

CENÁRIO A - INCÊNDIO DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL NO ARMAZÉM DE QUÍMICOS/TINTAS**Nota prévia**

Os produtos inflamáveis presentes no Armazém de químicos/tintas são em regra produtos estáveis à temperatura ambiente podendo, no entanto, ocorrer a sua decomposição com a libertação de vários produtos, nomeadamente óxidos de azoto (NO_x), óxidos de enxofre (SO_x), ácido fluorídrico (HF), ácido bromídrico (HBr), ácido clorídrico (HCl), dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O) a temperaturas elevadas como seja as que se podem gerar no decurso de um incêndio que afete esta área.

Assim, no caso de ocorrência de um incêndio que afete direta ou indiretamente a área de armazenagem destas substâncias, e partindo da situação mais desfavorável que corresponde a encontrarem-se armazenados na zona de incêndio cerca de 6 toneladas de substâncias inflamáveis, considera-se que se encontra caracterizado um acidente deste tipo, no que se refere aos efeitos nocivos dos fumos e gases libertados, se forem modelados efeitos e respetivas consequências do principal componente perigoso dos referidos fumos e gases gerados na combustão/decomposição dos produtos presentes.

Para a modelação deste cenário foram assumidos os seguintes pressupostos:

- Estão armazenados no local do incêndio cerca de 6 toneladas de substâncias perigosas inflamáveis embaladas que se considerou estarem envolvidos na sua totalidade na combustão;
- Relativamente à composição dos fumos/gases libertados foram tomados como referencia os resultados apresentados no documento *Risk Analysis Methodology for CPR-15 Establishments*, TNO, 1997, nomeadamente a fórmula de composição média dos produtos derivados da combustão de vários produtos. Tendo em consideração a massa molecular relativa de cada um dos elementos, obtiveram-se as seguintes percentagens relativas de cada um dos produtos da combustão que poderão estar presentes nos fumos/gases libertados: cerca de 53% de CO_2 , onde se incluem todos os restantes resíduos carbonosos, queimados e/ou não queimados, 26% de H_2O , 18% de HCl, que inclui o HF e o HBr, 1,3% de NO_2 , que inclui todos os NO_x , 1,2% de N_2 e 1% de SO_2 e outros compostos sem expressão.
- A taxa de combustão dos produtos presentes foi fixada em $0,025 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ (de acordo com o referido no documento *Risk Analysis Methodology for CPR-15 Establishments*, TNO, 1997). No caso vertente, considerou-se uma taxa de combustão de $2,0 \text{ kg/s}$, por a área dedicada à armazenagem de produtos inflamáveis no Armazém de químicos/tintas ser de aproximadamente 80 metros quadrados.

Neste sentido e por se considerar o HCl como a substância com potencial de provocar danos graves, referir-se-ão apenas as consequências previsíveis referentes à dispersão do ácido clorídrico, para as quantidades máximas de substâncias perigosas armazenadas e nas condições atmosféricas consideradas.~

O cenário que a seguir se descreve considera ainda a libertação de fumos e gases como ocorrendo a céu aberto, não tendo em linha de conta o facto de o incêndio ser enclausurado pelas estruturas do edifício em que se encontram armazenados os produtos, o que limitará consideravelmente a sua libertação.

CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DO ACIDENTE

- Quantidade máxima de produtos em combustão em simultâneo - 6 000 kg
- Condições atmosféricas:
 - Estabilidade: D
 - Vento: NW - 5 m/s;
 - Temperatura: 17°C;
- O calor produzido num incêndio ocorrido nesta zona de armazenagem provoca a decomposição de parte dos produtos aí armazenados o que ocasiona uma libertação prolongada de vários produtos, entre os quais o ácido clorídrico.

PROBABILIDADE

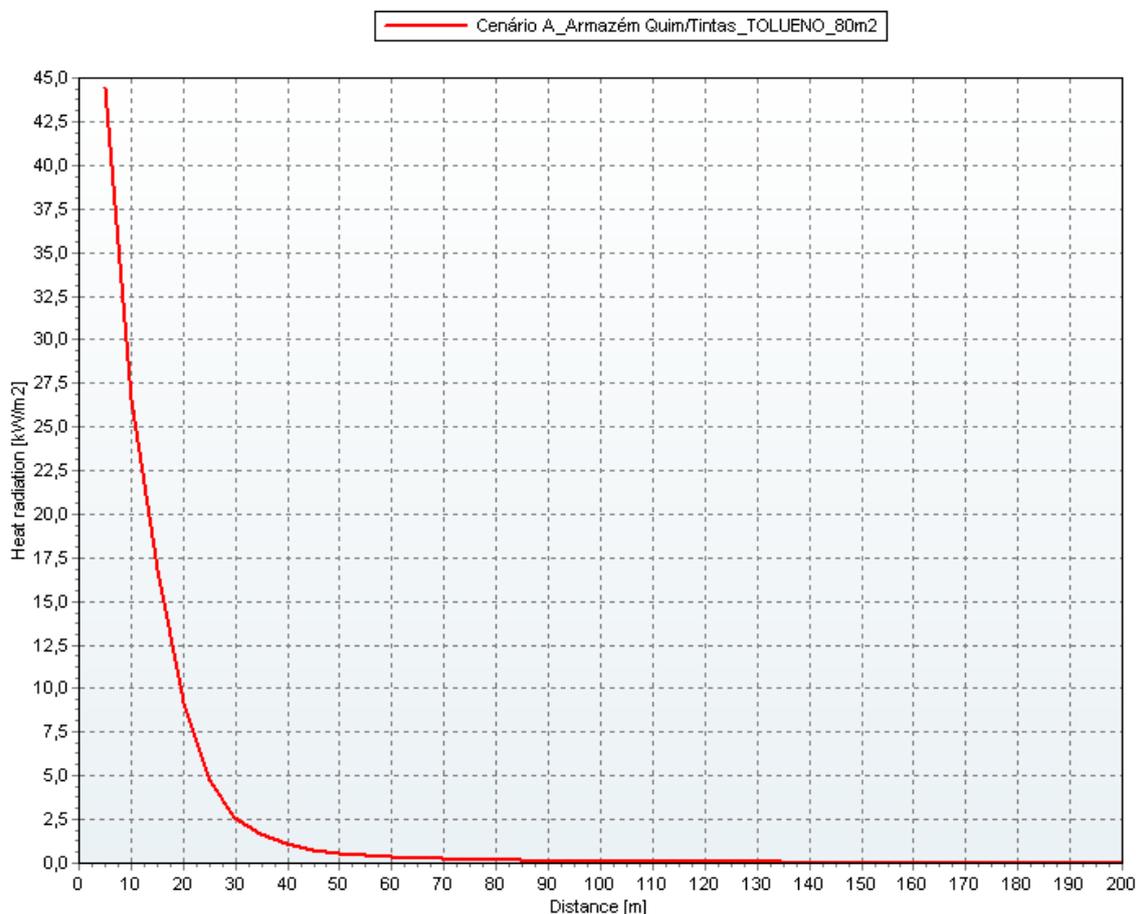
1,80E-04/ano

EFEITOS FÍSICOS

Considerando a hipótese de incêndio e devido às características de combustibilidade dos produtos armazenados considerou-se, após a análise da constituição das substâncias perigosas presentes, que o produto mais representativo seria o tolueno. Este produto é o que tem mais expressividade, em termos de quantidade e peso percentual, na composição das substâncias inflamáveis presentes no Armazém de químicos/tintas. Assim considerando os pressupostos e condições já referidos, obtiveram-se os seguintes resultados:

INCÊNDIO DO DERRAME - *POOL FIRE (Effects 9.0.23 - TNO)*

Comprimento da chama	15 m
Distância para a radiação de 5,0 kW/m ²	24,6 m
Distância para a radiação de 7,0 kW/m ²	22,4 m
Emissividade da chama	47 kW/m ²



LIBERTAÇÃO DE FUMOS E GASES (DOSE TÓXICA)

Este cenário dará origem a uma libertação de fumos e gases diversos, incluindo ácido clorídrico, a partir do incêndio, originando uma nuvem que se deslocará, arrastada pelo vento, segundo a sua direção. Para os cálculos das consequências de um cenário deste tipo foi assumido que a libertação de ácido clorídrico se mantém constante durante todo o período em que ocorre o incêndio.

