



Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico de uma Refinaria de Petróleo

Guilherme de Azevedo Vale

Projeto Final de Curso

Orientadores
Ana Mehl, D.Sc
Fernando Luiz Pellegrini Pessoa, D.Sc.

Outubro de 2012



ESCOLA DE QUÍMICA

Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico
de uma Refinaria de Petróleo

Projeto Final de Curso
Guilherme de Azevedo Vale

Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico de uma Refinaria de Petróleo

Guilherme de Azevedo Vale

Projeto Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

Hellen Esteves da Costa Caetano de Mello

Juliana Nascimento Cardozo da Silva, M.Sc.

Rossana Odette Mattos Folly, D.Sc.

Orientado por:

Prof^a. Ana Mehl, DSc.

Prof. Fernando L. Pellegrini Pessoa, DSc.

Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Outubro de 2012



ESCOLA DE QUÍMICA

Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico
de uma Refinaria de Petróleo

Projeto Final de Curso
Guilherme de Azevedo Vale

Vale, Guilherme de Azevedo

Análise Quantitativa de Riscos da Unidade de Craqueamento Catalítico de uma Refinaria/
Guilherme de Azevedo Vale. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2012

xii, 90 p.; il

(Projeto de Final de Curso) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química,
2012

Orientadores: Ana Mehl e Prof. Fernando Luiz Pellegrini Pessoa

1. Análise de risco. 2. Craqueamento Catalítico. 3. Refinaria. 4. Projeto Final. (Graduação –
UFRJ/EQ). 5. Ana Mehl, Fernando Luiz Pellegrini Pessoa



ESCOLA DE QUÍMICA

Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico
de uma Refinaria de Petróleo

Projeto Final de Curso
Guilherme de Azevedo Vale

Este Projeto é dedicado primeiramente a minha Família, cuja ajuda e apoio foram essenciais para meu crescimento e amadurecimento profissional. Agradeço também aos amigos inseparáveis pelo apoio e amizade nesses anos de faculdade.



ESCOLA DE QUÍMICA

Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico
de uma Refinaria de Petróleo

Projeto Final de Curso
Guilherme de Azevedo Vale

*“Bom mesmo é ir à luta com determinação,
abraçar a vida com paixão,
perder com classe
e vencer com ousadia,
porque o mundo pertence a quem se atreve
e a vida é "muito" para ser insignificante.”*

Augusto Branco



AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e minha linda irmã pelo apoio incondicional na minha formação como Engenheiro Químico. Agradeço também aos meus amigos Felipe Duque e Thiago Barral, que foram companheiros inseparáveis e de extrema importância para minha formação acadêmica. Aos profissionais do Bureau Veritas pelo apoio na realização e elaboração do Projeto Final, e pelos conhecimentos adquiridos na área. Gostaria de agradecer o aprendizado, a paciência e a ajuda dos meus orientadores Ana Mehl e Fernando Pellegrini.



Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenharia Química

Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico de uma Refina de Petróleo

Guilherme de Azevedo Vale

Outubro, 2012-09-27

Orientadores:

Ana Mehl, D.Sc.

Fernando L. Pellegrini Pessoa, D.Sc.

A Análise Quantitativa de Risco da Unidade de Craqueamento Catalítico foi realizada com o objetivo de caracterizar os possíveis riscos da Unidade e simular estes cenários. Este estudo geralmente é realizado com o intuito de prever os efeitos dos possíveis acidentes e assim, poder tomar as atitudes e medidas necessárias para mitigar essas conseqüências.

Para a realização do estudo foi realizada a técnica da APR (Análise Preliminar de Risco) para a identificação dos cenários acidentais. Foram levantados 12 (doze) hipóteses acidentais, cujas substâncias envolvidas são: Gasóleo e Gasolina. Foram geradas 05 (cinco) observações específicas e 01 (uma) recomendação específica com o objetivo de mitigar tais situações.

Dentre os 12 (cenários), foi utilizado o critério de severidade maior ou igual a III para pessoal externo, e foram identificados 07 (sete) possíveis cenários. Os efeitos físicos de cada uma destes cenários foram simulados no programa EFFECTS 7.5 e pode-se chegar a um pior cenário que seria a ruptura de flanges no topo da Torre Fracionadora, ocasionando um incêndio em nuvem com 148,10 m de raio (5 KW/m²).



ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO	5
2.1.	CONTEÚDO DO TRABALHO	5
3.	HISTÓRICO PETRÓLEO E ACIDENTES	6
4.	DADOS GERAIS SOBRE A REGIÃO	9
4.1.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	9
4.2.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	9
4.3.	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	14
5.	DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO	16
5.1.	SEÇÃO DE REAÇÃO OU CONVERSÃO (CONVERSOR)	17
5.2.	SEÇÃO DE FRACIONAMENTO	19
5.3.	SEÇÃO DE RECUPERAÇÃO DE GASES	21
5.4.	CARACTERÍSTICAS DA CARGA PARA CRAQUEAMENTO	22
5.5.	PRODUTOS DO CRAQUEAMENTO CATALÍTICO	23
5.6.	CARACTERÍSTICA DO CATALISADOR DE CRAQUEAMENTO	24
5.7.	ATIVIDADE CATALÍTICA	25
5.8.	CONVERSÃO	26
5.9.	REGENERAÇÃO DO CATALISADOR	26
6.	IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E RISCOS	28
6.1.	ANÁLISE HISTÓRICA	28
6.2.	ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)	34
6.3.	APLICAÇÃO DO MÉTODO	40
6.4.	CENÁRIOS IDENTIFICADOS	51
7.	ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE	52
7.1.	Base Conceitual Utilizada	53



7.2.	Vulnerabilidade	55
7.3.	CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS	64
8.	ANÁLISE DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA	79
8.1.	Frequência dos cenários acidentais	80
9.	CONCLUSÃO	83
10.	BIBLIOGRAFIA	84
ANEXO A	FLUXOGRAMA DA UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO	86
ANEXO B	FISPQs dos Produtos	87



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – TRIÂNGULO DE BIRD	2
FIGURA 2 – NÚMERO DE ACIDENTES POR ANO.....	6
FIGURA 3 – SUBSTÂNCIAS ENVOLVIDAS NOS ACIDENTES EM REFINARIAS ATÉ 2005 (MHIDAS)6	
FIGURA 4 – CENÁRIO MUNDIAL DO PETRÓLEO ATÉ 2010 (BP).....	7
FIGURA 5 – CENÁRIO DO PETRÓLEO NA AMÉRICA CENTRAL E SUL ATÉ 2010 (BP).....	7
FIGURA 6 – CENÁRIO DO PETRÓLEO NO BRASIL ATÉ 2010 (BP).....	8
FIGURA 7 – LOCALIZAÇÃO DA REFINA DE MANGUINHOS	9
FIGURA 8 – ROSA DOS VENTOS	12
FIGURA 9 – DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL NA REGIÃO CIRCUNVIZINHA À REFINARIA DE MANGUINHOS	14
FIGURA 10 – ESQUEMÁTICO DO PROCESSO DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO.....	19
FIGURA 11 – ESQUEMÁTICO DA SEÇÃO DE FRACIONAMENTO	21
FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES COM GASOLINA.....	29
FIGURA 13 – DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS RELACIONADAS À ESTOCAGEM DE GASOLINA	29
FIGURA 14 – DISTRIBUIÇÃO DAS CONSEQÜÊNCIAS RELACIONADAS À ESTOCAGEM DE GASOLINA	30
FIGURA 15 – DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES COM PETRÓLEO CRU.....	31
FIGURA 16 – DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS RELACIONADAS À ESTOCAGEM DE PETRÓLEO CRU	32
FIGURA 17 – DISTRIBUIÇÃO DAS CONSEQÜÊNCIAS RELACIONADAS À ESTOCAGEM DE PETRÓLEO CRU	33
FIGURA 18 – FLUXOGRAMA ESQUEMÁTICO DA TÉCNICA DE APR.	35
FIGURA 19 – MODELO DE PLANILHA APR	37
FIGURA 20 – MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCOS	39
FIGURA 21 – CLASSIFICAÇÃO DE RISCO PARA PESSOAL INTERNO	46
FIGURA 22 – CLASSIFICAÇÃO DE RISCO PARA PESSOAL EXTERNO	47
FIGURA 23 – CLASSIFICAÇÃO DE RISCO PARA INSTALAÇÕES	48
FIGURA 24 – CLASSIFICAÇÃO DE RISCO PARA MEIO AMBIENTE	49



FIGURA 25 – DIAGRAMA LÓGICO PARA MODELAGEM DOS EFEITOS FÍSICOS RELACIONADOS À LIBERAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS E/OU INFLAMÁVEIS.	53
FIGURA 26 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 03.....	66
FIGURA 27 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 04.....	68
FIGURA 28 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 05.....	70
FIGURA 29 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 06.....	72
FIGURA 30 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 07.....	74
FIGURA 31 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 09.....	76
FIGURA 32 – ALCANCES DA HIPÓTESE ACIDENTAL 10.....	78



ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 01 – TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA MÉDIA (JULHO DE 2010 A JUNHO DE 2012).	10
TABELA 02 – TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DIURNAS (MÉDIA)	10
TABELA 03 – COORDENADA DOS VENTOS	11
TABELA 04 – RESULTADOS DA ANÁLISE DOS VENTOS	12
TABELA 05 – CATEGORIAS DE ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA.....	13
TABELA 06 – POPULAÇÃO CIRCUNVIZINHA À REFINARIA (SOMENTE RESIDÊNCIAS)	15
TABELA 07 – NÚMERO DE ACIDENTES COM GASOLINA.....	28
TABELA 08 – REGISTRO DE ACIDENTES RELACIONADOS À ESTOCAGEM DE GASOLINA	29
TABELA 09 – CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS À ACIDENTES EM ESTOCAGEM DE GASOLINA	30
TABELA 10 – NÚMERO DE ACIDENTES COM PETRÓLEO CRU.....	31
TABELA 11 – REGISTRO DE ACIDENTES RELACIONADOS À ESTOCAGEM DE PETRÓLEO CRU	32
TABELA 12 – CONSEQUÊNCIAS RELACIONADAS À ACIDENTES EM ESTOCAGEM DE PETRÓLEO CRU	33
TABELA 13 – CATEGORIAS DE FREQUÊNCIA	38
TABELA 14 – CATEGORIAS DE SEVERIDADE DAS CONSEQÜÊNCIAS	39
TABELA 15 – OBSERVAÇÕES PARA A UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO	50
TABELA 16 – RECOMENDAÇÕES PARA A UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO.....	50
TABELA 17 – CENÁRIOS IDENTIFICADOS PARA ANÁLISE DE CONSEQÜÊNCIA E VULNERABILIDADE	51
TABELA 18 – MODELOS DO PROGRAMA EFFECTS UTILIZADOS	54
TABELA 19 – RELAÇÃO ENTRE PROBIT E PERCENTAGEM DOS RECURSOS VULNERÁVEIS ATINGIDOS.....	57
TABELA 20 – EFEITOS OBSERVADOS PARA DIFERENTES NÍVEIS DE RADIAÇÃO	59
TABELA 21 – RELAÇÃO ENTRE SOBREPRESSÃO E EFEITOS DANOSOS OBSERVADOS.....	60
TABELA 22 – RELAÇÃO ENTRE SOBREPRESSÃO E EFEITOS OBSERVADOS SOBRE PESSOAS...	61
TABELA 23 – DADOS METEOROLÓGICOS	62
TABELA 24 – PARÂMETROS PARA SIMULAÇÃO	62



TABELA 25 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DAS CAUSAS BÁSICAS DOS EVENTOS INICIADORES	79
TABELA 26 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS EVENTOS INICIADORES.....	80
TABELA 27 – PROBABILIDADE IGNIÇÃO RETARDADA.....	81
TABELA 28 – PROBABILIDADE DE IGNIÇÃO IMEDIATA E POUCO RETARDADA.....	82



1. INTRODUÇÃO

O Beneficiamento da humanidade com o desenvolvimento da agricultura, das áreas urbanas, das redes de transporte e de outros sistemas, é evidente. Porém esse desenvolvimento desordenado vem resultando em perdas para as pessoas e suas organizações com grande alteração do meio ambiente.

Essas perdas se tornaram mais evidentes a partir dos anos sessenta, e desde então têm provocado uma revolução no comportamento humano. Nos anos 60, as indústrias como um todo, e particularmente a Química, sofreu um grande crescimento devido ao surgimento de novas metodologias e tecnologias de trabalho, que resultaram em grandes mudanças nos processos químicos envolvidos. Essas inovações, como pressão e temperatura elevadas, tornaram os processos mais severos devido à maior quantidade de energia armazenada e assim com um maior risco associado.

Esse crescimento do risco das plantas químicas pode ser explicado pelo maior número de equipamentos e conseqüentemente subprodutos. Com isso houve um aumento nas perdas do processo, tanto humanas, como econômicas. Com isso surgiu a necessidade da implantação de controles e procedimentos de segurança.

Com a preocupação e a necessidade de dar maior atenção ao ser humano, principal bem de uma organização, além de buscar uma maior eficiência, nasceram primeiramente o controle de dados, o controle total de perdas e por último a engenharia de segurança de sistemas.

Esta última surgiu com o crescimento e necessidade de segurança total nos setores da aeronáutica, aeroespacial e nuclear. Com a difusão dos conceitos de perigo, risco e confiabilidade, as metodologias e técnicas aplicadas à segurança de sistemas, tiveram a partir dos anos 70, uma aplicação na solução de problemas de engenharia.

Na década de 1930, H.W. Heinrich desenvolveu um importante estudo sobre os acidentes ocorridos na indústria norte americana nos anos 20. Esse trabalho marcou o início da diferenciação entre acidentes e lesão, mudando o foco do gerenciamento da segurança para a prevenção do acidente e não apenas para a reparação do dano causado ao trabalhador. Em 1966, Frank Bird Jr., após analisar vários casos, publicou estudos contemplando não só



as lesões decorrentes dos acidentes, mas também os danos à propriedade, bem como os prejuízos decorrentes das paralisações de produção causados por acidentes. Esses estudos serviram como base para a filosofia preventiva do “Controle de Perdas” ou “Loss Control”. Segundo Frank Bird Jr., para cada acidente grave (com afastamento) havia cerca de 30 acidentes com danos materiais e cerca de 600 acidentes sem danos pessoais ou materiais. Essa relação é conhecida como triângulo de Bird como mostrado na Figura 1.



Figura 01 – Triângulo de Bird (Fonte: <http://www.angelfire.com/mt/ambienternet/proces01.html>, acessado em 16/08/2012)

Em meados dos anos 70, com o intuito de aperfeiçoar os estudos de Frank Bird, Fletcher e Douglas ampliaram o conceito de controle de perdas, englobando também danos às máquinas e meio ambiente. Esse novo conceito foi chamado de “Controle Total de Perdas” ou “Total Loss Control”.

Com o surgimento desses novos modelos de gerenciamento de risco, em conjunto com técnicas de engenharia de confiabilidade, usadas na área militar e aeronáutica, levaram as indústrias petrolíferas, químicas e petroquímicas a adotar a análise de risco como parte de seus sistemas de segurança.

Para melhor entender essa evolução, torna-se, necessário definir alguns conceitos:

- **Segurança:** uma medida do grau de liberdade do risco ou de condições que podem causar a morte, dano físico, ou dano ao equipamento ou propriedade (Levenson, 1986);



- **Perigo (definição da OHSAS 18001 e BS 8800, hazard):** uma fonte ou uma situação com potencial para provocar danos em termos de lesão, doença, dano à propriedade, dano ao meio ambiente, ou uma combinação destes;
- **Risco (definição da OHSAS 18001 e BS 8800, risk):** a combinação da probabilidade de ocorrência e da consequência de um determinado evento perigoso;
- **Incidente:** evento não planejado que tem o potencial de levar a um acidente;
- **Acidente:** evento não planejado que resulta em morte, doença, lesão, dano ou outra perda. A antecipação de uma possível falha e a tentativa de evitá-la ou a correção e prevenção de uma já ocorrida, através de procedimentos e o uso de requisitos legais, é o que, normalmente, o engenheiro de segurança faz quando analisa um projeto ou uma condição de operação. Entretanto, sempre que possível e prático, deve-se usar o conceito de Gerenciamento de Riscos, que vai além desse modo de gerenciar e tenta administrar os riscos de um processo de uma maneira mais abrangente.

A Engenharia de Segurança, portanto, deve levar em consideração que, dentro de um ambiente de trabalho, seres humanos, procedimentos de trabalho, equipamento/hardware e recursos materiais são fatores integrais que podem ou não afetar a realização de um trabalho ou tarefa. Cada um destes fatores contribui para identificação de perigos e avaliação dos riscos que podem estar associados com a realização de uma tarefa ou trabalho específico.

O Gerenciamento de Riscos requer a identificação em tempo dos perigos associados a esta operação e a consequente avaliação dos riscos, antes que ocorram perdas. Os perigos devem ser então eliminados ou os riscos controlados em determinado nível para atingir o objetivo de se ter um nível de segurança aceitável para o sistema em estudo. Em síntese, o processo de segurança do sistema vai identificar quaisquer ações preventivas e corretivas que devem ser implementadas antes que a tarefa tenha permissão de prosseguir.

A modelagem e estimativa de riscos necessariamente conduzem a objetivos não comensuráveis e conflitantes. Invariavelmente, a redução ou a gestão do risco leva a necessidade de gastar fundos. Então, no nível de modelo mais simples, ao mínimo, dois objetivos devem ser considerados: minimização e gestão do risco e minimização do custo associado para alcançar estes objetivos.



Assim, cada vez mais os órgãos de fiscalização e os legisladores têm cobrado a necessidade de realização de estimativas e de gerenciamento de riscos mais explicitamente para as áreas de proteção ambiental e de saúde, segurança do ser humano ou industrial. No Brasil, em particular no Estado de São Paulo, com a publicação da Resolução No 1, de 23/01/86, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, os estudos de análise de riscos passaram a ser incorporados nesse processo, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no processo de licenciamento. (CETESB, 1999).



2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho consiste na avaliação dos riscos a que pessoas, instalações e meio ambiente possam estar sujeitos em função das atividades operacionais da Unidade de Craqueamento Catalítico de uma Refinaria de Petróleo, situada no Rio de Janeiro, RJ.

2.1. CONTEÚDO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em um único volume, que contém:

- **Dados Gerais Sobre a Região:**
No capítulo 4 são apresentados os dados geográficos e meteorológicos da região analisada
- **Descrição das Instalações e Sistemas:**
No capítulo 5 é apresentado um descritivo da Unidade de Craqueamento Catalítico
- **Informações sobre os Produtos:**
As informações referentes aos produtos envolvidos nas hipóteses acidentais estão presente no Anexo B
- **Identificação dos Perigos e Riscos:**
No capítulo 6 estão identificados os perigos e riscos de cada cenário analisado.
- **Estimativa do Alcance dos Efeitos Físicos:**
No capítulo 7 e 8 é apresentado a estimativa do alcance dos efeitos físicos para cada hipótese acidental analisada.
- **Referências Bibliográficas:**
No capítulo 10 estão apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no trabalho.
- **Fluxograma:**No Anexo A está disponível o Fluxograma do Processo de Craqueamento Catalítico
- **Simulações:**
As simulações estão disponíveis no Anexo C
- **Conclusão:**
No capítulo 9 estão apresentadas as conclusões a cerca do trabalho com base nas simulações realizadas
-



3. HISTÓRICO PETRÓLEO E ACIDENTES

Vários acidentes em refinarias ocorreram no mundo devido à ausência de proteções, instrumentos de detecção e salvaguardas. Na Figura 2 se pode notar, de acordo com o banco de dados MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service), um aumento do número de acidentes em refinaria ao longo do tempo devido ao aumento da demanda de refinarias, logo quanto mais refinarias maior será a probabilidade da ocorrência de acidentes.

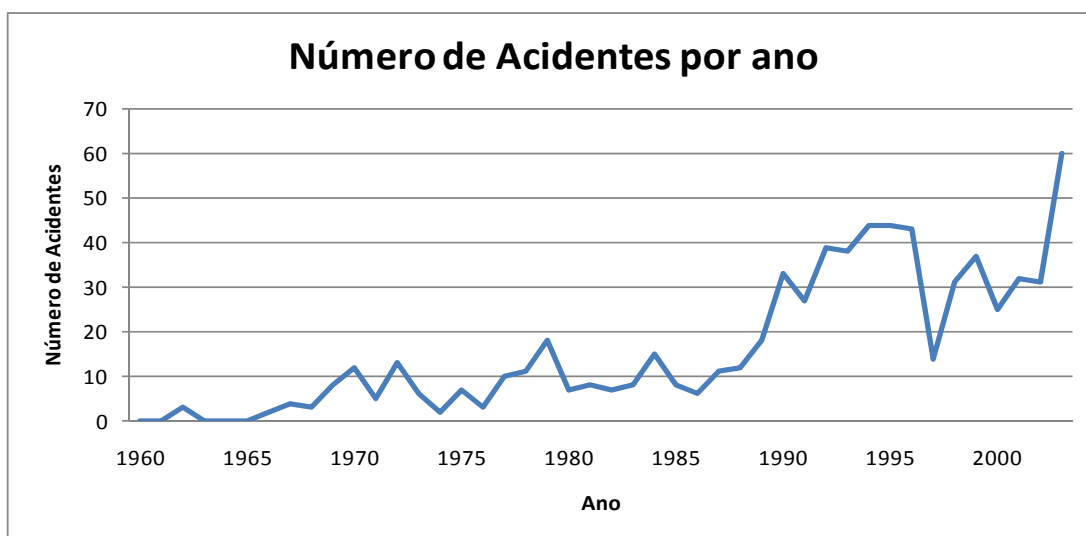


Figura 02 – Número de acidentes em refinarias ao longo dos anos

De acordo com o MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service), até 2005 dentre as substâncias mais comuns envolvidas em acidentes em refinarias, a mais citada é o óleo cru, presente em 59% dos acidentes em refinaria como mostra a Figura 03 .

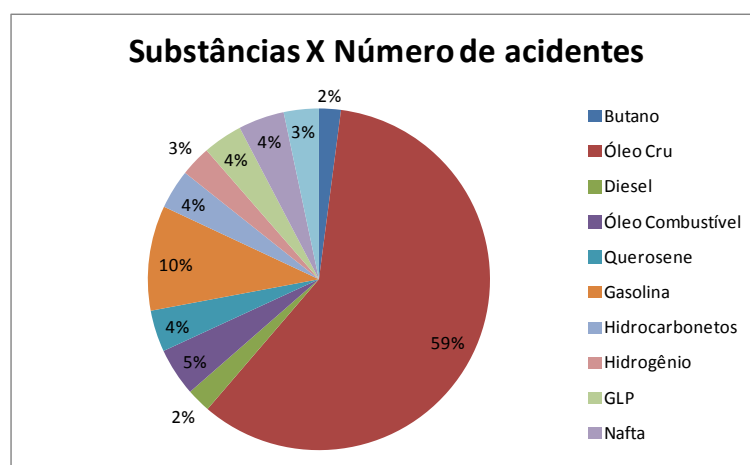


Figura 03 – Substâncias envolvidas nos acidentes em refinarias até 2005 (MHIDAS)



O relatório anual da empresa BP (Fonte: <http://www.bp.com/subsection.do?categoryId=9037149&contentId=7068599>, acessado em 22/05/2012) mostra a evolução da demanda de petróleo desde 1965. De acordo com a Figura 04, pode-se notar que a capacidade das refinarias no cenário mundial é maior do que a produção de petróleo, porém o consumo é ligeiramente maior do que a produção, gerando assim uma demanda de importação de petróleo por alguns países para que seu mercado interno seja atendido.

