) Pátio de granéis sólidos**

O pátio de granéis sólidos, com área aproximada de 445.000 m<sup>2</sup>, é composto por um setor para armazenamento de granéis em pilhas e um setor de armazéns para grãos agrícolas.

A capacidade de estocagem estática total deste pátio será de:

- 200.000 t para minério de ferro na forma de sinter feed;
- 400.000 t para carvão;
- 100.000 t para calcário;
- 500.000 t para grãos.

O acesso ao pátio de granéis sólidos se dará por rodovia e ferrovia.

A movimentação de granéis sólidos entre o pátio e os terminais portuários será realizada por correias transportadoras.

#### **b) Pátios de pedras ornamentais e produtos siderúrgicos**

Os pátios de pedras ornamentais e produtos siderúrgicos ficarão localizados entre os pátios de granéis sólidos e de contêineres. Ambos serão servidos por ramais ferroviários que acessarão cinco áreas de armazenamento dispostas paralelamente. O acesso rodoviário possibilitará a circulação de caminhões e empilhadeiras entre todas as pilhas de armazenamento.

O pátio de pedras ornamentais terá capacidade de estocagem estática de 150.000 t e o de produtos siderúrgicos, de 420.000 t.

#### **c) Pátio de contêineres**

O pátio de contêineres, com área aproximada de 440.000 m<sup>2</sup>, está projetado para a importação e exportação de 330.000 TEU (*twenty-foot equivalent unit*) por ano, podendo ser ampliado para 660.000 TEU/ano, com capacidade de armazenagem estática de 12.500 TEU.

Este pátio também possuirá acesso rodoviário e ferroviário.

#### **d) Pátio de supply boat**

O pátio de supply boat, com área aproximada de 200.000 m<sup>2</sup>, será destinado à movimentação e armazenamento de granéis líquidos e sólidos e de equipamentos necessários às atividades marítimas de exploração e produção de óleo e gás. Entre os granéis movimentados estão hidrocarbonetos para abastecimento de navios, fluidos de perfuração e produtos químicos diversos. Também serão movimentados neste pátio equipamentos submarinos, cabos, correntes, contêineres de resíduos, âncoras, carretéis com umbilicais e linhas de produção de óleo e gás, entre outros.

Os hidrocarbonetos e alguns produtos químicos (ácido sulfúrico e soda cáustica) serão recebidos no pátio de supply boat através de dutos vindos do Terminal de Granéis Líquidos (TELIQ) e armazenados em tanques. As características dos tanques de armazenamento de graneis líquidos estão apresentadas na Tabela III.

**Tabela III – Características dos tanques de armazenamento de graneis líquidos**

Tanque	Produto	Diâmetro (m)	Altura (m)	Capacidade (m <sup>3</sup> )
T101	Óleo combustível pesado	30	17	10.000
T102	Óleo combustível pesado	30	17	10.000
T201	Óleo combustível pesado	30	17	10.000
T202	Óleo combustível pesado	30	17	10.000
T301	Cutter (diluyente)	20	17	5.000
T303	Cutter (diluyente)	20	17	5.000
T302	Óleo diesel marítimo	20	17	5.000
T304	Óleo diesel marítimo	20	17	5.000
T401 (futuro)	Óleo combustível pesado	30	17	10.000
T402 (futuro)	Óleo combustível pesado	30	17	10.000
T501 (futuro)	---	20	17	5.000
T502 (futuro)	---	20	17	5.000
T601	Hidróxido de sódio	30	17	10.000
T602	Ácido sulfúrico	30	17	10.000

Os hidrocarbonetos (óleo combustível, cutter e óleo diesel marítimo) serão misturados entre os tanques para obtenção de misturas apropriadas para o abastecimento dos navios.

Todos os tanques serão instalados no interior de bacias de contenção, construídas em concreto e impermeabilizadas, e atendidas por redes de coleta e destinação de efluentes.

Com relação aos produtos químicos para as atividades de exploração e produção de óleo e gás, a sua movimentação dependerá das necessidades operacionais dos usuários do porto.

A planta geral da área de armazenamento de graneis líquidos e o desenho de tubulação e instrumentação da movimentação de hidrocarbonetos estão apresentados no Apêndice I.

### 3.2. Terminais Portuários

Os terminais do Porto do Açu, cujo arranjo é ilustrado na Figura 6, têm como finalidade realizar a movimentação das cargas dos navios contêineres, graneleiros, cargueiros, tanques e de apoio logístico às atividades de exploração e produção de petróleo e gás.



**Figura 6 – Arranjo dos terminais do Porto do Açu**

#### a) Terminal de Múltiplos Usos (TMULT)

Compreende os seguintes terminais:

- Terminal para Produtos Siderúrgicos (TESID), que operará com navios de até 80.000 tpb
- Terminal de Contêineres (TECON), que operará com navios de até 65.000 tpb
- Terminal de Supply Boat (TBOAT), que operará com os seguintes tipos de embarcações:
  - *supply vessels*
  - *platform supply vessel (PSV)*
  - *anchor handling and towing ship (AHTS)*
  - *diving support vessel (DSV)*
  - *pipe laying vessel (PLV)*
  - *well stimulation vessel*
  - navio de pesquisa sísmica

#### **b) Terminal de Carvão (TCOAL)**

No TCOAL operarão navios de até 160.000 tpb.

#### **c) Terminal de Granéis Líquidos e de Grãos (TELIQ)**

O Terminal de Granéis Líquidos será conjugado com o Terminal de Grãos Agrícolas. Nele operarão navios de até 160.000 tpb.

O terminais serão dotados de equipamentos portuários tais como *portainers*, *shiploaders* e *ship unloaders* associados a *eco-hoppers*, *slab cranes*, correias transportadoras, *manifolds* e tubulações para transferência de graneis líquidos. Todos os terminais serão providos de sistemas de automação e comunicação.

### **3.3. Sistemas de combate a incêndio**

#### **a) Pátio Logístico**

A água do sistema de combate a incêndio no Pátio Logístico será proveniente do sistema de água de serviço, que abastecerá a cisterna de água de incêndio. Essa cisterna também poderá ser abastecida emergencialmente pelo sistema de água potável. A rede de combate a incêndio, em anel, será suprida por duas bombas centrífugas, a principal acionada por motor elétrico e a reserva acionada por motor diesel. A pressurização em espera da rede será feita pelo sistema de água potável, por meio de alimentação direta do castelo d'água.

#### **b) Terminais Portuários**

O TMULT será atendido por um ramal da rede de incêndio situado na canaleta de utilidades ao longo da estrutura do píer, próximo ao bordo de atracação. Esse ramal possuirá hidrantes duplos subterrâneos com Ø 2 ½" situados a cada 60 m aproximadamente. Em cada extremidade do terminal existirá uma casa de máquinas de combate a incêndio (CMI), com bombas de eixo vertical prolongado que captarão água do mar. Essas bombas – uma com acionamento elétrico e outra por motor diesel –, com potência em torno de 80 HP, alimentarão tanto a rede do píer como a rede do retroporto. Para manter o sistema pressurizado será utilizada uma bomba jôquei.

O TCOAL será atendido por um ramal da rede de incêndio situado na canaleta de utilidades ao longo da estrutura do píer, próximo ao bordo de atracação, em cada lado do píer. Esse ramal possuirá hidrantes duplos subterrâneos com Ø 2 ½" situados a cada 60 m aproximadamente, que serão supridos pela CMI do trecho inicial do ramal de incêndio do TMULT.

O TELIQ será atendido por ramais da rede de incêndio na canaleta de utilidades do lado acostável e ao longo dos passadiços das tubulações na ponte de acesso. Os ramais serão supridos por água do mar, captada por bombas de eixo vertical prolongado com acionamento diesel e elétrico. Para manter o sistema pressurizado será utilizada uma bomba jôquei.

Todos os terminais terão caixas de combate a incêndio dispostas em locais apropriados, com os seguintes materiais:

- 45 m de mangueira lonada Ø 2 ½”, com bocais de engate rápido
- 1 esguicho jato sólido metal, Ø 1” x 2 ½”
- 1 adaptador Ø 2 ½” x 2 ½”
- 1 chave para engate

Extintores de diversos tipos e capacidades, localizados em pontos adequados e em quantidade conforme normas aplicáveis, complementarão o sistema de combate a incêndio.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS RELACIONADAS**

As seguintes substâncias perigosas serão armazenadas na área de armazenamento de graneis líquidos do pátio de supply boat:

- óleo combustível pesado
- cutter (diluyente)
- óleo diesel marítimo
- hidróxido de sódio
- ácido sulfúrico

Entre os produtos químicos movimentados para as atividades de exploração e produção de óleo e gás estão:

- etanol
- sequestrador de oxigênio
- MEG
- querosene
- biocidas
- fluoriceína
- agente formador de gel
- inibidores de corrosão e hidratos
- cimentos
- preventor de emulsão
- argilas orgânicas viscosificantes
- fluidos base para perfuração
- controladores e redutores de filtrado
- modificadores de pH
- emulsificantes
- agentes adensantes (barita)
- viscosificantes (bentonitas)
- sais
- inibidores de folhelos
- lubrificantes

As fichas de informação de segurança dessas substâncias estão apresentadas no Anexo 2.5.1-1 do EIA.

## **5. TRANSPORTE TERRESTRE**

O transporte terrestre de produtos perigosos até o Porto do Açú será feito por rodovia, ferrovia e dutovia.

O acesso rodoviário será feito a partir da Rodovia BR-101, passando pela Estrada dos Ceramistas e pelas Rodovias RJ-216, BR-356 e RJ-240.

Não estão disponíveis ainda previsões sobre a quantidade e frequência com que os produtos perigosos entrarão ou sairão por via terrestre do Porto do Açú.

## 6. IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

### 6.1. Metodologia empregada

A metodologia empregada para identificação e avaliação qualitativa dos riscos para o público externo ou meio ambiente associados ao Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú é a Análise Preliminar de Perigos (APP). Na APP, busca-se identificar as causas de cada um dos eventos acidentais e suas respectivas consequências, sendo feita uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência dos diferentes cenários acidentais identificados, da severidade das suas consequências e do risco resultante.

Na planilha utilizada para realização da análise são empregadas as seguintes definições:

– **1ª coluna: Perigo**

É a propriedade ou condição inerente a uma substância ou atividade capaz de causar danos ao público externo ou ao meio ambiente.

– **2ª coluna: Causas**

São eventos simples ou combinados que levam à consumação dos perigos previamente identificados, tais como furo ou ruptura de equipamentos ou tubulações, falhas de instrumentos, falhas de sistemas de proteção, etc.

– **3ª coluna: Modos de detecção**

São as formas pelas quais é possível detectar a ocorrência do evento acidental.

– **4ª coluna: Efeitos**

São as consequências danosas advindas da consumação dos perigos identificados.

– **5ª coluna: Categoria de frequência**

Corresponde à indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência de cada cenário acidental identificado. As categorias de frequência utilizadas nesta análise estão apresentadas na Tabela IV.

**Tabela IV – Categorias de frequência dos cenários acidentais**

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Definição</b>
A	Muito provável	Evento com mais de uma ocorrência esperada ao longo da vida da instalação.
B	Provável	Evento com pelo menos uma ocorrência esperada ao longo da vida da instalação.
C	Pouco provável	Evento com baixa probabilidade de ocorrência, não esperado ao longo da vida da instalação.
D	Remota	Evento com muito baixa probabilidade de ocorrência ao longo da vida da instalação.

– **6ª coluna: Categoria de severidade**

É a indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário acidental identificado. As categorias de severidade utilizadas nesta análise estão apresentadas na Tabela V.

**Tabela V – Categorias de severidade dos cenários acidentais**

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Definição</b>
I	Baixa	- Danos insignificantes ao público externo. - Dano ambiental leve, imediatamente recuperável sem intervenção.
II	Moderada	- Lesões leves em indivíduos do público externo. - Danos localizados ao meio ambiente, com rápida recuperação.
III	Séria	- Lesões sérias em indivíduos do público externo. - Danos localizados ao meio ambiente, com lenta recuperação.
IV	Crítica	- Mortes ou lesões graves em indivíduos do público externo. - Danos extensos ao meio ambiente.

– **7ª coluna: Classificação de risco**

É a indicação qualitativa do nível de risco de cada cenário acidental identificado, a partir das indicações anteriores de frequência e severidade. A matriz utilizada para classificação de risco dos cenários acidentais está apresentada na Tabela VI.

**Tabela VI – Matriz para classificação de risco dos cenários acidentais**

		<b>Severidade</b>			
		<b>I – Baixa</b>	<b>II – Moderada</b>	<b>III – Séria</b>	<b>IV – Crítica</b>
<b>Frequência</b>	<b>A – Muito provável</b>	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico	Risco crítico
	<b>B – Provável</b>	Risco baixo	Risco moderado	Risco sério	Risco crítico
	<b>C – Pouco provável</b>	Risco baixo	Risco baixo	Risco moderado	Risco sério
	<b>D – Remota</b>	Risco baixo	Risco baixo	Risco baixo	Risco moderado

– **8ª coluna: Medidas preventivas / mitigadoras**

Essa coluna contém as medidas de proteção existentes ou recomendadas para prevenir as causas ou reduzir as consequências dos cenários acidentais identificados.

– **9ª coluna: Referência**

É a identificação do cenário acidental para referência posterior.

## 6.2. Resultados

As planilhas a seguir apresentam o resultado da Análise Preliminar de Perigos, a qual resultou na identificação de 22 eventos acidentais com possíveis efeitos para o público externo ou para o meio ambiente. A Tabela VII apresenta a distribuição dos eventos acidentais por classe de risco. Da tabela observa-se que 13 eventos resultaram em risco baixo e 9 em risco moderado. Nenhum evento resultou em risco sério ou crítico.

