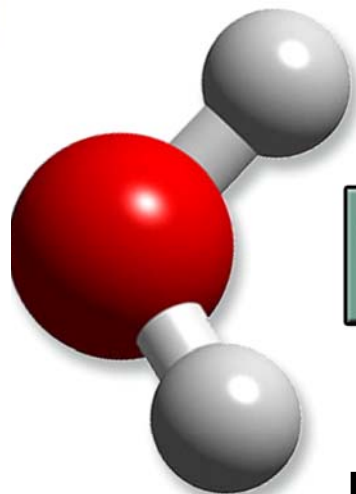


Conselho Regional de Química IV Região (SP)



Minicursos 2015

Programa de Gerenciamento de Riscos para a Prevenção de Acidentes

Ministrante: Ricardo Rodrigues Serpa

Bacharel em Química Tecnológica, Diretor
Executivo da ITSEMAP do Brasil Serviços
Tecnológicos Ltda.

e-mail: rserpa.itsemap@inerco.com

Apoio:

CAIXA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

São Paulo, 18 de setembro de 2015



**M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5**

Programa de Gerenciamento de Riscos para a Prevenção de Acidentes

Ricardo Rodrigues Serpa
Bacharel em Química

São Paulo
18/09/2015

Conteúdo



- **Grandes acidentes industriais e programas internacionais**
- **Riscos químicos**
- **Conceitos básicos de análise, avaliação e gerenciamento de riscos**
- **Estudos de análise de riscos**
- **Programas de gerenciamento de riscos**
- **Planos de emergência**



Docente

RICARDO RODRIGUES SERPA

- **Químico, Universidade Mackenzie, com especializações em acidentes químicos, análise de riscos e planos de emergência**
- **Trabalhou 20 anos na CETESB (1982 a 2001):**
 - **Atendimento a acidentes ambientais**
 - **Estudos de análise de riscos e planos de emergência**
 - **Gerente do Setor de Operações de Emergência**
 - **Gerente da Divisão de Tecnologia de Riscos Ambientais**
- **Desde 2001 é Diretor Executivo da ITSEMAP do Brasil Serviços Tecnológicos Ltda.**
- **Professor de Gerência de Riscos em Cursos de Pós-Graduação: UNISANTA, UNISANTOS e UNICAMP.**



M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5

Grandes Acidentes Industriais

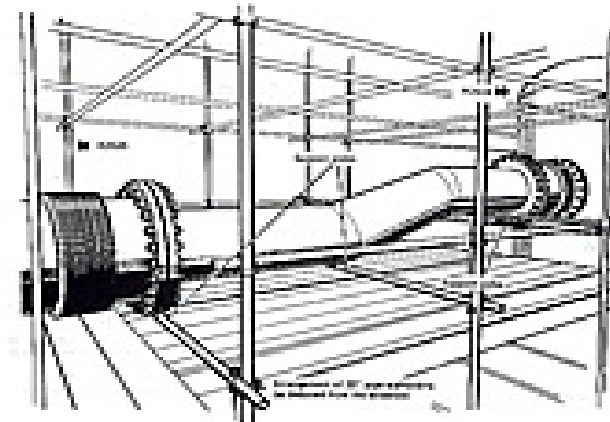
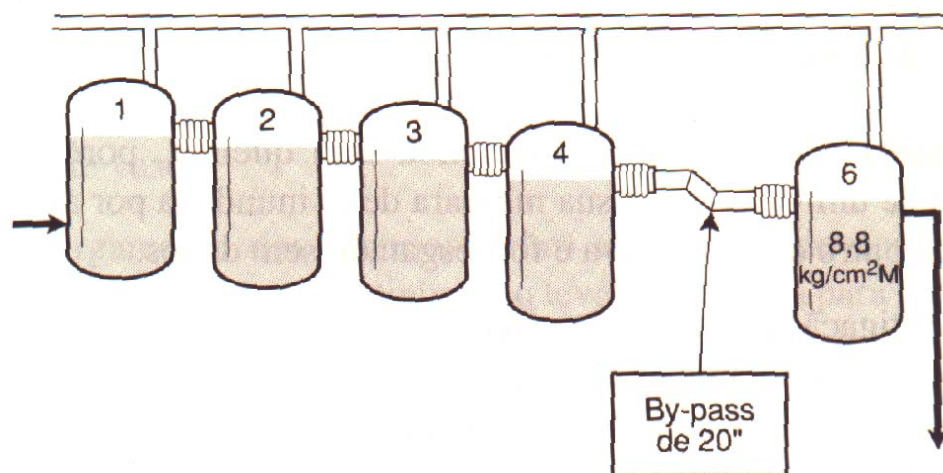
Programas Internacionais