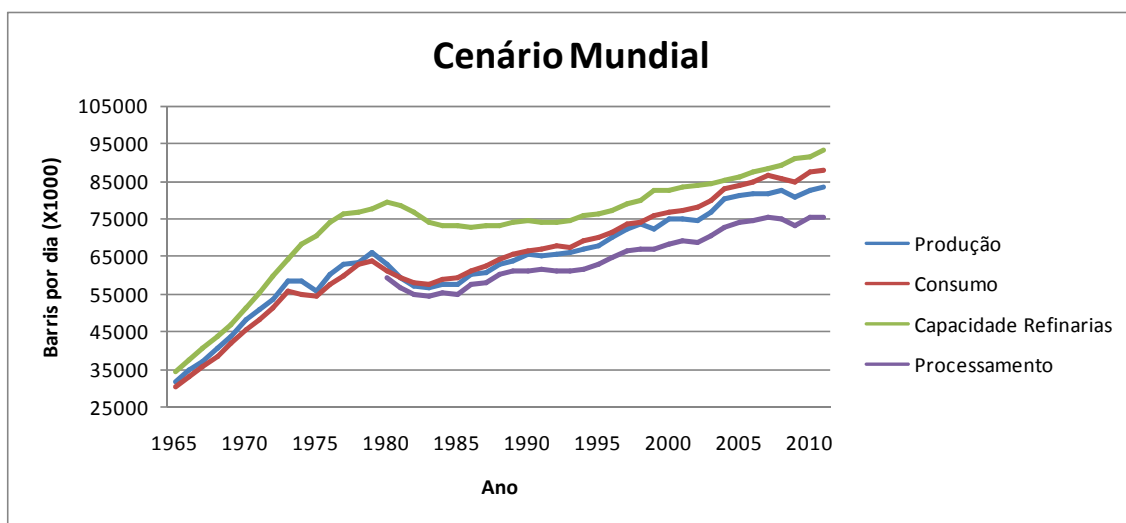


Figura 04 – Cenário Mundial do Petróleo até 2010 (Fonte:BP)

O cenário na América Central e Sul já é um pouco distinto. A produção de petróleo supera a capacidade das refinarias como mostrado na Figura 5.

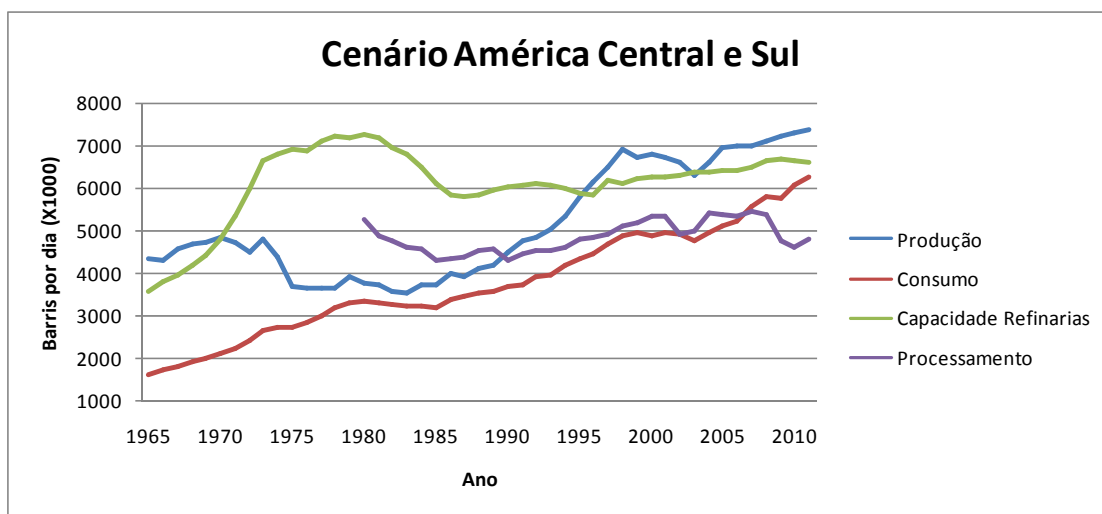


Figura 05 – Cenário do Petróleo na América Central e Sul até 2010 (Fonte:BP)



A Figura 6 retrata o cenário brasileiro onde o consumo é bastante superior à produção e a capacidade das refinarias brasileiras.

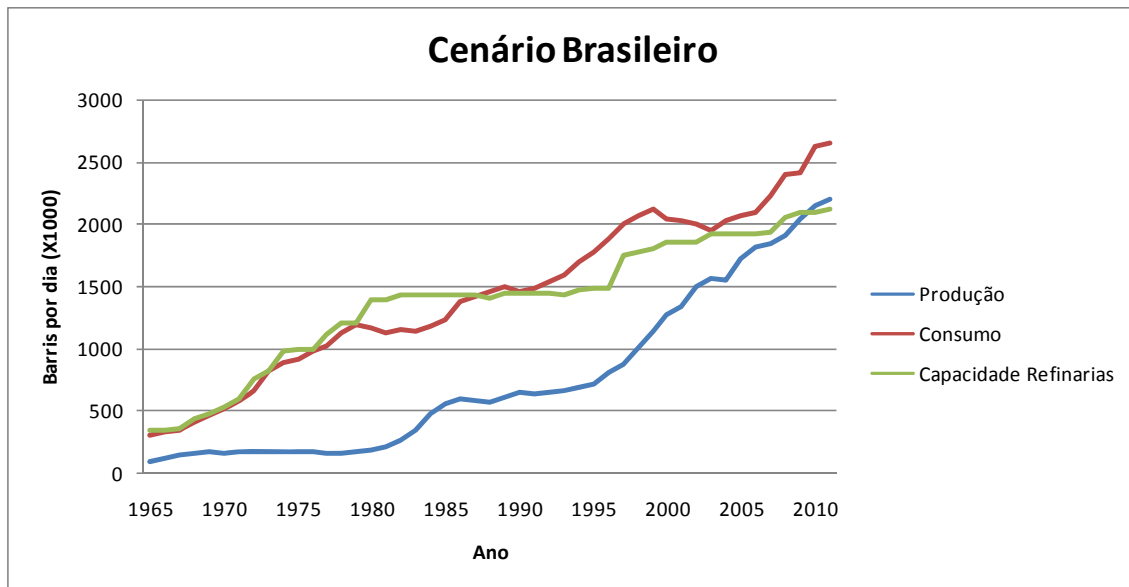


Figura 06 – Cenário do Petróleo no Brasil até 2010 (Fonte: BP)



4. DADOS GERAIS SOBRE A REGIÃO

4.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A Refinaria de Petróleo está inserida na zona urbana hipotética na cidade do Rio de Janeiro, sede do município de mesmo nome, no Estado do Rio de Janeiro. Situa-se hipoteticamente na Avenida Brasil, e suas coordenadas geográficas são 22°53'5.53 de latitude sul e 43°14'9.39 de longitude oeste, conforme mostrado na Figura 07.

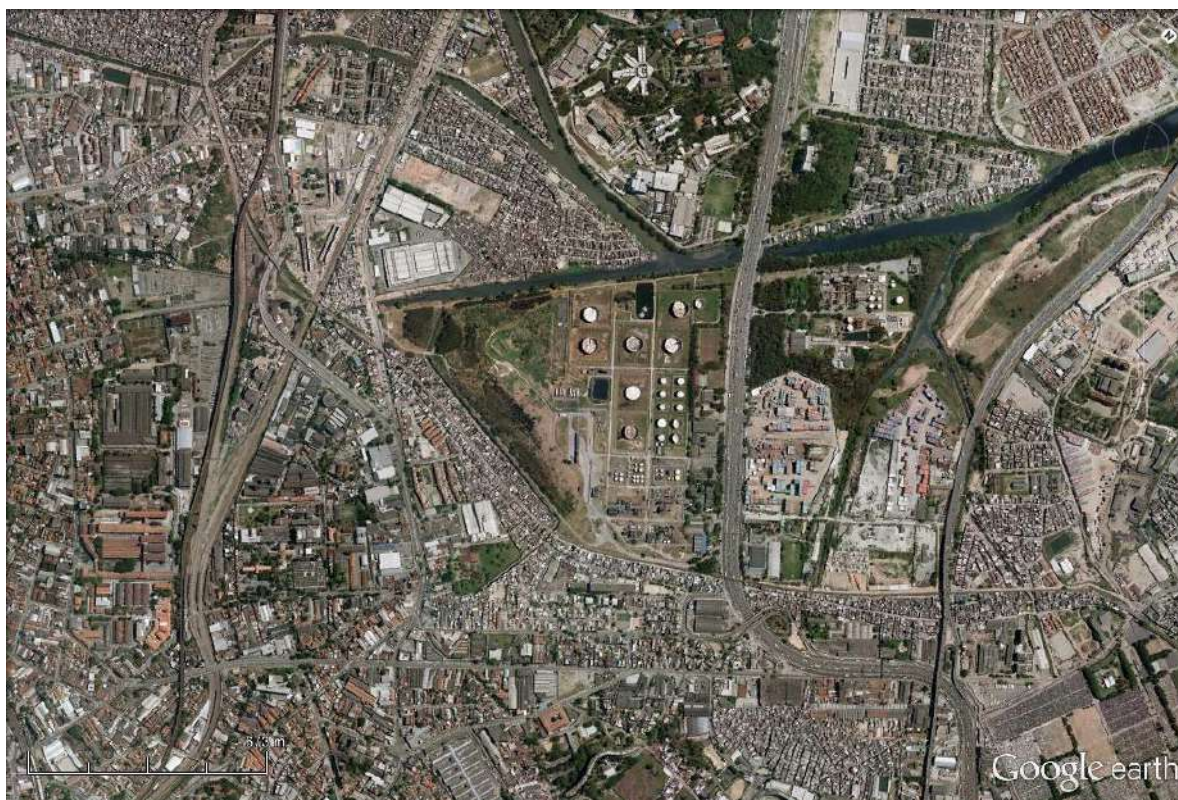


Figura 07 – Localização da Refinaria

4.2. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Os dados relativos à temperatura, umidade relativa, direção e velocidade do vento, e pressão atmosférica, foram fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia, www.inmet.gov.br, acessado em 17/07/2012), que mantém instalações e pessoal próprios para essa finalidade.



4.2.1. TEMPERATURA E UMIDADE MÉDIA DO AR

Foram fornecidos os valores médios da temperatura e da umidade relativa anotados para o período de julho de 2010 a junho de 2012, os quais foram reproduzidos na Tabela 01:

Tabela 01 - Temperatura e Umidade Relativa Média (julho de 2010 a junho 2012)

Período	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa (%)
Diurno	26,4	69,5
Noturno	24,8	75,6

Ao analisarmos os dados obtidos por período, optamos por escolher a condição mais crítica, correspondente ao período diurno, apresentada na Tabela 02 .

Tabela 02 - Temperatura e Umidade Relativa Diurnas (Médias)

Dados	Médias	Unidades
Temperatura do ar	26,4	°C
Umidade relativa do ar	69,5	%



4.2.2. DIREÇÃO E VELOCIDADE DO VENTO

Foram fornecidos os dados sobre ventos relativos a 16 (dezesseis) direções, para o período de julho de 2010 a junho de 2012, tendo sido verificado na estação de medição que a direção predominante é a Norte (N), com velocidade de 1,2m/s. A Tabela 03 e Figura 08 indicam a distribuição dos valores informados pela estação de medição para o período analisado.

Tabela 03 - Coordenadas dos Ventos

Direção	Ventos	Frequência
N	672	53.1%
NNE	4	0.3%
NE	30	2.4%
ENE	11	0.9%
E	154	12.2%
ESE	23	1.8%
SE	31	2.5%
SSE	42	3.3%
S	218	17.2%
SSW	10	0.8%
SW	8	0.6%
WSW	28	2.2%
W	22	1.7%
WNW	2	0.2%
NW	5	0.4%
NNW	5	0.4%



ROSA DOS VENTOS - DIA

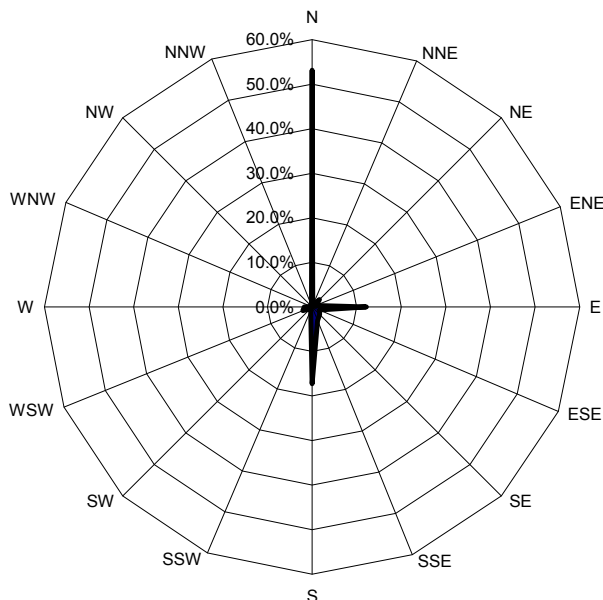


Figura 08 – Rosa dos Ventos

Analisando as coordenadas dos ventos, rosa dos ventos e os dados coletados no INMET pela estação meteorológica do Rio de Janeiro, o resultado para a análise dos ventos é apresentado na Tabela 04 :

Tabela 04 - Resultados da análise dos ventos

Características	Resultados
Direção predominante	N
Velocidade média	1,2 m/s



4.2.3. CLASSE DE ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA

As condições atmosféricas são classificadas de acordo com seis diferentes classes de estabilidade. A classe de estabilidade depende da velocidade do vento e quantidade de luz solar. Durante o dia, com uma velocidade maior do vento, temos uma melhor estabilidade atmosférica e o reverso ocorre à noite. Isso ocorre devido a mudanças verticais no perfil de temperatura do dia para a noite. Segue abaixo a Tabela 05 com as classes de estabilidade atmosféricas usadas no modelo de dispersão de Pasquill-Gifford (Fonte: *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall)

Tabela 05 - Categorias de estabilidade atmosférica

Velocidade do vento (m/s)	Insolação Período Diurno			Condições Noturnas	
	Forte	Moderado	Leve	Nublado	Pouco nublado
< 2	A	A – B	B	F	F
2 - 3	A – B	B	C	E	F
3 - 4	B	B – C	C	D	E
4 - 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Neste estudo, que a classe de estabilidade atmosférica B é a predominante na região.

4.2.4. PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A média da pressão atmosférica local é de 1.013 hPa, 1,013 bar, 1,033 kgf/cm² ou 1 atm .



4.3. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A Refinaria de Petróleo encontra-se em área urbana hipotética, no bairro Manguinhos pertencente ao município do Rio de Janeiro. Este município possui uma população estimada em 2012 de 6.323.037 habitantes distribuídos em 1.182,296 km², segundo o site do IBGE.

Com base nos dados do IBGE, tem-se uma relação de 5.348,1 hab/km². Com isso, foi estimada a distribuição populacional dos grupos circunvizinhos à refinaria, como mostrado na Tabela 06 e na Figura 09:

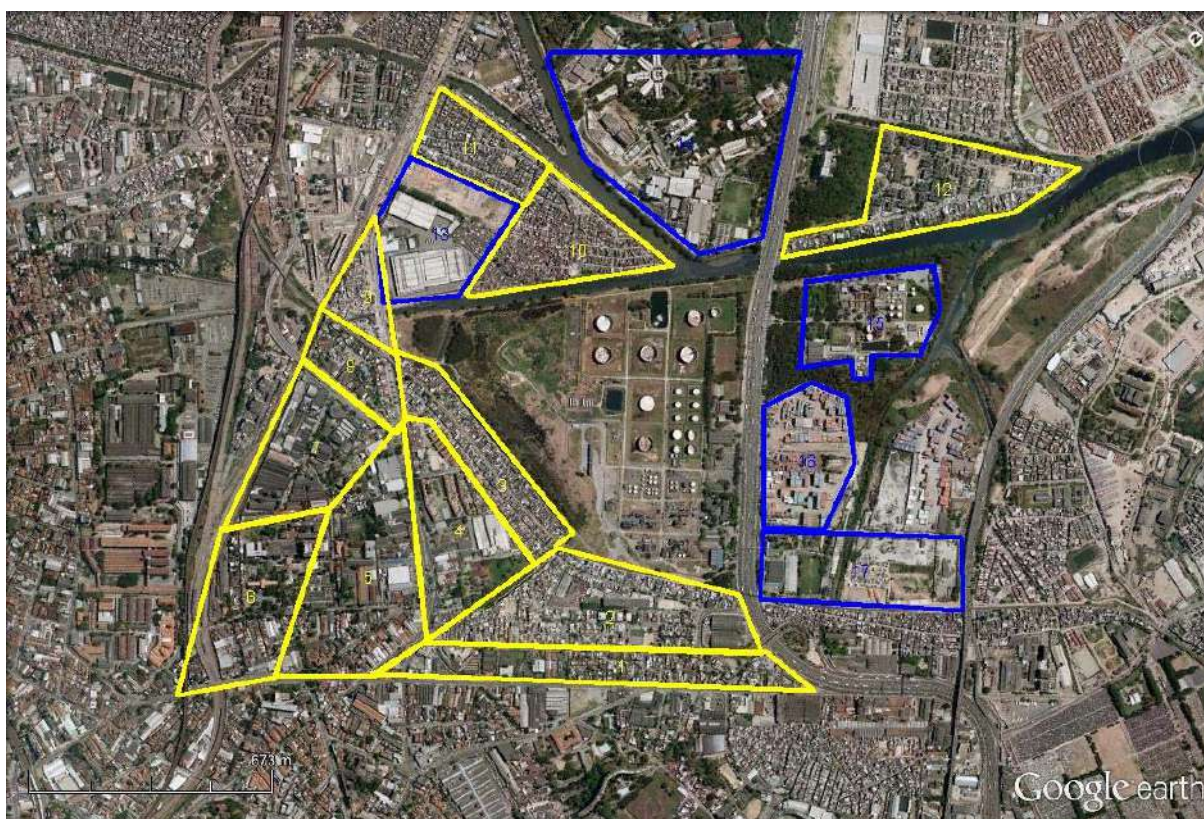


Figura 09 – Distribuição populacional na região circunvizinha à Refinaria de Manguinhos



Tabela 06 - População Circunvizinha à Refinaria (somente residências)

#	Área (km ²)	Habitantes
1	0.0651	348
2	0.0772	413
3	0.0822	440
4	0.0958	512
5	0.0938	502
6	0.0826	442
7	0.0942	504
8	0.0394	211
9	0.0397	212
10	0.0735	393
11	0.0365	195
12	0.0818	437



5. DESCRIÇÃO DA INSTALAÇÃO

No processo de craqueamento catalítico, a carga (gasóleo proveniente da destilação a vácuo, e que seria utilizado com óleo combustível) entra em contato com um catalisador a uma temperatura elevada, ocorrendo a ruptura (“cracking”) das cadeias moleculares, dando origem a uma mistura de hidrocarbonetos que são posteriormente fracionados.

Este processo tem como finalidade principal a produção de GLP e/ou gasolina. Paralelamente são também formados produtos mais pesados que a gasolina, além de um resíduo de alto teor de carbono, chamado coque, que se deposita na superfície do catalisador.

Para que a ação catalítica não seja prejudicada, torna-se necessário a remoção do coque formado, o que é feito por combustão, retirando-se o catalisador do vaso onde ocorrem as reações (Reator) e enviando-o a outro vaso (Regenerador), onde se processa a queima. O catalisador regenerado retorna ao reator, ficando assim estabelecida uma contínua circulação, que se torna possível devido à diferença de pressão entre o regenerador e o reator.

O FCC (“Fluid Catalytic Cracking”) surgiu na década de 40 e baseia-se na fluidização de sólidos. O catalisador, na forma de um pó muito fino, é levado ao reator pela carga que imediatamente vaporiza em contato com o catalisador quente vindo do regenerador. Nas zonas de reação e regeneração, o catalisador é mantido em suspensão pela passagem de gases através da massa de catalisador.

Existem diversos tipos de unidades de craqueamento catalítico fluidizado, diferindo uma das outras pelo arranjo relativo entre o reator e o regenerador: Orthoflow modelo B, Orthoflow modelo C, Side by Side, Stacked, etc. Uma unidade de FCC é composta das seguintes seções:

- **Seção de reação ou conversão:** Local onde se passam as reações de processo, sendo composta de equipamentos de reação e regeneração do catalisador.

- **Seção de fracionamento:** Recebe o efluente do reator e o fraciona em vários produtos. Recupera também uma parte dos gasóleos não convertidos, reciclando-os ao conversor.



- **Seção de recuperação de gases:** Recebe as frações convertidas e fraciona-as em nafta de craqueamento (gasolina), GLP e gás combustível. Possui também uma torre que possibilita o desmembramento do GLP em duas correntes: C3 (propano e propeno) e C4 (butanos e butenos).

- **Seção de tratamentos:** Trata a gasolina, GLP e gás combustível de modo a torná-los produtos comercializáveis ou aptos para sofrer, em etapas posteriores, transformação em outros produtos. Nela, o teor de enxofre dos produtos acima citados é sensivelmente reduzido.

De todas as seções mencionadas acima, a de maior importância é a seção de reação ou conversão, e, por isso, será mais detalhada no item 5.1.

5.1. SEÇÃO DE REAÇÃO OU CONVERSÃO (CONVERSOR)

O gásóleo proveniente da destilação a vácuo, após entrarna unidade, é aquecido com produtos quentes que saem e é encaminhado a base do "RISER". Neste caso, recebe uma grande quantidade do catalisador a alta temperatura, o que provoca a instantânea vaporização do gásóleo, fluidizando o catalisador.

O "RISER" é uma tubulação vertical de grande diâmetro, por onde sobe a mistura do catalisador e vapores de hidrocarbonetos, onde ocorre a maior parte das reações de craqueamento.

No "REATOR", colocado imediatamente acima do RISER completam-se as reações de craqueamento. Ele propicia um espaço para a separação inicial do catalisador, pois diminui a velocidade dos vapores em ascensão. Partículas finas de catalisador que sobem junto com a corrente gasosa (vapores de hidrocarbonetos, gases inertes e vapor d'água) são retidas pelos CICLONES no topo do reator, e devolvidas ao leito do catalisador. O efluente gasoso do reator, constituído de hidrocarbonetos craqueados e não craqueados, gases inertes e vapor d'água é enviado então a seção de fracionamento. Os vapores de óleo tendem a saturar os poros dos catalisadores e, portanto, ele deve ser retificado com vapor d'água antes de ir para o regenerador. Esta operação se passa no "STRIPPER" ou "RETIFICADOR".



No “REGENERADOR”, o coque que se depositou na superfície do catalisador é queimado com ar, gerando uma grande quantidade de calor que devido, a circulação do catalisador, é a maior fonte de calor para a carga, suprimindo não só a energia necessária às reações de craqueamento, como também para o aquecimento e vaporização da carga.

O ar para a combustão do coque é fornecido por um soprador de ar (“BLOWER”) e é injetado no regenerador através de um distribuidor (“PIPE- GRID”), localizado na base do regenerador.

O catalisador é fluidizado, no regenerador, pela corrente de ar e gases de combustão. Estes gases passam pelo leito de catalisador fluidizado (FASE DENSA), e atinge uma zona onde ocorre a separação sólido-gás (FASE DILUIDA).

Partículas finas de catalisador, arrastadas pela corrente gasosa são recuperadas pelo conjunto de ciclones de dois estágios. Os gases da combustão, inertes e finos do catalisador não recuperados deixam o segundo estágio dos ciclones e alcançam a câmara plena do topo do regenerador, que também serve como ponto de sustentação dos ciclones.

A composição volumétrica destes gases é aproximadamente a seguinte: ($N_2=80\%$, $CO_2=10\%$, $CO=10\%$). É possível transformar CO em CO_2 , liberando-se energia, que é aproveitada para a geração de vapor d’água de alta pressão. Este processo é realizado na CALDEIRA DE CO_2 .

Os gases de combustão provenientes do regenerador caminham para câmara de orifício (ou câmara de expansão), onde a pressão é reduzida ao nível necessário à operação da caldeira de CO. Antes de chegar à câmara de expansão, os gases passam por duas “SLIDE VALVES”, que se abrem ou fecham sob a ação do controlador do diferencial de pressão entre o reator e o regenerador.

Um aquecedor de ar, que é parte integrante da linha de injeção de ar para o distribuidor, é usado durante a partida para aquecer o conversor, e fornecer o calor necessário para elevar a temperatura do leito regenerador ao ponto em que possa iniciar a combustão do coque.