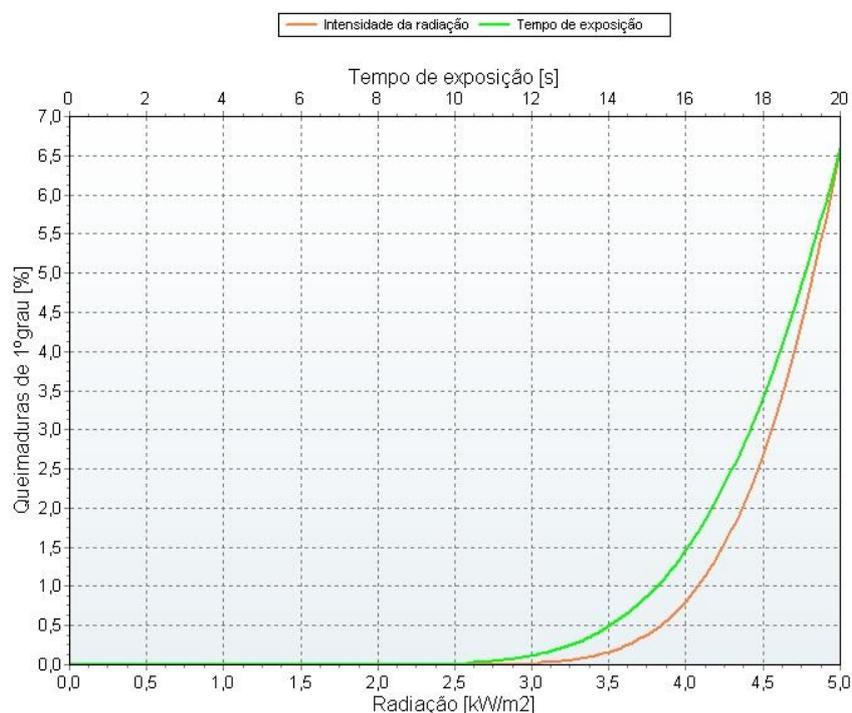
Tendo em conta o pressuposto assumidos e definidos anteriormente teremos uma libertação constante de ácido clorídrico a uma taxa de 0,36 kg/s ao longo todo o tempo de duração do incêndio, durante o qual ocorrerá a dispersão na atmosfera de uma nuvem de ácido clorídrico alimentada pelo incêndio a um valor constante. Após o término do incêndio, considera-se que ocorrerá a dispersão de uma nuvem não alimentada.

DISPERSÃO: ATMOSFERA TÓXICA - *NEUTRAL GAS DISPERSION: CONCENTRATION* (Effects 9.0.23 - TNO)

Distância a que se faz sentir a concentração AEGL-2 (22 ppm)	458 m
Largura máxima da área > AEGL-2	54 m
Distância a que se faz sentir a concentração AEGL-3 (100 ppm)	184 m
Largura máxima da área > AEGL-3	24 m

CONSEQUÊNCIAS

No que se refere aos efeitos do incêndio, em termos de danos pessoais, não se preveem consequências para indivíduos por ação da radiação incidente. Com efeito, a cerca de 24,6 metros do local do incêndio onde se prevê que possa ocorrer uma radiação incidente de 5,0 kW/m², os danos pessoais estimados apontam para uma probabilidade de 6,5% de ocorrência de queimaduras do primeiro grau para um tempo de exposição de 20 segundos. Considerando 20 segundos como tempo suficiente para as pessoas se abrigarem da radiação incidente, verifica-se que para intensidades de radiação inferiores a 3,0 kW/m², correspondente a cerca de 29 metros do incêndio, não são de esperar danos significativos (queimaduras 1º grau). De igual forma, não serão significativas as consequências resultantes de uma exposição com uma duração inferior a 12 segundos, como se pode observar no gráfico seguinte.



Relativamente às consequências decorrentes da dispersão atmosférica verifica-se que poderão ser atingidas áreas fora do estabelecimento por concentrações iguais ou superiores a AEGL3 definidos para uma hora de exposição, nomeadamente as habitações mais próximas e a autoestrada A17.

Importa, contudo, referir que os limiares de AEGL representam uma dose uma vez que consideram uma exposição ao valor de concentração de referência por um período de 60 minutos. No entanto, o tempo de exposição das pessoas aos valores de concentração de referência utilizados será inferior aos 60 minutos considerados para caracterização das consequências, pelo que a dose absorvida pelas pessoas será inferior o que implica que as consequências para os valores de concentração referidos serão igualmente menores.

Também importará realçar, que os alcances obtidos, não tomaram em consideração o facto de o incêndio ser enclausurado pela estrutura do armazém de químicos/tintas onde estão estas substâncias perigosas, o que contribui para que as propagações reais e as suas consequências sejam bastante menores que as obtidas nas modelações teóricas, pois as estruturas edificadas irão reter as eventuais propagações. dos efeitos obtidos na modelação do cenário.

OUTPUTS

Case description: Cenário A_Armazém Quim/Tintas

Model: Pool fire

Parameters

Inputs

Chemical name	TOLUENE (DIPPR)
Pool size determination	Confined
Total mass released (kg)	6000
<i>Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
<i>Duration of the release (s)</i>	
Pool surface poolfire (m ²)	80
Height of the receiver (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Temperature of the pool (°C)	17
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Distance from centre of the pool (Xd) (m)	1000
Calculate contours for	Physical effects
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m ²)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m ²)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m ²)	12,5

Results

Max Diameter of the Pool Fire (m)	10,093
Heat radiation at X (kW/m ²)	0,00056261
Heat radiation first contour at (m)	24,633
Heat radiation second contour at (m)	22,408
Heat radiation third contour at (m)	17,815
Combustion rate (kg/s)	5,904
Duration of the pool fire (s)	1016,3
Heat emission from fire surface (kW/m ²)	46,671
Flame tilt (deg)	54,724
View factor (-)	2,7883E-05
Atmospheric transmissivity (%)	43,234
Flame temperature (°C)	681,37
Length of the flame (m)	14,7
Calculated pool surface area (m ²)	80
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	334,48
Weight ratio of H ₂ O/chemical (%)	78,254

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Cenário A_Armazém Quim/Tintas_Fumo_HCl
Model: Neutral Gas Dispersion: Concentration
Parameters

Inputs	Cenário A_Armazém Quim/Tintas_Fumo_HCl_AEGL2	Cenário A_Armazém Quim/Tintas_Fumo_HCl_AEGL3
Chemical name	HYDROGEN CHLORIDE (YAWS)	HYDROGEN CHLORIDE (YAWS)
Type of neutral gas release	Semi-continuous	Semi-continuous
<i>Total mass released (kg)</i>		
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,36	0,36
Duration of the release (s)	3600	3600
Z-coordinate (height) of release (m)	0	0
Pasquill stability class	D (Neutral)	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	3600	3600
Distance from release (Xd) (m)	10000	10000
Height (Zd) (m)	1,5	1,5
Predefined concentration	User defined	User defined
Threshold concentration (ppm (vol))	22	100