Flixborough, UK – 1/6/1974

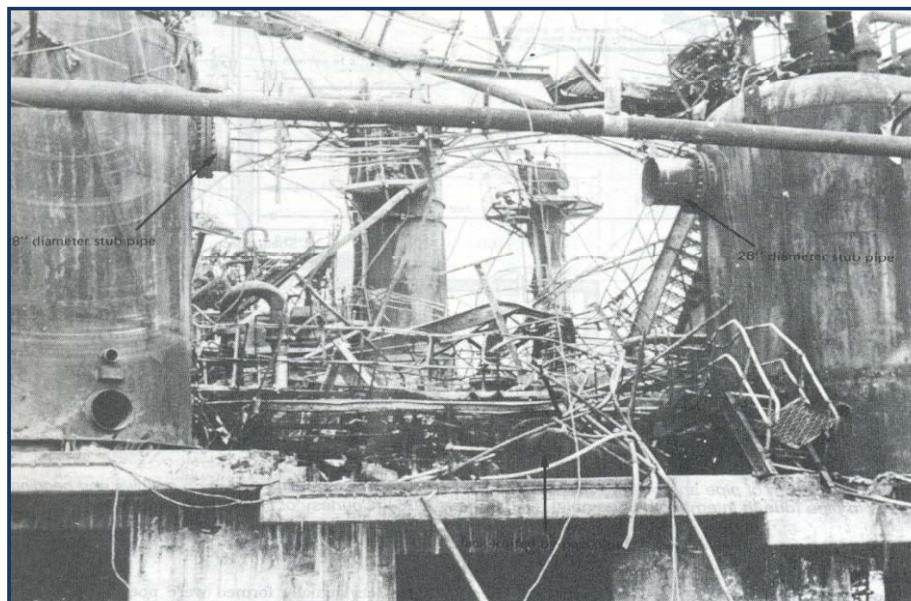


Flixborough, UK – 1/6/1974



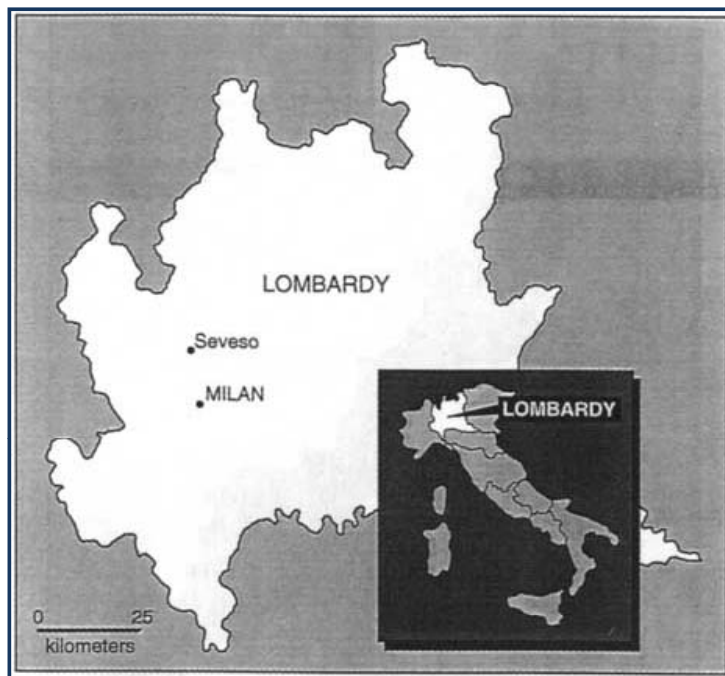
- Na *Nypro Factory*, na Inglaterra, seis reatores operavam em série e em desnível, de forma a propiciar o fluxo por gravidade, por meio de juntas de expansão e tubos de 28"
- Um dos reatores teve uma rachadura; foi retirado e substituído por uma tubulação (*by-pass*) de 20" com dois "cotovelos", devido à diferença de nível
- O *by-pass* foi suportado por andaimes

Flixborough, UK – 1/6/1974



- Dois meses após a adaptação a tubulação rompeu, vazando aproximadamente 50 ton de ciclohexano
- Explosão seguida de incêndio
- Destruição da fábrica
- 28 mortes
- Prejuízos de US\$ 412 milhões.