**Tabela VII – Distribuição dos eventos acidentais por classe de risco**

		Severidade			
		I – Baixa	II – Moderada	III – Séria	IV – Crítica
Frequência	A – Muito provável	---	---	---	---
	B – Provável	5	1	---	---
	C – Pouco provável	---	8	5	---
	D – Remota	---	---	---	3

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 1
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Liberação de óleo combustível	- Furo ou rompimento de tanque devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ corrosão</li> <li>▪ sobrepressão</li> <li>▪ colapso por baixa pressão</li> </ul>	- Visual	- Contaminação de solo e água	C	II	Baixo	- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção. R1) Realizar inspeção e manutenção periódica nos tanques, tubulações e acessórios.	1
	- Furo ou rompimento de tubulações devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ corrosão</li> </ul>			C	II	Baixo		2
	- Vazamento em bombas, válvulas ou flanges			B	I	Baixo		3

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 2
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Liberação de soda cáustica	- Furo ou rompimento de tanque devido a: ▪ corrosão ▪ sobrepressão ▪ colapso por baixa pressão	- Visual	- Contaminação de solo e água	C	II	Baixo	- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção. R1) Realizar inspeção e manutenção periódica nos tanques, tubulações e acessórios.	4
	- Furo ou rompimento de tubulações devido a: ▪ corrosão			C	II	Baixo		5
	- Vazamento em bombas, válvulas ou flanges			B	I	Baixo		6

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 3
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Liberação de ácido sulfúrico	- Furo ou rompimento de tanque devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ corrosão</li> <li>▪ sobrepressão</li> <li>▪ colapso por baixa pressão</li> </ul>	- Visual	- Contaminação de solo e água	C	II	Baixo	- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção. R1) Realizar inspeção e manutenção periódica nos tanques, tubulações e acessórios.	7
	- Furo ou rompimento de tubulações devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ corrosão</li> </ul>			C	II	Baixo		8
	- Vazamento em bombas, válvulas ou flanges			B	I	Baixo		9

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 4
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Liberação de cutter	- Furo ou rompimento de tanque devido a: ▪ corrosão ▪ sobrepressão ▪ colapso por baixa pressão	- Visual	- Contaminação de solo e água - Incêndio em poça - Incêndio em nuvem - Explosão não confinada	C	III	Moderado	- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção. R1) Realizar inspeção e manutenção periódica nos tanques, tubulações e acessórios.	10
	- Furo ou rompimento de tubulações devido a: ▪ corrosão			C	II	Baixo		11
	- Vazamento em flanges ou válvulas			B	I	Baixo		12

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 5
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Liberação de óleo diesel marítimo	- Furo ou rompimento de tanque devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ corrosão</li> <li>▪ sobrepressão</li> <li>▪ colapso por baixa pressão</li> </ul>	- Visual	- Contaminação de solo e água - Incêndio em poça - Incêndio em nuvem - Explosão não confinada	C	III	Moderado	- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção. R1) Realizar inspeção e manutenção periódica nos tanques, tubulações e acessórios.	13
	- Furo ou rompimento de tubulações devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ corrosão</li> </ul>			C	II	Baixo		14
	- Vazamento em bombas, válvulas ou flanges			B	I	Baixo		15

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 6
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio na superfície de tanque de cutter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarga atmosférica</li> <li>- Eletricidade estática</li> <li>- Falha durante realização de serviço a quente</li> <li>- Fontes de ignição diversas</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissão de poluentes para a atmosfera</li> <li>- Contaminação de solo e água</li> </ul>	C	III	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção.</li> <li>R2) Projetar, construir e operar o sistema de combate a incêndio de acordo com as normas técnicas aplicáveis.</li> <li>R3) Manter fechadas as bocas de inspeção e de medição dos tanques.</li> <li>R4) Somente permitir a realização de serviços a quente após a emissão de permissão para trabalho e liberação pelo setor operacional.</li> </ul>	16

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 7
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Pátio Logístico		Subsistema: Armazenamento e transferência de hidrocarbonetos e produtos químicos						
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio na superfície de tanque de óleo diesel marítimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarga atmosférica</li> <li>- Eletricidade estática</li> <li>- Falha durante realização de serviço a quente</li> <li>- Fontes de ignição diversas</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissão de poluentes para a atmosfera</li> <li>- Contaminação de solo e água</li> </ul>	C	III	Moderado	<p>- Os tanques estarão situados no interior de bacias de contenção.</p> <p>R2) Projetar, construir e operar o sistema de combate a incêndio de acordo com as normas técnicas aplicáveis.</p> <p>R3) Manter fechadas as bocas de inspeção e de medição dos tanques.</p> <p>R4) Somente permitir a realização de serviços a quente e o acesso de máquinas e equipamentos à área de armazenamento de hidrocarbonetos após a emissão de permissão para trabalho e liberação pelo setor operacional.</p>	17

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 8
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Terminais Portuários								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Colisão do navio com obstáculos submersos (bancos de areia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha da praticagem</li> <li>- Falha de equipamento de governo, navegação ou propulsão do navio</li> <li>- Condições ambientais adversas (vento e correntes de maré)</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derramamento de óleo e outras substâncias perigosas</li> <li>- Contaminação do mar</li> </ul>	D	IV	Moderado	<p>R5) Instalar e realizar manutenção adequada do sistema de sinalização e balizamento do canal de acesso.</p> <p>R6) Realizar levantamento batimétrico periódico do canal de acesso.</p> <p>R7) Manter cadastro de embarcações (navios e rebocadores) que operam no Porto.</p> <p>R8) Manter programa de aquisição sistemática e tratamento de dados de vento locais.</p> <p>R9) Manter o Plano de Emergência Individual adequado à Resolução CONAMA 398.</p>	18

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 9
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Terminais Portuários								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Abalroamento entre navios ou entre rebocadores e navios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha da praticagem</li> <li>- Falha de equipamento de governo, navegação ou propulsão do navio ou do rebocador</li> <li>- Condições ambientais adversas (vento e correntes de maré)</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derramamento de óleo e outras substâncias perigosas</li> <li>- Contaminação do mar</li> </ul>	D	IV	Moderado	<p>R7) Manter cadastro de embarcações (navios e rebocadores) que operam no Porto.</p> <p>R8) Manter programa de aquisição sistemática e tratamento de dados de vento locais.</p> <p>R9) Manter o Plano de Emergência Individual adequado à Resolução CONAMA 398.</p>	19

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 10
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Terminais Portuários								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Colisão do navio com o cais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha da praticagem</li> <li>- Falha de equipamento de governo, navegação ou propulsão do navio ou do rebocador</li> <li>- Condições ambientais adversas (vento e correntes de maré)</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Derramamento de óleo e outras substâncias perigosas</li> <li>- Contaminação do mar</li> </ul>	D	IV	Moderado	<p>R7) Manter cadastro de embarcações (navios e rebocadores) que operam no Porto.</p> <p>R8) Manter programa de aquisição sistemática e tratamento de dados de vento locais.</p> <p>R9) Manter o Plano de Emergência Individual adequado à Resolução CONAMA 398.</p> <p>R10) Realizar manutenção adequada das defensas do cais e dos cabeços de amarração.</p>	20

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 11
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Terminais Portuários								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Queda de carga perigosa durante a movimentação	- Falha nos equipamentos de movimentação de carga - Falha do operador	- Visual	- Derramamento de substâncias perigosas - Emissão de poluentes para a atmosfera - Contaminação do mar	B	II	Moderado	R9) Manter o Plano de Emergência Individual adequado à Resolução CONAMA 398. R11) Realizar inspeção e manutenção periódica nos equipamentos de movimentação de carga.	21

ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS								Folha 12
Unidade: Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú								
Sistema: Terminais Portuários								
Perigo	Causas	Modos de detecção	Efeitos	Freq.	Sev.	Risco	Medidas preventivas / mitigadoras	Ref.
Incêndio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descarga atmosférica</li> <li>- Eletricidade estática</li> <li>- Falha durante realização de serviço a quente</li> <li>- Fontes de ignição diversas</li> </ul>	- Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissão de poluentes para a atmosfera</li> <li>- Derramamento de óleo e outras substâncias perigosas</li> <li>- Contaminação do mar</li> </ul>	C	III	Moderado	<p>R2) Projetar, construir e operar o sistema de combate a incêndio de acordo com as normas técnicas aplicáveis.</p> <p>R4) Somente permitir a realização de serviços a quente após a emissão de permissão para trabalho e liberação pelo setor operacional.</p>	22

## 7. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE E CÁLCULO DO ALCANCE DOS EFEITOS FÍSICOS DANOSOS

Este capítulo tem como objetivo calcular a extensão das áreas vulneráveis aos efeitos físicos danosos resultantes dos eventos acidentais considerados de severidade séria ou crítica na Análise Preliminar de Perigos, com capacidade de atingir o público externo às instalações. Os cenários acidentais associados a esses eventos são:

- incêndio em poça, incêndio em nuvem ou explosão não confinada resultante da liberação de hidrocarbonetos na área de armazenamento de granéis líquidos;
- incêndio em tanque de hidrocarbonetos na área de armazenamento de granéis líquidos.

Os cenários analisados estão indicados na Tabela VIII com a respectiva referência na APP.

**Tabela VIII – Referência dos eventos acidentais na APP**

Nº	Evento acidental	Referência na APP
1	Liberação de cutter na bacia de contenção	10
2	Liberação de óleo diesel marítimo na bacia de contenção	13
3	Incêndio em tanque de cutter	16
4	Incêndio em tanque de óleo diesel marítimo	17

A caracterização dos eventos acidentais foi feita com base em informações fornecidas pela LLX. Para os cenários de incêndio em poça devido a liberação de hidrocarbonetos na área de armazenamento de granéis líquidos, foi suposta a formação de uma poça inflamável com espalhamento até os limites das respectivas bacias de contenção. No caso de incêndio em tanque, o diâmetro da poça foi considerado igual ao diâmetro do tanque.

O cálculo do alcance dos efeitos físicos foi feito por meio de modelagem matemática com o emprego do Programa PHAST (*Process Hazard Analysis Software Tools*) Professional, Versão 6.42, da DNV Technica.

As condições meteorológicas para a modelagem foram definidas com base nos valores médios aproximados dos dados apresentados no Capítulo 2:

- Temperatura do ar: 24 °C
- Pressão atmosférica: 1 atm
- Umidade relativa do ar: 78 %

Foram consideradas três velocidades de vento (2, 4 e 6 m/s) e classe de estabilidade atmosférica D (neutra).

A Tabela IX apresenta os tipos e níveis de efeitos físicos pesquisados na modelagem para estimativa das áreas vulneráveis, de acordo com o cenário acidental considerado.

**Tabela IX – Efeitos físicos pesquisados para estimativa das áreas vulneráveis**

Cenário	Efeito físico	Níveis pesquisados
Incêndio em poça	Radiação térmica	- 5 kW/m <sup>2</sup> , valor solicitado pela FEEMA na instrução técnica para realização do estudo - valor correspondente a uma probabilidade de 1% de morte para um tempo de exposição de 30 segundos - valor correspondente a uma probabilidade de 50% de morte para um tempo de exposição de 30 segundos
Incêndio em nuvem	Concentração inflamável	Limite inferior de inflamabilidade
Explosão não confinada	Sobrepessão	- 0,069 bar, valor solicitado pela FEEMA na instrução técnica para realização do estudo - 0,1 bar, valor associado ao colapso parcial de paredes e tetos de casas, assumido como correspondendo a uma probabilidade de 1% de morte das pessoas expostas - 0,3 bar, valor associado à quase completa destruição de casas, assumido como correspondendo a uma probabilidade de 50% de morte das pessoas expostas

Os níveis de radiação térmica para incêndio em poça foram calculados a partir da seguinte equação de Probit (CPR, 2005):

$$Y = - 36,38 + 2,56 \ln(Q^{4/3}.t)$$

na qual:

Y é o probit

t é o tempo de exposição, em segundos

Q é a intensidade da radiação térmica, em W/m<sup>2</sup>

Os níveis de sobrepressão se baseiam em danos a estruturas (Mannan, 2005, Vol. 2, p. 17/190, Tabela 17.43).

### **7.1. Caracterização dos eventos acidentais**

Com base nas premissas discutidas anteriormente, foi feita a caracterização dos eventos acidentais para a modelagem e cálculo do alcance dos efeitos físicos danosos. Essa caracterização se encontra apresentada nas Tabelas X a XIII.

**Tabela X – Caracterização do evento acidental 1: Liberação de cutter na bacia de contenção**

<b>Substância envolvida</b>	Cutter
<b>Substância representativa</b>	N-hexano
<b>Cenários</b>	Incêndio em poça, incêndio em nuvem e explosão não confinada
<b>Capacidade do tanque</b>	5.000 m <sup>3</sup>
<b>Massa total armazenada</b>	3.295 t (densidade: 0,659 t/m <sup>3</sup> )
<b>Área da poça</b>	3.426 m <sup>2</sup>
<b>Referência APP</b>	4

**Tabela XI – Caracterização do evento acidental 2: Liberação de óleo diesel marítimo na bacia de contenção**

<b>Substância envolvida</b>	Óleo diesel marítimo
<b>Substância representativa</b>	N-octano
<b>Cenários</b>	Incêndio em poça, incêndio em nuvem e explosão não confinada
<b>Capacidade</b>	5.000 m <sup>3</sup>
<b>Massa total armazenada</b>	4.205 t (densidade: 0,841 t/m <sup>3</sup> )
<b>Área da poça</b>	3.426 m <sup>2</sup>
<b>Referência APP</b>	5

**Tabela XII – Caracterização do evento acidental 3: Incêndio em tanque de cutter**

<b>Substância envolvida</b>	Cutter
<b>Substância representativa</b>	N-hexano
<b>Cenário</b>	Incêndio em poça
<b>Capacidade</b>	5.000 m <sup>3</sup>
<b>Massa total armazenada</b>	3.295 t (densidade: 0,659 t/m <sup>3</sup> )
<b>Área da poça</b>	315 m <sup>2</sup>
<b>Referência APP</b>	6

**Tabela XIII – Caracterização do evento acidental 4: Incêndio em tanque de óleo diesel marítimo**

<b>Substância envolvida</b>	Óleo diesel marítimo
<b>Substância representativa</b>	N-octano
<b>Cenário</b>	Incêndio em poça
<b>Capacidade</b>	5.000 m <sup>3</sup>
<b>Massa total armazenada</b>	3.295 t (densidade: 0,841 t/m <sup>3</sup> )
<b>Área da poça</b>	315 m <sup>2</sup>
<b>Referência APP</b>	7

## 7.2. Resultados

As Tabelas XIV a XVI apresentam as distâncias alcançadas pelos níveis de efeitos físicos pesquisados para os cenários acidentais postulados. As Figuras 7 a 9 ilustram o alcance dos níveis de efeitos físicos pesquisados para cada cenário acidental. O Apêndice II contém os relatórios da modelagem.