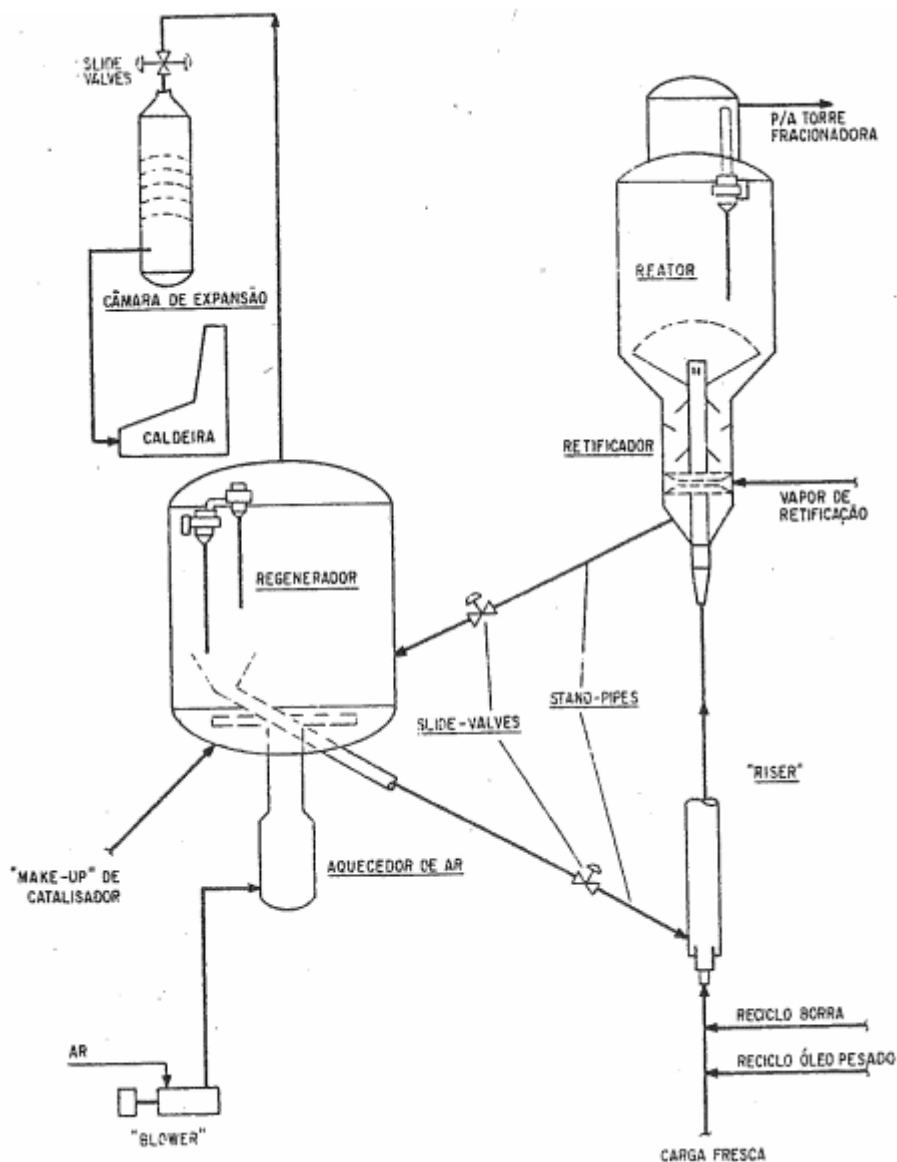


Figura 10 – Esquemático do Processo de Craqueamento Catalítico (Fonte: Apostila de Engenharia de Processamento Petrobras)

5.2. SEÇÃO DE FRACIONAMENTO

Os gases de craqueamento, efluentes do reator, são enviados a seção de fracionamento, onde os produtos são separados pelas suas faixas de ebulição, em uma torre de destilação.

O produto de topo contém as frações mais leves produzidas (nafta de craqueamento, GLP e gás combustível), que após serem resfriadas, são coletadas no tambor de acúmulo. Nesse tambor coexistem 3 fases: uma fase gasosa, constituída de hidrocarbonetos de 1, 2, 3 e 4 átomos de carbono e impurezas gasosas (H₂S, CH₃SH, etc); uma fase líquida, composta de



nafta contendo uma razoável quantidade de GLP dissolvido, conhecida como gasolina não estabilizada; a terceira fase é constituída de água, proveniente das injeções de vapor que são feitas no reator. As duas correntes de hidrocarbonetos são encaminhadas à seção de recuperação de gases para uma posterior separação.

Como produtos laterais da fracionadora temos os óleos de reciclo (leve e pesado). Esse dois cortes são constituídos de moléculas médias e pesadas, que foram particulamente craqueadas. Parte dessas correntes eram retiradas da unidade e o restante era reciclado ao encontro da carga, para que houvesse uma nova oportunidade das moléculas serem craqueadas. Atualmente, por razões econômicas, todo óleo pesado é reciclado, enquanto que para o óleo leve, isto só é feito eventualmente.

O produto de fundo da fracionadora é constituído de frações pesadas residuais de craqueamento e de partículas de catalisador que foram arrastadas pela corrente gasosa que deixou o reator. Este resíduo é enviado a um vaso de decantação, onde pelo topo sai o óleo decantado ou clarificado, isento de partículas sólidas.

No vaso decantador, além do óleo clarificado, obtêm-se uma lama de óleo e catalisador, que é totalmente reciclada ao reator. Este reciclo oleoso, que contém os finos de catalisador que não foram retidos pelos ciclones, é conhecido como Borra.

A mistura de gasóleo de vácuo (carga fresca) e reciclos (LCO, HCO e Borra), que é a carga que efetivamente penetra o riser, é conhecida como carga combinada. A relação entre a carga combinada e a carga fresca é conhecida como Razão de Carga Combinada (RCC).

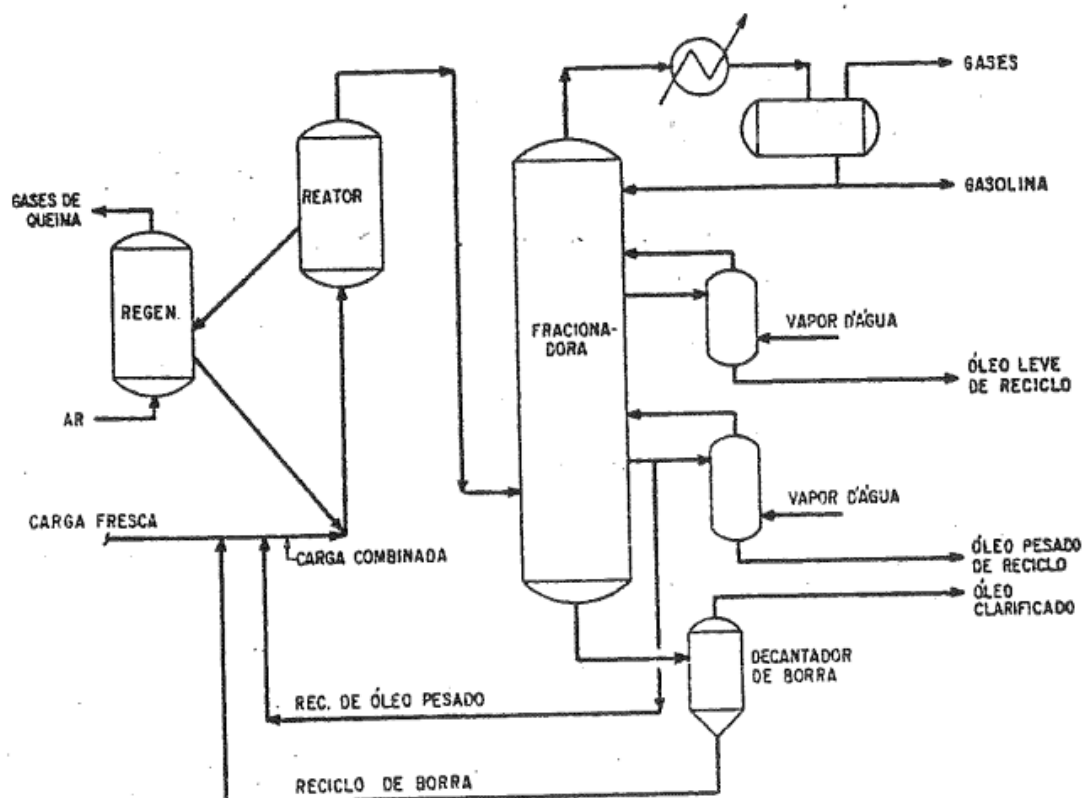


Figura 11- Esquemático da seção de Fracionamento (Fonte: Apostila de Engenharia de Processamento Petrobras)

5.3. SEÇÃO DE RECUPERAÇÃO DE GASES

O gás proveniente do tambor de acúmulo da fracionadora é succionado por um compressor, e tem sua pressão bastante elevada. Em seguida passa por resfriadores e vai a um tambor de acúmulo de alta pressão. Devido à compressão e ao resfriamento, os hidrocarbonetos mais pesados da corrente gasosa (C3 e C4) se liquefazem, e os mais leves (C1 e C2) permanecem no gás. Essa corrente vai ter ao fundo da torre absorvedora primária, onde, pelo topo, é injetada gasolina não estabilizada. Caso haja na corrente gasosa algum C3 ou C4, estes serão absorvidos pela gasolina.

O gás combustível do topo da absorvedora primária pode arrastar consigo um pouco de gasolina de absorção. Com o intuito de se recuperar algum hidrocarboneto arrastado (C3 ou mais pesados), o gás combustível vai a absorvedora secundária. Nessa torre o fluido absorvedor é o refluxo circulante frio de óleo leve de reciclo, que após a absorção retorna a torre fracionadora. O gás combustível, depois desta operação, vai à seção de tratamento (DEA), onde o H₂S é retirado da mistura.



A gasolina não estabilizada que deixou o fundo da absorvedora primária, junta-se com a descarga do compressor, é resfriada e vai ao tambor de acúmulo de alta pressão. É possível que, no contato com os gases do compressor, algum hidrocarboneto leve (C1 e C2) seja também absorvido. Para que esses compostos sejam eliminados, a gasolina que deixa o fundo do tambor de alta pressão vai à torre retificadora, onde recebe um ligeiro aquecimento. Os gases leves (C1 e C2) são vaporizados, e, pelo fundo desta torre sai gasolina em condições de ser enviada a debutanização.

A operação de debutanização é semelhante à estabilização, porém em condições mais severas. A finalidade do processo é, não só especificar-se a Pressão de Vapor da gasolina, como também enquadrar-se o intemperismo do GLP. Pelo fundo da debutanizadora sai gasolina estabilizada, pronto para ser submetida aos tratamentos de redução do enxofre. No topo saem vapores de GLP, que após o resfriamento, são liquefeitos.

O GLP contém uma razoável concentração de compostos de enxofre, sendo por isso enviado a seção de tratamento, para eliminação dessas moléculas. Após o tratamento, dependendo do interesse da refinaria e do mercado local, o GLP pode ser decomposto, numa torre separadora, em duas correntes: C3 (propano e propeno), como produto de topo e C4 (butanos e butenos), como produto de fundo. Normalmente esta operação é feita quando há petroquímicas próximas interessadas em uma das duas correntes.

5.4. CARACTERÍSTICAS DA CARGA PARA CRAQUEAMENTO

A carga normalmente usada em FCC é um gasóleo obtido por destilação a vácuo, com faixa de destilação intermediária entre o óleo diesel e o resíduo de vácuo. Embora as unidades de craqueamento sejam bastante flexíveis para processarem grandes variedades de cargas, existem, no entanto algumas limitações. As propriedades da carga que podem exercer maior influência no processo são:

- **Faixa de destilação** – O limite inferior situa-se em torno de 320°C. Os compostos presentes na carga de ponto de ebulição menor que este valor, são refratários ao craqueamento, obrigando para a sua decomposição, condições mais severas. Por outro lado, frações muito pesadas não craqueam bem, produzido tão somente coque e gás combustível. A faixa de destilação usualmente empregada varia de 340°C a 550°C.



- **Resíduo de Carbono** – Está relacionado com a formação de coque, embora o rendimento deste produto seja função de outros parâmetros. O resíduo de carbono deve ser baixo, para minimizar-se a formação de coque. De um modo geral o resíduo de carbono deve ser menor que 0,5% em peso
- **Fator de Caracterização (Kuop)** – Quanto mais parafínica for a carga, mais fácil ela será craqueada. Assim, quanto maior for o fator de caracterização, menos severas serão as condições de craqueamento. As firmas projetistas recomendam que o Kuop da carga não seja menor que 11,5, uma vez que os anéis aromáticos não são facilmente rompidos pelo catalisador.
- **Teor de Metais** – Os metais presentes na carga afetam a atividade e a seletividade do catalisador, desativando-o rapidamente. Para que o conteúdo de metais presentes na carga não provoque o envenenamento do catalisador, a seguinte condição deve ser obedecida: $Fe + V + 10(Ni + Cu) < 5ppm$

5.5. PRODUTOS DO CRAQUEAMENTO CATALÍTICO

Gás Combustível – É composto de H₂, C₁, C₂ e C₂=. Antes de sair da unidade, esta mistura gasosa é tratada com DEA (Di-Etano-Amina), que remove o H₂S, que é utilizado como matéria-prima na fabricação de enxofre. O FCC é o principal produtor de gás combustível em uma refinaria, gás este que é normalmente consumido em fornos e caldeiras das diversas unidades.

GLP e Correntes C₃ e C₄ – A unidade de craqueamento catalítico também é o principal responsável pela geração de GLP. O gás liquefeito pode ser decomposto em duas correntes (C₃ e C₄) para utilização específica nas indústrias petroquímicas.

Gasolina – Possui um alto teor de olefinas, isoparafinas e aromáticos que lhes conferem um alto índice de Octanagem (~80). Devido ao alto teor de olefinas ela apresenta uma maior tendência à formação de gomas, o que é indesejável.

Gasóleo – São oriundos das moléculas não convertidas da carga original da unidade (gasóleo de vácuo). Possuem um teor razoável de cadeias aromáticas de alto peso molecular, devido à dificuldade do catalisador em romper os anéis aromáticos. São separados em três frações, conforme as suas faixas de destilação. A fração mais leve é conhecida como Óleo



Leve de Reciclo ou “Light Cycle Oil” (LCO). Sua faixa de destilação é compatível com a do óleo diesel e a ele é adicionado, desde que o seu teor de enxofre o permita. Quando isto não ocorre, o LCO é utilizado para o acerto da viscosidade de óleos combustíveis. Nos primórdios das unidades de FCC, esta fração, bem como a que citamos anteriormente, eram reciclados, em parte, para o reator, a fim de aumentar-se o rendimento dos produtos nobres. Atualmente, por razões econômicas, o LCO raramente é reciclado. A fração intermediária é conhecida como Óleo Pesado de Reciclo, ou “ Heavy Cycle Oil” (HCO). Sua faixa de destilação enquadra-se como um óleo combustível de baixa viscosidade, e parte dele era antigamente adicionada a esse óleo. Em unidades modernas, o HCO não mais é retirado da unidade, sendo toda a sua vazão reciclada ao conversor. Assim, uma nova oportunidade é fornecida as suas moléculas, de craquearem.

Finalmente, a fração mais pesada, residual, é conhecido como “Óleo Clarificado ou Óleo Decantado (CLO)”. O seu nome provém do medo que dele é eliminado as partículas de catalisador que, sendo arrastadas pelos gases efluentes do reator, alojam-se, preferencialmente, nas frações mais pesadas. O óleo clarificado, devido a sua alta concentração de núcleos aromáticos policondensados, pode ser utilizado como matéria prima para obtenção de negro de fumo (carga para borracha) ou coque de petróleo (produção de eletrodos de grafite). Quando o CLO não é usado para as finalidades acima descritas, ele é adicionado a corrente de óleo combustível.

Coque – São cadeias poliméricas de altos pesos moleculares e elevadas percentagens de carbono que se depositam na superfície do catalisador, abaixando sua eficiência. Para que a atividade do mesmo seja restabelecida, o coque é queimado no regenerador, e da sua combustão, é gerado todo o calor necessário ao processo.

5.6. CARACTERÍSTICA DO CATALISADOR DE CRAQUEAMENTO

O catalisador empregado nas reações de “cracking” é um pó granular, finíssimo, de alta área superficial, a base de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3). Este pó, quando é atravessado por uma corrente gasosa, comporta-se de modo semelhante a um fluido. A esse fenômeno denominamos fluidização. Existem três formas diferentes de catalisador, que são: baixa alumina (11-13% Al_2O_3), alta alumina (25% Al_2O_3) e do tipo zeolítico (cristalino). O catalisador de craqueamento tem as seguintes funções:

- Promover as reações de craqueamento em condições de pressão e temperatura mais baixas do que as requeridas no craqueamento térmico.



- Transportar o coque depositado na sua superfície para o regenerador, onde será queimado, gerando calor.

- Atuar como agente de transferência de calor, retirando-o da zona de combustão e utilizando-o para aquecer e vaporizar a carga, elevando a sua temperatura para possibilitar e manter as reações de craqueamento.

A preferência que o processo de craqueamento apresenta pela produção de gasolina e GLP, em relação à formação de coque, é traduzida em termos de seletividade, decorrente basicamente das propriedades de catalisador.

A seletividade, no entanto, para um mesmo tipo de catalisador pode ser alterada pela ocorrência de reações secundárias de craqueamento, como consequência dos contaminantes metálicos depositados na superfície das partículas do catalisador.

5.7. ATIVIDADE CATALÍTICA

A atividade de um catalisador é uma medida direta da capacidade do catalisador em promover as reações de craqueamento. Ela é caracterizada por um maior rendimento de produtos comerciais em relação à quantidade de catalisador utilizado, sendo função de sua composição química e de sua área superficial.

Com o uso, o catalisador vai perdendo sua atividade (mais fortemente no início, regredindo progressivamente com o tempo) devido às contaminações que vai sofrendo com o processo (coque e metais). Por isto, periodicamente é feita a adição de catalisador virgem para manter sua atividade, bem como repor o inventário, para compensar as perdas pela chaminé.

A desativação pode ser notada por um aumento anormal da quantidade de hidrogênio e metano produzidos. Um catalisador de craqueamento pode apresentar-se de três formas distintas:

- **Catalisador Virgem:** é aquele que ainda não tomou parte nas reações de craqueamento. Ele é branco e com a atividade máxima especificada.



- **Catalisador Gasto:** é aquele que tomou parte nas reações de craqueamento, estando impregnado de coque. Seu teor de carbono é de 1,0 a 1,2% peso e cor preta.

- **Catalisador Regenerado:** é aquele que tomou parte nas reações de craqueamento, porém já foi queimado parte do coque a ele agregado, estando apto a promover novas reações. Seu teor de coque é de 0,2 a 0,5% peso e cor cinzenta.

5.8. CONVERSÃO

Conversão é a porcentagem da carga fresca que é convertida em produtos mais leves que a carga. Neste caso ele engloba além do gás combustível, GLP e gasolina, o coque formado durante o processo de craqueamento. Em unidades operando normalmente, os níveis de conversão variam de 70 a 85%.

5.9. REGENERAÇÃO DO CATALISADOR

O controle de maior importância na unidade de FCC é a regeneração do catalisador gasto, sendo considerado mesmo como o coração do processo.

Em condições normais de operação, certa quantidade de coque (0,2 a 0,3% peso) fica retida no catalisador, após a regeneração. Quando a taxa de queima do coque é igual ao produzido no reator, a porcentagem em peso de carbono no catalisador regenerado torna-se constante. Diz-se então que o conversor está em balanço de carbono.

Durante o processo de queima do coque, dois problemas importantes podem acontecer:

- **After-burning:** Ocorre quando a taxa de queima do coque é superior ao coque formado durante as reações de craqueamento.

A presença de uma quantidade considerável de catalisador absorve o calor e limita a elevação de temperatura: por outro lado, quando devido a um excesso de ar a combustão prossegue no segundo estágio dos ciclones e na linha de gás de combustão, a mesma quantidade de catalisador não está presente para absorver o calor, e aumento acentuado na temperatura pode ser observado. Diz-se então que o conversor está operando em after-burning. Elevadas temperaturas acarretam:

1º) Maior erosão do material do regenerador.



2º) Produção da vida do equipamento.

3º) Sinterização do catalisador.

4º) Turbilhonamento dos gases e conseqüente arraste demasiado de catalisador pela chaminé.

A temperatura máxima permissível no regenerador é determinada por sua construção mecânica, ou seja, pelos materiais de construção dos equipamentos (ciclones, refratário, etc). Ela deve ser no Máximo de 700°C.

- **Behind** – Quando a taxa de formação do coque superior ao coque queimado no regenerador há um aumento progressivo da porcentagem de carbono no catalisador. Coque catalisa coque.

Assim sendo, caso não se tome providências imediatas, em pouco tempo tem-se uma porcentagem elevadíssima de coque no catalisador. Há uma redução bem acentuada de atividade, com toda a gasolina e GLP sendo convertidos em gás combustível e coque. Devido ao acúmulo de coque, praticamente toda a queima se realiza no leito de catalisador, onde temperaturas elevadíssimas são observadas.



6. IDENTIFICAÇÃO DOS PERIGOS E RISCOS

A fim de prover a identificação dos perigos e riscos de forma organizada e sistemática, foi utilizado o modelo de planilha de APR, conforme Figura 19, que é usualmente empregado nesse tipo de avaliação. O INEA considera a aplicação da técnica de APR (Análise Preliminar de Riscos) em seu Manual para a identificação dos eventos iniciadores de acidentes.

6.1. ANÁLISE HISTÓRICA

Para obtenção de informações sobre acidentes envolvendo as substâncias presentes na Unidade de Craqueamento Catalítico, como a Gasolina e Petróleo Cru, foram realizadas consultas a bancos de dados e relatórios internacionais. A principal fonte de informações para a Análise Histórica de Acidentes do presente estudo foi o MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service). Este banco de dados possui registros ocorridos deste o início do século em diversos países.

6.1.1. GASOLINA

Até 2005, o número de acidentes registrados com gasolina era de 595, sendo 61% relacionados a transporte, 15,5% relacionados à estocagem como mostrado na Tabela 07 e na Figura 12:

Tabela 07 – Número de Acidentes com gasolina

Origem	Ocorrências	%
Processo	46	7,7
Transporte	363	61,0
Estocagem	92	15,5
Transferência	71	11,9
Doméstico-Comercial	15	2,5
Outros	2	0,3
Desconhecido	6	1,0
Total	595	100

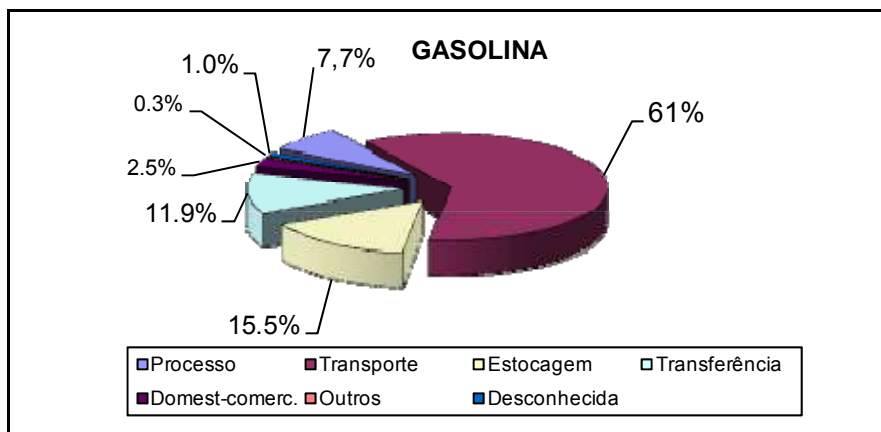


Figura 12 – Distribuição dos acidentes com gasolina

O foco deste trabalho será voltado para acidentes em estocagem. Analisando os registros do MHIDAS, pode-se concluir que a maior incidência de acidentes em estocagem ocorre nos vasos, representando 87% das ocorrências como mostrado na Tabela 08 e na Figura 13 abaixo:

Tabela 08 – Registro de acidentes relacionados à estocagem de gasolina

Origem	Ocorrências	%
Bomba	1	1
Caminhão Tanque	1	1
Container	2	2
Dutos	4	5
Tanque Container	3	3
Vasos	80	87
Desconhecida	1	1
Total	92	100

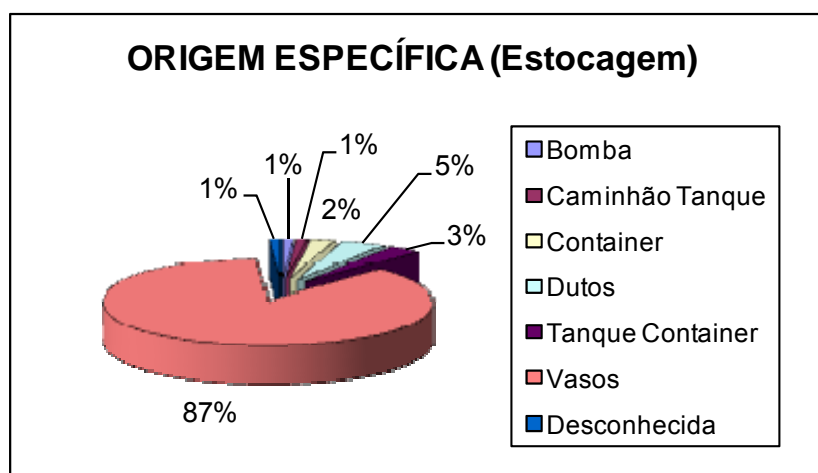


Figura 13 – Distribuição das ocorrências relacionadas à estocagem de gasolina



As consequências dos acidentes relacionados à estocagem de gasolina são mostrados na Tabela 09 e na Figura 14 .