Seveso, Itália – 9/7/1976



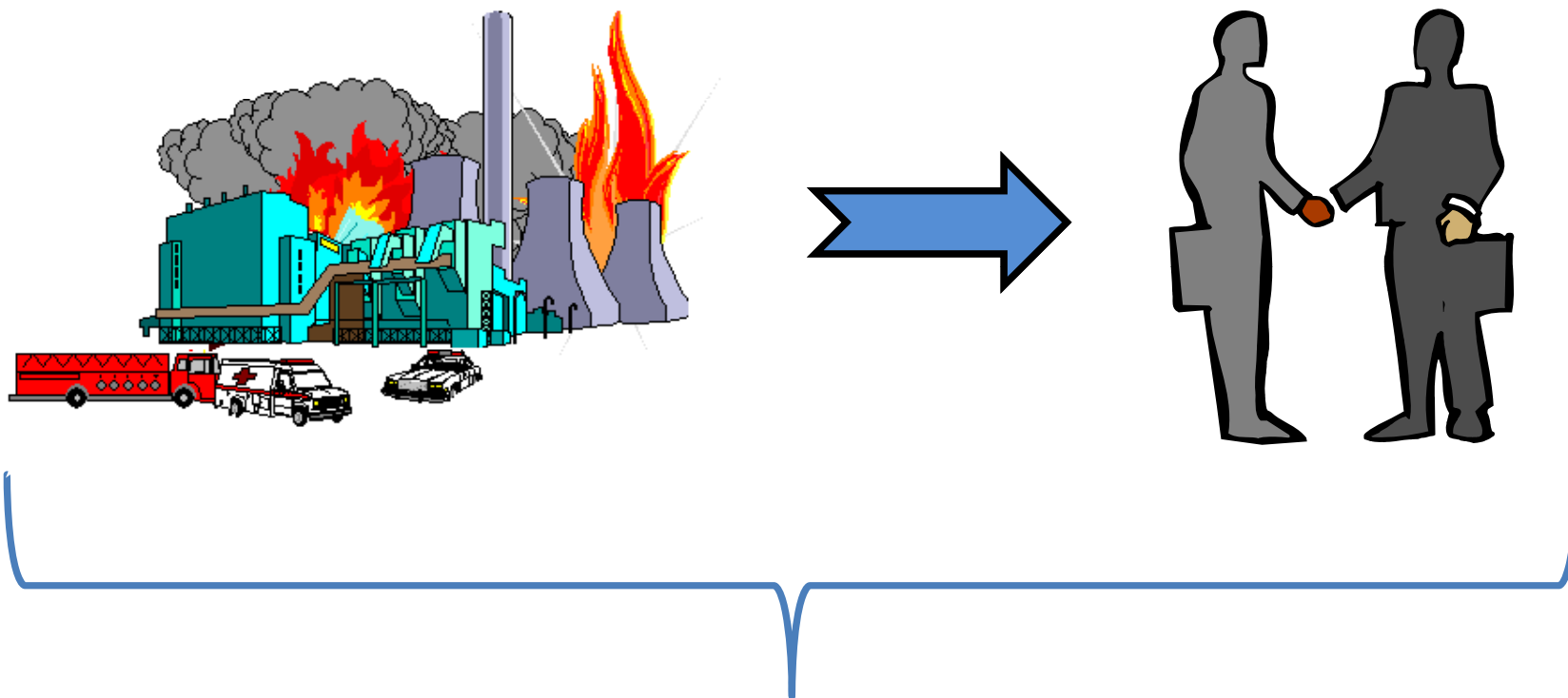
- Reação descontrolada causou a abertura do disco de ruptura de um vaso de processo, gerando a emissão de uma nuvem de vapor de TCDD
- A cidade de Seveso foi atingida pela nuvem tóxica, contaminando uma vasta área, afetando milhares de pessoas e animais.