Results	Cenário A_Armazém Quim/Tintas_Fumo_HCl_AEGL2	Cenário A_Armazém Quim/Tintas_Fumo_HCl_AEGL3
Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m ³)	0,19579	0,19579
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m ³)	8460,7	8460,7
...at distance (m)	9,285	9,285
Mixing height used (m)	500	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,84462	0,84462
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,58041	0,58041
Maximum distance to threshold concentration (m)	457,82	183,86
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0	0

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22-07-1999

CENÁRIO B - INCÊNDIO DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL NO PARQUE DE RESÍDUOS
CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DO ACIDENTE

- Quantidade máxima de resíduos - 3 250 kg
- Condições atmosféricas:
 - Estabilidade: D
 - Vento: NW - 5 m/s;
 - Temperatura: 17°C;

PROBABILIDADE

5,00E-04/ano

Nota prévia

Os resíduos inflamáveis presentes no Parque de resíduos constituem lamas de solventes resultantes da limpeza de máquina com diluente *soft* água e analisando a ficha de dados de segurança desta substância verifica-se que esta apresenta na sua composição cerca de 50-75% de acetato de metilo (Flam. Liq. 2, H225). Neste sentido a substância utilizada, para efeitos de modelação do presente cenário, foi o acetato de metilo.

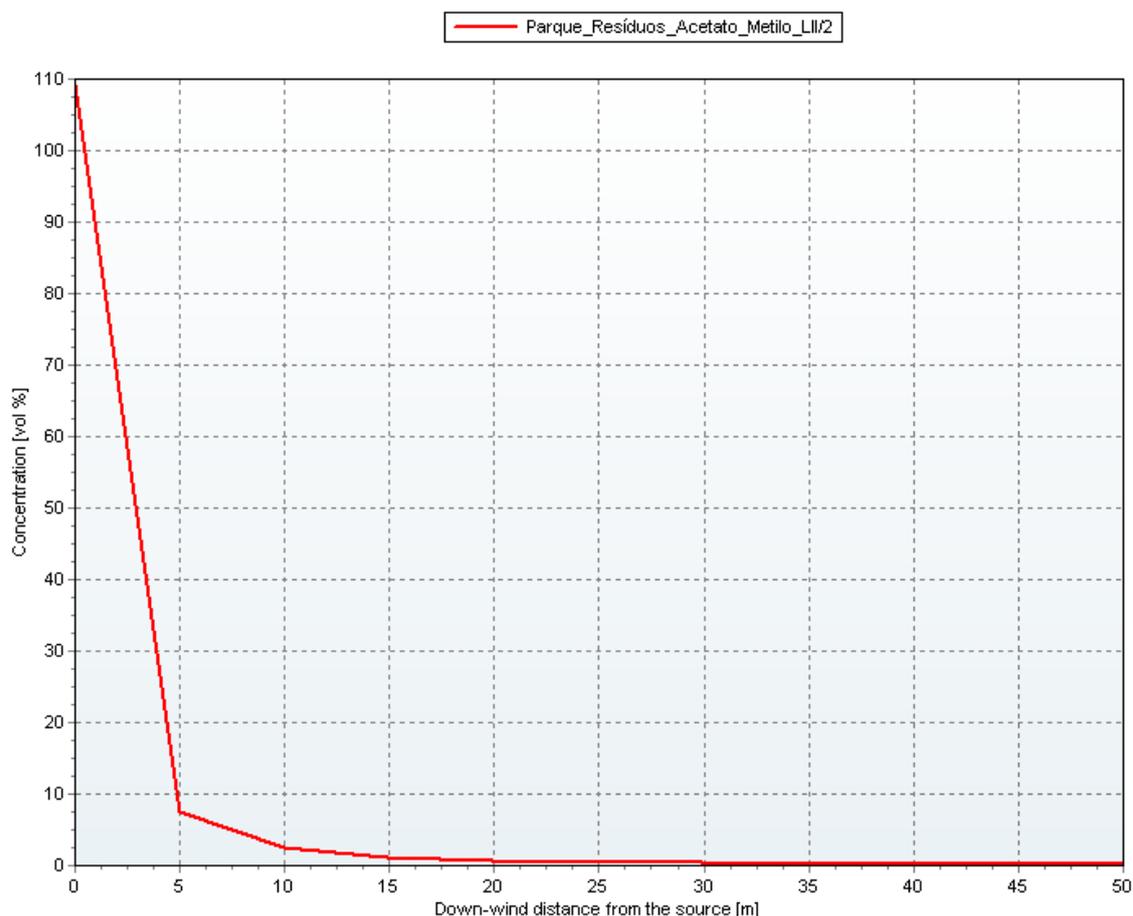
EFEITOS
DERRAME - POOL EVAPORATION (Effects 9.0.23 - TNO)

Área da bacia de retenção	139 m ²
Área máxima do derrame	112 m ²
Diâmetro representativo do derrame	12 m
Taxa de vaporização representativa	0,71 kg/s
Duração da vaporização	1740 s

DISPERSÃO: ATMOSFERA INFLAMÁVEL - NEUTRAL GAS DISPERSION: CONCENTRATION (Effects 9.0.23 - TNO)

Comprimento da pluma segundo a direção do vento - LII/2 (1,55 %)	13 m
Largura máxima da pluma - LII/2 (1,55 %)	1,1 m

Ocorrerá numa área, fora da zona do derrame de cerca de 1 metro (diâmetro representativo do derrame de cerca de 12 m), em que se poderá formar uma mistura de vapores inflamáveis com uma concentração igual ou superior a metade do LII. Assim, para que ocorra a inflamação da nuvem as fontes de ignição terão necessariamente de ter origem no local o que reduz significativamente a probabilidade de ignição da nuvem.



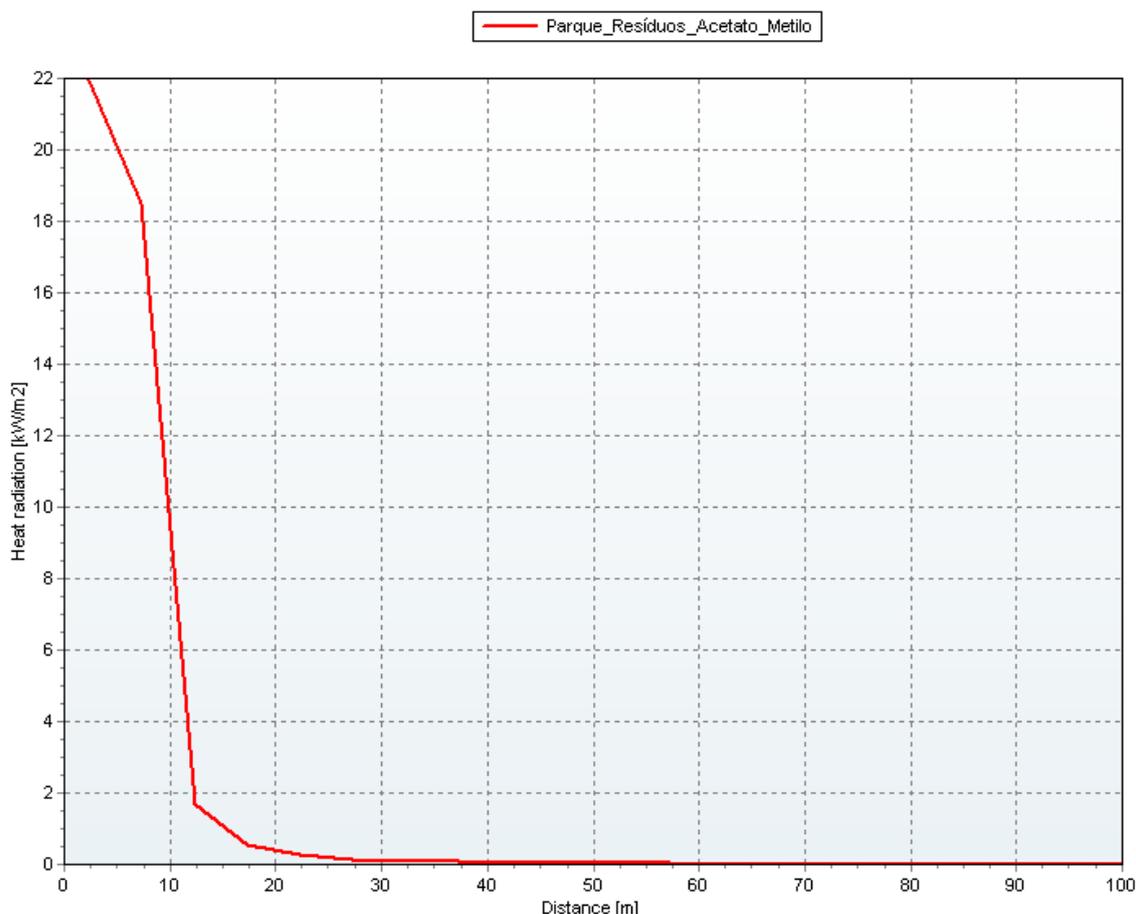
MASSA EXPLOSIVA - EXPLOSIVE MASS (Effects 9.0.23 - TNO)