Tabela 09 – Consequências relacionadas a acidentes em estocagem de gasolina

Consequências	Ocorrências	%
Bleve	1	1.1
Explosão	6	6.5
Explosão/Incendio	22	23.9
Incendio	15	16.3
Incendio no Tanque	11	12.0
Incendio/Bola de Fogo	3	3.3
Vazamento	5	5.4
Vazamento Contínuo	12	13.0
Vazamento Contínuo/Explosão	1	1.1
Vazamento Contínuo/Incendio	3	3.3
Vazamento Contínuo/Nuvem de Gás	1	1.1
Vazamento Instantaneo	2	2.2
Vazamento Instantaneo/Incendio	1	1.1
Vazamento/Explosão	2	2.2
Vazamento/Incendio	3	3.3
Desconhecido	4	4.3
Total	92	100

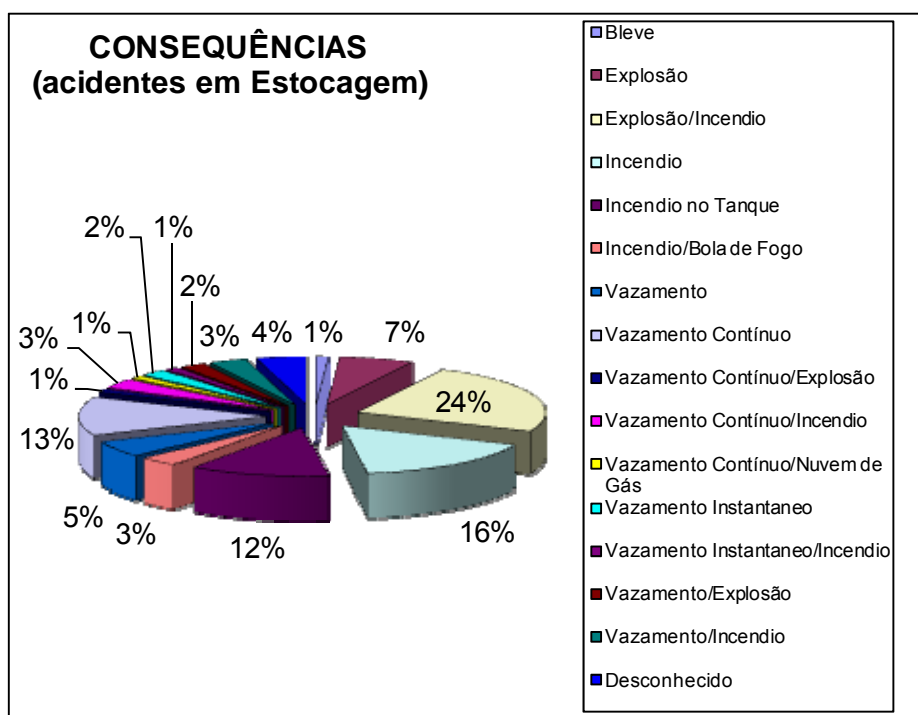


Figura 14 – Distribuição das consequências relacionadas à estocagem de gasolina



6.1.2. PETRÓLEO CRU

Até 2005, o número de acidentes registrados com petróleo cru era de 1292, sendo 56,3% relacionados a transporte, 8,6% relacionados à estocagem como mostrado na Tabela 10 e na Figura 15:

Tabela 10 – Número de Acidentes com petróleo cru

Origem	Ocorrências	%
Domest-comerc.	1	0.1
Estocagem	111	8.6
Processo	311	24.1
Transferência	130	10.1
Transporte	728	56.3
Outros	0	0.0
Desconhecida	11	0.9
Total	1292	100.0

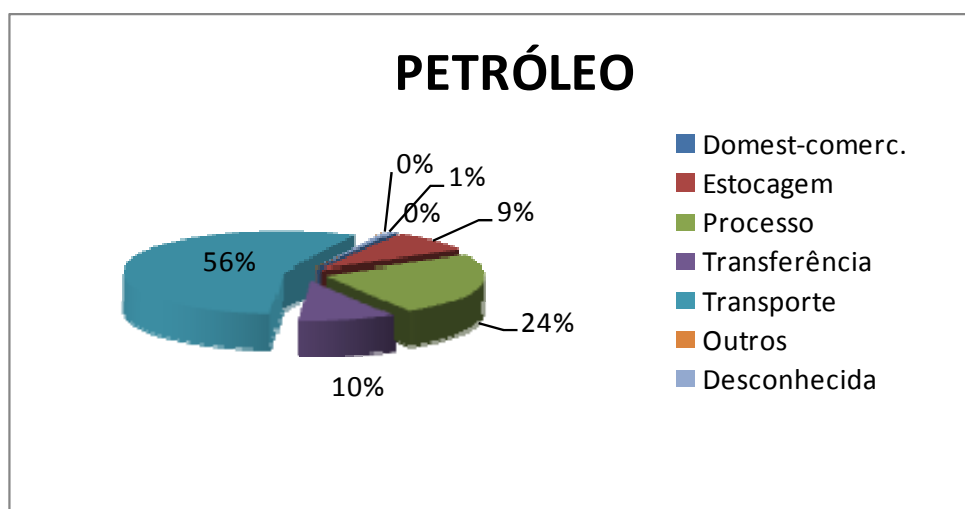


Figura 15 – Distribuição dos acidentes com petróleo cru



Analisando os registros do MHIDAS, pode-se concluir que a maior incidência de acidentes em estocagem de petróleo cru ocorre nos vasos, representando 84,68% das ocorrências como mostrado na Tabela 11 e na Figura 16 :

Tabela 11 – Registro de acidentes relacionados à estocagem de petróleo cru

Origem Específica	Ocorrências	%
Vasos	94	84.68
Tanque Container	3	2.70
Container	1	0.90
Navio	1	0.90
Dutos	3	2.70
Bomba	2	1.80
Mudança de Temperatura	1	0.90
Desconhecido	6	5.41
Total	111	100

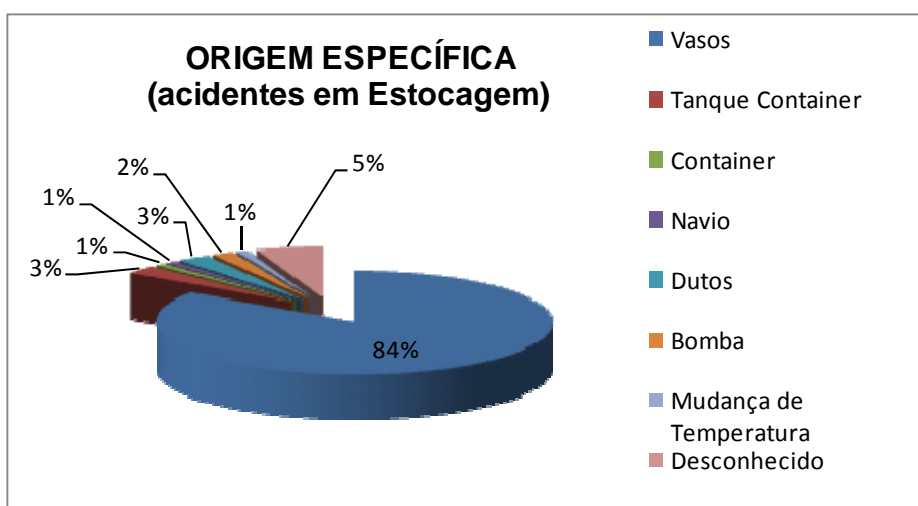


Figura 16 – Distribuição das ocorrências relacionadas à estocagem de petróleo cru



A distribuição das consequências dos acidentes relacionados à estocagem de petróleo cru são mostrados na Tabela 12 e na Figura 17 .

Tabela 12 – Consequências relacionadas a acidentes em estocagem de petróleo cru

Consequência	Ocorrências	%
Explosão	8	7.21
Explosão Confinada	1	0.90
Explosão/Incêndio	16	14.41
Incêndio	60	54.05
Vazamento	3	2.70
Vazamento	0	0.00
Vazamento Contínuo	17	15.32
Vazamento Instantâneo/Incêndio	1	0.90
Vazamento/Incêndio	1	0.90
Desconhecido	4	3.60
Total	111	100.00

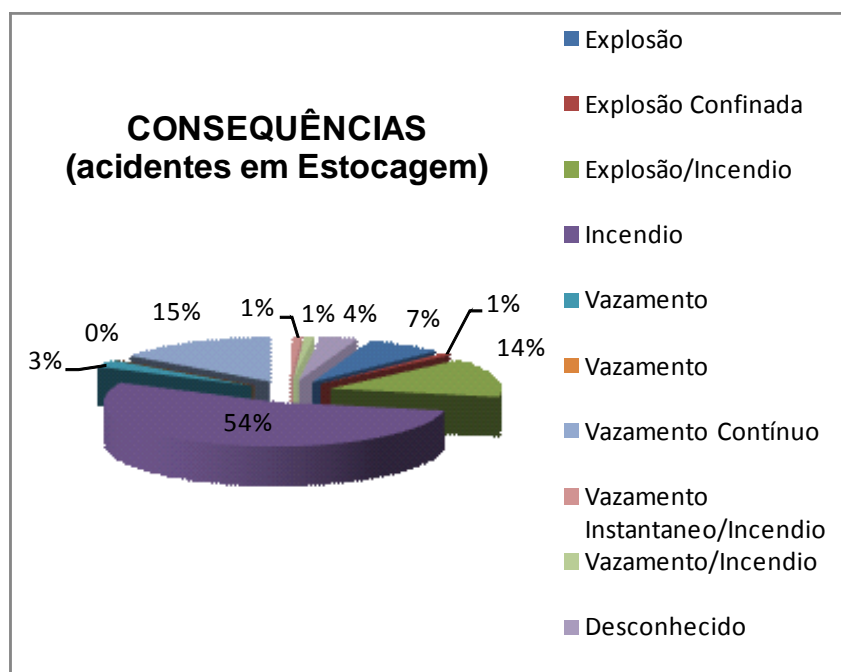


Figura 17 – Distribuição das consequências relacionadas à estocagem de petróleo cru



6.1.3. CONCLUSÃO ANÁLISE HISTÓRICA

A análise histórica foi realizada com base no MHIDAS, que é um banco de dados com informações de acidentes até 2005. Baseado nessas informações pode-se concluir que para a gasolina, tem-se 595 acidentes, sendo estocagem o objeto de estudo, com 92 ocorrência representando 15,5% dos acidentes. Dentre esses acidentes, tem-se como origem específica majoritária, acidentes em vasos, com 80 ocorrências representando 87% das origens. A consequência com maior número de ocorrências foi explosão / incêndio totalizando 23,9% das consequências

Em relação ao petróleo cru tem-se 111 ocorrências relacionadas à estocagem, com 84,68% de origem em vasos com incêndio sendo sua consequência mais relevante, 54,05%

6.2. ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

A metodologia empregada na identificação e avaliação qualitativa dos riscos das instalações da Unidade de Craqueamento Catalítico foi a Análise Preliminar de Riscos (APR).

A APR é uma técnica estruturada para identificar os riscos associados à ocorrência de eventos indesejáveis, que tenham como consequência danos a pessoas, patrimônio e meio ambiente.

Na APR são identificados os eventos indesejáveis (perigos), suas causas, consequências, modos de detecção e salvaguardas. Além disso, é realizada uma avaliação qualitativa da frequência de ocorrência desses eventos, da severidade das suas consequências e do risco associado. Ao final da análise, uma lista de recomendações é obtida, com o objetivo de aumentar a segurança dos sistemas, mitigando sua probabilidade de ocorrência e/ou magnitude das consequências.

Um fluxograma da metodologia utilizada é apresentado na Figura 18 abaixo.

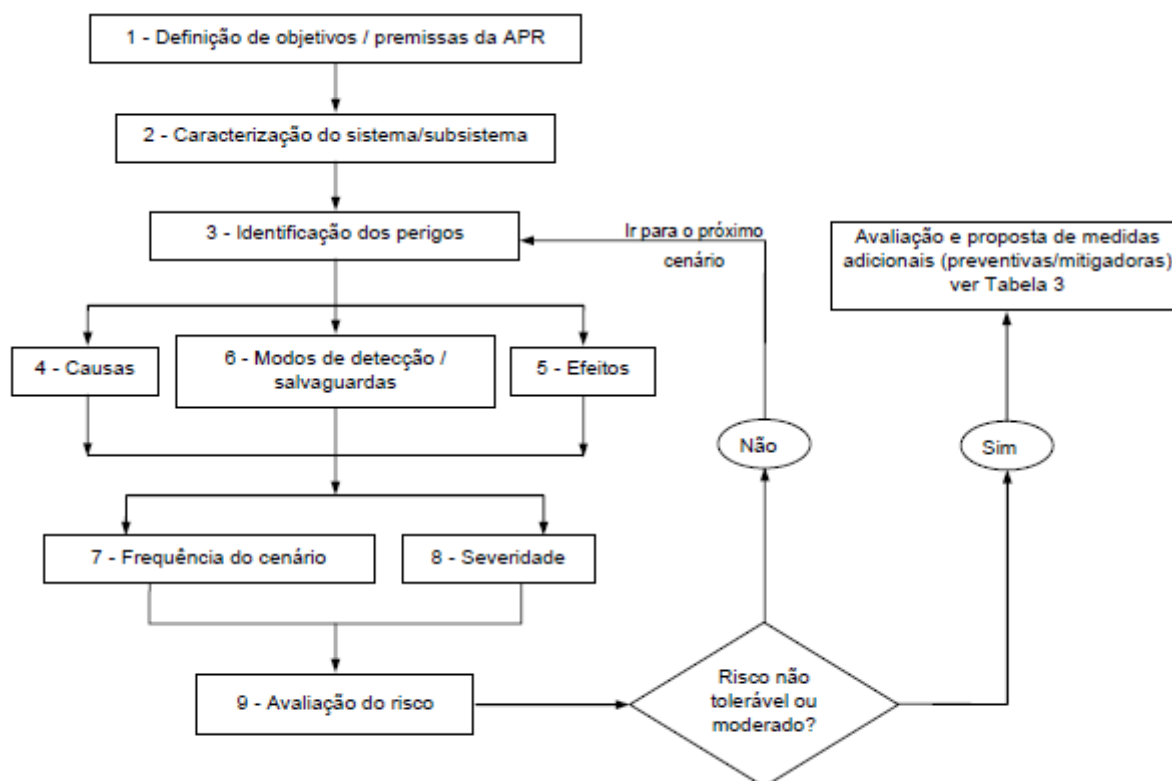


Figura 18 - Fluxograma Esquemático da Técnica de APR (Fonte: Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications. Englewood Cliffs: Prentice-Hall)

Para simplificar a realização da análise, a instalação estudada é, normalmente, dividida em sistemas e subsistemas ou trechos. A realização da análise propriamente dita é feita através do preenchimento de uma planilha de APR para cada sistema da instalação.

O modelo de planilha utilizado neste estudo é ilustrado na Figura 19 e contempla:

✓ **Perigo:** uma ou mais condições físicas ou químicas (ou a combinação dessas), com potencial para causar danos às pessoas, imagem da empresa, propriedade ou meio ambiente.

✓ **Causas:** eventos simples ou combinados, que levam à consumação dos perigos previamente identificados. Geralmente estão associados à ocorrência de falhas intrínsecas em equipamentos imprevistos do processo, ações externas, dentre outros.

✓ **Efeitos/ Impactos:** possíveis consequências danosas advindas da consumação de um determinado perigo.

✓ **Modos de detecção:** maneira pela qual é possível efetuar a identificação da ocorrência de um determinado evento acidental.



- ✓ **Salvaguardas:** dispositivo, sistema ou ação capaz de interromper a cadeia de eventos que ocorre a partir de um evento iniciador (perigo), diminuindo a probabilidade de ocorrência do cenário indesejável ou diminuindo a severidade de suas consequências.
- ✓ **Frequência:** indicação qualitativa da frequência esperada de ocorrência dos eventos acidentais identificados. As categorias de frequência utilizadas neste trabalho encontram-se apresentadas na Tabela 15.
- ✓ **Severidade:** indicação qualitativa do grau de severidade das consequências dos eventos acidentais identificados. As categorias de severidade utilizadas neste trabalho encontram-se apresentadas na Tabela 16.
- ✓ **Risco:** indicação qualitativa do nível de risco associado aos eventos acidentais identificados, obtida pela combinação das categorias de frequência e de severidade. A matriz utilizada para classificação de risco dos eventos acidentais e a descrição das categorias de risco são apresentadas na Figura 19.
- ✓ **Observações e Recomendações:** observações pertinentes a análise realizada para as hipóteses/ cenários acidentais e recomendações para o gerenciamento dos riscos associados, como redução da frequência de ocorrência ou da severidade do cenário acidental. Para cada recomendação é identificado um responsável.
- ✓ **Cenário:** Identificador individual do cenário acidental, numerado de forma sequencial.

É importante ressaltar que a participação de uma equipe multidisciplinar (incluindo operadores, profissionais de SMS, dentre outros) com conhecimento técnico e experiência nos sistemas analisados é indispensável para o bom resultado da aplicação da técnica de APR.



Equipe: Petrobras, Aspro e Bureau Veritas											Data:		Revisão: 0	
Sistema 1:			Subsistema 1.1:						Referências:					
Perigo	Causas	Efeitos	Modos de Detecção e Salvaguardas	Freq.	Pessoal		Instalação		Meio Ambiente		Imagem		Recomendações (R) / Observações (O)	Cenário
					S	R	S	R	S	R	S	R		
														1.1.1
														1.1.2

Figura 19 – Modelo de Planilha APR (Fonte: Apostila de Análise de Risco – Bureau Veritas)



6.2.1. CRITÉRIOS UTILIZADOS NA APR – FREQUENCIA, SEVERIDADE E RISCO

As categorias de frequência e de severidade são estabelecidas de tal modo a hierarquizar os riscos relativos às hipóteses acidentais levantadas, sendo o critério desta categorização dado pelo INEA (Instituto Estadual do Ambiente), conforme apresentado a seguir. A classificação tanto da frequência quanto da severidade fornece uma indicação qualitativa do tempo esperado para ocorrência das hipóteses acidentais e do grau de criticidade das conseqüências das hipóteses acidentais, respectivamente, como mostrado nas Tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Categorias de Frequência (Fonte: Apostila de Análise de Riscos – Bureau Veritas)

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente	Cenário que depende de falhas múltiplas dos sistemas de proteção ou da ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
B	Remota	Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou de equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação.
C	Provável	Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema.
D	Frequente	Esperada muitas ocorrências durante a vida útil do sistema.



Tabela 14 - Categorias de Severidade das Consequências (Fonte: Apostila de Análise de Riscos – Bureau Veritas)

Categoria	Denominação	Descrição
I	Desprezível	Cenário que depende de falhas múltiplas dos sistemas de proteção ou da ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
II	Marginal	Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou de equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação.
III	Crítica	A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou de equipamento).
IV	Catastrófica	Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.

Combinando-se as categorias de frequência e as de severidade, obtém-se uma indicação da categoria de risco de cada hipótese acidental conforme mostra a Figura 20

		Frequência			
		A	B	C	D
Severidade	I	(1)	(1)	(2)	(3)
	II	(1)	(2)	(3)	(4)
	III	(2)	(3)	(4)	(5)
	IV	(3)	(4)	(5)	(5)

Frequência	Severidade	Risco
A = Extremamente Remota	I = Desprezível	Risco Desprezível (1)
B = Remota	II = Marginal	Risco Baixo (2)
C = Provável	III = Crítica	Risco Moderado (3)
D = Frequente	IV = Catastrófica	Risco Sério (4)
		Risco Crítico (5)

Matriz de classificação de riscos

Figura 20 –



6.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO

6.3.1. Identificação dos sistemas

As planilhas da APR apresentadas a seguir se referem apenas ao estudo do sistema da Unidade de Craqueamento Catalítico da Refinaria. Portanto, para fazer uma análise detalhada, é recomendável realizar a APR completa de todos os sistemas e subsistemas da refinaria.

6.3.2. Premissas

Para execução da APR foram adotadas as seguintes premissas:

- 1) Instrumentação local não é considerada como modo de detecção ou salvaguarda.
- 2) Apenas os instrumentos com alarme associado são considerados como detecção.
- 3) Ações como o uso adequado de EPI, seguir procedimentos operacionais, treinamentos e planos de manutenção já fazem parte dos procedimentos padrão de uma instalação industrial. portanto, não são considerados como salvaguardas.
- 4) As análises realizadas para o equipamento A se aplicam para os equipamentos B, C e assim por diante, desde que todos os trens sejam idênticos.



Análise Preliminar de Riscos

Empreendimento: REFINARIA Sistema: Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado				Referências: Fluxograma de Engenharia								Data: 06/09/12 Revisão: 0		
Perigos Identificados	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Freq.	Pessoal Interno		Pessoal Externo		Instalações		MA		Recomendações / Observações	H.A.
					S	R	S	R	S	R	S	R		
Liberação de gasóleo	Vazamento e Ruptura de: -Linha de alimentação do Forno 01 (4"); -Bomba 01; -Juntas, flanges, selo da bomba, válvulas e conexões	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Possibilidade de incêndio em poça. -Possibilidade de contaminação ambiental.	B	II	2	I	1	III	3	II	2	001) A carga da Unidade de Craqueamento Catalítico está abaixo do ponto de fulgor, dificultando a ocorrência de incêndio.	1.
	Vazamento e Ruptura de: -Linha de saída do Forno 01 (3"); -Juntas, flanges, válvulas e conexões	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Possibilidade de incêndio em poça. -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão -Possibilidade de contaminação ambiental.	B	III	3	II	2	III	3	II	2	001)	2.



Análise Preliminar de Riscos

Empreendimento: REFINARIA Sistema: Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado				Referências: Fluxograma de Engenharia								Data: 06/09/12 Revisão: 0		
Perigos Identificados	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Freq.	Pessoal Interno		Pessoal Externo		Instalações		MA		Recomendações / Observações	H.A.
					S	R	S	R	S	R	S	R		
	Vazamento e Ruptura de: -Riser de alimentação do Reator (14") P=1,2 kg/cm2 e T=550°C; -Juntas, flanges, válvulas e conexões	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Possibilidade de incêndio em jato. -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão -Possibilidade de contaminação ambiental.	A	IV	3	III	2	IV	3	III	2	O02) Na ocorrência de ruptura no Riser existe a possibilidade do inventário da Torre Fracionadora vazar pelo Riser rompido, pois não existem válvulas de bloqueio neste trecho.	3.
Liberação de Vapor de Gasolina	Vazamento e Ruptura de: -Juntas ou flanges no topo do Reator	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Incêndio em Jato -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão	A	III	2	III	2	III	2	III	2	O03) Na ocorrência de ruptura no topo do Reator existe a possibilidade do inventário da Torre Fracionadora vazar pelo Riser rompido, pois não existem válvulas de bloqueio neste trecho. R01) Avaliar se o sistema de combate a incêndio possui capacidade de combater um incêndio no topo do Reator.	4.
	Vazamento e Ruptura de: -Linha de alimentação da Torre Fracionadora (14"); -Juntas, flanges, válvulas e conexões	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Incêndio em Jato -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão	A	III	2	III	2	III	2	III	2		5.