No caso dos cenários relacionados a explosão não confinada, a distância indicada na Tabela XV resulta da soma da distância até o limite inferior de inflamabilidade, considerado como critério para localização da explosão, com o raio de alcance do nível de sobrepressão correspondente.

**Tabela XIV – Distância alcançada pelos níveis de radiação térmica – Incêndio em poça**

Cenário acidental		Distância (m) até:		
		5 kW/m <sup>2</sup>	7,3 kW/m <sup>2</sup>	14,4 kW/m <sup>2</sup>
1	Liberação de cutter na bacia de contenção	96	65	36
2	Liberação de óleo diesel marítimo na bacia de contenção	92	64	35
3	Incêndio em tanque de cutter	47	39	17
4	Incêndio em tanque de óleo diesel marítimo	42	36	18

**Tabela XV – Distância alcançada pelo limite inferior de inflamabilidade (LII) – Incêndio em nuvem**

Cenário acidental		Distância (m) até o LII
1	Liberação de cutter na bacia de contenção	101
2	Liberação de óleo diesel marítimo na bacia de contenção	18

**Tabela XVI – Distância alcançada pelos níveis de sobrepressão – Explosão não confinada**

Cenário acidental		Distância (m) até:		
		0,069 bar	0,1 bar	0,3 bar
1	Liberação de cutter na bacia de contenção	657	534	317
2	Liberação de óleo diesel marítimo na bacia de contenção	592	467	245

Analisando os resultados, verifica-se que, no caso de incêndio em poça, o maior alcance do nível de radiação térmica de 5 kW/m<sup>2</sup> é de 96 metros, o nível de 7,3 kW/m<sup>2</sup> alcança 65 metros e o nível de 14,4 kW/m<sup>2</sup> chega a 36 metros. No caso de incêndio em nuvem, o limite inferior de inflamabilidade alcança a distância de 101 metros. No caso de explosão não confinada, o nível de sobrepressão de

0,069 bar alcança a distância de 657 metros, o nível de 0,1 bar alcança 534 metros e o nível de 0,3 bar chega a 317 metros.

### **7.3. Considerações sobre efeito dominó**

Estão discutidas a seguir algumas hipóteses de efeito-dominó possivelmente resultantes dos eventos acidentais anteriormente analisados.

No caso de incêndio em poça, o efeito-dominó típico está relacionado ao superaquecimento das instalações próximas ao incêndio, devido à radiação térmica incidente. Esse superaquecimento pode provocar avarias severas nas instalações, particularmente nos tanques de armazenamento, resultando eventualmente em vazamento ou ignição do produto nele contido.

Com relação a incêndios em nuvem, o efeito-dominó típico está relacionado à possibilidade de princípios de incêndio em materiais inflamáveis e combustíveis expostos à chama, que podem sofrer ignição apesar da sua curta duração.

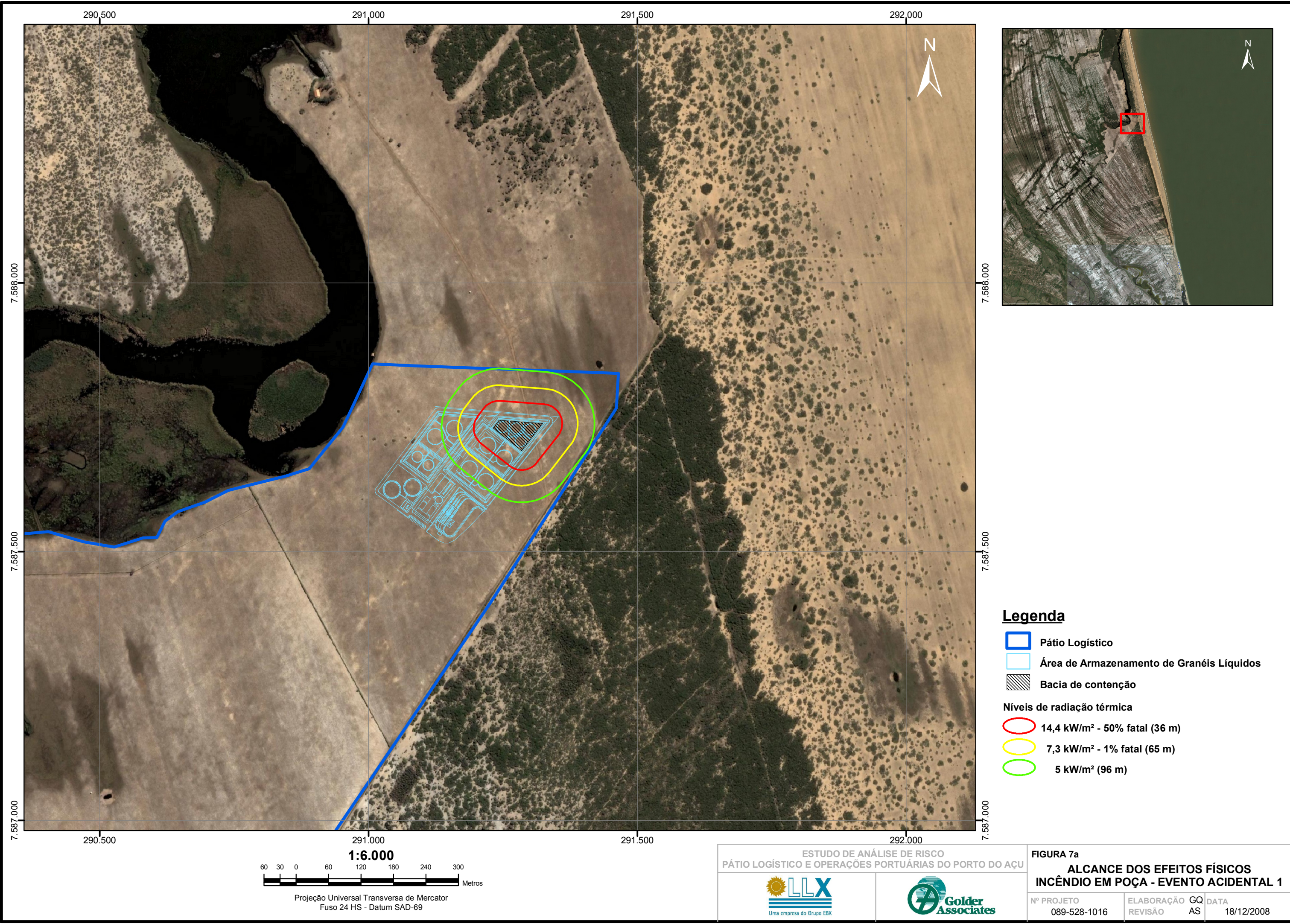
Quanto a explosões não confinadas, a sobrepressão resultante pode causar danos estruturais e a ruptura de tubulações e tanques, provocando a liberação de produtos. Alguns valores aproximados de níveis de sobrepressão indicados em Mannan (2005, Vol. 2, p. 17/190, Tabela 17.43) correspondentes a danos estruturais são:

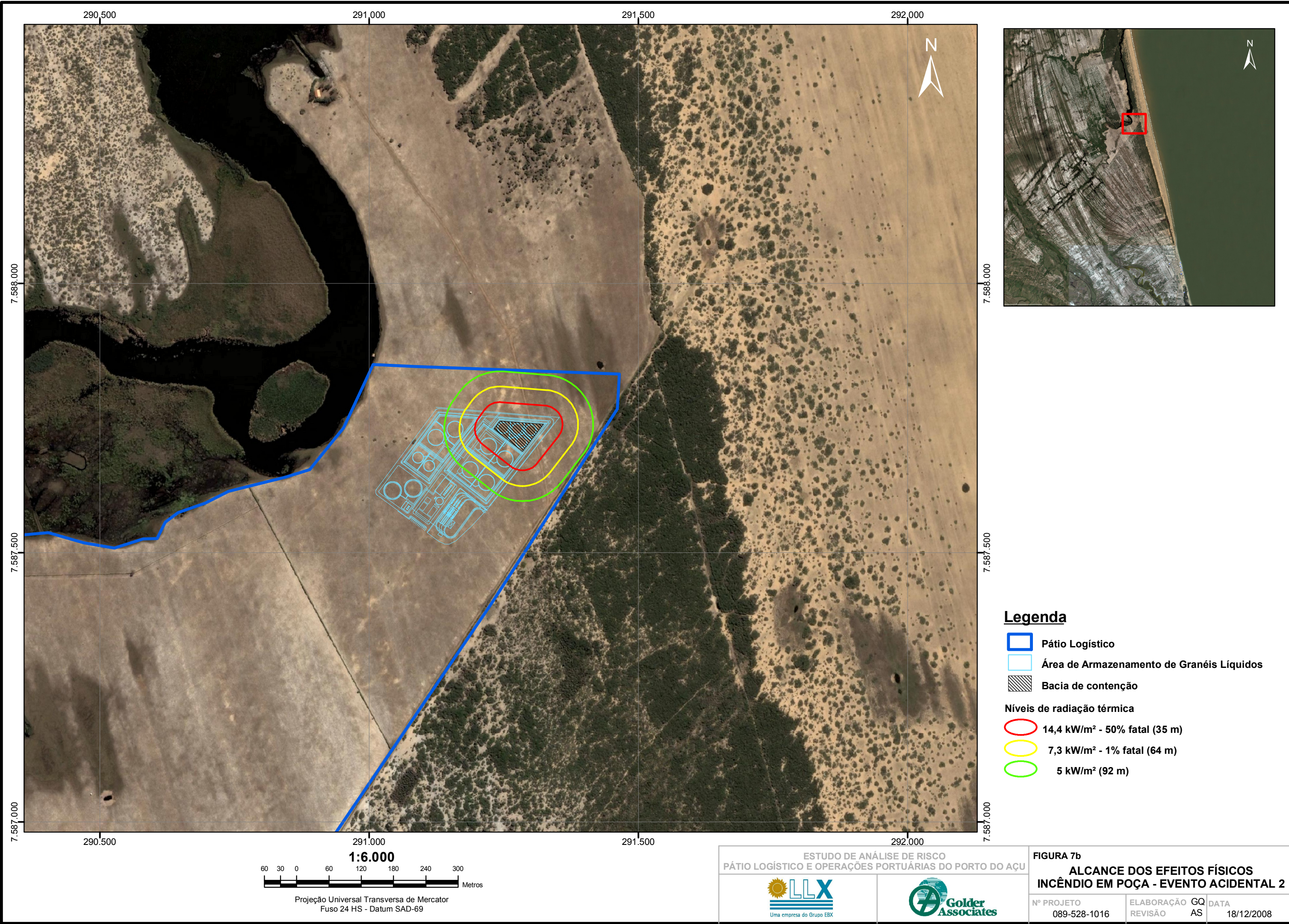
- limite inferior para dano estrutural sério: 0,16 bar
- dano pequeno a máquinas industriais pesadas; ruptura de tanques de armazenamento de óleo: 0,21 bar
- provável destruição total de edificações; dano severo a máquinas industriais pesadas: 0,69 bar

Verifica-se, portanto, dos resultados obtidos na modelagem de explosão não confinada, que todos os cenários são potencialmente capazes de provocar danos sérios às instalações.

Ondas de sobrepressão resultantes de explosões podem também causar o lançamento de objetos que se encontrem no seu caminho, transformando-os em mísseis secundários, capazes também de provocar danos às instalações.

**Figuras 7(a-d) – Alcance dos efeitos físicos: Incêndio em poça**





**Legenda**

- Pátio Logístico
- Área de Armazenamento de Granéis Líquidos
- Bacia de contenção
- Níveis de radiação térmica**
- 14,4 kW/m² - 50% fatal (35 m)
- 7,3 kW/m² - 1% fatal (64 m)
- 5 kW/m² (92 m)

ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO  
PÁTIO LOGÍSTICO E OPERAÇÕES PORTUÁRIAS DO PORTO DO AÇU

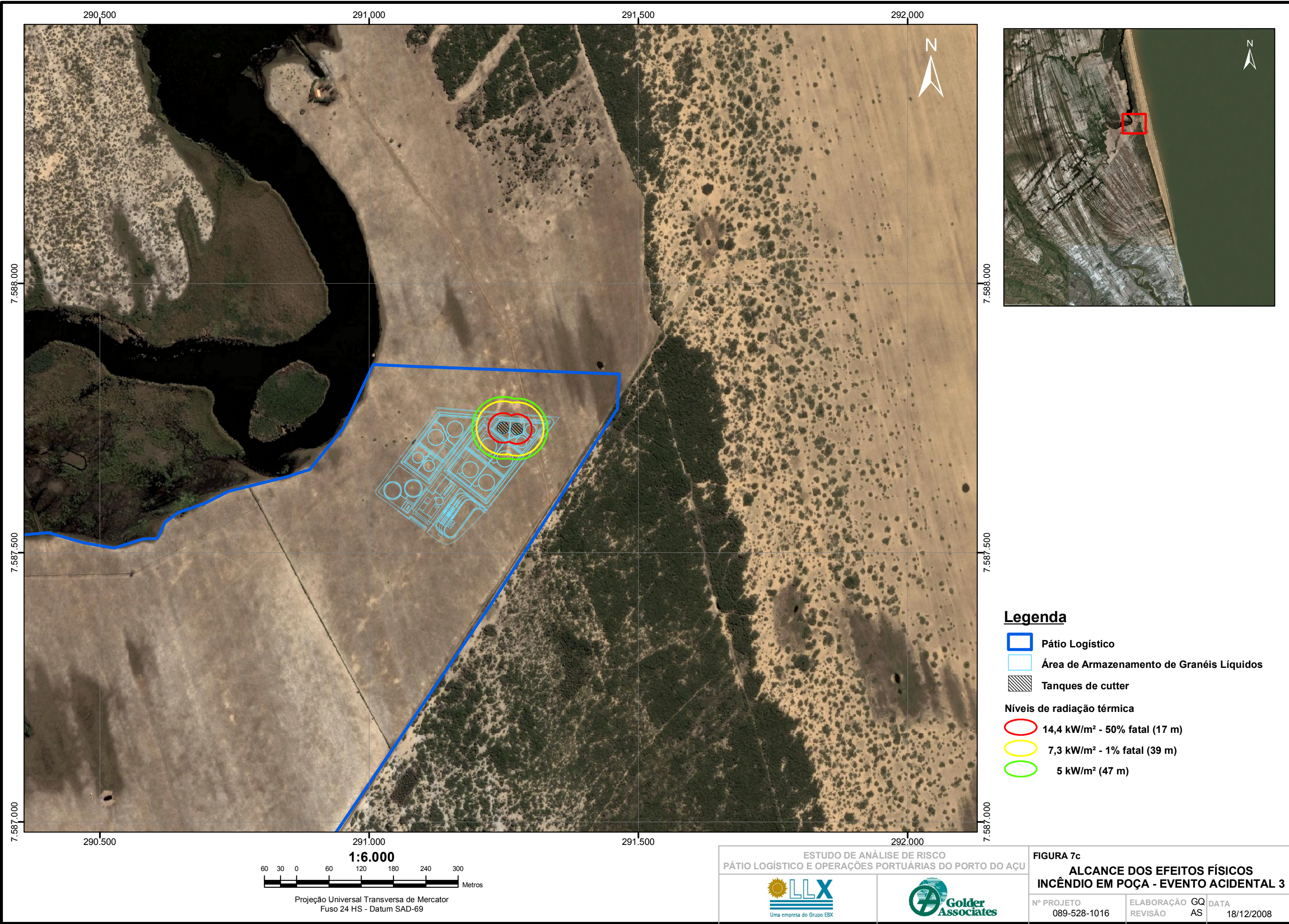


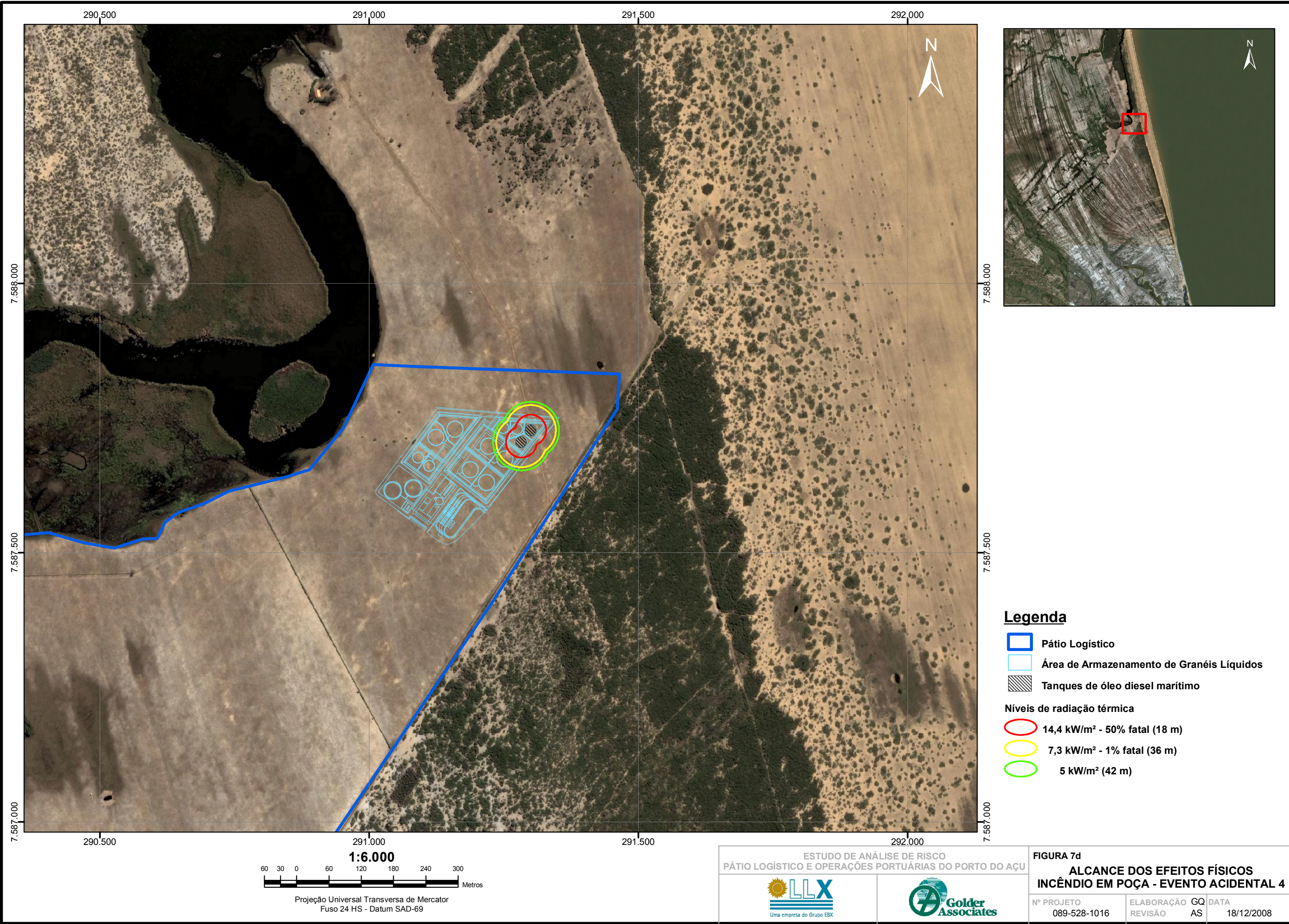
Uma empresa do Grupo EBX



**FIGURA 7b**  
**ALCANCE DOS EFEITOS FÍSICOS**  
**INCÊNDIO EM POÇA - EVENTO ACIDENTAL 2**

Nº PROJETO	ELABORAÇÃO	GQ	DATA
089-528-1016	REVISÃO	AS	18/12/2008





**Legenda**

- Pátio Logístico
- Área de Armazenamento de Granéis Líquidos
- Tanques de óleo diesel marítimo
- Níveis de radiação térmica**
- 14,4 kW/m² - 50% fatal (18 m)
- 7,3 kW/m² - 1% fatal (36 m)
- 5 kW/m² (42 m)

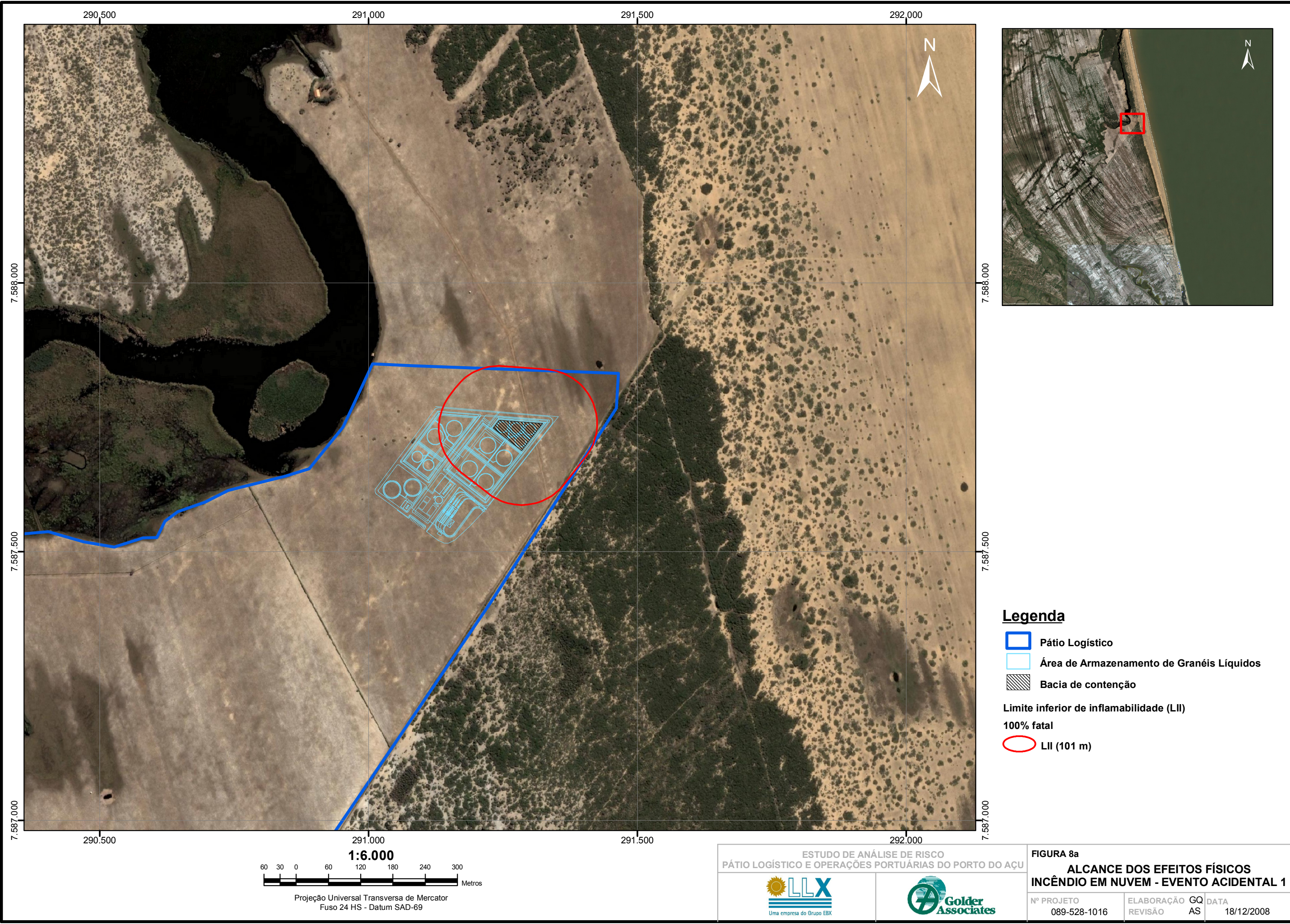
ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO  
PÁTIO LOGÍSTICO E OPERAÇÕES PORTUÁRIAS DO PORTO DO AÇU