Massa no domínio de inflamabilidade

Inferior a 1 kg, não sendo assim de prever a ocorrência de formação de uma nuvem de massa explosiva

INCÊNDIO DO DERRAME - POOL FIRE (Effects 9.0.23 - TNO)

Comprimento da chama	5,3 m
Distância para a radiação de 5,0 kW/m ²	11,3 m
Distância para a radiação de 7,0 kW/m ²	10,7 m
Emissividade da chama	25,9 kW/m ²

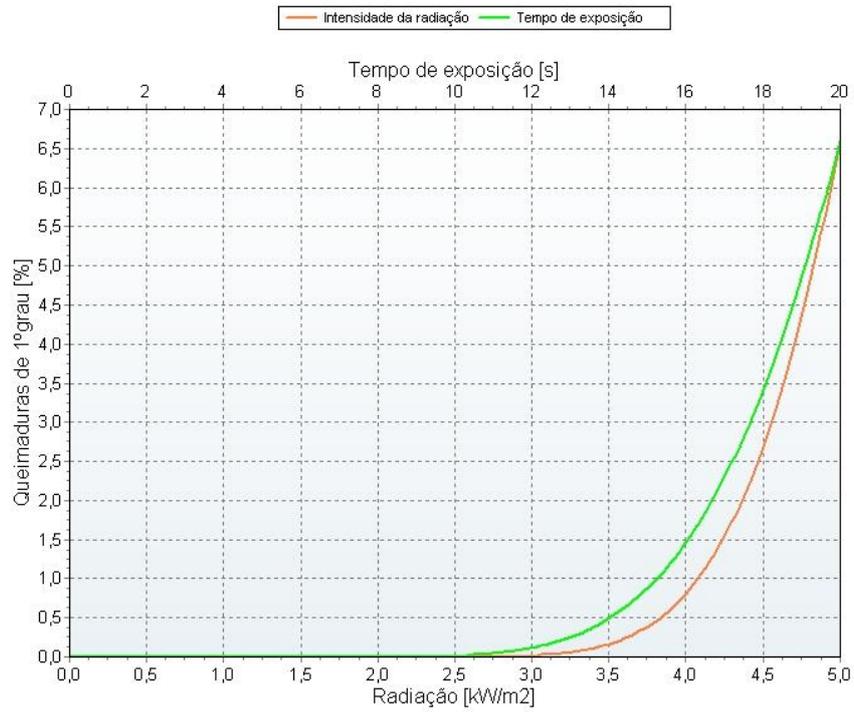


CONSEQUÊNCIAS

Consequências para o Homem

No que se refere às consequências decorrentes da dispersão de uma atmosfera inflamável não é expectável a formação de uma nuvem de vapores inflamáveis fora da zona do derrame.

No que diz respeito às consequências dos efeitos da radiação verifica-se que estes ficarão contidos dentro dos limites do estabelecimento, não se prevendo consequências relevantes no exterior. Em termos de danos pessoais, decorrentes das consequências do incêndio do derrame, prevê-se que possam ocorrer danos na área de ocorrência das chamas. Fora da área de ocorrência das chamas poderão ocorrer queimaduras do primeiro grau a pessoas expostas por períodos iguais ou superiores a 20 segundos em locais onde se faça sentir um nível de radiação incidente superior a 3,0 kW/m², ou seja, a uma distância inferior a 11,9 metros do centro do incêndio do derrame, não sendo de prever outros tipos de danos pessoais. Com efeito, conforme se pode observar no gráfico seguinte, para uma radiação incidente de 5,0 kW/m² (a cerca de 11,3 metros do local do incêndio), os danos pessoais estimados apontam para uma probabilidade de 6,5% de ocorrência de queimaduras do primeiro grau para um tempo de exposição de 20 segundos.



OUTPUTS

Case description: Parque_Resíduos_Acetato_Metilo

Model: Pool evaporation

Parameters

Inputs

Chemical name	METHYL ACETATE (DIPPR)
Evaporation from land or water	Land
Type of release in pool	Instantaneous
<i>Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
<i>Duration of the release (s)</i>	
Total mass released (ton (metric))	3,25
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
<i>Type of pool growth on Water</i>	
Temperature of the pool (°C)	17
Maximum pool surface area (m ²)	139
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
<i>Solar heat radiation flux (W/m²)</i>	

Results

Heat flux from solar radiation (kW/m ²)	0,47283
Time pool spreading ends (s)	4,5
Time until pool has totally evaporated (s)	
Purple book representative evaporation rate (kg/s)	0,70708
Purple book representative evaporation duration (s)	1740,1
Representative temperature (°C)	16,912
Representative pool diameter (m)	11,956
Density after mixing with air (kg/m ³)	1,257
Total evaporated mass (kg)	1230,4
... duration evaporation time (s)	3599,5
Corresponding representative pool surface area (m ²)	112,26

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Parque_Resíduos_Acetato_Metilo_LII/2
Model: Neutral Gas Dispersion: Concentration
Parameters

Inputs

Chemical name	METHYL ACETATE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Semi-continuous
Total mass released (kg)	3250
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,70708
Duration of the release (s)	3600
Z-coordinate (height) of release (m)	0
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	600
Distance from release (Xd) (m)	1000
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,55

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m ³)	35,118
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m ³)	3,3698E06
...at distance (m)	0,45515
Mixing height used (m)	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,84462
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,58041
Maximum distance to threshold concentration (m)	13,211
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Parque_Resíduos_Acetato_Metilo
Model: Neutral Gas Dispersion: Explosive mass
Parameters

Inputs

Chemical name	METHYL ACETATE (DIPPR)
Type of neutral gas release	Continuous
Total mass released (kg)	3250
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,70708
Duration of the release (s)	1740,1
Z-coordinate (height) of release (m)	0
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	

Results

Explosive mass at time t (kg)	0,48913
Height to LEL at time t (m)	1
Length of cloud (between LEL) at time t (m)	8,59
Width of cloud (between LEL) at time t (m)	0,75858
Offset between release location and LEL at time t (m)	0,01
Maximum explosive mass (kg)	0,48913
...at time tmem (s)	0
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (s)	0
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (s)	0
Length of cloud (between LEL) at time tmem (m)	8,59
Width of cloud (between LEL) at time tmem (m)	0,75858
Offset between release location and LEL at time tmem (m)	0,01
Maximum area of explosive cloud (m2)	5,0904
...at time tmac (s)	0
Explosive mass at time tmac (kg)	0,48913
Length of cloud (between LEL) at time tmac (m)	8,59
Width of cloud (between LEL) at time tmac (m)	0,75858
Offset between release location and LEL at time tmac (m)	0,01
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (m)	4,305
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0
Mixing height used (m)	500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (m/s)	0,84462
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (m/s)	0,58041