Análise Preliminar de Riscos

Empreendimento: REFINARIA Sistema: Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado				Referências: Fluxograma de Engenharia								Data: 06/09/12 Revisão: 0		
Perigos Identificados	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Freq.	Pessoal Interno		Pessoal Externo		Instalações		MA		Recomendações / Observações	H.A.
					S	R	S	R	S	R	S	R		
	Vazamento e Ruptura de: -Juntas, flanges, válvulas e conexões no topo da Torre Fracionadora	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Incêndio em Jato -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão	A	III	2	III	2	III	2	III	2	O04) Na ocorrência de ruptura no topo da Torre Fracionadora existe a possibilidade do inventário do Reator vazar pelo Riser rompido, pois não existem válvulas de bloqueio neste trecho.	6.
	Vazamento e Ruptura de: - Linha de alimentação do Vaso Acumulador - Resfriador 01 -Juntas, flanges, válvulas e conexões	-Visual -Sistema de monitoramento e controle	-Incêndio em Jato -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão	B	III	3	III	3	III	3	III	3		7.
	Vazamento e Ruptura de: - Linha de condensado (água oleosa presença de H ₂ S) vindo da Unidade de Concentração de Gases -Juntas, flanges, válvulas e conexões	-Visual - Odor -Sistema de monitoramento e controle	- Possibilidade de formação de nuvem tóxica -Possibilidade de contaminação ambiental	B	II	2	I	1	I	1	II	2	(O05) A temperatura do condensado é de aproximadamente 40°C não causando grandes danos as pessoas.	8.



Análise Preliminar de Riscos

Empreendimento: REFINARIA Sistema: Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado				Referências: Fluxograma de Engenharia								Data: 06/09/12 Revisão: 0		
Perigos Identificados	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Freq.	Pessoal Interno		Pessoal Externo		Instalações		MA		Recomendações / Observações	H.A.
					S	R	S	R	S	R	S	R		
	Vazamento e Ruptura de: - Linha de saída de gás para a unidade de concentração de gases (8") T=45°C ; P=0,45kg/cm ³ - Juntas, flanges, válvulas e conexões	-Visual - Odor - Sistema de monitoramento e controle	-Incêndio em Jato -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão -Possibilidade de nuvem tóxica	B	III	3	III	3	III	3	III	3		9.
Liberação de Gasolina	Vazamento e Ruptura de: - Juntas ou flanges na saída de gasolina do Vaso Acumulador	-Visual - Sistema de monitoramento e controle	- Possibilidade de incêndio em poça -Incêndio em Nuvem -Possibilidade de Explosão -Possibilidade de contaminação ambiental	A	III	2	III	2	III	2	II	1		10.



Análise Preliminar de Riscos

Empreendimento: REFINARIA				Referências: Fluxograma de Engenharia								Data: 06/09/12		
Sistema: Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado												Revisão: 0		
Perigos Identificados	Causas	Modos de Detecção	Efeitos	Cat. Freq.	Pessoal Interno		Pessoal Externo		Instalações		MA		Recomendações / Observações	H.A.
					S	R	S	R	S	R	S	R		
	Vazamento e Ruptura de: - Linha de transferência de gasolina (2"); - Bomba 07; - Juntas, flanges, selo de bomba, válvulas e conexões	- Visual - Sistema de monitoramento e controle	- Possibilidade de incêndio em poça - Incêndio em Nuvem - Possibilidade de Explosão - Possibilidade de contaminação ambiental	B	III	3	II	2	III	3	II	2		11.
	Vazamento e Ruptura de: - Linha de refluxo para a Torre Fracionadora (2"); - Bomba 06; - Juntas, flanges, selo de bomba, válvulas e conexões	- Visual - Sistema de monitoramento e controle	- Possibilidade de incêndio em poça - Incêndio em Nuvem - Possibilidade de Explosão - Possibilidade de contaminação ambiental	B	III	3	II	2	III	3	II	2		12.



6.3.3. RESULTADOS

Na realização da APR foram identificados 12 (doze) cenários de acidentes para a Unidade de Craqueamento Catalítico

6.3.3.1. Pessoal Interno

. Para Pessoal Interno pode ser observado de acordo com a Figura 21, 6 (seis) cenários foram classificados como Risco Baixo e 6 (seis) foram classificados como Risco Moderado.

		Frequência				
		A	B	C	D	
Severidade	I					0 (0,0%)
	II		2 (16,7%)			2 (16,7%)
	III	4 (33,33%)	5 (41,67%)			9 (75,0%)
	IV	1 (8,33%)				1 (8,33%)
		5 (41,67%)	7 (58,33%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Quantidade de cenários por categoria de risco					
1	2	3	4	5	Total
0 (0,0%)	6 (50,0%)	6 (50,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Figura 21 – Classificação de Risco para Pessoal Interno



6.3.3.2. Pessoal Externo

Para Pessoal Externo pode ser observado de acordo com a Figura 22, 2 (dois) cenários foram classificados como Risco Desprezível, 8 (oito) foram classificados como Risco Baixo e 2 (dois) foram classificados como Risco Moderado.

		Frequência				
		A	B	C	D	
Severidade	I		2 (16,67%)			2 (16,67%)
	II		3 (25,0%)			3 (25,0%)
	III	5 (41,67%)	2 (16,67%)			7 (58,33%)
	IV					0 (0,0%)
		5 (41,67%)	7 (58,33%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Quantidade de cenários por categoria de risco					
1	2	3	4	5	Total
2 (16,67%)	8 (66,67%)	2 (16,67%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (100,0%)

Figura 22 – Classificação de Risco para Pessoal Externo



6.3.3.3. Instalações

Para Instalações pode ser observado de acordo com a Figura 23, 1 (um) cenário foi classificado como Risco Desprezível, 4 (quatro) foram classificados como Risco Baixo e 7 (sete) como Risco Moderado.

		Frequência				
		A	B	C	D	
Severidade	I		1 (8,33%)			1 (8,33%)
	II					0 (0,0%)
	III	4 (33,33%)	6 (50,0%)			10 (83,33%)
	IV	1 (8,33%)				1 (8,33%)
		5 (41,67%)	7 (58,33%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Quantidade de cenários por categoria de risco					
1	2	3	4	5	Total
1 (8,33%)	4 (33,33%)	7 (58,33%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Figura 23 – Classificação de Risco para Instalações



6.3.3.4. Meio Ambiente

Para Meio Ambiente pode ser observado de acordo com a Figura 24, 1 (um) cenário foi classificado como Risco Desprezível, 9 (nove) foram classificados como Risco Baixo e 2 (dois) como Risco Moderado.

		Frequência				
		A	B	C	D	
Severidade	I					0 (0,0%)
	II	1 (8,33%)	5 (41,67%)			6 (50,0%)
	III	4 (33,33%)	2 (16,67%)			6 (50,0%)
	IV					0 (0,0%)
		6 (50,0%)	7 (58,33%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Quantidade de cenários por categoria de risco					
1	2	3	4	5	Total
1 (8,33%)	9 (75,0%)	2 (16,67%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	12 (100,0%)

Figura 24 – Classificação de Risco para Meio Ambiente



6.3.4. RECOMENDAÇÕES E OBSERVAÇÕES

Durante a realização da APR foram sugeridas e elaboradas recomendações e observações com o objetivo de mitigar o risco, de acordo com as Tabelas 15 e 16.

Tabela 15 – Observações para a Unidade de Craqueamento

Número	Descrição da observação	Item
O01	A carga da Unidade de Craqueamento Catalítico está abaixo do ponto de fulgor, dificultando a ocorrência de incêndio	1,2
O02	Na ocorrência de ruptura no Riser existe a possibilidade do inventário da Torre Fracionadora vazar pelo Riser rompido, pois não existem válvulas de bloqueio neste trecho.	3
O03	Na ocorrência de ruptura no topo do Reator existe a possibilidade do inventário da Torre Fracionadora vazar pelo Riser rompido, pois não existem válvulas de bloqueio neste trecho.	4
O04	Na ocorrência de ruptura no topo da Torre Fracionadora existe a possibilidade do inventário do Reator vazar pelo Riser rompido, pois não existem válvulas de bloqueio neste trecho.	6
O05	A temperatura do condensado é de aproximadamente 40°C não causando grandes danos as pessoas.	8

Tabela 16 – Recomendações para a Unidade de Craqueamento

Num.	Descrição da Recomendação	Item
R01	Avaliar se o sistema de combate a incêndio possui capacidade de combater um incêndio no topo do Reator.	4



6.4. CENÁRIOS IDENTIFICADOS

Dentre os cenários identificados pela APR, os que apresentaram severidade maior ou igual a III para Pessoal Externo, independentes da frequência foram analisados neste trabalhos e são eles:

Tabela 17 – Cenários identificados para análise de consequência e vulnerabilidade

UNIDADE	H.A.	PERIGO
Craqueamento Catalítico (FCC)	3	Liberação de gasóleo devido a ruptura do riser de alimentação do Reator (14") ou juntas, flanges, válvulas e conexões
	4	Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges no topo do Reator
	5	Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura da linha de alimentação da Torre Fracionadora (14") ou juntas, flanges, válvulas e conexões.
	6	Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges no topo da Torre Fracionadora.
	7	Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura da linha de alimentação do Vaso Acumulador (12"), Resfriador 01 ou de juntas, flanges, válvulas e conexões.
	9	Liberação de gás inflamável devido a ruptura da linha de saída de gás para a unidade de concentração de gases (8") ou de juntas, flanges, válvulas e conexões.
	10	Liberação de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges na saída de gasolina do Vaso Acumulador.



7. ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE

Esta seção tem o objetivo de estimar o alcance de determinados efeitos físicos e a realização de uma análise de vulnerabilidade para o conjunto dos cenários classificados na análise preliminar de riscos como pertencentes às categorias (consequências) de severidade crítica e catastrófica, ou seja, aqueles cenários com maior potencial de causar danos à população circunvizinha. O manual determina, ainda, que essa análise seja realizada para as condições meteorológicas mais prováveis da região, e que sejam apresentadas:

- para incêndios em poça ou tocha (jato de fogo): as curvas representativas do nível de fluxo térmico igual a 5 kw/m^2 (ou seja, o equivalente a 1% de probabilidade de morte para as pessoas expostas à radiação por cerca de 1 minuto).

- para explosões de qualquer natureza: as curvas representativas dos níveis de sobrepressão de 13 kPa (ou seja, o equivalente a 1% de probabilidade de ruptura de tímpanos das pessoas expostas) e 7 kPa (isto é, a sobrepressão capaz de provocar danos estruturais em residências).



7.1. Base Conceitual Utilizada

7.1.1. Alcance dos Efeitos Físicos

A Figura 25 a seguir mostra o esquema básico de modelagem de um cenário acidental envolvendo o vazamento de produtos tóxicos e/ou inflamáveis.

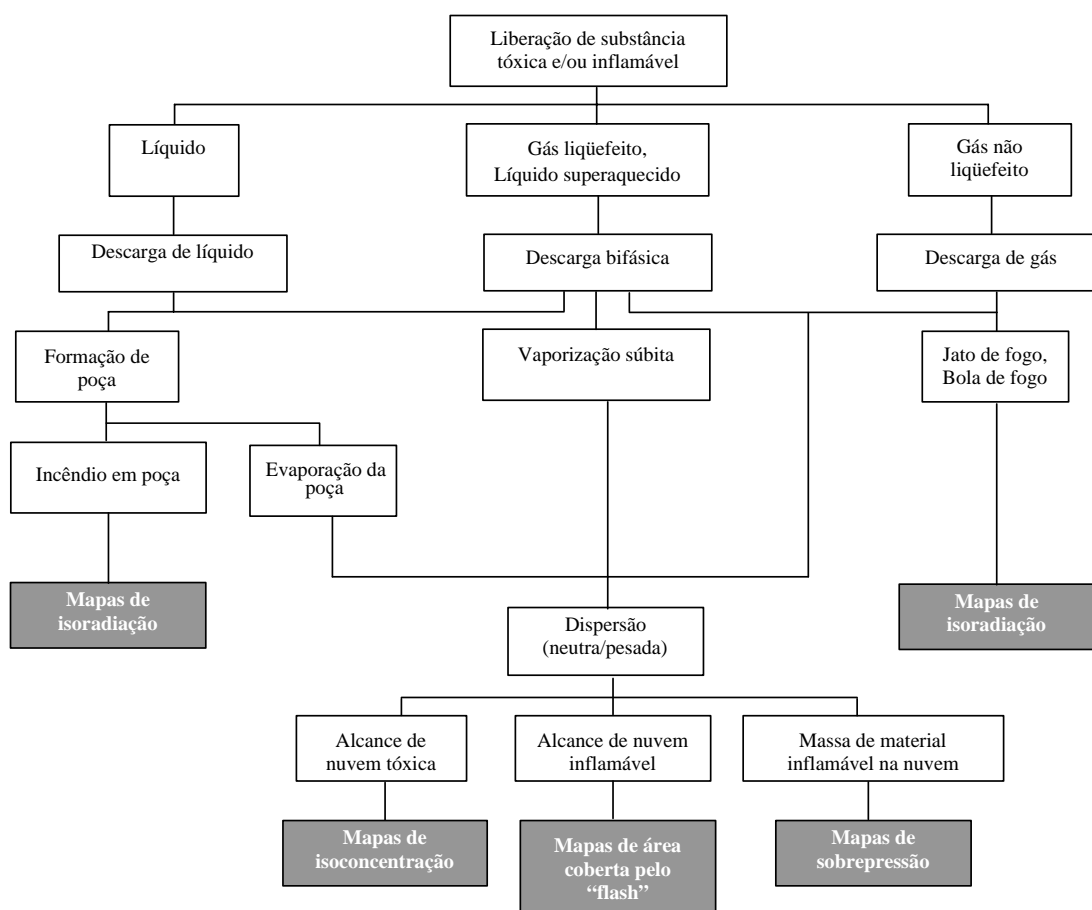


Figura 25 - Diagrama lógico para modelagem dos efeitos físicos relacionados à liberação de produtos tóxicos e/ou inflamáveis. Fonte: (Manual do EFFECTS 7.5)

A estimativa do alcance dos efeitos físicos foi efetuada através de modelagem matemática, a qual foi realizada com a utilização do programa EFFECTS versão 7.5 da TNO.

A Tabela 18 apresenta os modelos matemáticos do programa EFFECTS versão 7.5 que foram utilizados.



Tabela 18 – Modelos do Programa Effects utilizados

Item de cálculo	Modelo de cálculo
Vazamento de líquido	<i>Liquid release: from vessel through (a hole in) pipe or through hole in vessel</i> – Modelo descrito no Yellow Book da TNO (1997), seção 2.5.4.
Vazamento de gás	<i>Gas release from a hole in a vessel or pipe</i> – Modelo descrito no Yellow Book da TNO [1997], seção 2.5.2.1 até 2.5.2.4.
Formação de Poça	<i>Pool evaporation from land or water</i> – Modelo descrito no Yellow Book da TNO [1997], seção 3.5.
Incêndio em poça	<i>Pool fire</i> - Modelo descrito no Yellow Book da TNO [1997], seção 6.5.4 e 6.5.5 (<i>on land</i>) e seção 6.5.6 (<i>on water</i>).
Jato de fogo	<i>Torch fire (Chamberlain model)</i> – Modelo descrito no Yellow Book da TNO [1997], seção 6.5.3.
Jato de fogo	<i>Two-phase jet fire</i> - Modelo descrito no Yellow Book da TNO [1997], seção 6.3.2
Bola de fogo	<i>BLEVE</i> – Modelo descrito no Yellow book da TNO [1997], seção 6.5.7.
Dispersão de gases na atmosfera	<i>Neutral gas dispersion: instantaneous release, semi-continuous release or continuous release</i> – Modelos descritos no Yellow Book da TNO [1997], seção 4.5.
	<i>Dense gas dispersion: dispersion from evaporating pool, a horizontal jet, a vertical jet or an instantaneous release</i> – Modelos descritos no Yellow Book da TNO [1997], seção 4.5.
Explosão	<i>Vapour cloud explosion (multi energy)</i> – Modelo descrito no Yellow Book da TNO [1997], seção 5.5.



7.1.2. Tempo de vazamento

Considerou-se como tempo de vazamento o tempo para detectar e interromper totalmente o vazamento (considerando-se o desligamento de bombas para interrupção da transferência e o fechamento total de válvula de bloqueio).

De acordo com a Norma P4.261 da CETESB, considerou-se o tempo de vazamento como sendo da ordem de 10 minutos, salvo no caso da formação de mistura explosiva e sobrepressão no interior de equipamentos, em que foi usado o inventário contido em cada um.

7.1.3. Massa de Bola de Fogo / Bleve

A *Bola de fogo / Bleve* é consequência da ruptura de vasos de pressão contendo GLP e pode ocorrer também na ruptura total de uma tubulação de gás quando há uma fonte de ignição muito próxima (HSE – *Health & Safety Executive – Research Report 036 – Report on a second study of pipeline accidents using the health and Safety Executive’s Risk MISHAP and PIPERS, 2002*).

A bola de fogo / bleve tem uma duração de alguns segundos, causando radiação térmica que depende do tamanho da bola e da distância do observador em relação ao centro da bola.

7.1.4. Área da Poça

Nos reservatórios onde existam bacias de contenção, a superfície da poça deverá ser aquela equivalente à área delimitada pelo dique, desde que a quantidade de substância envolvida no vazamento seja suficiente para ocupar toda a superfície da bacia de contenção.

Para os vazamentos em área desprovida de contenção, considerou-se a área de espalhamento da substância como se a poça tivesse uma profundidade média de 3 (três) cm.

7.1.5. Toxicidade

A Análise Preliminar de Riscos identificou algumas hipóteses acidentais classificadas como de severidade crítica ou catastrófica para a população externa, envolvendo os seguintes produtos com características de toxicidade: gasolina, petróleo cru e propano.

7.2. Vulnerabilidade

A quantificação dos danos causados à população pelos efeitos físicos decorrentes das hipóteses acidentais é de natureza estocástica, isto é, torna-se possível apenas estimar a probabilidade de se observar certo dano em um indivíduo, ou a percentagem das pessoas da população exposta a um efeito físico que efetivamente sofrerão aquele dano. Os modelos para a avaliação da vulnerabilidade têm como base as equações de Probit (*Probability unit*).



$$Pr = K_1 + K_2 * \ln V$$

Onde: **Pr** = Probit, é uma grandeza relacionada com a percentagem do recurso vulnerável (pessoas, estruturas, etc) que é afetada pelo acidente.

V = uma medida da intensidade do efeito físico causador dos danos aos recursos vulneráveis (sobrepessão, impulso, intensidade do fluxo térmico x tempo de exposição ou concentração x tempo de exposição).

K₁ e **K₂** = parâmetros específicos para cada tipo de dano e de substância.



A relação entre *Probit* e o percentual de acidentados é representada pela Tabela 19.

Tabela 19 – Relação entre probit e percentagem dos recursos vulneráveis atingidos (Fonte: Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications. Englewood Cliffs: Prentice-Hall)

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

7.2.1. Vulnerabilidade Devida a Radiação Térmica

Para a estimativa das áreas vulneráveis a radiação térmica (ocorrência de incêndio em poça, jato de fogo e bola de fogo), foi utilizada a equação de probit sugerida por (TNO, 1992) apresentada a seguir:

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

Onde:

t = tempo de exposição à radiação térmica (s);

Q = intensidade de radiação térmica (W/m²).

No caso de ocorrência de jato de fogo ou incêndio em poça, foi pesquisado o alcance para a radiação de 5kW/m².

No caso de ocorrência de bola de fogo, tendo em vista que sua duração não atinge o tempo de 1 minuto, consideramos, para cada cenário, a radiação capaz de produzir 1% de fatalidades durante o tempo estimado para a duração da bola de fogo.



No caso de ocorrência de incêndio em poça de líquido inflamável a fumaça absorve parte da radiação emitida pelas chamas. Quanto maior o diâmetro da poça, maior a dificuldade para o oxigênio do ar atingir a zona central do fogo, maior a formação de fumaça e menor a radiação emitida pela poça em chamas para a região no seu entorno. Desta forma, a radiação média efetiva foi calculada pela fórmula (AIChE, 1997):

$$E_{av} = E_m e^{-SD} + E_s (1 - e^{-SD})$$

Onde:

E_{av} = Radiação média emitida pela superfície das chamas (kW/m^2)

E_m = Máxima radiação emitida pela poça em chamas (aproximadamente 140 kW/m^2)

E_s = Radiação emitida pela fumaça (aproximadamente 20 kW/m^2)

S = Parâmetro experimental ($0,12 \text{ m}^{-1}$)

D = Diâmetro da poça (m)

Portanto, a radiação emitida pela superfície das chamas é calculada em função do diâmetro da poça e considerando-se a fumaça/fuligem gerada pela queima. Este parâmetro é levado em consideração na simulação através do parâmetro "*Value of soot fraction*".



A Tabela 20 mostra, para alguns valores de radiação emitida (fluxo térmico), os efeitos observados e os tempos de exposição.

Tabela 20 – Efeitos observados para diferentes níveis de radiação (Lees, 1996)

Intensidade da radiação (kW/m ²)	Efeitos observados
37,5	Suficiente para causar danos ao equipamento e queimaduras letais.
28,5	Nível de radiação térmica com probabilidade de 99% de letalidade para tempo de exposição de 30 s.
25	Energia suficiente para ignição espontânea da madeira.
14,5	Nível de radiação térmica com probabilidade de 50% de letalidade para tempo de exposição de 30 s.
12,5	Energia mínima para possível ignição da madeira, ignição espontânea da vegetação e para provocar queimaduras não letais.
7,25	Nível de radiação térmica com probabilidade de 1% de letalidade para tempo de exposição de 30 s.
6	Intensidade máxima tolerável sobre pessoas que estão em fuga.
5	Intensidade máxima tolerável sobre pessoas que estão realizando operações de emergência.
4,5	Suficiente para causar dores em pessoas se não houver resposta em 20 s; queimaduras de segundo grau são possíveis; 0% de letalidade.
3,0	Intensidade tolerável em situações de emergência com até 30 minutos de duração
2,1	Suficiente para causar sensação de dor após 1 minuto de exposição.
1,6	Não causa desconforto para exposições prolongadas.

7.2.2. Vulnerabilidade Devida a Incêndio em Nuvem

No caso de ocorrência de um incêndio em nuvem, o número de pessoas queimadas é correspondente a 100% das pessoas presentes no interior da área limitada pelo limite inferior de inflamabilidade (LII), sofrendo fatalidade por queimadura (TNO,1999).



7.2.3. Vulnerabilidade Devido a Explosão

Para estimativa das áreas vulneráveis a explosão, foram pesquisados os seguintes níveis de sobrepressão,:

13 kPa (0,13 bar - 1% de probabilidade de ruptura de tímpanos);

7 kPa (0,07 bar - danos estruturais em residências).

A Tabela 21 apresenta os efeitos observados em estruturas para diferentes níveis de sobrepressão.

Tabela 21 – Relação entre sobrepressão e efeitos danosos observados (Lees, 1996)

Níveis de sobrepressão		Efeitos Observados
(bar)	(kPa)	
0,002	0,2	Ruído perturbador (137 dB em baixa frequência 10 - 15 Hz).
0,01	1,0	Pressão típica para quebra de vidros.
0,02	2,0	“Distância Segura” (95% de não haver danos); danos leves aos telhados.
0,035 – 0,069	3,5 – 6,9	Danos em janelas grandes e pequenas, demolição parcial de casas tornando-as inabitáveis
0,1	10,0	Torção em estruturas de ferro, danos reparáveis em estruturas civis.
0,138 – 0,207	13,8 – 20,7	Colapso parcial de paredes e telhados.
0,207 – 0,276	20,7 – 27,6	Ruptura de Tanques de Armazenamento.
0,345 – 0,483	34,5 – 48,3	Destruição completa de estruturas civis.
0,483	48,3	Descarrilamento / Tombamento de Vagões.
0,69	69,0	100% de destruição de estruturas industriais e equipamentos pesados.