Seveso, Itália – 9/7/1976



- Exames e tratamentos durante mais de 20 anos
- Mais de 80.000 animais sacrificados
- 447 casos de queimaduras químicas
- 193 casos de acne clórica.

Seveso, Itália – 9/7/1976



Diretiva de Seveso



Cidade do México – 19/11/1984



Cidade do México – 19/11/1984



- Explosão de quatro esferas e quinze tanques cilíndricos horizontais
- 650 mortes e 6.000 feridos, a maioria de residências situadas entre 130 m e 360 m da refinaria;
- Prejuízos da ordem de US\$ 100 milhões.

Bophal, Índia – 3/12/1984



- Vazamento de isocianato de metila;
- Estimadas 4.000 mortes;
- Mais de 200.000 intoxicados;
- Maior catástrofe da indústria química.

APELL

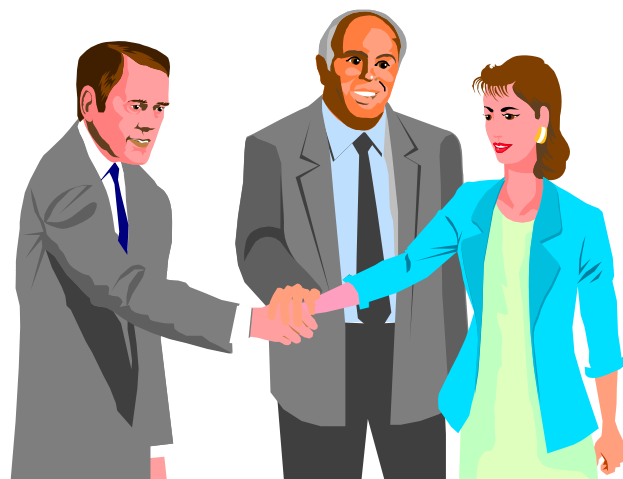


*Awareness and Preparedness for Emergencies
at Local Level*

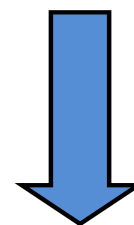


- Criar ou incrementar o alerta ao público, quanto à existência de possíveis perigos na comunidade
- Estimular o desenvolvimento de planos de cooperação para responder às emergências locais
- Estimular as ações voltadas para a prevenção de acidentes.

www.unep.org



SARA Title III



The Emergency Planning and Community
Right-to-Know Act (EPCRA)

Risk Management Program (RMP)

<http://www.epa.gov>



Process Safety Management (PSM)



<http://www.osha.gov>



Atuação Responsável



Atuação Responsável®



- Segurança de Processos;
- Saúde e Segurança do Trabalhador;
- Proteção Ambiental;
- Transporte e Distribuição;
- Diálogo com a Comunidade e Preparação e Atendimento a Emergências;
- Gerenciamento do Produto.

www.abiquim.org.br



Convenção N° 174, 1993



International
Labour
Organization

MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO

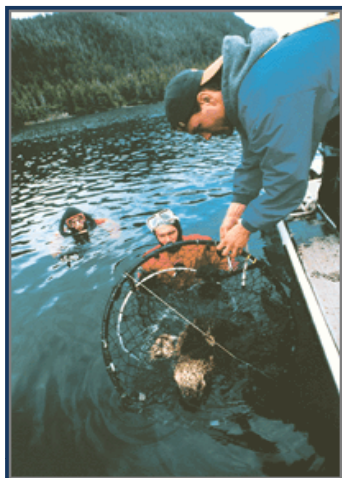
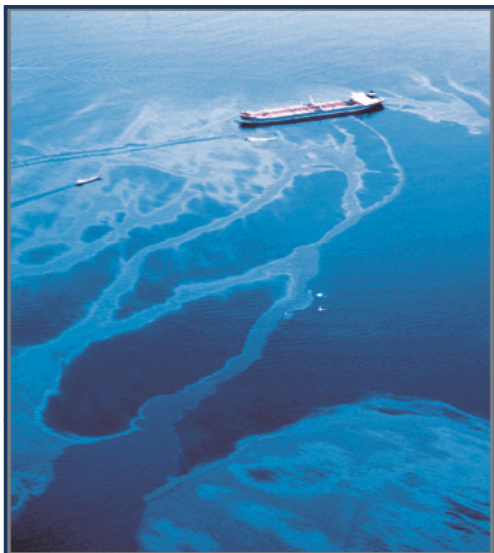


FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Prevenção de Acidentes Maiores

www.fundacentro.gov.br

Exxon Valdez, Alasca, EUA – 24/3/1989



Buncefield, Inglaterra – 11/12/2005

- Transbordamento do Tanque Nº 912 de petróleo devido a falha no controle de nível.
- Vazamento de 300 ton.
- Explosão de nuvem de vapor seguida de incêndio.
- Total de 22 tanques afetados em diferentes bacias de contenção.
- Explosões sentidas a 200km de distância (2,4 pontos na Escala Richter)
- US\$ 1bilhão de prejuízos.



Buncefield, Inglaterra – 11/12/2005



- 221 chamadas para sete corporações de bombeiros
- 31 unidades de combate e salvamento mobilizadas
- 4 brigadas industriais de apoio
- 25 bombas de incêndio
- 786 miL de espuma
- 53 milhões de litros de “água limpa”
- 15 milhões de água reciclada
- 38km de mangueiras
- Combate durou três dias.

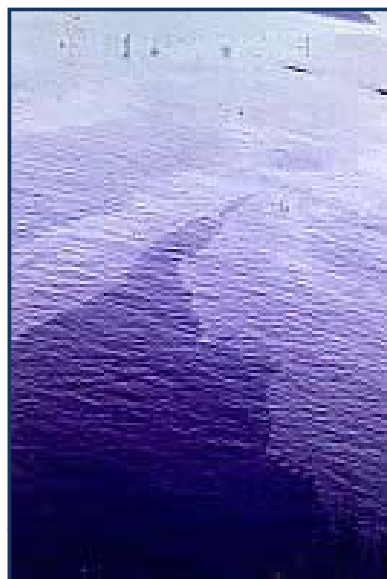
Golfo do México – 20/4/2010

- Descontrole em poço de produção na plataforma Deepwater Horizon, BP
- Costa da Louisiana, EUA
- Mancha de 1,5 km²
- Estimativa de vazamento de até 25.000 barris/dia (mais de 400 mL)
- Custo das ações emergenciais e de limpeza estimado em US\$ 6 milhões/dia.