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Parque_Resíduos_Acetato_Metilo
Model: Pool fire
Parameters

Inputs

Chemical name	METHYL ACETATE (DIPPR)
Pool size determination	Unconfined fixed feed
<i>Total mass released (kg)</i>	3250
Mass flow rate of the source (kg/s)	0,70708
Duration of the release (s)	3600
Max. pool surface poolfire (m ²)	139
Height of the receiver (m)	1,5
<i>Height of the confined pool above ground level (m)</i>	
Temperature of the pool (°C)	17
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Distance from centre of the pool (Xd) (m)	1000
Calculate contours for	Physical effects
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m ²)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m ²)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m ²)	12,5

Results

Max Diameter of the Pool Fire (m)	4,6242
Heat radiation at X (kW/m ²)	4,4483E-05
Heat radiation first contour at (m)	11,311
Heat radiation second contour at (m)	10,717
Heat radiation third contour at (m)	9,0848
Combustion rate (kg/s)	0,67272
Duration of the pool fire (s)	3783,9
Heat emission from fire surface (kW/m ²)	25,949
Flame tilt (deg)	57,373
View factor (-)	4,2236E-06
Atmospheric transmissivity (%)	40,587
Flame temperature (°C)	552,5
Length of the flame (m)	5,2696
Calculated pool surface area (m ²)	16,795
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of SO ₂ /chemical (%)	0
Weight ratio of CO ₂ /chemical (%)	178,25
Weight ratio of H ₂ O/chemical (%)	72,98

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

CENÁRIO C - ROTURA TOTAL DA LINHA ASSOCIADA AO RESERVATÓRIO DE PROPANO
CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DO ACIDENTE

- Capacidade máxima do reservatório: 22 m³
- Diâmetro da linha: 50,8 mm
- Temperatura do produto: ambiente
- Pressão: pressão de vapor
- Condições atmosféricas
 - Vento - NW - 5 m/s
 - Estabilidade - D
 - Temperatura - 17 °C
- Duração da descarga - 60 minutos (valor assumido para efeitos de modelação)

PROBABILIDADE

Derrame/Dispersão: 4,50E-06/ano

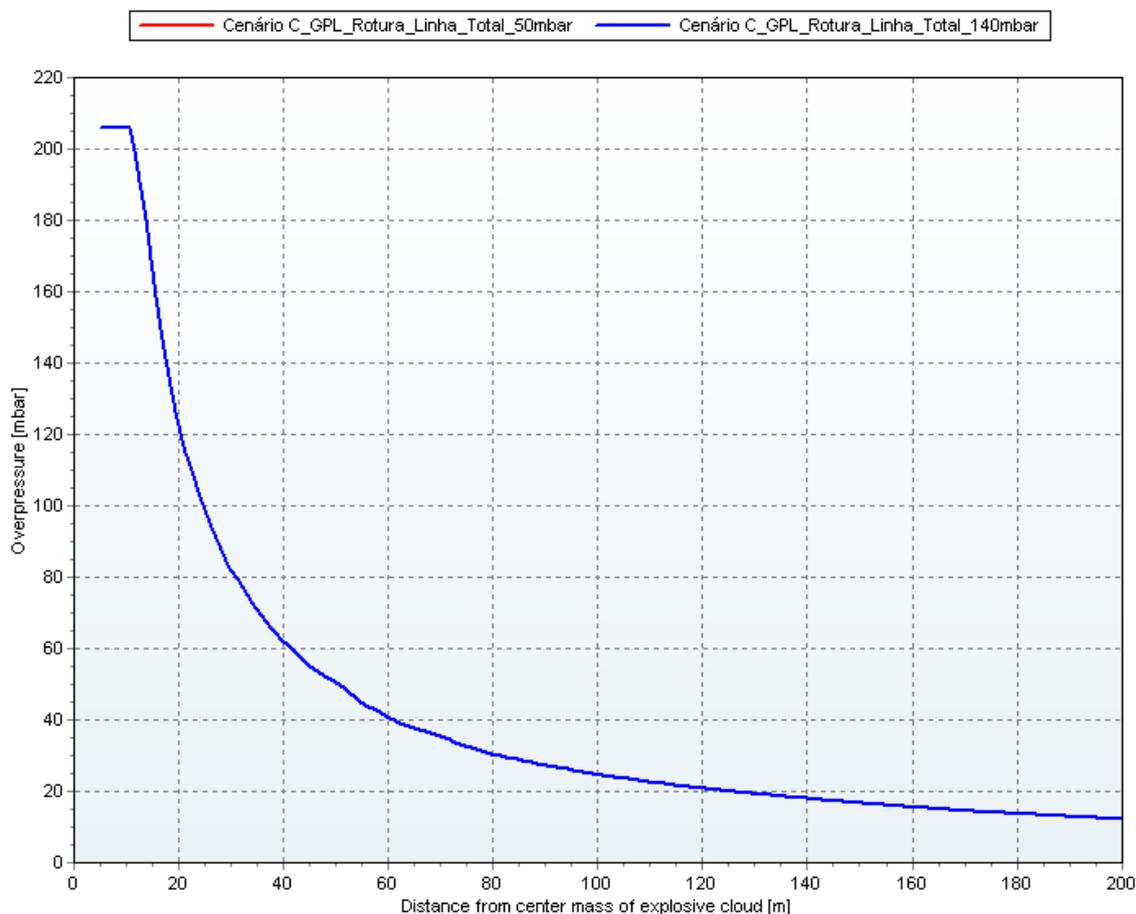
EFEITOS

DESCARGA - LIQUEFIED GAS BOTTOM DISCHARGE (TPDIS MODEL) (Effects 9.0.23 - TNO)

Caudal representativo	13,9 kg/s
Quantidade libertada (60 minutos)	8879 kg

DISPERSÃO DO JATO - DENSE GAS DISPERSION: CONCENTRATION (Effects 9.0.23 - TNO)

Comprimento da pluma segundo a direção do vento (a partir do ponto de libertação) - LII/2 (1,05%)	107 m
Largura máxima da pluma - LII/2 (1,05%)	28,3 m



CONSEQUÊNCIAS

Verifica-se que não é expectável que a formação de uma nuvem de vapores inflamáveis, em consequência da libertação do propano, atinga zonas habitacionais. No limite poderá alcançar a estrada municipal M585 que se desenvolve ao longo do perímetro sul do estabelecimento.

Relativamente às consequências decorrentes da sobrepressão verifica-se também que para valores de 50 mbar poderá, no limite, ser atingida a estrada municipal M585, a sul do estabelecimento.