A Tabela 22 apresenta os possíveis efeitos observados sobre pessoas para diferentes níveis de sobrepressão.

Tabela 22 – Relação entre sobrepressão e efeitos observados sobre pessoas (HSE, 1996)

Sobrepressão		Efeitos Observados
(bar)	(kPa)	
0,0069 – 0,0138	0,69 – 1,38	Limite para perda temporária de audição
0,138	13,8	Limite para ruptura de tímpano
0,0552	5,52	Mínimo para danos por penetração de pequenos fragmentos de vidro
0,069 – 0,138	6,9 – 13,8	Limite para laceração da pele por projéteis
0,138	13,8	Possibilidade fatalidade devido a impacto contra obstáculos
0,345 – 0,483	34,5 – 48,3	Probabilidade de 50% de ruptura de tímpano
0,689 – 1,034	68,9 – 103,4	Probabilidade de 90% de ruptura de tímpano
0,483	48,3	Limite para danos por sobrepressão em órgãos internos
0,276 – 0,345	27,6 – 34,5	Probabilidade de 50% de fatalidade devido a impacto de projéteis
0,483 – 0,689	48,3 – 68,9	Aproximadamente 100% de fatalidade devido a impacto de projéteis
0,827 – 1,034	82,7 – 103,4	Limite para hemorragia no pulmão
1,379 – 1,724	137,9 – 172,4	Aproximadamente 100% de fatalidade devido a hemorragia no pulmão
4,826 – 13,79	482,6 - 1379	Fatalidade imediata devido a explosão



7.2.4. CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

Os ventos locais, temperatura média e umidade do ar, caracterizados anteriormente no item 4.2.1 e 4.2.2, são os dados meteorológicos mais importantes para o cálculo das consequências e são apresentados, resumidamente..

Tabela 23 – Dados meteorológicos

Parâmetro	Dados
Temperatura ambiente	26,4 °C
Temperatura do solo	31,4 °C
Velocidade do vento	1,2 m/s
Categoria de estabilidade atmosférica	B
Umidade relativa do ar	69,5%
Pressão atmosférica	1 atm

Tabela 24 – Parâmetros para simulação

Parâmetro	Dados
Intensidade da explosão	Deflagração média (curva N° 5)
Grau de confinamento para massa explosiva	50%



7.2.5. SUMÁRIO DOS EFEITOS FÍSICOS A SEREM CONSIDERADOS

Os efeitos físicos a serem analisados para as hipóteses acidentais selecionadas são:

RADIAÇÃO - INCÊNDIO EM POÇA, JATO DE FOGO E BOLA DE FOGO:

- 3 kW/m² (intensidade máxima tolerável)
- 9,8 kW/m² (1% de fatalidade, para tempo de exposição de 20 segundos)
- 19,5 kW/m² (50% de fatalidade, para tempo de exposição de 20 segundos)

INCÊNDIO EM NUVEM:

- LII (limite inferior de inflamabilidade)

SOBREPRESSÃO - EXPLOSÃO:

- 0,13 bar (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)
- 0,07 bar (possibilidade de danos estruturais em residências)



7.3. CARACTERIZAÇÃO DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

As tabelas de caracterização a seguir listam os principais dados de entrada e resultados para os cenários acidentais.

Os cenários acidentais foram simulados com base nos dados operacionais obtidos durante a elaboração da APR, para que os resultados sejam mais próximos da situação real de operação.

Os alcances dos efeitos físicos para danos associados a 1% e 50% de fatalidade, além das distâncias seguras, são apresentados nas áreas de vulnerabilidade (Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29, Figura 30, Figura 31 e Figura 32), sob a forma de curvas, delimitando as áreas que poderiam vir a ser atingidas.

Os resultados detalhados de cada modelo matemático estão apresentados no Anexo C – Simulações.



HA-03 - Liberação de gasóleo devido a ruptura do riser de alimentação do Reator (14") ou juntas, flanges, válvulas e conexões.

Caracterização do HA-03		
Produto	Gasóleo leve	
Estado do produto vazado	G	
Temperatura inicial	550°C	
Pressão no ponto de liberação	1,2 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	14"	
Efeitos	Incêndio em jato, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características do gasóleo leve como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume do Reator (47,53 m³, T=514°C, P=0,9 kgf/cm²g) mais o volume da Torre Fracionadora (58,5 m³, T=495°C, P=0,9 kgf/cm²g) e a vazão do riser (298 ton/d) por 10 minutos, totalizando 2599,2 kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em jato	5 kW/m ²	54,17
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	31,12
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	50,06
	7 kPa (danos estruturais em residências)	92,90



Legenda:

- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 kW/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepresão de 7 kPa)



ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO

UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO

FIGURA 26

HA - 03

Nº PROJETO:
Projeto Final de Graduação

ELABORAÇÃO:
GV

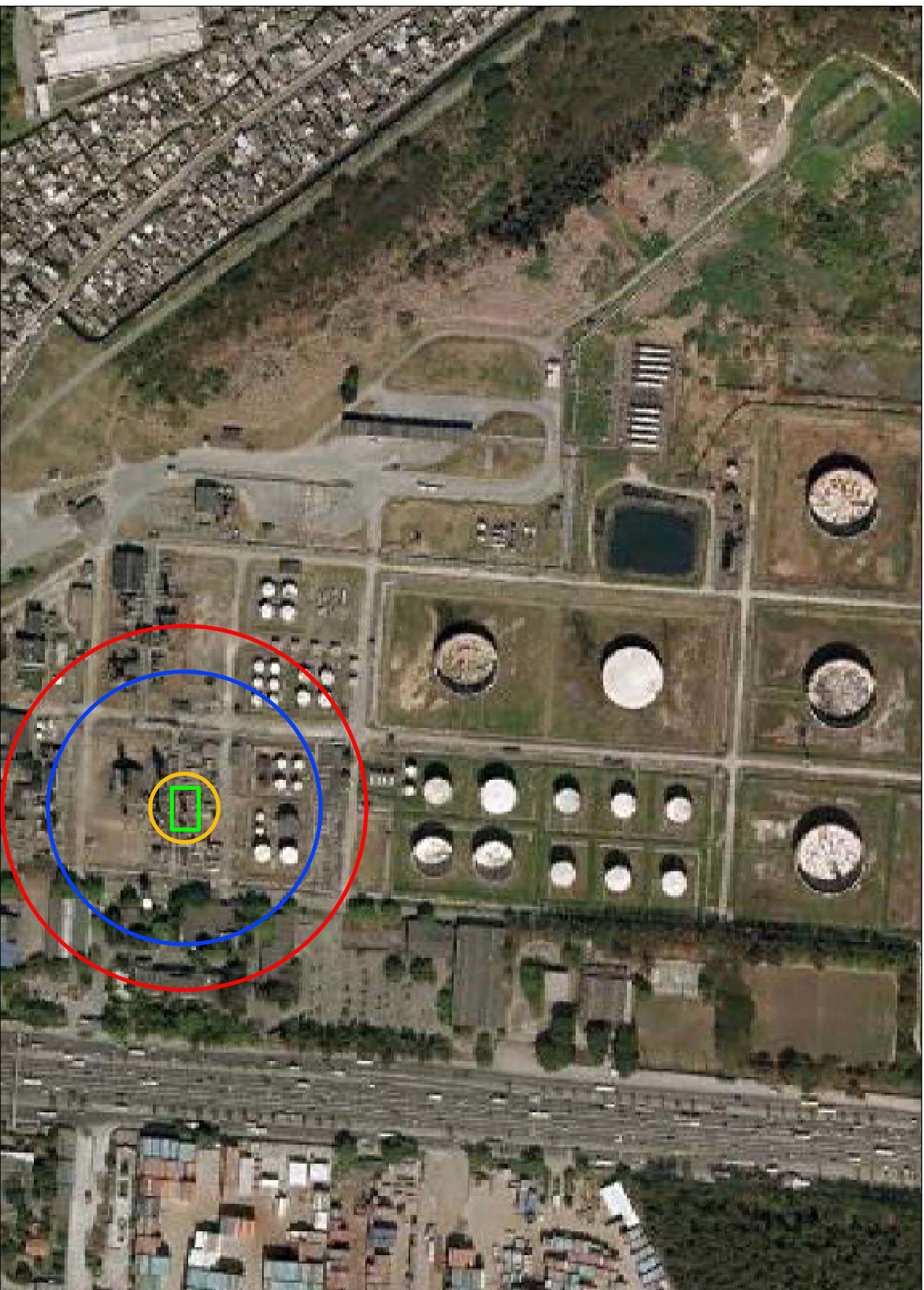
DATA:
21/08/12

REVISÃO:
0



HA-04 - Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges no topo do Reator.

Caracterização do HA-04		
Produto	Gasolina	
Estado do produto vazado	G	
Temperatura inicial	514°C	
Pressão no ponto de liberação	0,9 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	14"	
Efeitos	Incêndio em jato, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características da gasolina como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume do Reator (47,53 m³, T=514°C, P=0,9 kgf/cm²g) mais o volume da Torre Fracionadora (58,5 m³, T=140°C, P=0,7 kgf/cm²g) e a vazão da tubulação (298 ton/d) por 10 minutos, totalizando 2381,85 kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em jato	5 kW/m ²	121,05
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	22,76
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	48,52
	7 kPa (danos estruturais em residências)	90,67



Legenda:

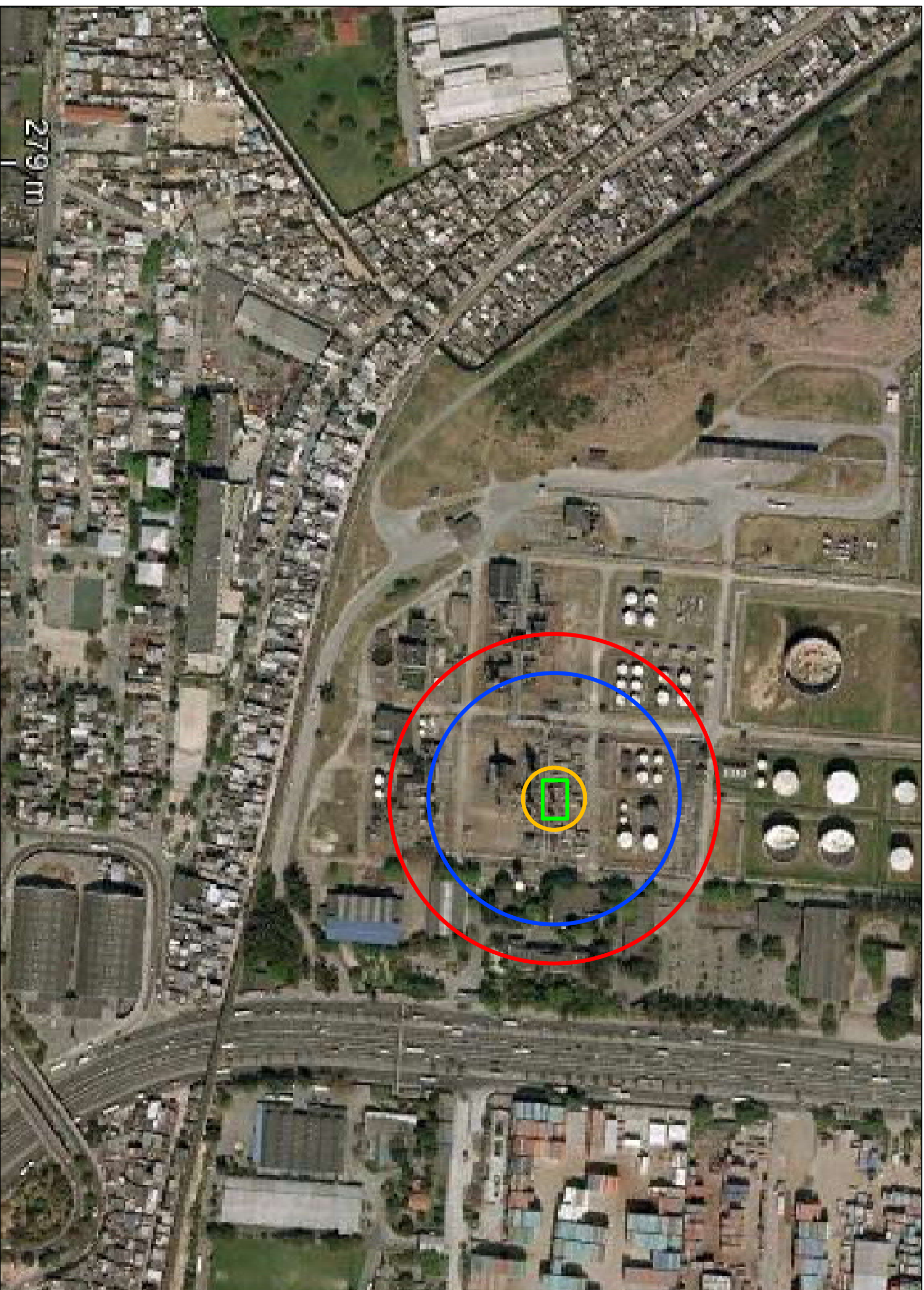
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 kW/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepressão de 7 kPa)

ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO		FIGURA 27	
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALITICO		HA - 04	
Nº PROJETO: Projeto Final de Graduação	ELABORAÇÃO: GV	DATA: 21/08/12	REVISÃO: 0



HA-05 - Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura da linha de alimentação da Torre Fracionadora (14") ou juntas, flanges, válvulas e conexões.

Caracterização do HA-05		
Produto	Gasolina	
Estado do produto vazado	G	
Temperatura inicial	495°C	
Pressão no ponto de liberação	0,9 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	14"	
Efeitos	Incêndio em jato, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características da gasolina como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume do Reator (47,53 m³, T=514°C, P=0,9 kgf/cm²g) mais o volume da Torre Fracionadora (58,5 m³, T=140°C, P=0,7 kgf/cm²g) e a vazão da tubulação (298 ton/d) por 10 minutos, totalizando 2381,9 kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em jato	5 kW/m ²	119,49
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	22,64
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	48,26
	7 kPa (danos estruturais em residências)	91,17



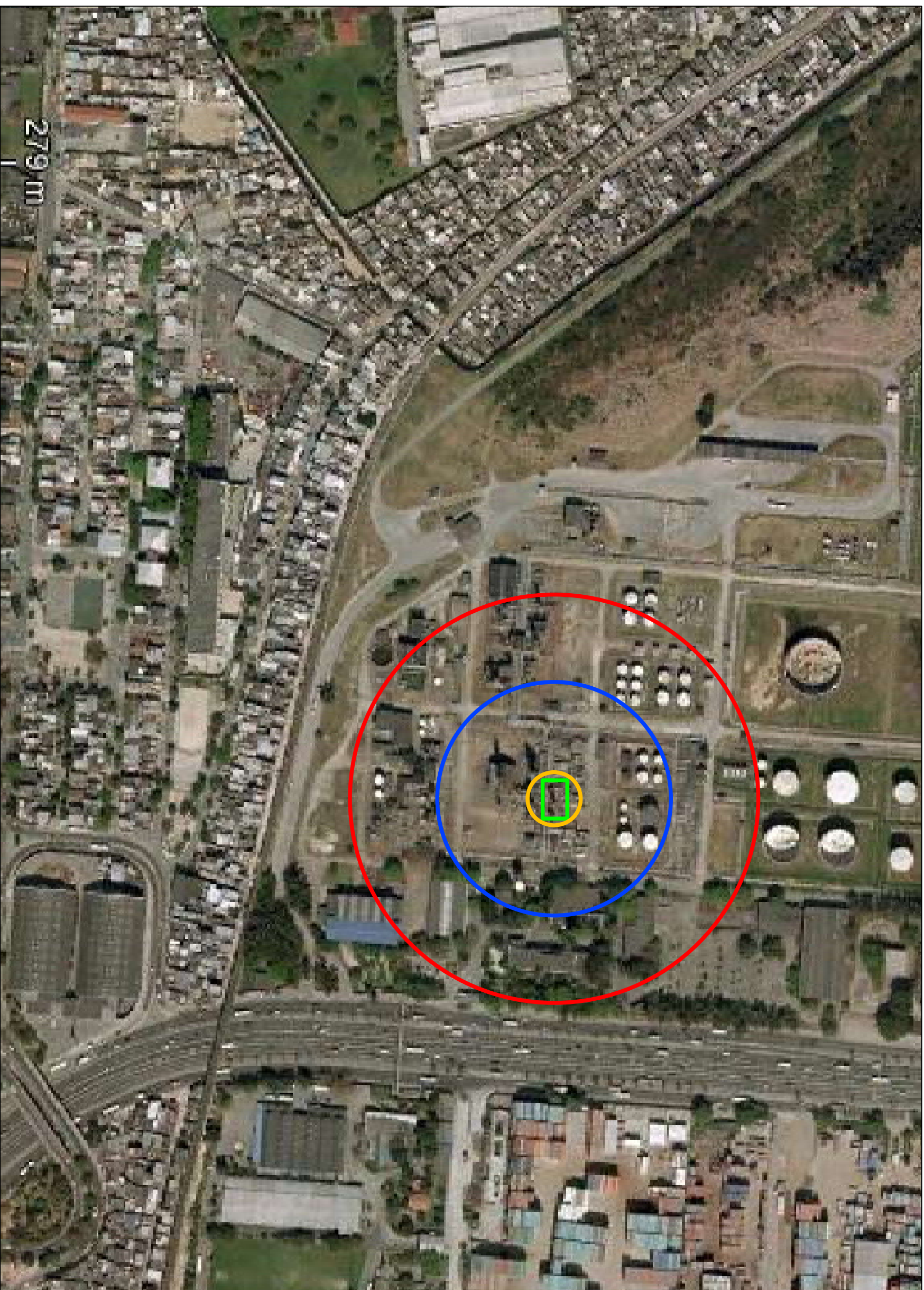
Legenda:

- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 kW/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepresão de 7 kPa)

ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO		FIGURA 28	
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALITICO		HA - 05	
Nº PROJETO: Projeto Final de Graduação	ELABORAÇÃO: GV	DATA: 21/08/12	REVISÃO: 0

**HA-06** - Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges no topo da Torre Fracionadora

Caracterização do HA-06		
Produto	Gasolina	
Estado do produto vazado	G	
Temperatura inicial	140°C	
Pressão no ponto de liberação	0,7 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	12"	
Efeitos	Incêndio em jato, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características da gasolina como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume do Reator (47,53 m³, T=514°C, P=0,9 kg/cm²) mais o volume da Torre Fracionadora (58,5 m³, T=140°C, P=0,7 kg/cm²) mais o volume do Vaso Acumulador (4,3m³, T=30°C, P=0,45 kg/cm², 50%liq) e a vazão da tubulação (275,7 ton/d) por 10 minutos, totalizando 2337,31 kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em jato	5 kW/m ²	148,10
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	19,31
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	45,88
	7 kPa (danos estruturais em residências)	84,74



Legenda:

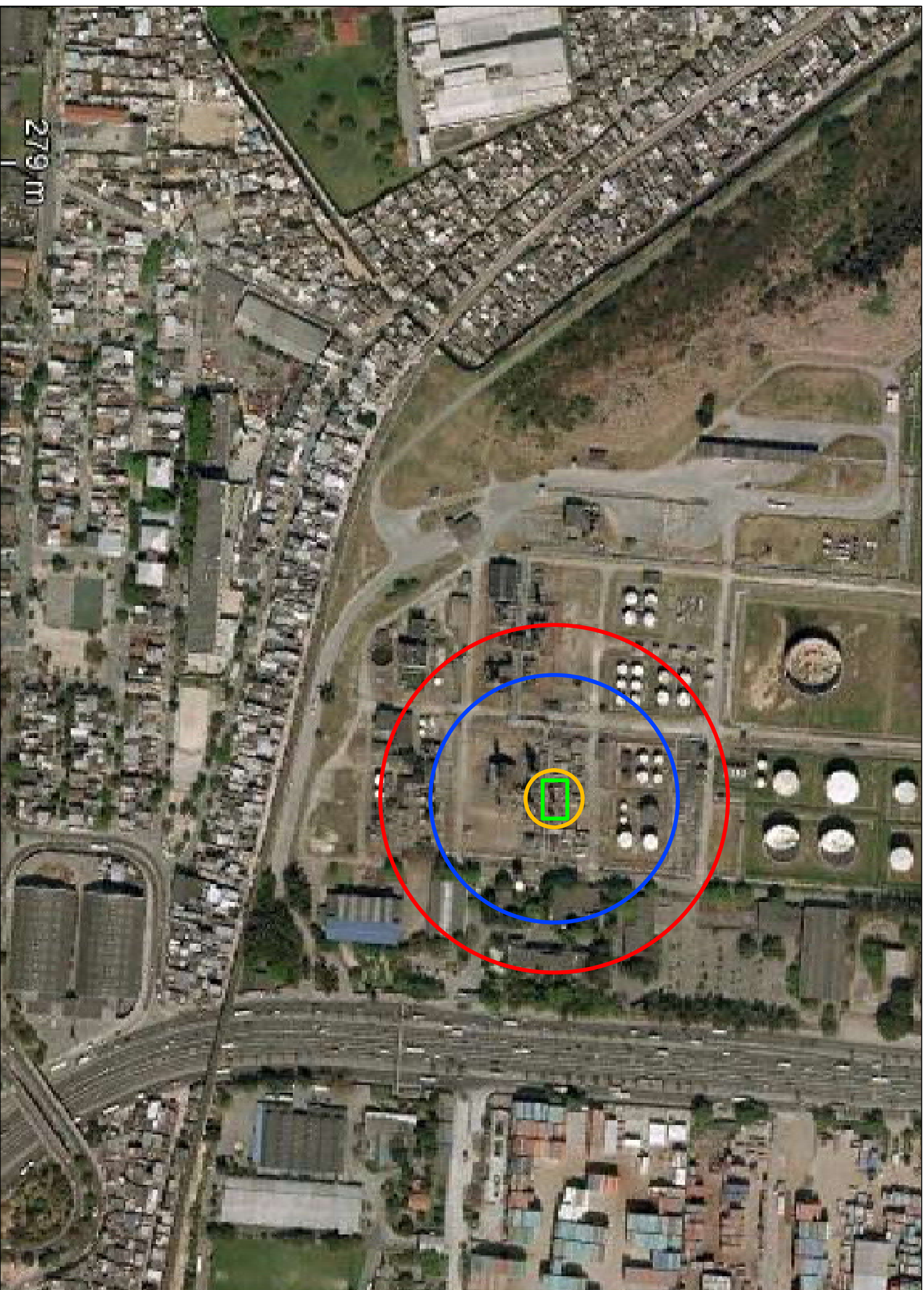
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 km/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepresão de 7 kPa)

ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO		FIGURA 29	
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALITICO		HA - 06	
Nº PROJETO: Projeto Final de Graduação	ELABORAÇÃO: GV	DATA: 21/08/12	REVISÃO: 0



HA-07 - Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura da linha de alimentação do Vaso Acumulador (12”), Resfriador 01 ou de juntas, flanges, válvulas e conexões.