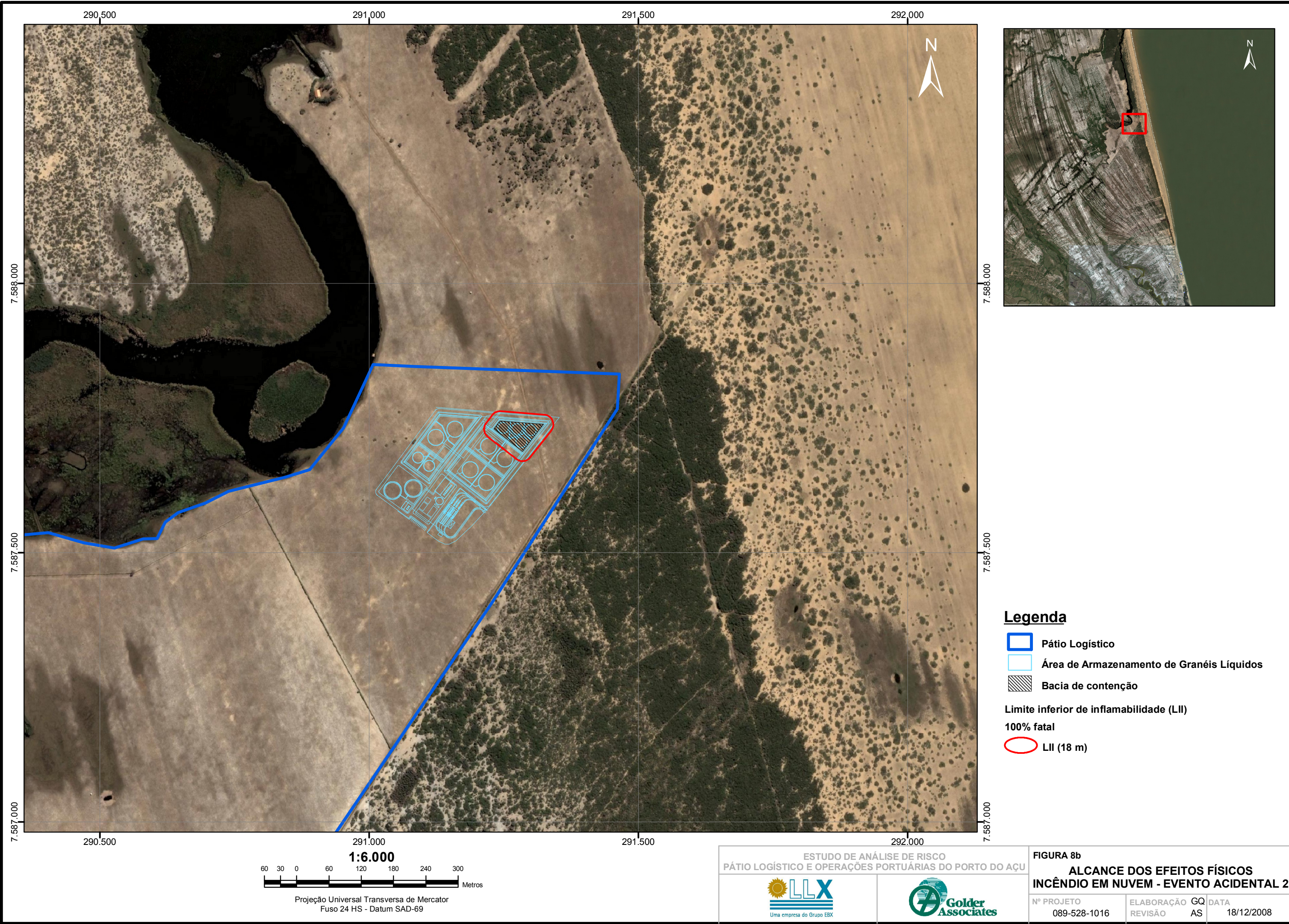


**FIGURA 7d**  
**ALCANCE DOS EFEITOS FÍSICOS**  
**INCÊNDIO EM POÇA - EVENTO ACIDENTAL 4**

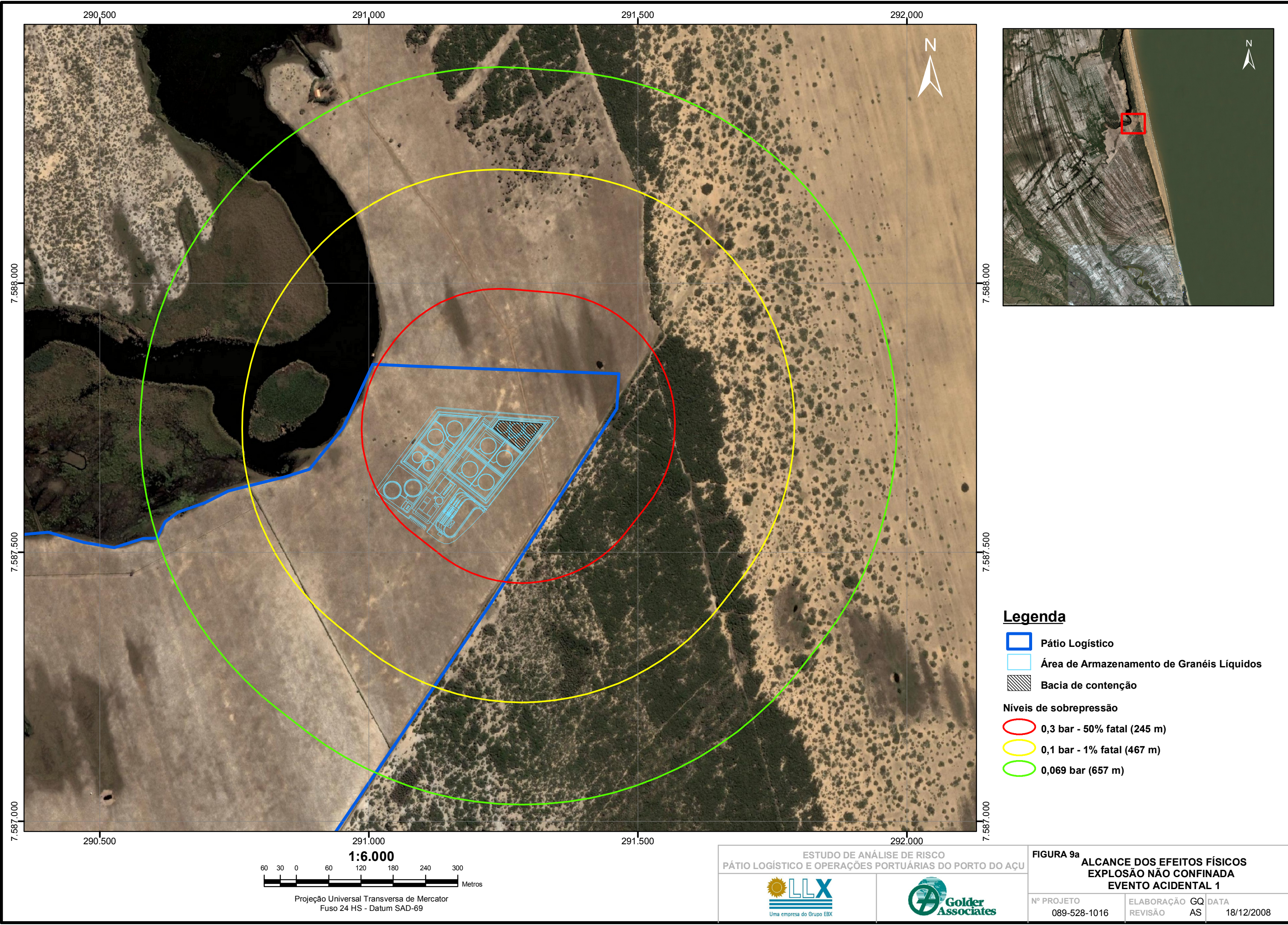
Nº PROJETO	ELABORAÇÃO	GQ	DATA
089-528-1016	REVISÃO	AS	18/12/2008

**Figuras 8(a-b) – Alcance dos efeitos físicos: Incêndio em nuvem**











**Figuras 9(a-b) – Alcance dos efeitos físicos: Explosão não confinada**



**Legenda**

-  Pátio Logístico
  -  Área de Armazenamento de Granéis Líquidos
  -  Bacia de contenção
- Níveis de sobrepressão**
-  0,3 bar - 50% fatal (245 m)
  -  0,1 bar - 1% fatal (467 m)
  -  0,069 bar (657 m)

ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCO  
PÁTIO LOGÍSTICO E OPERAÇÕES PORTUÁRIAS DO PORTO DO AÇU

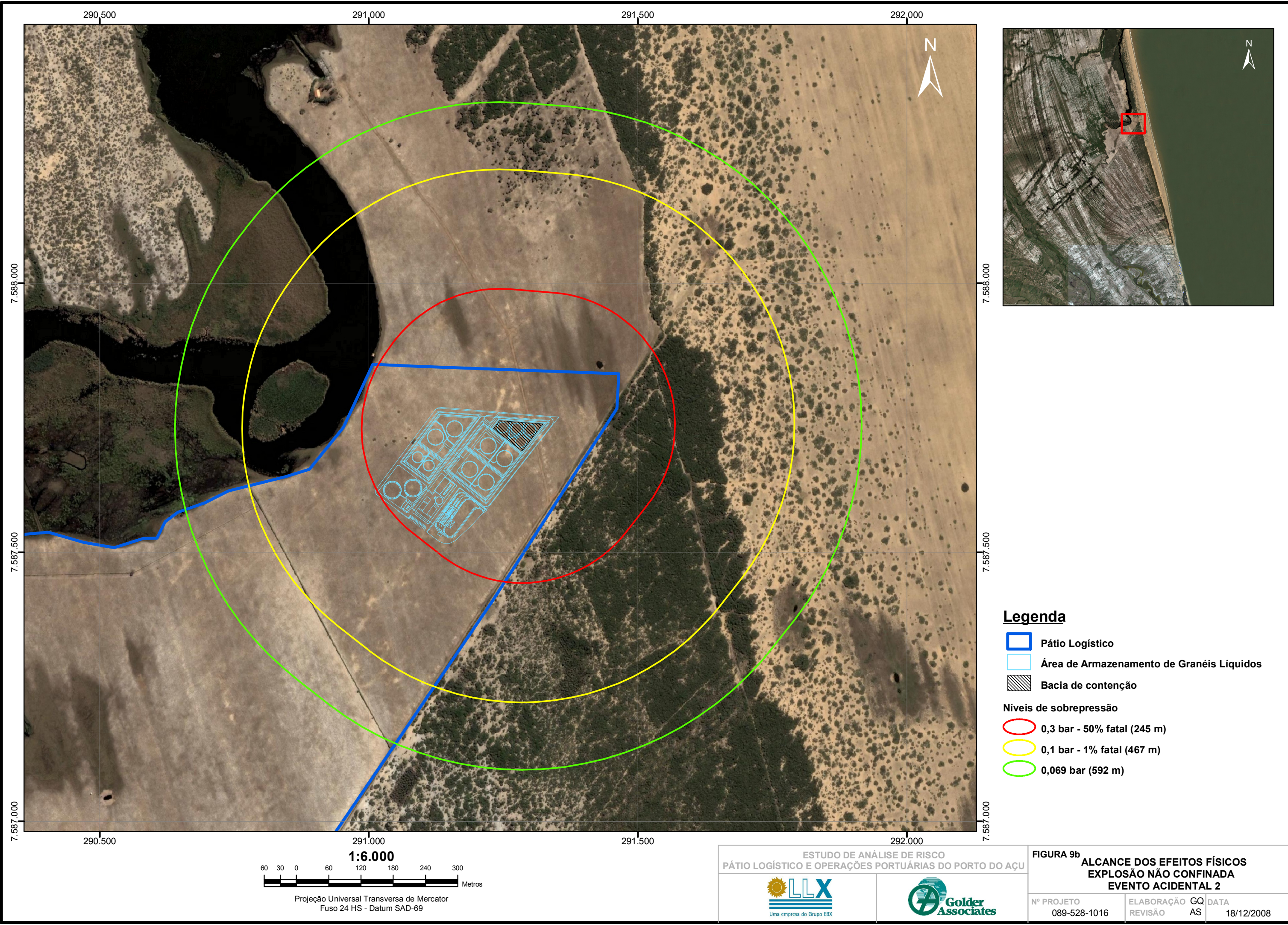


LLX  
Uma empresa do Grupo EBX



Golder  
Associates

FIGURA 9a ALCANCE DOS EFEITOS FÍSICOS EXPLOSÃO NÃO CONFINADA EVENTO ACIDENTAL 1			
Nº PROJETO	ELABORAÇÃO	GQ	DATA
089-528-1016	REVISÃO	AS	18/12/2008



## **8. TOLERABILIDADE DOS RISCOS PARA ANÁLISE DE VULNERABILIDADE**

Não se observa a presença de ocupações sensíveis no interior da área de alcance dos efeitos físicos letais dos eventos acidentais analisados, o que atende ao critério de tolerabilidade determinado pela FEEMA

## **9. CONCLUSÕES**

O estudo de análise de risco do Pátio Logístico e Operações Portuárias do Porto do Açú identificou e discutiu eventos acidentais relacionados aos produtos perigosos manuseados nas suas instalações capazes de afetar o público externo ou o meio ambiente. Dos 22 eventos identificados na Análise Preliminar de Perigos, 13 resultaram em risco baixo e 9 em risco moderado. Nenhum evento resultou em risco sério ou crítico.

Segundo os resultados da modelagem feita para calcular a extensão das áreas vulneráveis aos efeitos físicos danosos resultantes dos cenários acidentais, o maior alcance do nível de radiação térmica correspondente a 1% de probabilidade de morte alcança 65 metros e o nível correspondente a 50% de probabilidade de morte chega a 36 metros. No caso de incêndio em nuvem, o limite inferior de inflamabilidade alcança a distância de 101 metros. No caso de explosão não confinada, o nível de sobrepressão assumido como correspondente a 1% de probabilidade morte alcança a distância de 534 metros e o nível correspondente a 50% de probabilidade de morte chega a 317 metros.

Não se observa a presença de ocupações sensíveis no interior das áreas delimitadas por esses alcances, o que atende ao critério de tolerabilidade determinado pela FEEMA.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPR (Committee for the Prevention of Disasters), 2005, *Guidelines for quantitative risk assessment, Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3)*.