LEGENDA

 140 bar

OUTPUTS

Case description: Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total
Model: Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of vessel outflow	Release from vessel through (a hole in) pipe
Pipeline length (m)	1
Pipeline diameter (mm)	50,8
Hole diameter (mm)	50,8
Height difference between pipe entrance and exit (m)	0
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m ³)	22
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	9
Filling degree (%)	80
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7,7319
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600

Results

Initial mass in vessel (kg)	8934,5
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
<i>Time needed to empty vessel (s)</i>	813,91
Massflowrate at time t (kg/s)	0
Total mass released at time t (kg)	8879,3
Pressure in vessel at time t (bar)	1,0151
Temperature in vessel at time t (°C)	-49,72
VapourMass fraction at time t (%)	100
Liquid mass in vessel at time t (kg)	0
Vapour mass in vessel at time t (kg)	55,233
Height of liquid at time t (m)	0
Fillingdegree at time t (%)	0
Exit pressure at time t (bar)	1,0151
Exit temperature at time t (°C)	-49,72
Maximum mass flow rate (kg/s)	14,017
Representative release rate (kg/s)	13,881
Representative outflow duration (s)	644
Representative temperature (°C)	5,5012
Representative pressure at exit (bar)	5,5987
Representative vapour mass fraction (-)	0,033176

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Tota_LII/2
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration
Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	8879,3
Mass flow rate of the source (kg/s)	13,881
Duration of the release (s)	3600
Initial liquid mass fraction (%)	0
Fixed pool surface (m ²)	
Diameter of expanded jet (m)	1
Temperature after release (°C)	5,5012
Z-coordinate (height) of release (m)	1
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	600
Distance from release (Xd) (m)	200
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,05

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m ³)	7237,6
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m ³)	1,0816E06
...at distance (m)	5,0665
Maximum distance to threshold concentration (m)	106,72

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total
Model: Dense Gas Dispersion: Explosive mass
Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	8879,3
Mass flow rate of the source (kg/s)	13,881
Duration of the release (s)	3600
Initial liquid mass fraction (%)	0
Fixed pool surface (m ²)	
Diameter of expanded jet (m)	1
Temperature after release (°C)	17
Z-coordinate (height) of release (m)	0,5
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	300

Results

Explosive mass at time t (kg)	180,67
Height to LEL at time t (m)	3
Length of cloud (between LEL) at time t (m)	70,772
Width of cloud (between LEL) at time t (m)	20,884
Offset between release location and LEL at time t (m)	-0,018851
Maximum explosive mass (kg)	180,67
...at time tmem (s)	1125
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (s)	213,75
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (s)	3611,3
Length of cloud (between LEL) at time tmem (m)	70,772
Width of cloud (between LEL) at time tmem (m)	20,884
Offset between release location and LEL at time tmem (m)	-0,018851
Maximum area of explosive cloud (m ²)	1055,7
...at time tmac (s)	3600
Explosive mass at time tmac (kg)	180,67
Length of cloud (between LEL) at time tmac (m)	70,772
Width of cloud (between LEL) at time tmac (m)	20,884
Offset between release location and LEL at time tmac (m)	-0,018851
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (m)	35,367
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total
Model: Explosion (Multi Energy model)
Parameters

Inputs	Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total_140mbar	Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total_50mbar
Chemical name	PROPANE (DIPPR)	PROPANE (DIPPR)
Total mass in explosive range (kg)	180,67	180,67
Fraction of flammable cloud confined (%)	10	10
Curve number	5 (Medium deflagration)	5 (Medium deflagration)
Distance from release (Xd) (m)	200	200
Offset between release point and cloud centre (m)	0	0
Threshold overpressure (mbar)	140	50

Results	Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total_140mbar	Cenário C_GPL_Rotura_Linha_Total_50mbar
Confined mass in explosive range (kg)	18,067	18,067
Total combustion energy (MJ)	837,1	837,1
Peak overpressure at Xd (mbar)	12,225	12,225
Peak dynamic pressure at Xd (mbar)	1,015	1,015
Pressure impulse at Xd (Pa*s)	26,3	26,3
Positive phase duration at Xd (ms)	43,026	43,026
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (m)	17,634	50,549
Blast-wave shape at Xd	Shock Wave	Shock Wave
Damage (general description) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to brick houses at Xd	Damage to roofs, ceilings, minor crack formation in plastering, more than 1% damage to glass panels (1 - 1.5 kPa)	Damage to roofs, ceilings, minor crack formation in plastering, more than 1% damage to glass panels (1 - 1.5 kPa)
Damage to typical American-style houses at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

CENÁRIO D - ROTURA DE 10 mm NO RESERVATÓRIO DE GPL
CONDIÇÕES ESPECÍFICAS DO ACIDENTE

- Capacidade máxima do reservatório: 22 m³
- Diâmetro equivalente do orifício de fuga: 10 mm
- Temperatura do produto: ambiente
- Pressão: pressão de vapor
- Condições atmosféricas
 - Vento - NW - 5 m/s
 - Estabilidade - D
 - Temperatura - 17 °C
- Duração da descarga - 60 minutos (valor assumido para efeitos de modelação)

PROBABILIDADE
Derrame: 9,00E-06/ano

Incêndio: 1,00E-06/ano

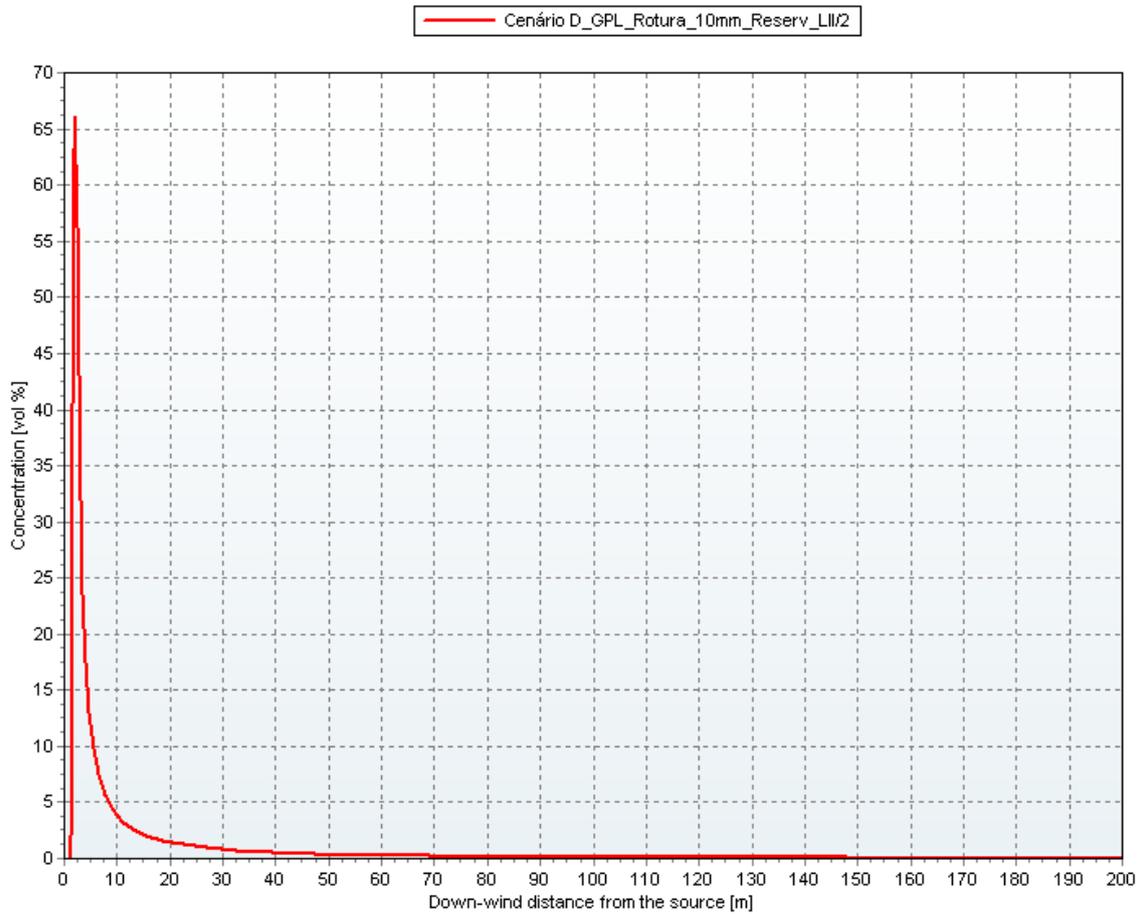
EFEITOS

DESCARGA - LIQUEFIED GAS BOTTOM DISCHARGE (TPDIS MODEL) (Effects 9.0.23 - TNO)