Caracterização do HA-07		
Produto	Gasolina	
Estado do produto vazado	G	
Temperatura inicial	140°C	
Pressão no ponto de liberação	0,7 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	12”	
Efeitos	Incêndio em jato, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características da gasolina como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume da Torre Fracionadora (58,5 m³, T=140°C, P=0,7 kg/cm²) mais o volume do Reator (47,53 m³, T=514°C, P=0,9 kg/cm²) mais o volume do Vaso Acumulador (4,3m³, T=30°C, P=0,45 kg/cm², 50%liq) e a vazão da tubulação (275,7 ton/d) por 10 minutos, totalizando 2337,31kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em jato	5 kW/m ²	126,05
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	20,76
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	48,24
	7 kPa (danos estruturais em residências)	89,72



Legenda:

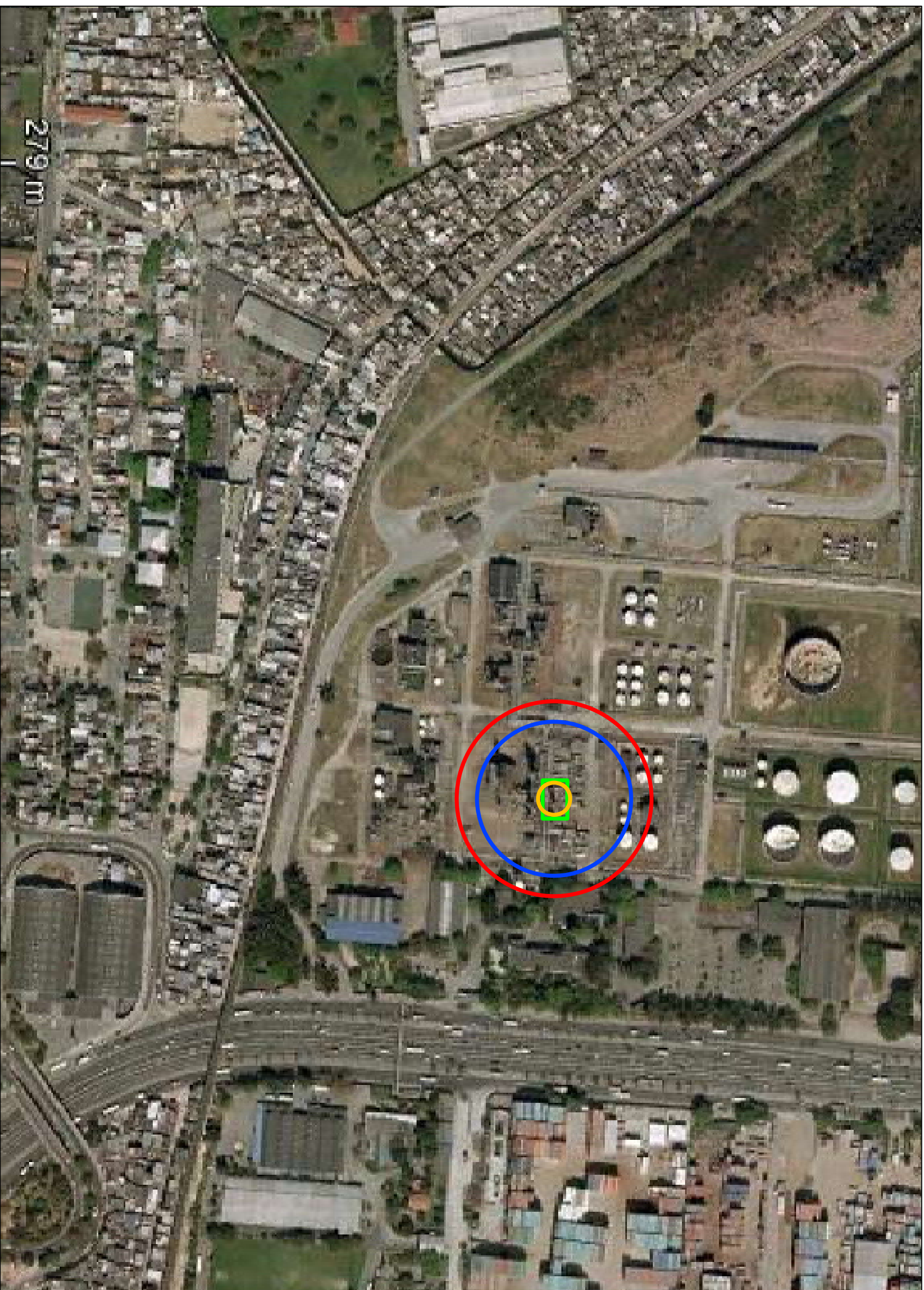
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 kW/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepresão de 7 kPa)

ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO		FIGURA 30	
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALITICO		HA - 07	
Nº PROJETO: Projeto Final de Graduação	ELABORAÇÃO: GV	DATA: 21/08/12	REVISÃO: 0



HA-09 - Liberação de gás inflamável devido a ruptura da linha de saída de gás para a unidade de concentração de gases (8") ou de juntas, flanges, válvulas e conexões.

Caracterização do HA-09		
Produto	Propano	
Estado do produto vazado	G	
Temperatura inicial	45°C	
Pressão no ponto de liberação	0,45 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	8"	
Efeitos	Incêndio em jato, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características do propano como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume do Vaso Acumulador (4,3m³, T=30°C, P=0,45 kg/cm², 50%liq) e a vazão da tubulação (84 ton/d) por 10 minutos, totalizando 590,21 kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em jato	5 kW/m ²	70,67
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	11,71
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	29,72
	7 kPa (danos estruturais em residências)	55,90



Legenda:

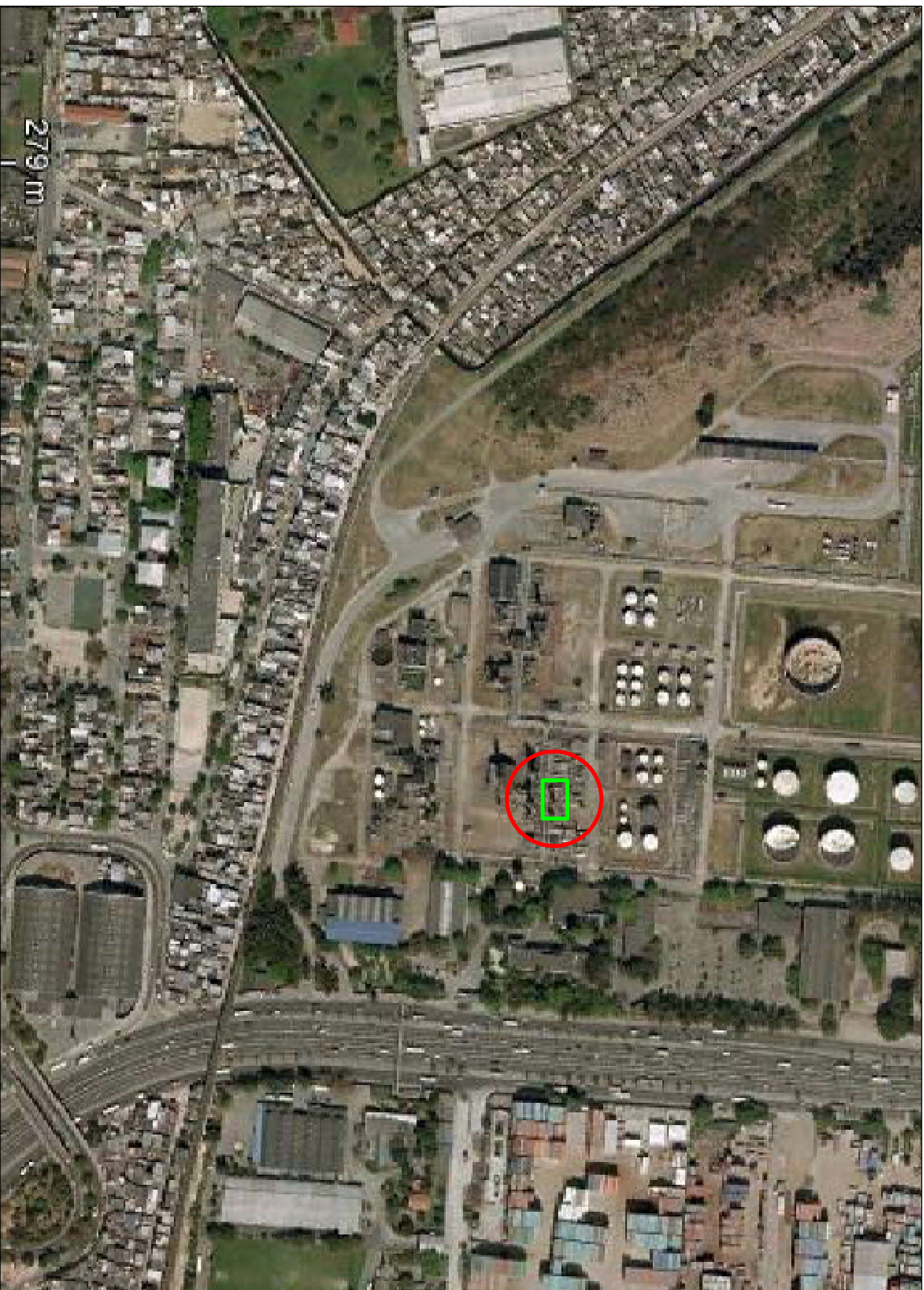
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 kW/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepresão de 7 kPa)

ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO		FIGURA 31	
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALITICO		HA - 09	
Nº PROJETO: Projeto Final de Graduação	ELABORAÇÃO: GV	DATA: 21/08/12	REVISÃO: 0



HA-10 - Liberação de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges na saída de gasolina do Vaso Acumulador.

Caracterização do HA-10		
Produto	Gasolina	
Estado do produto vazado	L	
Temperatura inicial	45°C	
Pressão no ponto de liberação	0,45 kgf/cm ² g	
Diâmetro da ruptura	2"	
Efeitos	Incêndio em poça, Incêndio em nuvem, Explosão	
Temperatura ambiente	26,4 °C	
Temperatura do solo	31,4 °C	
Velocidade do vento	1,2 m/s	
Categoria de estabilidade atmosférica	B	
Umidade relativa do ar	69,5 %	
Considerações/Observações		
<p>- Para a simulação foram consideradas as características da gasolina como fluido representativo no software de acordo com as informações do mesmo contidas nas FISPQs dos produtos.</p> <p>- Inventário:</p> <ul style="list-style-type: none">- A quantidade de produto liberado foi o volume do volume do Vaso Acumulador (4,3m³, T=30°C, P=0,45 kgf/cm²g, 50%liq) e a vazão da tubulação (191,7 ton/d) por 10 minutos, totalizando 2881,30 kg de massa vazada.		
Resultados		
	Efeito Físico	Alcances (m)
Incêndio em poça	5 kW/m ²	34,29
Incêndio em Nuvem	Limite Inferior de Inflamabilidade	-
Explosão	13 kPa (1% de probabilidade de ruptura de tímpanos)	-
	7 kPa (danos estruturais em residências)	-



Legenda:

- ALCANCE DO INCÊNDIO EM JATO (5 kW/m²)
- ALCANCE DO INCÊNDIO EM NUVEM (LL)
- ALCANCE DA EXPLOSAO (sobrepresão de 7 kPa)

ANALISE QUANTITATIVA DE RISCO		FIGURA 32	
UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALITICO		HA - 10	
Nº PROJETO: Projeto Final de Graduação	ELABORAÇÃO: GV	DATA: 21/08/12	REVISÃO: 0



8. ANÁLISE DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA

O risco de um determinado acidente é resultante da combinação entre a frequência de ocorrência e a magnitude das consequências. Essa última foi avaliada no capítulo anterior, através do software EFFECTS. Já a análise da frequência foi realizada por Árvores de Eventos (AE), que cobrem a sequência lógica de propagação do evento iniciador, desde o vazamento do produto até as consequências possíveis, como incêndio, explosão ou dispersão da substância.

A avaliação da frequência dos eventos iniciadores é feita, em geral, através do desenvolvimento de Árvores de Falhas. Tal método indutivo identifica maneiras pelas quais os perigos podem originar acidentes, partindo de um evento iniciador e retrocedendo até as várias falhas possíveis. No presente trabalho, entretanto, as frequências dos eventos iniciadores tiveram suas taxas diretamente associadas a valores médios de frequência de ocorrência encontrados em referências bibliográficas internacionais, não sendo requerida a construção de árvores de falhas.

A ocorrência dos vazamentos é função de fatores, como tipo de equipamento, condições de processo, práticas de manutenção e inspeção, etc. Os valores médios obtidos para as frequências de vazamentos nas respectivas fontes estão demonstrados na Tabela 25 e serão aplicados na análise de frequência para cada caso.

Tabela 25 – Frequência de ocorrência das causas básicas dos eventos iniciadores

Descrição	Taxa de Falha
Tubulação: $D_{\text{nominal}} < 75 \text{ mm (3")}$ $75 \text{ mm (3")} \leq D_{\text{nominal}} \leq 150 \text{ mm (6")}$ $D_{\text{nominal}} > 150 \text{ mm (6")}$	1,00E-06 oc./m.ano 3,00E-07 oc./m.ano 1,00E-07 oc./m.ano
Ruptura Vasos de Pressão	5,00E-07 oc./ano
Vazamentos sérios em tanques pressurizados (ruptura em bocais de instrumentação)	1,00 E-05 oc./ano



Tabela 26 – Frequência de ocorrência dos eventos iniciadores

H.A	Frequência
H.A -03	3,00E-07
H.A.-04	5,00E-07
H.A.-05	1,00E-07
H.A.-06	5,00E-07
H.A.-07	1,00E-07
H.A.-09	1,00E-06
H.A.-10	5,00E-07

8.1. Frequência dos cenários acidentais

Para elaboração da árvore de eventos (AE), segue-se uma lógica por questionamentos, de forma a se incluir na análise as probabilidades de todos os possíveis efeitos para o tipo de vazamento em estudo. Inicialmente questiona-se, nas colunas, sobre a possibilidade de ocorrência de ignição imediata (no local). Em caso afirmativo pode ocorrer, por exemplo, a formação de uma bola de fogo. Não havendo ignição imediata do produto liberado, as perguntas subsequentes referem-se à probabilidade de deslocamento da nuvem e ocorrência de ignição retardada da nuvem, resultando em incêndio em nuvem ou explosão, dependendo das condições. Caso não haja ignição, a nuvem se dispersa sem causar qualquer dano.

Após a construção das árvores de eventos, a frequência de cada tipologia acidental é obtida multiplicando-se a frequência dos eventos iniciadores pelas probabilidades de cada uma das ramificações dos itens do cabeçalho da árvore (probabilidades de ignição e probabilidade de ocorrência de uma explosão).

Para vazamentos de substâncias simultaneamente tóxicas e inflamáveis, o evento acidental deve ser decomposto em dois episódios independentes: um puramente tóxico e outro puramente inflamável. Substâncias de baixa reatividade, entretanto demandam a simulação somente do evento puramente tóxico, que não requer a construção de árvore de eventos.



8.1.1. Probabilidades de ignição

Segundo a TNO – The Netherlands Organization of Applied Scientific Research, a probabilidade de ignição imediata está relacionada com a substância e o tipo de vazamento, se contínuo ou instantâneo, conforme a Tabela 28, enquanto a Tabela 27 apresenta as probabilidades de ignição retardada para diferentes áreas ao redor de uma instalação.

Para a análise, foi adotada uma probabilidade de ignição retardada de 0,9, correspondente ao valor de probabilidade de ignição em Refinaria.

Tabela 27 – Probabilidade Ignição Retardada (Ignição “*in transit*”)

Fontes de Ignição	Ignição retardada
Terreno aberto	0
Planta química	0,9
Refinaria	0,9
Indústria pesada	0,7



Tabela 28 – Probabilidades de ignição imediata e pouco retardada

Fonte		Massa confinada	Estado do produto vazado				
			Ignição imediata			Ignição pouco retardada	
Taxa de vazamento	Inventário vazado		Líquido	Gás		Gás liquefeito	Gás
		(reatividade e média – propano, butano)		(reatividade e baixa – metano, amônia)			
< 10 kg/s	< 1.000 kg	0,001	0,065	0,2	0,02	0,2	0,08 2
10 – 100 kg/s	1.000 – 10.000 kg	0,01		0,5	0,04	0,5	0,06 3
> 100 kg/s	> 10.000 kg	0,1		0,7	0,09	0,7	0,01 1

8.1.2. Probabilidades de ocorrência de uma explosão/ incêndio em nuvem

Wiekema (1979) estima que a massa mínima de hidrocarboneto inflamável para transição entre incêndio em nuvem e explosão, é de 1 tonelada. A norma técnica API-750 (American Petroleum Institute – Management of Process Hazards) usa como informação a curva desenvolvida por Prugh, que relaciona a probabilidade de explosão com a quantidade de vapor inflamável na nuvem.

Segundo Kletz com relação à probabilidade de detonação de uma nuvem de vapor, para nuvens com massa maior do que 10 toneladas, a probabilidade de explosão é menor do que 1 em 10 casos, e para nuvens com massa menor do que 10 t, a probabilidade é da ordem de 1 em 100, mais precisamente, 1 em 1000 casos. Nas análises, aplica-se a probabilidade de 0,01, de maneira conservadora, para as detonações de nuvens com massa menor que 10 toneladas.

A massa da nuvem é igual à massa entre os limites de inflamabilidade (superior e inferior).



9. CONCLUSÃO

A Análise Quantitativa de Risco de uma Unidade é realizada para identificar, caracterizar e prever as conseqüências de quaisquer acidentes envolvendo o processo e com os resultados sugerir melhorias para mitigar esses riscos. O presente trabalho realizou uma Análise Quantitativa de uma Unidade de Craqueamento Catalítico. Durante a realização da APR, não foi levantado nenhum cenário com risco Sério ou Crítico. Porém, para critério de estudo, foram simuladas as Hipóteses Acidentais com Severidade maior ou igual a III para Pessoal Externo.

Com este critério foram levantados 7 (sete) possíveis cenários para análise. Foram simulados no programa EFFECTS 7.5 e pode-se constatar que, dentre estes 7(sete), o cenário que apresentou maior impacto para pessoal externo foi o cenário 06 (HÁ-06) - Liberação de vapor de gasolina devido a ruptura de juntas ou flanges no topo da Torre Fracionadora. O incêndio em jato desta hipótese acidental, com 5 KW/m², foi de 148,10m de raio.

Mesmo com o pior cenário atingindo um raio de 148,10m, não foi possível observar danos ao pessoal externo, já que não atingiu nenhuma área residencial, como mostrado na Figura 29.

Como sugestão para trabalhos posteriores seria a elaboração de uma Análise Quantitativa de risco de toda Refinaria, para que, os riscos e efeitos de todas as unidades poderão ser levantados e assim, uma análise mais profunda possa ser realizada dentro de uma refinaria.



10. BIBLIOGRAFIA

- AIChE (American Institute of Chemical Engineers). (s.d.). Acesso em Abril de 2012. Disponível em www.aiche.org/
- American Petroleum Institute (API) (1990). *Management of Process Hazards*, API Recommended Practice 750, 1ª Ed. American Petroleum Institute, Washington, D.C.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). (2003). *Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos*. São Paulo.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). (2006). *Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos*. São Paulo.
- Crowl, D. A., & Louvar, J. F. (1990). *Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Health & Safety Executive (HSE). Research Report 036: Report on a second study of pipeline accidents using the Health and Safety Executive's risk assessment programs MISHAP and PIPERS. 1st ed. United Kingdom: HSE Books, 2002.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Acesso Junho de 2012. Disponível em www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2012/RJ2012.pdf
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). *Dados Meteorológicos do Rio de Janeiro/ RJ*. Acesso em 2012. Disponível em www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php
- Instrução Técnica para Elaboração de Estudo de Análise de Risco. (1992). INEA, SEA, Governo do Estado do Rio de Janeiro
- Kletz, T.A.-Unconfined vapour cloud explosion, Loss Prevention Series, AIChE, vol. 11 item 50 (1977j), LESS, pg. 17/155.
- Lees, F. P. (1986). *Loss prevention in the process industries: hazard identification, assessment and control*. London: GB, Butterworths.
- Prugh, R. W. (1985). "Mitigation of Vapour Cloud Hazards" *Plant/Operations Progress* 4 (2, Abril), 95-104.
- Prugh, R. W. (1986). "Mitigation of Vapour Cloud Hazards; Part II Limiting the Quantity Released and Countermeasures for Releases" *Plant/Operations Progress* 5 (3, Julho), 169-174.
- Prugh, R. W. (1987). "Evaluation of Unconfined Vapor Cloud Explosion Hazards" *Proceedings of the International Conference on Vapor Cloud Modeling*. Novembro 2-4, AIChE, Nova York.
- Safety and Reliability Directorate (SRD), United Kingdom Atomic Energy Authority. Major Hazardous Incident Data Service (MHIDAS). Harwell. 1980. Versão 2005.
- TNO. (1997). *Methods for the Calculation of the Physical Effects of the Escape of Dangerous Materials: Liquids and Gases, (The Yellow Book)*. Holanda: Directorate General of Labour.
- TNO. Guidelines for Quantitative risk Assessment, (The Purple Book), Directorate General of Labour, Holanda, 1ª Edição, 1999.

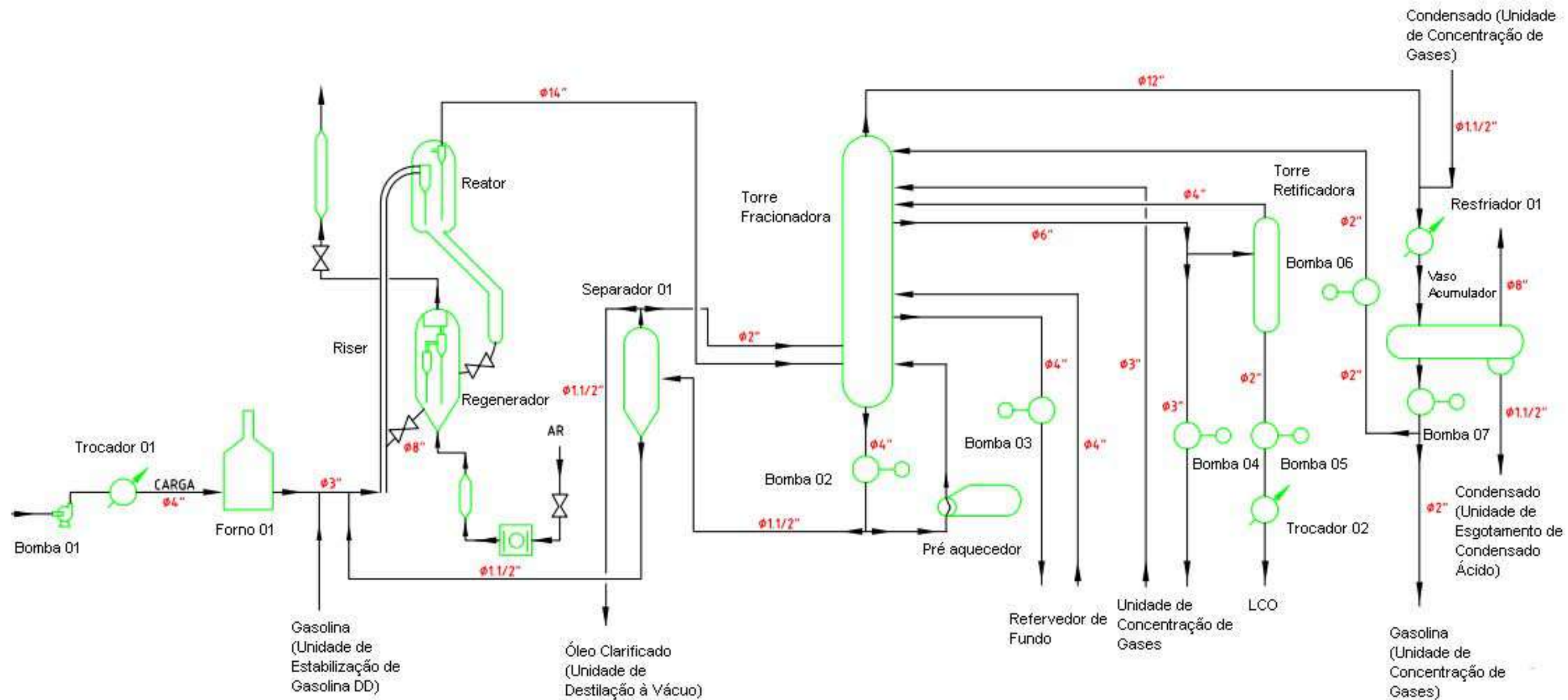


- TNO. Methods for the Determination of Possible Damage: to People and Objects from Releases for Hazardous Materials (The Green Book). 1st ed. Holland: Directorate General of Labour, 1992.
- UNEP (United Nations Environmental Programme). (1992). Hazard Evaluation and Identification in a Local Community. Paris.
- BP GLOBAL (www.bp.com). Disponível em <http://www.bp.com/bodycopyarticle.do?categoryId=1&contentId=7052055>
- Refinaria de Petróleo Rio Grandense (<http://www.refinariariograndense.com.br/refinaria/Pages/produtos/produtos/produtos.aspx>) FISPQs



ANEXO A

FLUXOGRAMA DA UNIDADE DE CRAQUEAMENTO CATALÍTICO





ANEXO B

FISPQs dos Produtos

Portal do Governo

Cidadão.SP

Investe SP

Destaques:

OK

Água Ar Institucional Gerenciamento de Riscos Serviços Solo Tecnologia Ambiental Publica



CETESB

Gerenciamento de Riscos

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Secretaria de Estado do Meio Ambiente

04 · OUT · 2010

Emergências Químicas » Manual de Produtos Químicos

Ficha de Informação de Produto Químico

IDENTIFICAÇÃO		Help
Número ONU	Nome do produto	Rótulo de risco
1267	PETRÓLEO	
Número de risco *	Classe / Subclasse 3	
Sinônimos ÓLEO CRU ; PETRÓLEO CRU		
Aparência LÍQUIDO OLEOSO; ESCURO; ODOR PICANTE; FLUTUA NA ÁGUA; PRODUZ VAPOR INFLAMÁVEL.		
Fórmula molecular NÃO PERTINENTE	Família química HIDROCARBONETO (MISTURA)	
Fabricantes Para informações atualizadas recomenda-se a consulta às seguintes instituições ou referências: ABIQUIM - Associação Brasileira da Indústria Química : Fone 0800-118270 ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal : Fone (11) 3081-5033 Revista Química e Derivados - Guia geral de produtos químicos, Editora QD : Fone (11) 3826-6899 Programa Agrofit - Ministério da Agricultura		

MEDIDAS DE SEGURANÇA	Help
Medidas preventivas imediatas MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.	
Equipamentos de Proteção Individual (EPI) USAR LUVAS, BOTAS E ROUPAS DE PROTEÇÃO E MÁSCARA FACIAL PANORAMA, COM FILTRO CONTRA VAPORES ORGÂNICOS.	