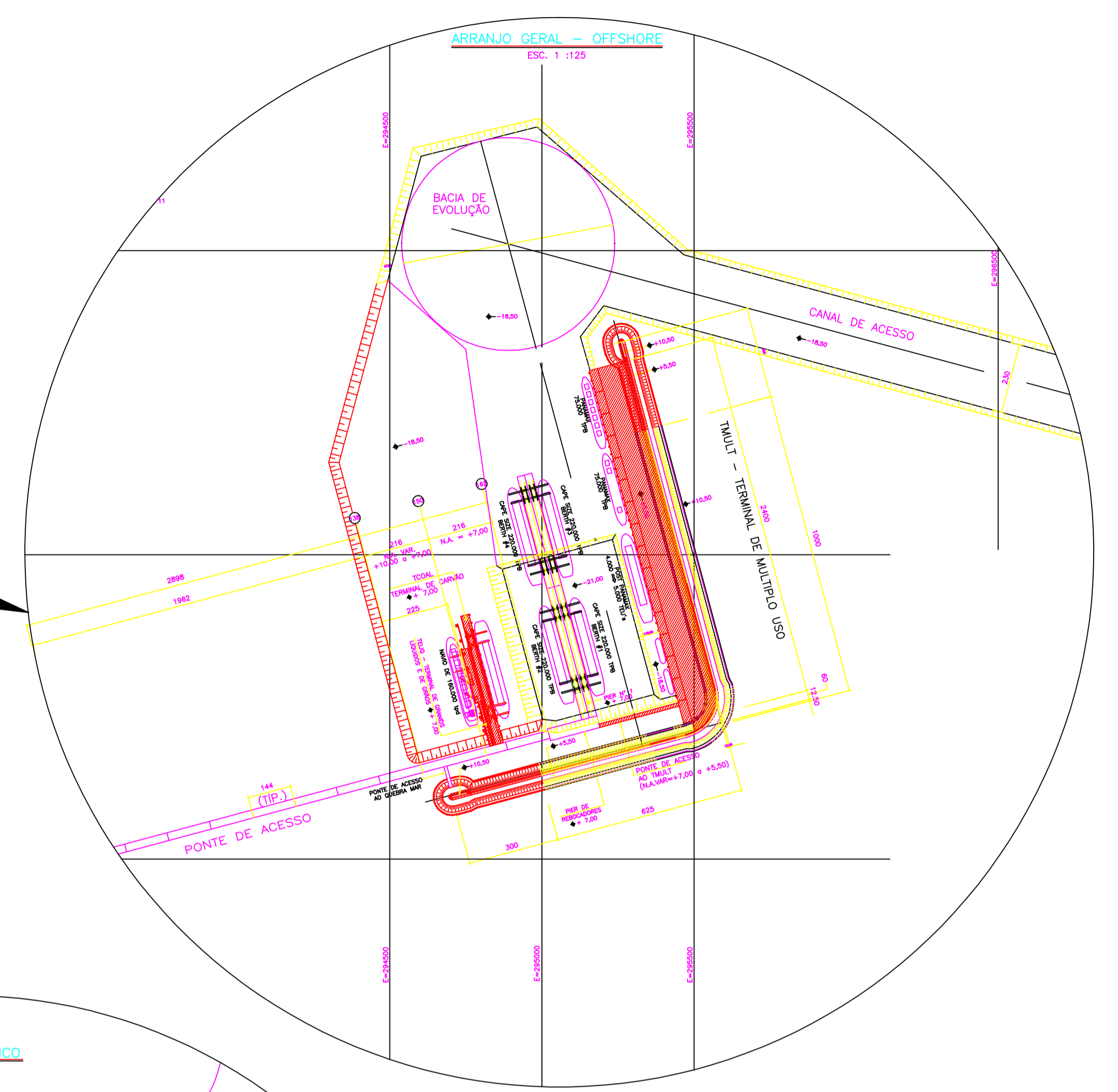
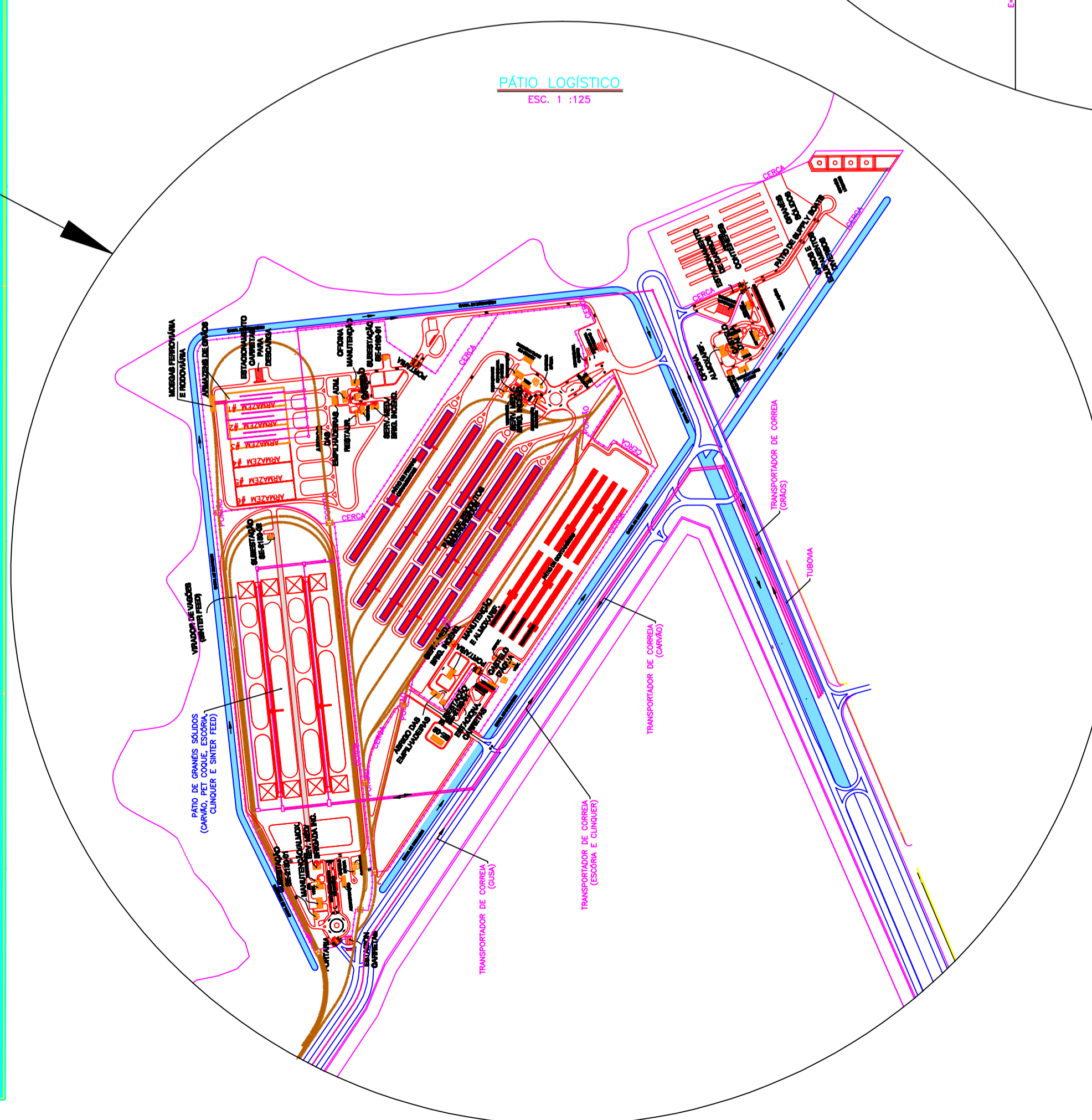
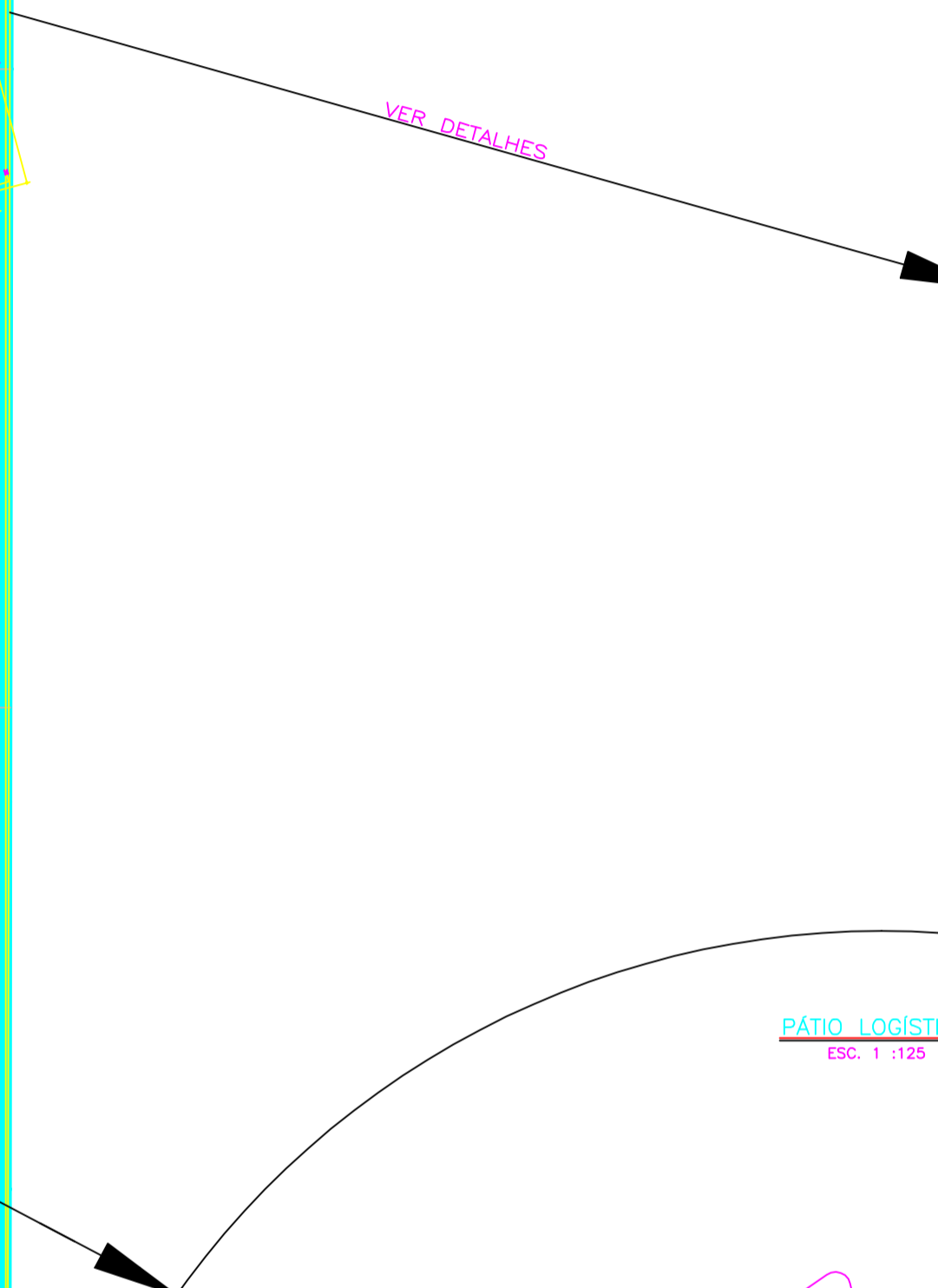
Mannan, S., 2005, *Lees' Loss Prevention in the Process Industries*, 3ª Edição, Elsevier Butterworth-Heinemann.

Microars, 2008, *Serviço de Medições de Correntes e Ondas na Região de Implantação do Terminal Marítimo de Porto do Açú, São João da Barra, RJ*, Relatório 10/08, Fevereiro/2008.

\_\_\_\_\_, 2007, *Serviço de Medições de Correntes e Ondas na Região de Implantação do Terminal Marítimo de Porto do Açú, São João da Barra, RJ*, Relatório 20/07, Setembro/2007.

SIMERJ (Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro), 2008, [www.simerj.com](http://www.simerj.com), acessado em 15/12/2008.

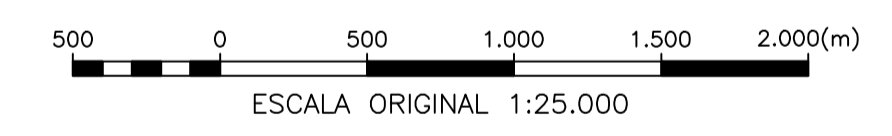
**APÊNDICE I**  
**PLANTAS, DESENHOS E FLUXOGRAMAS**



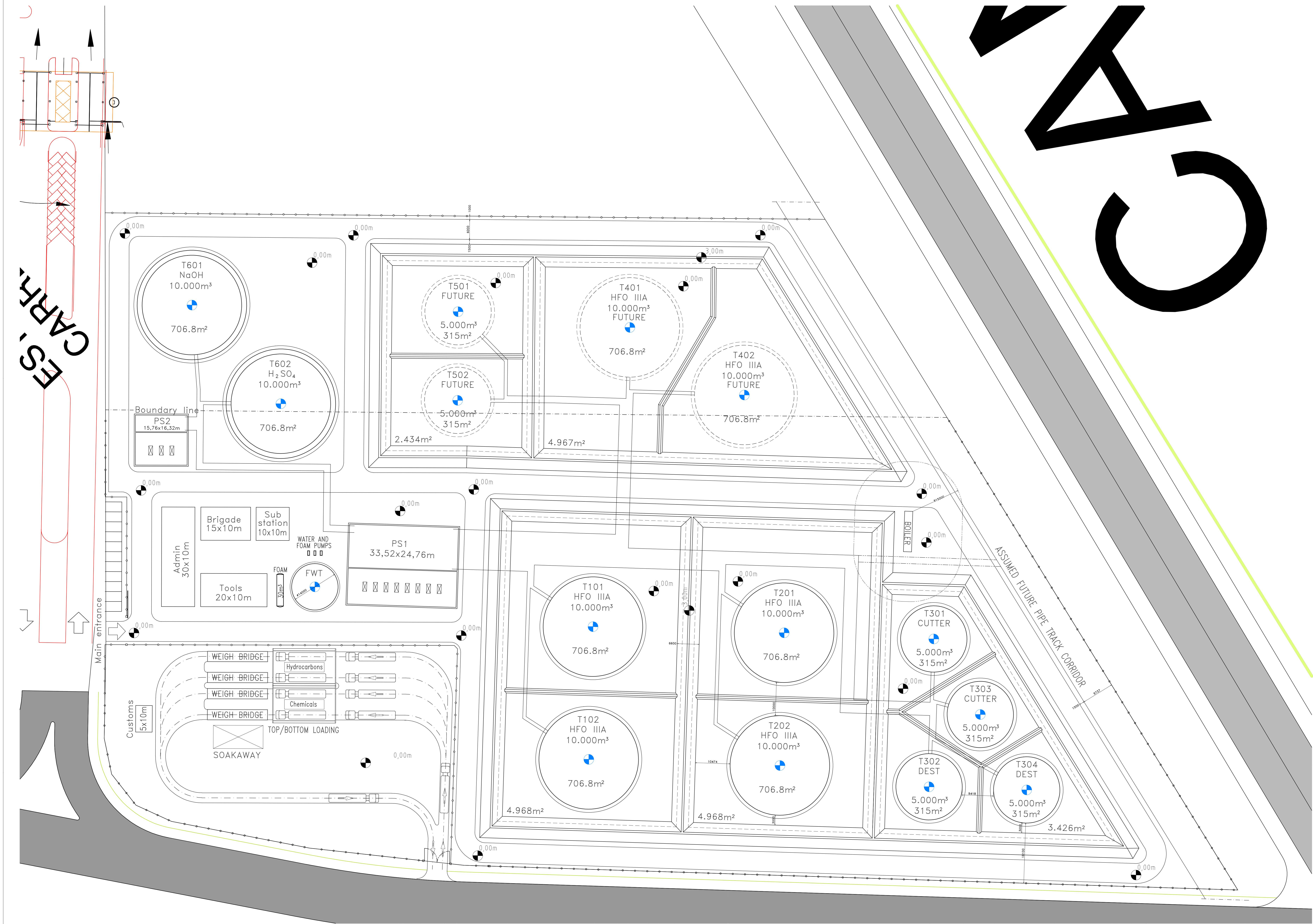
1 - TODAS AS DIMENSÕES E COTAS ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

2 - PARA SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO VER DESENHO ZIP-1-1000-0008 - FOLHA 1/2 E ZIP-1-1000-0009 - FOLHA 2/2.