Caudal representativo	1,3 kg/s
Quantidade libertada (60 minutos)	4439 kg

DISPERSÃO DO JATO - DENSE GAS DISPERSION: CONCENTRATION (Effects 9.0.23 - TNO)

Comprimento da pluma segundo a direção do vento (a partir do ponto de libertação) - LII/2 (1,05%)	26 m
Largura máxima da pluma - LII/2 (1,05%)	8,6 m

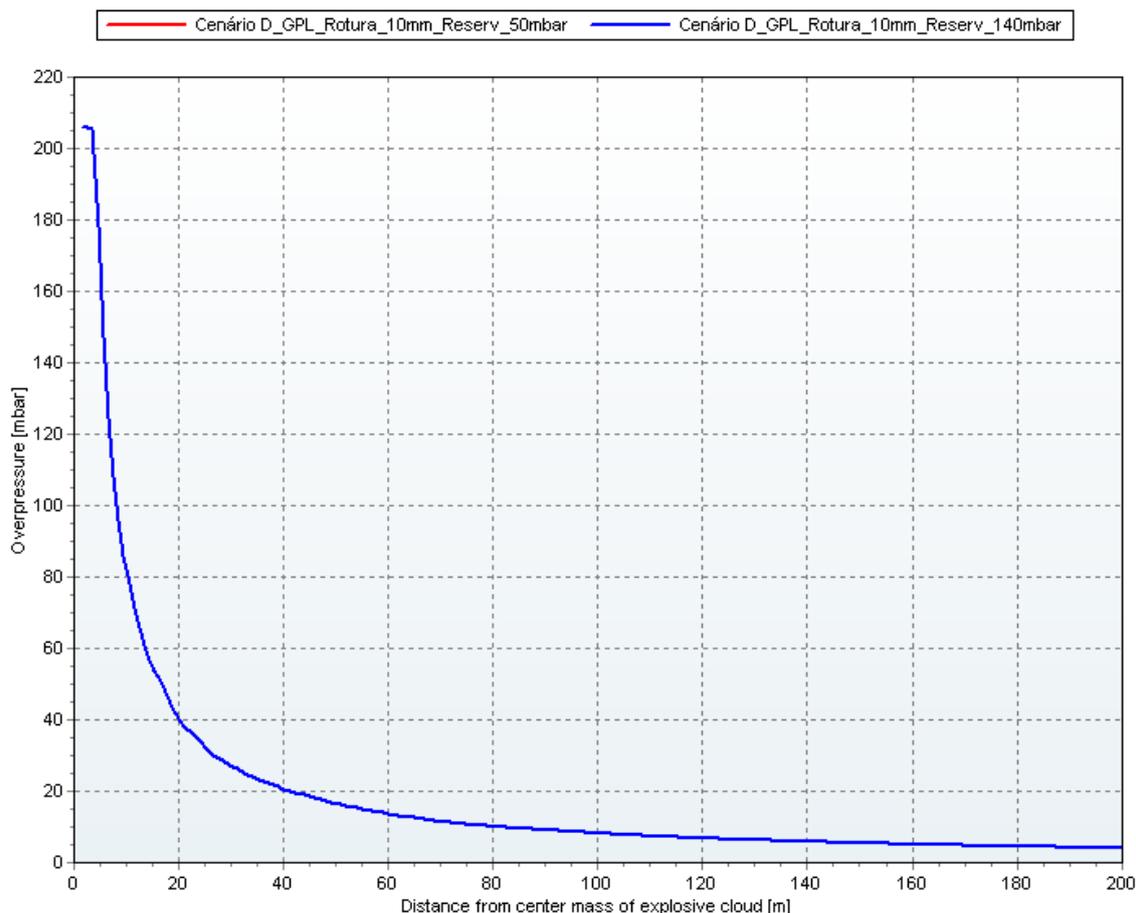


MASSA EXPLOSIVA - EXPLOSIVE MASS (Effects 9.0.23 - TNO)

Massa no domínio de inflamabilidade 6,6 kg

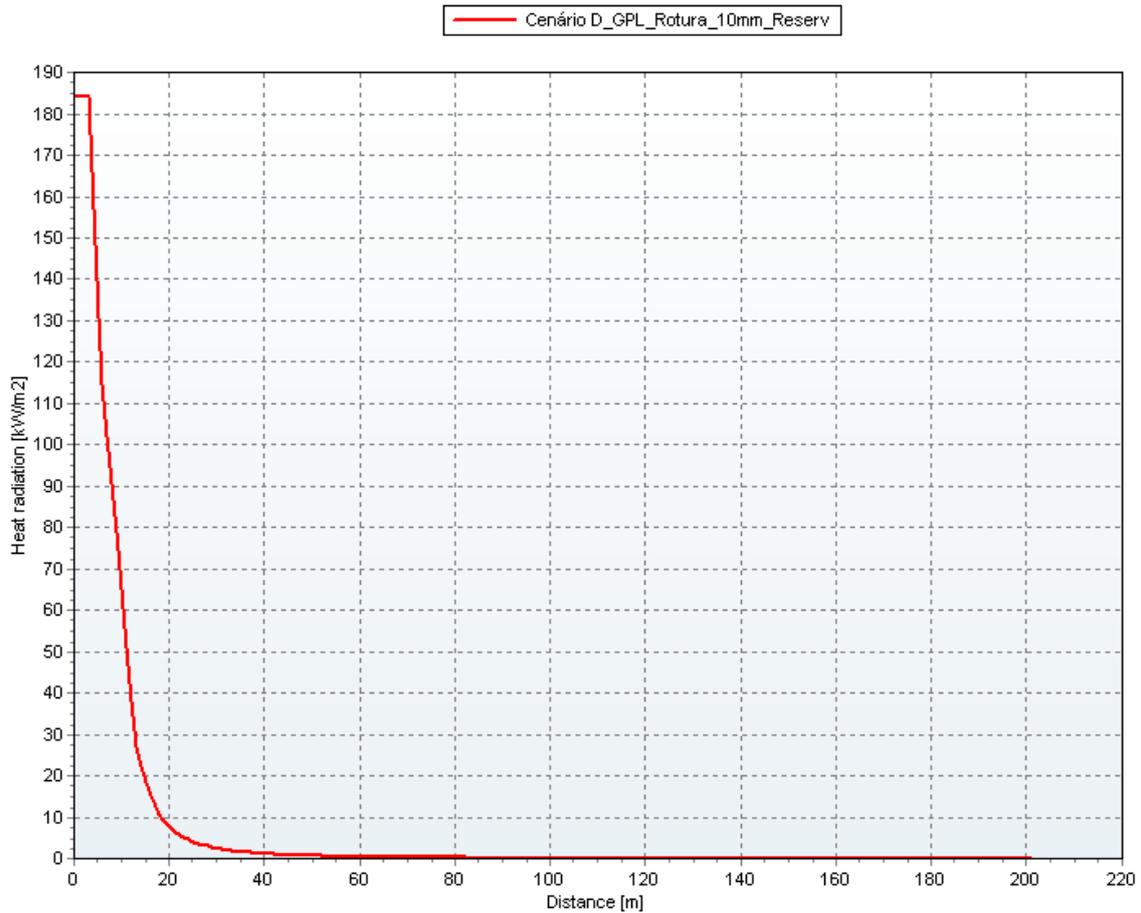
EXPLOSAO DA NUVEM - EXPLOSIVE MULTY ENERGY (Effects 9.0.23 - TNO)

Condição de confinamento	10 %
Curva de deflagração	n.º5 (deflagração média)
Distância para a sobrepressão de 50 mbar	16,7 m
Distância para a sobrepressão de 140 mbar	5,8 m



INFLAMAÇÃO DO JATO - *JET FIRE (CHAMBERLAIN MODEL) (Effects 9.0.23 - TNO)*

Comprimento do jato inflamado	11,3 m
Largura do jato inflamado	4,9 m
Distância a que se faz sentir a radiação de 5,0 kW/m ² (a partir do ponto de descarga)	23,3 m
Distância a que se faz sentir a radiação de 7,0 kW/m ² (a partir do ponto de descarga)	20,8 m
Emissividade da chama	184 kW/m ²



CONSEQUÊNCIAS

Não se prevê que, em consequência da libertação de propano decorrente da rotura de 10 mm da tubagem associada ao reservatório, possam ocorrer danos no exterior do estabelecimento. Admite-se que possam ser afetadas a saúde/segurança de operadores que se encontrem no local.