RISCOS AO FOGO	Help
Ações a serem tomadas quando o produto entra em combustão COMBUSTÍVEL. EXTINGUIR COM PÓ QUÍMICO SECO, ESPUMA OU DIÓXIDO DE CARBONO. ESFRIAR OS RECIPIENTES EXPOSTOS, COM ÁGUA.	
Comportamento do produto no fogo NÃO PERTINENTE.	
Produtos perigosos da reação de combustão NÃO PERTINENTE.	
Agentes de extinção que não podem ser usados A ÁGUA PODE SER INEFICAZ.	
Limites de inflamabilidade no ar Limite Superior: DADO NÃO DISPONÍVEL Limite Inferior: DADO NÃO DISPONÍVEL	
Ponto de fulgor -6,7 °C A 32 °C (V. FECHADO)	
Temperatura de ignição DADO NÃO DISPONÍVEL	

Taxa de queima 4 mm/min
Taxa de evaporação (éter=1) DADO NÃO DISPONÍVEL
NFPA (National Fire Protection Association) Perigo de Saúde (Azul): 1 Inflamabilidade (Vermelho): 3 Reatividade (Amarelo): 0

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AMBIENTAIS

Help

Peso molecular NÃO PERTINENTE	Ponto de ebulição (°C) 32 - >400	Ponto de fusão (°C) NÃO PERTINENTE
Temperatura crítica (°C) NÃO PERTINENTE	Pressão crítica (atm) NÃO PERTINENTE	Densidade relativa do vapor NÃO PERTINENTE
Densidade relativa do líquido (ou sólido) 0,70 - 0,98 A 15 °C (LIQ)	Pressão de vapor 2,17 mmHg A 21,1 °C	Calor latente de vaporização (cal/g) 76 - 86
Calor de combustão (cal/g) -10.140	Viscosidade (cP) DADO NÃO DISPONÍVEL	
Solubilidade na água INSOLÚVEL	pH NÃO PERT.	
Reatividade química com água NÃO REAGE.		
Reatividade química com materiais comuns NÃO REAGE.		
Polimerização NÃO OCORRE.		
Reatividade química com outros materiais DADO NÃO DISPONÍVEL.		
Degradabilidade DADO NÃO DISPONÍVEL.		
Potencial de concentração na cadeia alimentar NENHUM.		
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) DADO NÃO DISPONÍVEL.		
Neutralização e disposição final DADO NÃO DISPONÍVEL.		

INFORMAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

Help

Toxicidade - limites e padrões L.P.O.: DADO NÃO DISPONÍVEL P.P.: (OBS.1) IDLH: DADO NÃO DISPONÍVEL LT: Brasil - Valor Médio 48h: DADO NÃO DISPONÍVEL LT: Brasil - Valor Teto: DADO NÃO DISPONÍVEL LT: EUA - TWA: NÃO ESTABELECIDO LT: EUA - STEL: NÃO ESTABELECIDO
Toxicidade ao homem e animais superiores (vertebrados) M.D.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL M.C.T.: DADO NÃO DISPONÍVEL
Toxicidade: Espécie: RATO
Toxicidade: Espécie: CAMUNDONGO
Toxicidade: Espécie: OUTROS
Toxicidade aos organismos aquáticos: PEIXES : Espécie (OBS.1)
Toxicidade aos organismos aquáticos: CRUSTÁCEOS : Espécie
Toxicidade aos organismos aquáticos: ALGAS : Espécie
Toxicidade a outros organismos: BACTÉRIAS
Toxicidade a outros organismos: MUTAGENICIDADE

SALMONELLA TYPHIMURIUM: "mma" = 1 mg/PLACA		
Toxicidade a outros organismos: OUTROS		
Informações sobre intoxicação humana MANTER AS PESSOAS AFASTADAS. EVITAR CONTATO COM O LÍQUIDO. CHAMAR OS BOMBEIROS. PARAR O VAZAMENTO SE POSSÍVEL. ISOLAR E REMOVER O MATERIAL DERRAMADO.		
Tipo de contato VAPOR	Síndrome tóxica NÃO É IRRITANTE PARA OS OLHOS, NARIZ E GARGANTA.	Tratamento
Tipo de contato LÍQUIDO	Síndrome tóxica IRRITANTE PARA A PELE. IRRITANTE PARA OS OLHOS.	Tratamento REMOVER ROUPAS E SAPATOS CONTAMINADOS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA. MANTER AS PÁLPEBRAS ABERTAS E ENXAGUAR COM MUITA ÁGUA.

DADOS GERAIS

Help

Temperatura e armazenamento AMBIENTE.			
Ventilação para transporte ABERTA.			
Estabilidade durante o transporte ESTÁVEL.			
Usos DADO NÃO DISPONÍVEL.			
Grau de pureza GRANDE VARIEDADE, DEPENDENDO DO CAMPO ONDE É PRODUZIDO.			
Radioatividade NÃO TEM.			
Método de coleta PARA BTEX: MÉTODO 5. PARA PAH (BENZO(A)PIRENO: MÉTODO 12.			
Código NAS (National Academy of Sciences)			
FOGO Fogo:	SAÚDE Vapor Irritante: 0 Líquido/Sólido Irritante: 1 Venenos: 1	POLUIÇÃO DAS ÁGUAS Toxicidade humana: 1 Toxicidade aquática: 2 Efeito estético: 4	REATIVIDADE Outros Produtos Químicos: 0 Água: 0 Auto reação: 0

OBSERVAÇÕES

Help

1) 5 ug/L (BENZENO); 0,17 mg/L (TOLUENO); 0,3 mg/L (XILENO); 0,7 ug/L (BENZO(A)PIRENO) 2) CÓDIGO "NAS": CATEGORIA CLASSIFICAÇÃO FOGO (1-3) TAXA DE TOXICIDADE AOS ORGANISMOS AQUÁTICOS: TLm (96 h) = ACIMA DE 1000 ppm POTENCIAL DE IONIZAÇÃO (PI) = DADO NÃO DISPONÍVEL NÚMERO DE RISCO 33 PARA EMBALAGENS II NÚMERO DE RISCO 30 PARA EMBALAGENS III

NOVA CONSULTA

Home | Institucional | Mapa do Site
Fale Conosco
Ouvidoria

« volta



REFINARIA DE PETRÓLEO
RIOGRANDENSE

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 1 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO / EMPRESA

- **Nome do produto:** *Gasolina A Comum*
- **Principais Usos :** *Combustível para veículos automotores*
- **Nome da empresa:** *Refinaria de Petróleo Riograndense S.A.*
- **Endereço:** *Rua Eng. Heitor Amaro Barcellos, 551 - Rio Grande – RS*
- **Telefone da empresa:** *Telefone verde: (53) 32338291*
- **Telefone para emergências:** *Pró-Química – ABIQUIM 0800-118270 (24 horas)*
- **Fax:** *(53) 32338211*
- **E-mail:** rpr@refinariariograndense.com.br

2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

- **Preparado:** *Este produto é um preparado.*
- **Natureza Química:** *Este produto é uma mistura de hidrocarbonetos constituídos principalmente de 4 a 10 átomos de carbono.*
- **Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo:**
 - ✓ **Nome químico ou nome genérico de cada ingrediente que contribua para o perigo:** *Hidrocarbonetos Olefínicos, Hidrocarbonetos Aromáticos e Benzeno*
 - ✓ **Concentração ou faixa de concentração de cada ingrediente que contribua para o perigo :** *Hidrocarbonetos Olefínicos : máximo 38% v/v*
Hidrocarbonetos Aromáticos : máximo 57% v/v
Benzeno : máximo 1,2 % v/v
- **Sinônimo:** *Gasolina Tipo A.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 2 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

- **Perigos mais importantes:** *Líquido inflamável.*
- **Efeitos do produto:**
 - ✓ **Efeitos adversos à saúde humana:**
 - **Inalação:** *Quando inalados os vapores podem atuar como depressores do sistema nervoso, podendo causar irritação das vias respiratórias, náuseas, dor de cabeça, tontura, vertigem, confusão, incoordenação, inconsciência, até o coma e a morte em exposições severas. Produto causa efeito narcótico.*
 - **Ingestão:** *O principal risco é a pneumonite química e edema pulmonar conseqüente à aspiração para as vias respiratórias.*
 - **Pele:** *Pode provocar irritação da pele, principalmente pelo contato contínuo e prolongado.*
 - **Olhos:** *O produto manuseado a temperaturas elevadas e em aplicações envolvendo o produto na forma de spray poderá causar irritação aos olhos.*
 - ✓ **Efeitos Ambientais:** *Produto altamente volátil, seus vapores são prejudiciais ao meio ambiente. O produto é altamente tóxico à vida aquática, principalmente pela presença de aromáticos. Pode transmitir qualidades indesejáveis à água, afetando o seu uso. O produto derramado sobre o solo, poderá em parte percolar e contaminar o lençol freático.*
- **Perigos específicos:** *Produto inflamável e nocivo.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 3 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

- **Medidas de primeiros socorros :**
 - ✓ **Inalação:** Remover a vítima para local arejado. Se a vítima não estiver respirando, aplicar respiração artificial. Se a vítima estiver respirando, mas com dificuldade, administrar oxigênio a uma vazão de 10 a 15 litros/minuto. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.
 - ✓ **Contato com a pele:** Retirar imediatamente roupas e sapatos contaminados. Lavar a pele com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, preferencialmente sob chuveiro de emergência. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.
 - ✓ **Contato com os olhos:** Lavar os olhos com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, mantendo as pálpebras separadas. Usar de preferência um lavador de olhos. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.
 - ✓ **Ingestão:** Não provocar vômito. Se a vítima estiver consciente, lavar a sua boca com água limpa em abundância e fazê-la ingerir água. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.
- **Quais ações devem ser evitadas:** Não administrar nada oralmente ou provocar o vômito em vítima inconsciente ou com convulsão.
- **Notas para o médico:** Depressor do Sistema Nervoso Central.

5. MEDIDAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

- **Meios de extinção apropriados:** Água neblina, CO₂ , Espuma p/ hidrocarbonetos, Pó químico.
- **Meios de extinção não apropriados:** Água jato pleno.
- **Métodos especiais:** Resfriar com neblina d'água, os recipientes que estiverem expostos ao fogo. Remover os recipientes da área de fogo, se isto puder ser feito sem risco.
- **Proteção dos bombeiros:** Em ambientes fechados, usar equipamento de resgate com suprimento de ar.

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 4 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO / VAZAMENTO

- **Precauções pessoais:** *Vestir equipamento de proteção pessoal. Colocar as pessoas em segurança. Evitar contato com os olhos e pele.*
 - ✓ **Remoção de fontes de ignição:** *Eliminar todas as fontes de ignição, impedir centelhas, fagulhas, chamas e não fumar na área de risco. Isolar o vazamento de todas as fontes de ignição.*
 - ✓ **Controle de poeira:** *N.A. Produto Líquido.*
 - ✓ **Prevenção de inalação e do contato com a pele, mucosas e olhos:** *Usar equipamentos de proteção individual (EPI).*
- **Precauções ao meio ambiente:** *Estancar o vazamento se isso puder ser feito sem risco. Não direcionar o material espalhado para quaisquer sistema de drenagem pública. Evitar a possibilidade de contaminação de águas superficiais e mananciais. Restringir o vazamento à menor área possível. O arraste com água deve levar em conta o tratamento posterior da água contaminada. Evitar fazer esse arraste.*
- **Métodos para limpeza:**
 - ✓ **Recuperação:** *Recolher o produto em recipiente de emergência, devidamente etiquetado e bem fechado. Conservar o produto recuperado para posterior eliminação.*
 - ✓ **Neutralização:** *Absorver com terra ou outro material absorvente.*
 - ✓ **Disposição:** *Não dispor em lixo comum. Não descartar no sistema de esgoto ou em cursos d'água. Confinar, se possível, para posterior recuperação ou descarte. A disposição final desse material deverá ser acompanhada por especialista e de acordo com a legislação ambiental vigente.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 5 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

▪ Manuseio:

- ✓ **Medidas Técnicas:** *Providenciar ventilação local exaustora onde os processos assim o exigirem. Todos os elementos condutores do sistema em contato com o produto devem ser aterrados eletricamente. Usar ferramentas anti-faiscantes.*
 - **Prevenção da exposição do trabalhador:** *Utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) para evitar o contato direto com o produto.*
 - **Prevenção de incêndio e explosão:** *Elimine fontes quentes e de ignição. Todos os equipamentos elétricos usados devem ser blindados e a prova de explosão. As instalações e equipamentos devem ser aterrados para evitar a eletricidade estática. Não fumar.*
- ✓ **Orientações para manuseio seguro:** *Manipular respeitando as regras gerais de segurança e higiene industrial.*

▪ Armazenamento:

- ✓ **Medidas Técnicas Apropriadas:** *O local de armazenamento deve ter o piso impermeável, isento de materiais combustíveis e com dique de contenção para reter o produto em caso de vazamento.*
- ✓ **Condições de armazenamento:**
 - **Adequadas:** *Estocar em local adequado com bacia de contenção para reter o produto em caso de vazamento, com permeabilidade permitida pela norma ABNT – NBR – 7505-1.*
 - **A evitar:** *Exposição de tambores sob o sol, chuva, temperaturas elevadas.*
 - **Produtos e materiais incompatíveis:** *Oxidantes fortes e oxigênio concentrado.*
- ✓ **Materiais seguros para embalagens:** *Tambores e tanques de aço carbono.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100	GASOLINA A COMUM	Página 6 de 11
DATA: Novembro/09		

8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

- **Medidas de controle de engenharia:** *Manipular o produto com ventilação local exautora ou ventilação geral diluidora (com renovação de ar), de forma a manter a concentração de vapores inferior ao limite de tolerância.*
- **Parâmetros de controle específicos:**
 - ✓ **Limites de exposição ocupacional:**

ACGIH – 2008

	TWA		STEL	
	ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
Gasolina	300		500	

- **Equipamentos de proteção individual apropriado:**
 - ✓ **Proteção respiratória:** *Em baixas concentrações, usar respirador com filtro químico para vapores orgânicos. Em altas concentrações, usar equipamento de respiração autônomo ou conjunto de ar mandado.*
 - ✓ **Proteção das mãos:** *Luvas de PVC em atividades de contato direto com o produto.*
 - ✓ **Proteção dos olhos:** *Nas operações onde possam ocorrer projeções ou respingos, recomenda-se o uso de óculos de segurança ou protetor facial.*
- **Precauções especiais:** *Evitar a exposição a vapores e contato prolongado durante manuseio com o produto. Produtos químicos só devem ser manuseados por pessoas capacitadas e habilitadas. Os EPIs devem possuir o CA (Certificado de Aprovação). Seguir rigidamente os procedimentos operacionais e de segurança nos trabalhos com produtos químicos. Nunca usar embalagens vazias (de produtos químicos) para armazenar produtos alimentícios. Nos locais onde se manipulam produtos químicos deverá ser realizado o monitoramento da exposição dos trabalhadores, conforme PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) da NR-9. Manter chuveiros de emergência e lavador de olhos disponíveis nos locais onde haja manipulação do produto.*
- **Medidas de higiene:** *Roupas, luvas, calçados, EPIs devem ser limpos antes de sua reutilização. Lavar as mãos antes de ir ao banheiro, comer ou beber. Não usar gasolina, óleo diesel... ou outro solvente derivado de petróleo para a higiene pessoal. Bons procedimentos operacionais e de higiene industrial ajudam a reduzir os riscos no manuseio de produtos químicos. Separar as roupas de trabalho das roupas comuns.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 7 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

9.PROPRIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

- **Estado físico:** Produto líquido e transparente a temperatura ambiente, isento de material em suspensão.
- **Cor:** Incolor à amarelada
- **Odor:** Forte e característico.
- **pH:** N.D. Teste não realizado para esse produto.
- **Temperaturas específicas ou faixas de temperatura nas quais ocorrem mudanças de estado físico:**
 - ✓ **Faixa de Destilação :** 65 °C (10 % evaporado , máx)
120 °C (50 % evaporado , máx.)
190 °C (90 % evaporado , máx.)
220 °C (PFE , máx.)
- **Ponto de fulgor :** - 43 °C (Vaso Aberto)
- **Limites de explosividade:**
 - LEI: (limite de explosividade inferior) :** 1,4 %
 - LES: (limite de explosividade superior) :** 7,6 %
- **Pressão de Vapor :** 45 – 62 kPa @ 37,8 °C
- **Densidade:** 0,72 – 0,76 @ 20/4 °C
- **Solubilidade:** Em água : Insolúvel
Solventes Orgânicos : Solúvel.
- **Taxa de evaporação:** > 1 (Acetato de Butila =1)
- **Viscosidade a 40 °C :** 0,41 mPa.s

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 8 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

- **Condições específicas:**
 - ✓ **Instabilidade :** *Produto estável em condições normais.*
 - ✓ **Reações perigosas:** *Pode reagir com oxidantes fortes.*
- **Condição a evitar:** *Fontes de calor e de ignição.*
- **Materiais ou substâncias incompatíveis:** *Oxidantes fortes e oxigênio concentrado.*
- **Produtos perigosos de decomposição:** *Combustão incompleta emitirá vapor d'água, CO₂, CO, óxidos de nitrogênio, fumaça e particulados..*

11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

- **Informações de acordo com as diferentes vias de exposição:**
 - ✓ **Toxicidade aguda:**
 - **Inalação:** *900 ppm (homem, 1h)*
 - **Ingestão:** *20 – 50g (efeitos tóxicos em adultos)*
- **Efeitos locais:**
 - ✓ **Inalação:** *Irritação das vias aéreas superiores, com sensação de ardência. Podem ocorrer dor de cabeça, náuseas, tonteados, irritação nos olhos, nariz e garganta. Pode causar efeitos narcóticos. Inalação prolongada pode causar perda de consciência após sensação de embriaguez.*
 - ✓ **Contato com a pele:** *Irritação e ressecamento da pele.*
 - ✓ **Contato com os olhos:** *Irritação com congestão da conjuntiva.*
 - ✓ **Ingestão:** *Por ingestão, pode provocar irritação na mucosa digestiva e pode ser aspirado para os pulmões causando pneumonia química.*
- **Toxicidade crônica:**
 - ✓ **Inalação:** *Irritação crônica das vias aéreas superiores.*
 - ✓ **Contato com a pele:** *Contato prolongado com a pele pode causar dermatite.*
 - ✓ **Contato com os olhos:** *Pode causar conjuntivite crônica.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 9 de 11
--------------------------------------	-------------------------	----------------

12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

- **Efeitos ambientais, comportamento e impactos do produto:**
 - ✓ **Mobilidade:** *Altamente volátil.*
 - ✓ **Impacto ambiental:** *Seus vapores são prejudiciais ao meio ambiente.*
 - ✓ **Ecotoxicidade:** *O produto é altamente tóxico a vida aquática, principalmente pela presença de aromáticos. Pode transmitir qualidades indesejáveis à água, afetando o seu uso. Pode afetar o solo e, por percolação, degradar a qualidade da água do lençol freático.*

13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

- **Métodos de tratamento e disposição :**
 - ✓ **Produto:** *O tratamento e a disposição do produto devem ser avaliados tecnicamente, caso a caso.*
 - ✓ **Restos de produtos:** *Descartar em instalação autorizada.*
 - ✓ **Embalagem usada:** *Descartar em instalação autorizada.*

14. INFORMAÇÕES SOBRE O TRANSPORTE

- **Regulamentações internacionais:** *Este produto é considerado produto perigoso para o transporte terrestre , marítimo e aéreo de acordo com os respectivos regulamentos (ADR , IMDG , IATA – DGR).*
- **Regulamentação nacional:** *Este produto é classificado como perigoso para transporte, de acordo com a Resolução 420 da Agência Nacional de Transportes Terrestres de 12/02/2004 e suas alterações.*

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100 DATA: Novembro/09	GASOLINA A COMUM	Página 10 de 11
--------------------------------------	-------------------------	-----------------

- ✓ **Transporte rodoviário no Brasil:**
 - **Número ONU:** 1203
 - **Nome apropriado para embarque:** GASOLINA
 - **Classe de risco / divisão:** 3
 - **Número de risco:** 33
 - **Risco subsidiário :** N.A.
 - **Grupo de Embalagem :** //

15. REGULAMENTAÇÕES

▪ **Informações sobre riscos e segurança :**

Frases de Risco :

R – 12 = Extremamente inflamável

R – 40 = Pode causar danos irreversíveis à saúde.

Frases de Segurança :

S – 02 = Manter longe do alcance de crianças.

S – 24 = Evitar contato com a pele.

S – 36 / 37 = Usar roupas de proteção e luvas adequadas.

S – 61 = Evitar liberação para o meio ambiente - consultar informações específicas antes de manusear.

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ N.º : 100	GASOLINA A COMUM	Página 11 de 11
DATA: Novembro/09		

16. OUTRAS INFORMAÇÕES

Nos locais onde se manipulam produtos químicos deverá ser realizado o monitoramento da exposição dos trabalhadores, conforme PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) da NR-9. Funcionários que manipulam produtos químicos, em geral, devem ser monitorados biologicamente conforme o PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) da NR-7.

As informações e recomendações constantes desta publicação foram pesquisadas e compiladas de fontes idôneas, dos MSDS dos fornecedores e de legislações aplicáveis ao produto.

Os dados dessa Ficha referem-se a um produto específico e podem não ser válidos onde esse produto estiver sendo usado em combinação com outros. A Refinaria de Petróleo Riograndense com os fatos desta ficha, não pretende estabelecer informações absolutas e definitivas sobre o produto e seus riscos, mas subsidiar com informações, diante do que se conhece, os seus funcionários e clientes para sua proteção individual, manutenção da continuidade operacional e preservação do Meio Ambiente.

SIGLAS UTILIZADAS :

N.A. = Não se Aplica	N.D. = Não Disponível	N.R. = Não Relevante
NR = Norma Regulamentadora		N.E. = Não Especificado
LT – MP = Limite de Tolerância – Média Ponderada		VM = Valor Máximo
ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists		
TLV - TWA = Threshold Limit Value – Time Weighted Average		
TLV – STEL = Threshold Limit Value – Short-Term Exposure Limit		
IARC = International Agency for Research on Cancer		
PPRA = Programa de Prevenção de Riscos Ambientais		
PCMSO = Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional		
IMDG = International Maritime Dangerous Goods Code		
IATA–DGR = International Air Transport Association – Dangerous Goods Regulation		

Elaboração : Isatec