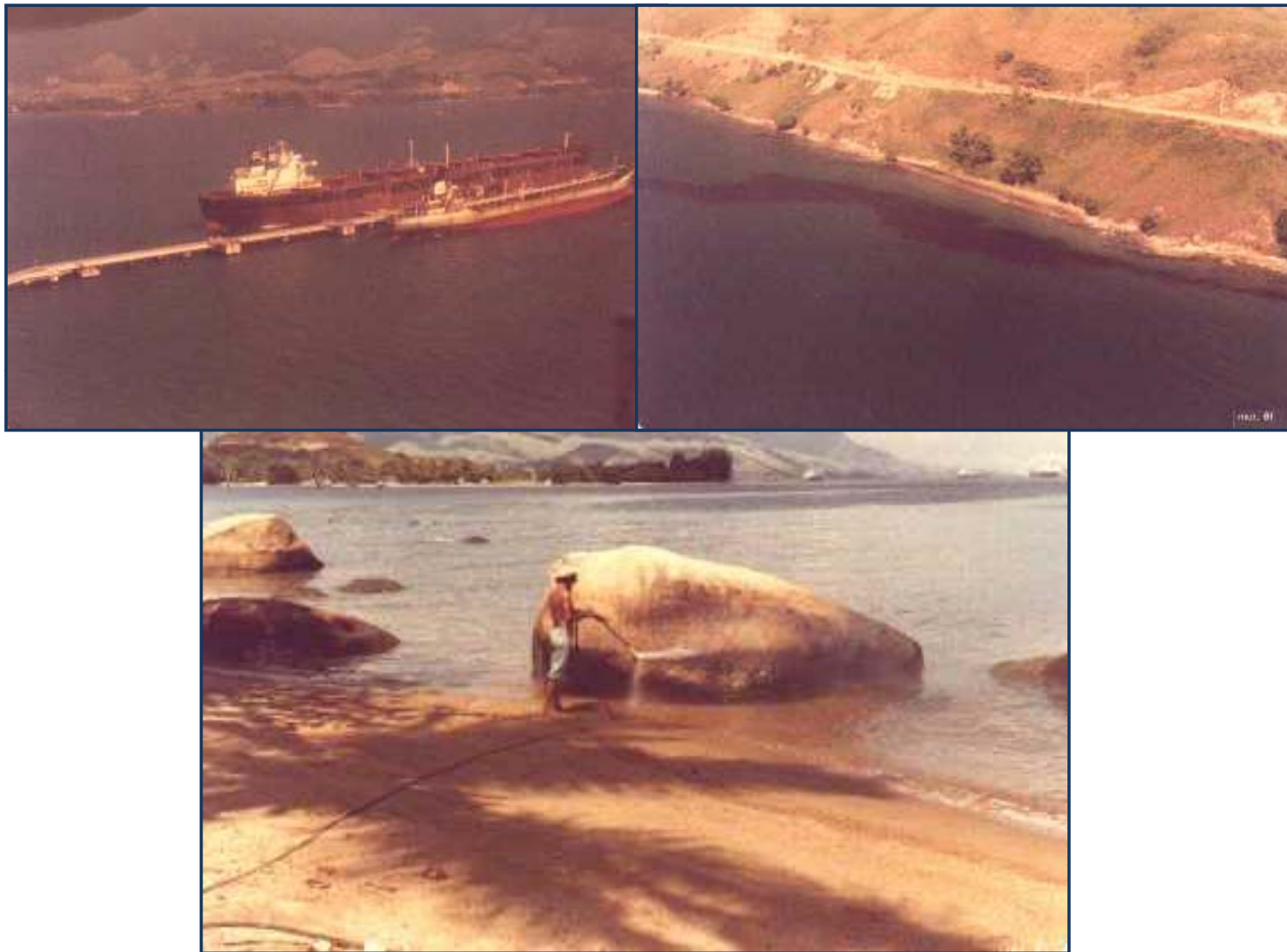
Brazilian Marina – 9/1/1978





M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5

World Gala – 1/3/1981

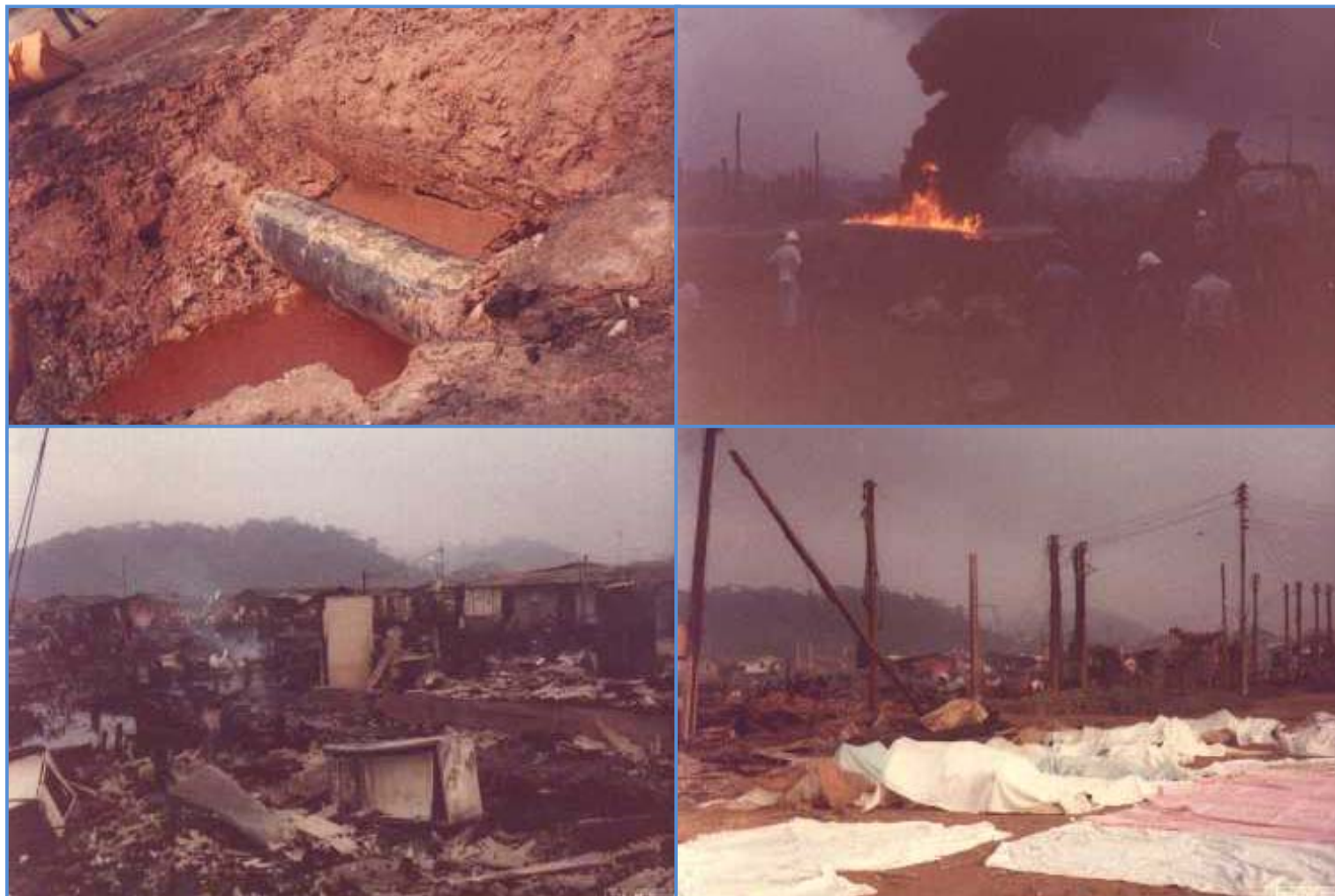




Porto Feliz – 31/5/1983



Cubatão – 25/2/1984



Santos – 3/9/1998



Araras – 8/9/1998





Bacia de Campos, 15/03/2001



Cataguases, 29/03/2001



Araucária 16/07/2000



Bacia de Campos – 7/11/2011



Santos – 2/4/2015



Santos – 2/4/2015



- Extinção do incêndio em 10/04/2015
- 24 entidades públicas
- 37 empresas privadas
- 1.339 pessoas envolvidas na resposta à emergência (966 bombeiros/policiais e 373 brigadistas de empresas privadas)
- Aprox. 500 milhões de litros de água
- Aprox. 300 mil litros de espuma
- 14 km de mangueiras
- 8 embarcações
- 2 aeronaves.