OUTPUTS

Case description: Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv
Model: Liquefied Gas Bottom Discharge (TPDIS model)

Parameters	
Inputs	
Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of vessel outflow	Release through hole in vessel
<i>Pipeline length (m)</i>	
<i>Pipeline diameter (mm)</i>	
Hole diameter (mm)	10
<i>Height difference between pipe entrance and exit (m)</i>	
Height leak above tank bottom (m)	0
Initial temperature in vessel (°C)	17
Vessel volume (m ³)	22
Vessel type	Horizontal cylinder
Length cylinder (m)	9
Filling degree (%)	80
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7,7319
Type of calculation	Calculate until specified time
Maximum release duration (s)	3600
Results	
Initial mass in vessel (kg)	8934,5
Initial (vapour) pressure in vessel (bar)	7,7319
<i>Time needed to empty vessel (s)</i>	10617
Massflowrate at time t (kg/s)	1,2174
Total mass released at time t (kg)	4439,1
Pressure in vessel at time t (bar)	7,1327
Temperature in vessel at time t (°C)	14,035
VapourMass fraction at time t (%)	0
Liquid mass in vessel at time t (kg)	4430,1
Vapour mass in vessel at time t (kg)	200,15
Height of liquid at time t (m)	0,73782
Fillingdegree at time t (%)	39,634
Exit pressure at time t (bar)	7,1694
Exit temperature at time t (°C)	14,035
Maximum mass flow rate (kg/s)	1,272
Representative release rate (kg/s)	1,2699
Representative outflow duration (s)	1800
Representative temperature (°C)	16,886
Representative pressure at exit (bar)	7,7716
Representative vapour mass fraction (-)	0
Other information	
Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv_LII/2
Model: Dense Gas Dispersion: Concentration
Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	4439,1
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,2699
Duration of the release (s)	3600
Initial liquid mass fraction (%)	0
Fixed pool surface (m ²)	
Diameter of expanded jet (m)	1
Temperature after release (°C)	16,886
Z-coordinate (height) of release (m)	1
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	600
Distance from release (Xd) (m)	200
Height (Zd) (m)	0
Predefined concentration	User defined
Threshold concentration (vol %)	1,05

Results

Concentration at (Xd, Yd, Zd, t) (mg/m ³)	911,81
Maximum concentration at (Yd, Zd) (mg/m ³)	1,2229E06
...at distance (m)	2,0334
Maximum distance to threshold concentration (m)	25,559

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

Case description: Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv
Model: Dense Gas Dispersion: Explosive mass
Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
Type of heavy gas release	Horizontal Jet release
Total mass released (kg)	4439,1
Mass flow rate of the source (kg/s)	1,2699
Duration of the release (s)	3600
Initial liquid mass fraction (%)	0
Fixed pool surface (m ²)	
Diameter of expanded jet (m)	1
Temperature after release (°C)	16,886
Z-coordinate (height) of release (m)	1
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Roughness length description	Low crops; occasional large obstacles, x/h > 20.
Time t after start release (s)	300

Results

Explosive mass at time t (kg)	6,57
Height to LEL at time t (m)	1,8
Length of cloud (between LEL) at time t (m)	14,556
Width of cloud (between LEL) at time t (m)	7,1992
Offset between release location and LEL at time t (m)	1,3588
Maximum explosive mass (kg)	6,57
...at time tmem (s)	3600
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (s)	213,75
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (s)	3611,3
Length of cloud (between LEL) at time tmem (m)	14,556
Width of cloud (between LEL) at time tmem (m)	7,1992
Offset between release location and LEL at time tmem (m)	1,3588
Maximum area of explosive cloud (m ²)	77,719
...at time tmac (s)	3600
Explosive mass at time tmac (kg)	6,57
Length of cloud (between LEL) at time tmac (m)	14,556
Width of cloud (between LEL) at time tmac (m)	7,1992
Offset between release location and LEL at time tmac (m)	1,3588
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (m)	8,6366
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

**Case description: Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv
Model: Explosion (Multi Energy model)**
Parameters

Inputs	Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv_50mbar	Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv_140mbar
Chemical name	PROPANE (DIPPR)	PROPANE (DIPPR)
Total mass in explosive range (kg)	6,57	6,57
Fraction of flammable cloud confined (%)	10	10
Curve number	5 (Medium deflagration)	5 (Medium deflagration)
Distance from release (Xd) (m)	200	200
Offset between release point and cloud centre (m)	0	0
Threshold overpressure (mbar)	50	140

Results	Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv_50mbar	Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv_140mbar
Confined mass in explosive range (kg)	0,657	0,657
Total combustion energy (MJ)	30,441	30,441
Peak overpressure at Xd (mbar)	4,0683	4,0683
Peak dynamic pressure at Xd (mbar)	1,015	1,015
Pressure impulse at Xd (Pa*s)	2,9299	2,9299
Positive phase duration at Xd (ms)	14,404	14,404
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (m)	16,747	5,8421
Blast-wave shape at Xd	Shock Wave	Shock Wave
Damage (general description) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to brick houses at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to typical American-style houses at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at Xd	No damage or very minor damage	No damage or very minor damage

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010

**Case description: Cenário D_GPL_Rotura_10mm_Reserv
 Model: Jet Fire (Chamberlain model)**
Parameters

Inputs

Chemical name	PROPANE (DIPPR)
(Calculated) Mass flow rate (kg/s)	1,2699
Exit temperature (°C)	16,886
Exit pressure (bar)	7,7716
Hole diameter (mm)	10
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	45
Release height (Stack height) (m)	1
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Percentage of the flame covered by soot (%)	0
Distance from release (Xd) (m)	200
Height of the receiver (m)	1,5
Calculate contours for	Physical effects
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m ²)	5
Heat radiation level for second contour plot (kW/m ²)	7
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m ²)	12,5

Results

Type of flow of the jet	Two Phase flow
Exit velocity of expanding jet (m/s)	77,707
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	14,704
Frustum lift off height (b) (m)	0,17216
Width of frustum base (W1) (m)	0,99076
Width of frustum tip (W2) (m)	4,9226
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	11,311
Surface area of frustum (m ²)	126,44
Surface emissive power (max) (kW/m ²)	184,35
Surface emissive power (actual) (kW/m ²)	184,35
Atmospheric transmissivity at Xd (%)	63,319
View factor at Xd (-)	0,00022647
Heat radiation at Xd (kW/m ²)	0,026435
Heat radiation first contour at (m)	23,34
Heat radiation second contour at (m)	20,808
Heat radiation third contour at (m)	17,121

Other information

Main program	Effects 9.0.23.9724
Chemical database	DIPPR database
Chemical source	DIPPR Jan2010
Chemical source date	14-09-2010