LX AÇU-PGL-PLDIR-01-001 - PLANO DIRETOR  
C064-DES-1000-02-101 - INSTALAÇÕES OFFSHORE - ARRANJO GERAL  
C064-DES-2000-02-101 - INSTALAÇÕES ONSHORE - PÁTIO LOGÍSTICO



0	ONDE INDICADO		C	24/08/08	J.A.P.				
Nº	Revisões		T.E.	DATA	DES.	VERIF.	APROV.	LIBER.	LLX
T.E. - TIPOS DE EMISSÃO									
A - PRELIMINAR B - P/APROVAÇÃO	C - P/ CONHECIMENTO D - P/ COTAÇÃO	E - P/ CONSTRUÇÃO F - CONF. COMPRADO	G - CONF. CONSTRUIDO H - CANCELADO	L - APROVADO					
APROVAÇÃO LLX									
SETOR	DATA	NOME	NÃO APROVADO	APROVADO C/ COMENT.::	APROVADO				
ARQUIVO TEC.									
TÉCNICO									
 <div style="margin-left: 20px;"> <h2>LLX AÇU OPERAÇÕES PORTUÁRIAS S/A</h2> <h3>Nº do Cliente:</h3> <h2>PÁTIO LOGÍSTICO (ZIPA)</h2> <h3>PLANO DIRETOR PLANTA</h3> </div>									
<div> <div> Nº:  Emissão:  R0 </div> <div> Elab: NCB Des: MCR Conf: MLP Escala: 1:25.000 Data: 19/07/2008 </div> <div> Visio: LAMS Aprov.: NK Data: 18/07/2008 </div> <div> Visio: Aprov.: Data: </div> </div> <div>Sondotécnica</div> <div>LLX</div>									



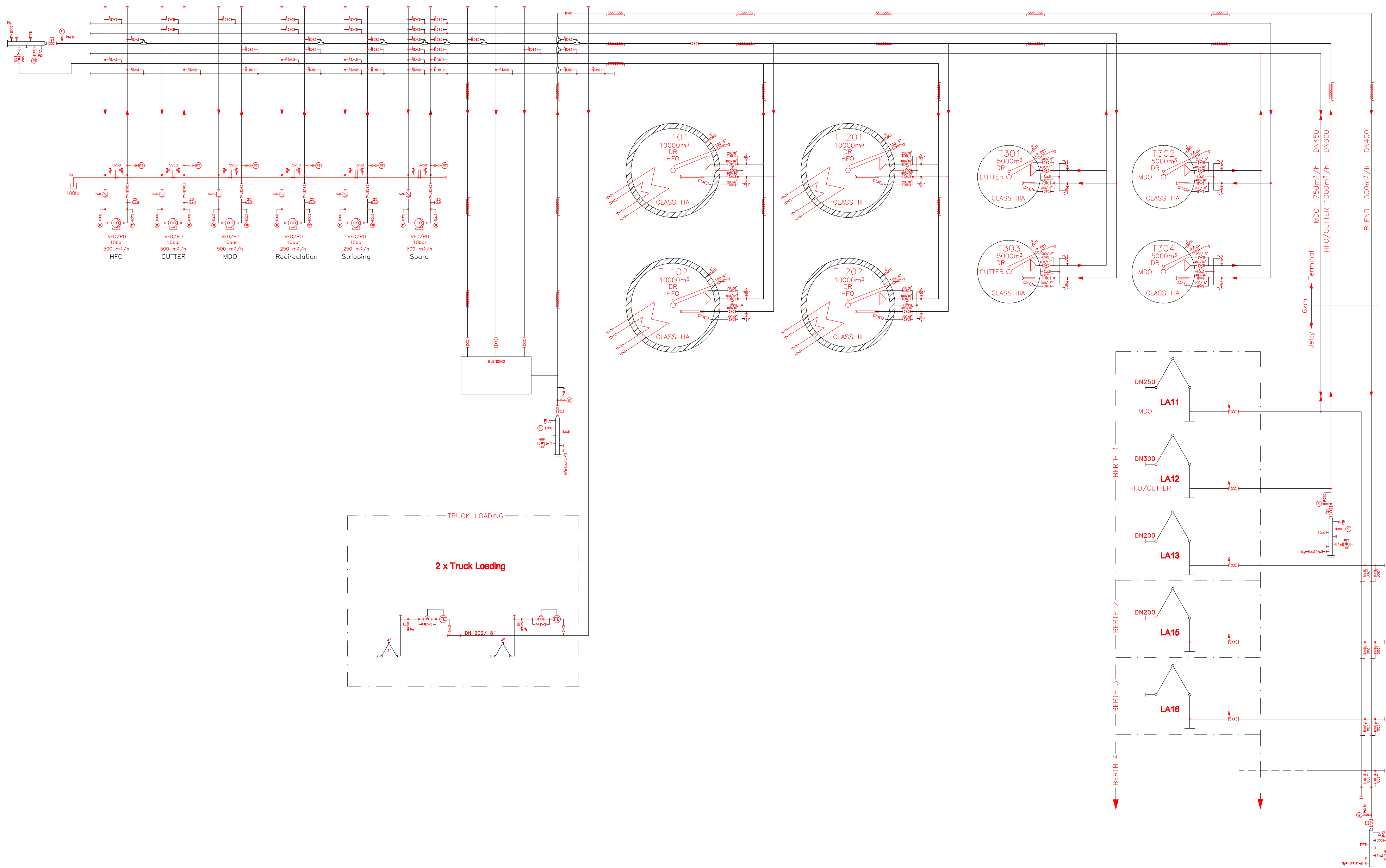
Tank	Volume (m <sup>3</sup> )	Tank-ø(m)	Height (m)
T101	10.000	30	17
T102	10.000	30	17
T201	10.000	30	17
T202	10.000	30	17
T301	5.000	30	17
T302	5.000	30	17

Tank	Volume (m <sup>3</sup> )	Tank-ø(m)	Height (m)
T303	5.000	20	17
T304	5.000	20	17
T401	10.000	20	17
T402	10.000	20	17
T501	5.000	20	17
T502	5.000	20	17

Tank	Volume (m <sup>3</sup> )	Tank-ø(m)	Cup-ø(m)	Height (m)
T601	10.000	30	33	17
T602	10.000	30	33	17

Total terminal area: 54.029m<sup>2</sup>  
Theoretical storage capacity: 110.000m<sup>3</sup>

0	14.10.2008	Dyk	New drawing	.....
Rev.	Date	Drawn	Kind of change	Checked
Oiltanking				OTTB Acu
General Layout 110,000m <sup>3</sup>				Scale Drawing - No. Sheet
1:400 OTTB-11-001				1/1



0	07.11.2008	Dyk	New drawing		....
Rev.	Date	Drawn	Kind of change		Checked
Oil tanking			OTTB Açu	Scale	Drawing - No.
			P&I Diagram	none	OTTB-02-001
					Sheet
					1/1

## **APÊNDICE II**

### **RELATÓRIOS DA MODELAGEM**

## Modelagem LLX\_18-12-08

### Liberação na bacia de contenção

#### Cenário acidental 1

Cenário acidental 1: Liberação de cutter na bacia de contenção

#### Base Case

#### User-Defined Data

##### Material

Material Identifier	N-HEXANE
Type of Vessel	Unpressurized (at atmospheric pressure)
Pressure Specification	Pressure not used
Discharge Temperature	24 degC
Inventory of material to discharge	3,295E6 kg

##### Scenario

Type of Event	Catastrophic rupture
Phase	Liquid
Tank Head	0 m

##### Vessel/Tank

Building Wake Option	None
----------------------	------

##### Location

[Elevation	1 m]
ERPG selection	ERPG is not set
IDLH selection	IDLH is not set
STEL selection	STEL is not set
User Defined Averaging	No user defined averaging time supplied

##### Bund

Status of Bund	Bund present
Area of Dike	3426 m2
Type of Bund Surface	Dry Soil
Bund Height	1,5 m
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

##### Flammable

Method to use for explosions	TNT
Jet Fire Method	Shell

##### Dispersion

Ignition Location	No ignition location
Inventory of material to Disperse	3,295E6 kg

##### Fireball Parameters

Fireball radiation intensity level 1	5 kW/m2
Fireball radiation intensity level 2	7,5 kW/m2
Fireball radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

##### Jet Fire Parameters

Jet fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

##### Pool Fire Parameters

Pool fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

CASE Name: Data

#### Discharge Data

##### User-Defined Quantities

Material	N-HEXANE
Temperature	24,00 degC
Pressure	1,01 bar

Inventory	3.295.000,00 kg
Scenario	Catastrophic rupture

### Calculated Quantities

**Weather:** Global Weathers\Category 2/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

**Average Values for Segment Number** 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 4/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

**Average Values for Segment Number** 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 6/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

**Average Values for Segment Number** 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

## Consequence Results

### Pool Vaporization Results

		Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
	Release Segment 1			
Release Duration	s	0,001	0,001	0,001
Liquid Rainout	fraction	0,999997	0,999995	0,999995

Release Segment 1	Cloud Segment 1			
Cloud Segment Duration	s	3600	3600	3600
Pool Vaporization Rate	kg/s	15,8116	18,8769	20,8807
Total Vapor Flowrate	kg/s	15,8116	18,8769	20,8807
Maximum Pool Radius	m	33,0232	33,0232	33,0232

#### Distance to Concentration Results

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m

All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m

All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm) Averaging Time				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (76800)	18,75	s		15,6815	20,1271	20,7315
LFL (10500)	18,75	s		100,972	62,2804	48,1584
LFL Frac (5250)	18,75	s		164,767	110,904	99,2986

Concentration(ppm) Averaging Time				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (76800)	18,75	s		0,217938	0	0
LFL (10500)	18,75	s		0	0	0
LFL Frac (5250)	18,75	s		0	0	0

#### Fireball Hazard

	Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Fireball Flame Status	No Hazard	No Hazard	No Hazard

#### Late Pool Fire Hazard

	Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Late Pool Fire Status	Hazard	Hazard	Hazard

#### Radiation Effects: Late Pool Fire Ellipse

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Radiation Level	5	kW/m2		72,0026	86,2562	95,6018
Radiation Level	7,3	kW/m2		51,2233	59,3987	64,6312
Radiation Level	14,4	kW/m2		34,4258	34,909	35,3619

#### Flash Fire Envelope

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	5250	ppm		164,767	110,904	99,2986
Furthest Extent	10500	ppm		100,972	62,2804	48,1584
				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	5250	ppm		0	0	0
Furthest Extent	10500	ppm		0	0	0

#### Explosion Effects: Early Explosion

Early Explosions are assumed to be centered at the release location

Explosion Model Used : TNT

Supplied Flammable Mass			kg	Category 2/D 3,295e+006	Category 4/D 3,295e+006	Category 6/D 3,295e+006
Distance (m) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,1		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,3		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Used Mass (kg) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	0	0	0
Overpressure	0,1		bar	0	0	0
Overpressure	0,3		bar	0	0	0

### Explosion Effects: Late Ignition

Explosion Model Used : TNT

Explosion Location Criterion: Cloud Front (LFL)

All distances are measured from the Source

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Maximum Distance (m) at Overpressure Level		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	568,55	568,55	568,55
Overpressure	0,1		bar	445,079	445,079	445,079
Overpressure	0,3		bar	228,379	228,379	228,379

				Supplementary Data at 0,069 bar		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	71355,7	71355,7	71355,7
Used Flammable Mass			kg	71355,7	71355,7	71355,7
Overpressure Radius			m	556,296	556,296	556,296
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	12,2546	12,2546	12,2546

				Supplementary Data at 0,1 bar		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	71355,7	71355,7	71355,7
Used Flammable Mass			kg	71355,7	71355,7	71355,7
Overpressure Radius			m	432,825	432,825	432,825
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	12,2546	12,2546	12,2546

				Supplementary Data at 0,3 bar		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	71355,7	71355,7	71355,7
Used Flammable Mass			kg	71355,7	71355,7	71355,7
Overpressure Radius			m	216,125	216,125	216,125
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	12,2546	12,2546	12,2546

### Weather Conditions

Category 2/D   Category 4/D   Category 6/D

Wind Speed	m/s	2	4	6
Pasquill Stability		D	D	D
Surface Roughness Parameter				
Atmospheric Temperature	degC	24	24	24
Surface Temperature	degC	29	29	29
Relative Humidity	fraction	0,78	0,78	0,78

## Modelagem LLX\_18-12-08

### Liberação na bacia de contenção

#### Cenário acidental 2

Cenário acidental 2: Liberação de óleo diesel marítimo na bacia de contenção

#### Base Case

### User-Defined Data

#### Material

Material Identifier	N-OCTANE
Type of Vessel	Unpressurized (at atmospheric pressure)
Pressure Specification	Pressure not used
Discharge Temperature	24 degC
Inventory of material to discharge	4,205E6 kg

#### Scenario

Type of Event	Catastrophic rupture
Phase	Liquid
Tank Head	0 m

#### Vessel/Tank

Building Wake Option	None
----------------------	------

#### Location

[Elevation	1 m]
ERPG selection	ERPG is not set
IDLH selection	IDLH is not set
STEL selection	STEL is not set
User Defined Averaging	No user defined averaging time supplied

#### Bund

Status of Bund	Bund present
Area of Dike	3426 m2
Type of Bund Surface	Dry Soil
Bund Height	1,5 m
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

#### Flammable

Method to use for explosions	TNT
Jet Fire Method	Shell

#### Dispersion

Ignition Location	No ignition location
Inventory of material to Disperse	4,205E6 kg

#### Fireball Parameters

Fireball radiation intensity level 1	5 kW/m2
Fireball radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Fireball radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

#### Jet Fire Parameters

Jet fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

#### Pool Fire Parameters

Pool fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

CASE Name: Data

### Discharge Data

#### User-Defined Quantities

Material	N-OCTANE
Temperature	24,00 degC
Pressure	1,01 bar

Inventory	4.205.000,00 kg
Scenario	Catastrophic rupture

### Calculated Quantities

**Weather:** Global Weathers\Category 2/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

**Average Values for Segment Number** 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 4/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

**Average Values for Segment Number** 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 6/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

**Average Values for Segment Number** 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

## Consequence Results

### Pool Vaporization Results

		Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
	Release Segment 1			
Release Duration	s	0,001	0,001	0,001
Liquid Rainout	fraction	1	1	1

Release Segment 1	Cloud Segment 1			
Cloud Segment Duration	s	3600	3600	3600
Pool Vaporization Rate	kg/s	1,62319	1,95519	2,17641
Total Vapor Flowrate	kg/s	1,62319	1,95519	2,17641
Maximum Pool Radius	m	33,0232	33,0232	33,0232

#### Distance to Concentration Results

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m

All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m

All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm) Averaging Time				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (65000)	18,75	s		16,5913	17,9245	18,2127
LFL (8000)	18,75	s		16,7779	18,1224	18,4106
LFL Frac (4000)	18,75	s		19,3117	23,7486	23,9789

Concentration(ppm) Averaging Time				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (65000)	18,75	s		0,217863	0	0
LFL (8000)	18,75	s		0,217863	0	0
LFL Frac (4000)	18,75	s		0	0	0

#### Fireball Hazard

	Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Fireball Flame Status	No Hazard	No Hazard	No Hazard

#### Late Pool Fire Hazard

	Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Late Pool Fire Status	Hazard	Hazard	Hazard

#### Radiation Effects: Late Pool Fire Ellipse

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Radiation Level	5	kW/m2		71,0549	84,1232	92,1032
Radiation Level	7,3	kW/m2		51,2595	59,4367	64,1049
Radiation Level	14,4	kW/m2		34,444	34,9496	35,4224

#### Flash Fire Envelope

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	4000	ppm		19,3117	23,7486	23,9789
Furthest Extent	8000	ppm		16,7779	18,1224	18,4106
				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	4000	ppm		0	0	0
Furthest Extent	8000	ppm		0,217863	0	0

#### Explosion Effects: Early Explosion

Early Explosions are assumed to be centered at the release location

Explosion Model Used : TNT

Supplied Flammable Mass			kg	Category 2/D 4,205e+006	Category 4/D 4,205e+006	Category 6/D 4,205e+006
Distance (m) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,1		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,3		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Used Mass (kg) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	0	0	0
Overpressure	0,1		bar	0	0	0
Overpressure	0,3		bar	0	0	0