Fonte: Corpo de Bombeiros SP.

Riscos Químicos



Riscos Químicos

Perigos Intrínsecos:

toxicidade, corrosividade, inflamabilidade, reatividade, etc.

Riscos Associados:

estado físico, condições de manipulação, processo ou transporte, proteção individual, condições ambientais, capacitação e treinamento, etc.



Fonte: Haddad, CETESB.

Riscos Químicos



1 – Explosivos



2 – Gases



3 – Líquidos
Inflamáveis



4 – Sólidos
Inflamáveis

Riscos Químicos



5 – Oxidantes
e Peróxidos
Orgânicos

6 – Tóxicos



7 – Radioativos



8 – Corrosivos



9 – Diversos

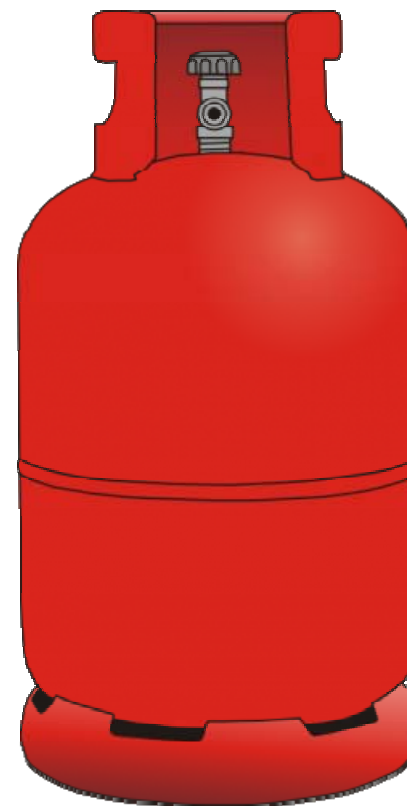
Explosão

- Liberação muito rápida de energia associada à expansão de gases
- Deslocamento de ar com aumento da pressão acima da pressão atmosférica (sobrepessão).