### Explosion Effects: Late Ignition

Explosion Model Used : TNT

Explosion Location Criterion: Cloud Front (LFL)

All distances are measured from the Source

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Maximum Distance (m) at Overpressure Level		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	581,498	581,498	581,498
Overpressure	0,1		bar	455,33	455,33	455,33
Overpressure	0,3		bar	233,897	233,897	233,897

#### Supplementary Data at 0,069 bar

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	76673,1	76673,1	76673,1
Used Flammable Mass			kg	76673,1	76673,1	76673,1
Overpressure Radius			m	568,446	568,446	568,446
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	13,0518	13,0518	13,0518

#### Supplementary Data at 0,1 bar

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	76673,1	76673,1	76673,1
Used Flammable Mass			kg	76673,1	76673,1	76673,1
Overpressure Radius			m	442,278	442,278	442,278
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	13,0518	13,0518	13,0518

#### Supplementary Data at 0,3 bar

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	76673,1	76673,1	76673,1
Used Flammable Mass			kg	76673,1	76673,1	76673,1
Overpressure Radius			m	220,845	220,845	220,845
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	13,0518	13,0518	13,0518

### Weather Conditions

Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
--------------	--------------	--------------

Wind Speed	m/s	2	4	6
Pasquill Stability		D	D	D
Surface Roughness Parameter				
Atmospheric Temperature	degC	24	24	24
Surface Temperature	degC	29	29	29
Relative Humidity	fraction	0,78	0,78	0,78

## Modelagem LLX\_18-12-08

### Incêndio em tanque

#### Cenário acidental 3

Cenário acidental 3: Incêndio em tanque de cutter

#### Base Case

### User-Defined Data

#### Material

Material Identifier	N-HEXANE
Type of Vessel	Unpressurized (at atmospheric pressure)
Pressure Specification	Pressure not used
Discharge Temperature	24 degC
Inventory of material to discharge	3,295E6 kg

#### Scenario

Type of Event	Catastrophic rupture
Phase	Liquid
Tank Head	0 m

#### Vessel/Tank

Building Wake Option	None
----------------------	------

#### Location

[Elevation	1 m]
ERPG selection	ERPG is not set
IDLH selection	IDLH is not set
STEL selection	STEL is not set
User Defined Averaging	No user defined averaging time supplied

#### Bund

Status of Bund	Bund present
Area of Dike	315 m2
Type of Bund Surface	Dry Soil
Bund Height	16 m
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

#### Dispersion

Ignition Location	No ignition location
Inventory of material to Disperse	3,295E6 kg

#### Fireball Parameters

Fireball radiation intensity level 1	5 kW/m2
Fireball radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Fireball radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

#### Jet Fire Parameters

Jet fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

#### Pool Fire Parameters

Pool fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

#### Multi Energy Explosion

Use Unconfined Volumes	No
Use Fractions	No
Use 1st Confined Source	No
Use 2nd Confined Source	No
Use 3rd Confined Source	No
Use 4th Confined Source	No
Use 5th Confined Source	No
Use 6th Confined Source	No
Use 7th Confined Source	No

CASE Name:

Data

## Discharge Data

### User-Defined Quantities

Material	N-HEXANE
Temperature	24,00 degC
Pressure	1,01 bar
Inventory	3.295.000,00 kg
Scenario	Catastrophic rupture

### Calculated Quantities

**Weather:** Global Weathers\Category 2/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

#### Average Values for Segment Number

1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 4/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

#### Average Values for Segment Number

1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 6/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

#### Average Values for Segment Number

1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

## Consequence Results

### Pool Vaporization Results

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Release Segment 1						
Release Duration		s		0,001	0,001	0,001
Liquid Rainout		fraction		0,999997	0,999999	0,999999
Release Segment 1 Cloud Segment 1						
Cloud Segment Duration		s		3600	3600	3600
Pool Vaporization Rate		kg/s		1,70856	2,02748	2,24056
Total Vapor Flowrate		kg/s		1,70856	2,02748	2,24056
Maximum Pool Radius		m		10,0134	10,0134	10,0134

### Distance to Concentration Results

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m

All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m

All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm) Averaging Time				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (76800)	18,75	s		11,3931	10,2912	10,3442
LFL (10500)	18,75	s		27,5294	17,8612	11,9669
LFL Frac (5250)	18,75	s		45,2837	35,8449	30,0321

Concentration(ppm) Averaging Time				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (76800)	18,75	s		0,804491	0,951225	0,951322
LFL (10500)	18,75	s		0	0	0,564289
LFL Frac (5250)	18,75	s		0	0	0,000908504

### Fireball Hazard

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Fireball Flame Status				No Hazard	No Hazard	No Hazard

### Late Pool Fire Hazard

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Late Pool Fire Status				Hazard	Hazard	Hazard

### Radiation Effects: Late Pool Fire Ellipse

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Radiation Level	5	kW/m2		37,8553	44,1729	47,2823
Radiation Level	7,3	kW/m2		28,533	34,7456	38,5985
Radiation Level	14,4	kW/m2		14,4495	16,3902	17,4103

### Flash Fire Envelope

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	5250	ppm		45,2837	35,8449	30,0321
Furthest Extent	10500	ppm		27,5294	17,8612	11,9669
				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	5250	ppm		0	0	0,000908504
Furthest Extent	10500	ppm		0	0	0,564289

### Explosion Effects: Early Explosion

Early Explosions are assumed to be centered at the release location

Explosion Model Used : TNT

Supplied Flammable Mass			kg	Category 2/D 1,977e+006	Category 4/D 1,977e+006	Category 6/D 1,977e+006
Distance (m) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,1		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,3		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Used Mass (kg) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	0	0	0
Overpressure	0,1		bar	0	0	0
Overpressure	0,3		bar	0	0	0

### Explosion Effects: Late Ignition

Explosion Model Used : TNT

Explosion Location Criterion: Cloud Front (LFL)

All distances are measured from the Source

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Maximum Distance (m) at Overpressure Level		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	477,031	477,031	477,031
Overpressure	0,1		bar	373,435	373,435	373,435
Overpressure	0,3		bar	191,616	191,616	191,616
Supplementary Data at 0,069 bar						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	42147,3	42147,3	42147,3
Used Flammable Mass			kg	42147,3	42147,3	42147,3
Overpressure Radius			m	466,752	466,752	466,752
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	10,2793	10,2793	10,2793
Supplementary Data at 0,1 bar						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	42147,3	42147,3	42147,3
Used Flammable Mass			kg	42147,3	42147,3	42147,3
Overpressure Radius			m	363,155	363,155	363,155
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	10,2793	10,2793	10,2793
Supplementary Data at 0,3 bar						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	42147,3	42147,3	42147,3
Used Flammable Mass			kg	42147,3	42147,3	42147,3
Overpressure Radius			m	181,336	181,336	181,336
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10

- Cloud Front/Centre	m	0	0	0
- Explosion Centre	m	10,2793	10,2793	10,2793

#### Weather Conditions

		Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Wind Speed	m/s	2	4	6
Pasquill Stability		D	D	D
Surface Roughness Parameter				
Atmospheric Temperature	degC	24	24	24
Surface Temperature	degC	29	29	29
Relative Humidity	fraction	0,78	0,78	0,78

## Modelagem LLX\_18-12-08

### Incêndio em tanque

#### Cenário acidental 4

Cenário acidental 4: Incêndio em tanque de óleo diesel marítimo

#### Base Case

#### User-Defined Data

##### Material

Material Identifier	N-OCTANE
Type of Vessel	Unpressurized (at atmospheric pressure)
Pressure Specification	Pressure not used
Discharge Temperature	24 degC
Inventory of material to discharge	4,205E6 kg

##### Scenario

Type of Event	Catastrophic rupture
Phase	Liquid
Tank Head	0 m

##### Vessel/Tank

Building Wake Option	None
----------------------	------

##### Location

[Elevation	1 m]
ERPG selection	ERPG is not set
IDLH selection	IDLH is not set
STEL selection	STEL is not set
User Defined Averaging	No user defined averaging time supplied

##### Bund

Status of Bund	Bund present
Area of Dike	315 m2
Type of Bund Surface	Dry Soil
Bund Height	16 m
[Bund Failure Modeling	Bund cannot fail]

##### Dispersion

Ignition Location	No ignition location
Inventory of material to Disperse	4,205E6 kg

##### Fireball Parameters

Fireball radiation intensity level 1	5 kW/m2
Fireball radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Fireball radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

##### Jet Fire Parameters

Jet fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Jet fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

##### Pool Fire Parameters

Pool fire radiation intensity level 1	5 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 2	7,3 kW/m2
Pool fire radiation intensity level 3	14,4 kW/m2

##### Multi Energy Explosion

Use Unconfined Volumes	No
Use Fractions	No
Use 1st Confined Source	No
Use 2nd Confined Source	No
Use 3rd Confined Source	No
Use 4th Confined Source	No
Use 5th Confined Source	No
Use 6th Confined Source	No
Use 7th Confined Source	No

CASE Name:

Data

## Discharge Data

### User-Defined Quantities

Material	N-OCTANE
Temperature	24,00 degC
Pressure	1,01 bar
Inventory	4.205.000,00 kg
Scenario	Catastrophic rupture

### Calculated Quantities

**Weather:** Global Weathers\Category 2/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

#### Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 4/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

#### Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

**Weather:** Global Weathers\Category 6/D

Mass Flow of Air (Vent from Vapor Space Only)	n/a
---	-----

#### Average Values for Segment Number 1

Liquid Fraction	1,00 fraction
FinalTemperature	24,00 degC
Final Velocity	0,00 m/s
Droplet Diameter	10,00 mm
Continuous Release Data:	
Mass Flowrate	n/a kg/s
Release Duration	n/a s
Orifice Velocity	n/a m/s
Exit Pressure	n/a bar
Exit Temperature	n/a degC
Discharge Coefficient	n/a
Expanded Radius	n/a m

## Consequence Results

### Pool Vaporization Results

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Release Segment 1						
Release Duration		s		0,001	0,001	0,001
Liquid Rainout		fraction		1	1	1
Release Segment 1 Cloud Segment 1						
Cloud Segment Duration		s		3600	3600	3600
Pool Vaporization Rate		kg/s		0,167646	0,203283	0,22054
Total Vapor Flowrate		kg/s		0,167646	0,203283	0,22054
Maximum Pool Radius		m		10,0134	10,0134	10,0134

### Distance to Concentration Results

The height for user defined concentrations is the user defined height 0 m

All toxic results are reported at the toxic effect height 0 m

All flammable results are reported at the cloud centreline height

Concentration(ppm) Averaging Time				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (65000)	18,75	s		13,1752	14,317	12,535
LFL (8000)	18,75	s		13,3232	14,4748	12,6725
LFL Frac (4000)	18,75	s		13,825	14,8781	12,7052

Concentration(ppm) Averaging Time				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
UFL (65000)	18,75	s		0,217732	0	0,564225
LFL (8000)	18,75	s		0,217732	0	0,564225
LFL Frac (4000)	18,75	s		0	0	0,564225

### Fireball Hazard

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Fireball Flame Status				No Hazard	No Hazard	No Hazard

### Late Pool Fire Hazard

				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Late Pool Fire Status				Hazard	Hazard	Hazard

### Radiation Effects: Late Pool Fire Ellipse

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Radiation Level	5	kW/m2		35,6058	40,5128	42,3502
Radiation Level	7,3	kW/m2		28,1282	33,6388	36,3702
Radiation Level	14,4	kW/m2		14,6293	16,6624	17,6053

### Flash Fire Envelope

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Distance (m)		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	4000	ppm		13,825	14,8781	12,7052
Furthest Extent	8000	ppm		13,3232	14,4748	12,6725
				Heights (m) for above distances		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Furthest Extent	4000	ppm		0	0	0,564225

Furthest Extent	8000	ppm	0,217732	0	0,564225
-----------------	------	-----	----------	---	----------

### Explosion Effects: Early Explosion

Early Explosions are assumed to be centered at the release location

Explosion Model Used : TNT

Supplied Flammable Mass			kg	Category 2/D 1,977e+006	Category 4/D 1,977e+006	Category 6/D 1,977e+006
Distance (m) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,1		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Overpressure	0,3		bar	No Hazard	No Hazard	No Hazard
Used Mass (kg) at Overpressure Levels						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	0	0	0
Overpressure	0,1		bar	0	0	0
Overpressure	0,3		bar	0	0	0

### Explosion Effects: Late Ignition

Explosion Model Used : TNT

Explosion Location Criterion: Cloud Front (LFL)

All distances are measured from the Source

All flammable results are reported at the cloud centreline height

				Maximum Distance (m) at Overpressure Level		
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Overpressure	0,069		bar	448,46	448,46	448,46
Overpressure	0,1		bar	351,158	351,158	351,158
Overpressure	0,3		bar	180,386	180,386	180,386
Supplementary Data at 0,069 bar						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	35169,2	35169,2	35169,2
Used Flammable Mass			kg	35169,2	35169,2	35169,2
Overpressure Radius			m	438,392	438,392	438,392
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	10,0682	10,0682	10,0682
Supplementary Data at 0,1 bar						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	35169,2	35169,2	35169,2
Used Flammable Mass			kg	35169,2	35169,2	35169,2
Overpressure Radius			m	341,09	341,09	341,09
Distance to:						
- Ignition Source			m	10	10	10
- Cloud Front/Centre			m	0	0	0
- Explosion Centre			m	10,0682	10,0682	10,0682
Supplementary Data at 0,3 bar						
				Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Supplied Flammable Mass			kg	35169,2	35169,2	35169,2
Used Flammable Mass			kg	35169,2	35169,2	35169,2
Overpressure Radius			m	170,318	170,318	170,318
Distance to:						

- Ignition Source	m	10	10	10
- Cloud Front/Centre	m	0	0	0
- Explosion Centre	m	10,0682	10,0682	10,0682

#### Weather Conditions

		Category 2/D	Category 4/D	Category 6/D
Wind Speed	m/s	2	4	6
Pasquill Stability		D	D	D
Surface Roughness Parameter				
Atmospheric Temperature	degC	24	24	24
Surface Temperature	degC	29	29	29
Relative Humidity	fraction	0,78	0,78	0,78