Gases

- **Estado Físico**
- **Alta mobilidade**
- **Riscos adicionais**
- **Odor**
- **Alta taxa de expansão**
- **Confinamento.**





Gases

**37 litros de
gasolina
vapor**

**1 litro de
gasolina
líquida**

**270 litros de
propano
gasoso**

**1 litro de
propano
líquido**

**860 litros de
oxigênio
gasoso**

**1 litro de oxigênio
líquido**

Gases Liquefeitos





BLEVE

Fireball

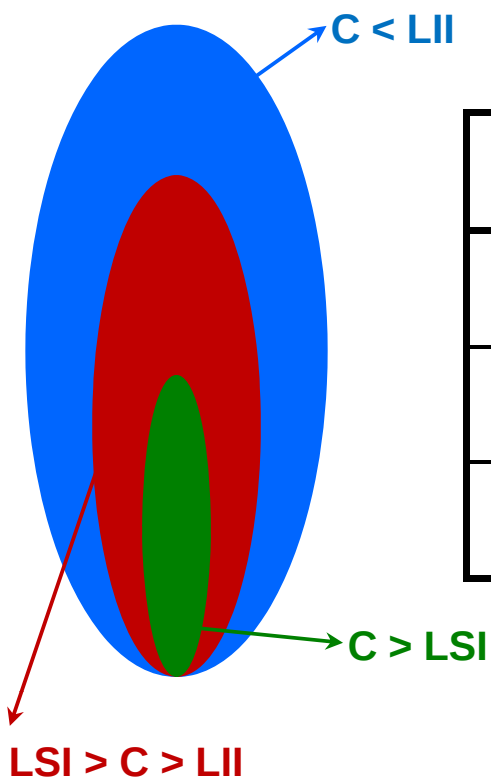


Líquidos Inflamáveis

São líquidos, misturas de líquidos ou líquidos contendo sólidos em solução ou em suspensão (tintas, vernizes, lacas etc., excluídas as substâncias que tenham sido classificadas de forma diferente, em função de suas características perigosas) que produzem vapores inflamáveis a temperaturas de até **60,5°C**, em teste de vaso fechado, ou até **65,6°C**, em teste de vaso aberto, conforme as normas brasileiras ou internacionalmente aceitas.



Líquidos Inflamáveis



PRODUTO	LII	LSI
Acetileno	2,5 %	80,0 %
Benzeno	1,3 %	79,0 %
Etanol	3,3 %	19,0 %

Sólidos Inflamáveis



Substâncias sólidas que são facilmente combustíveis ou que, por atrito, podem causar ou contribuir para a ocorrência do fogo.

Ex.: enxofre, nitrato de uréia.

Substâncias sujeitas à Combustão Espontânea

Substâncias sujeitas a aquecimento espontâneo nas condições normais ou que se aquecem em contato com o ar, sendo, então, capazes de se inflamarem; são as substâncias pirofóricas e as passíveis de autoaquecimento.

Ex.: carvão, fósforo.



Substâncias que em contato com a água emitem gases inflamáveis



Substâncias que por interação com a água podem se tornar espontaneamente inflamáveis ou produzir gases inflamáveis.

Ex.: sódio metálico, zinco em pó.

Oxidantes

Substâncias que embora não sejam combustíveis podem, em geral, pela liberação de oxigênio, causar a combustão de outros materiais ou contribuir para isso.

Os oxidantes são fontes geradoras de oxigênio.

São altamente instáveis, reativos e geram reações exotérmicas.

Ex.: nitratos, cloratos.

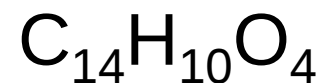
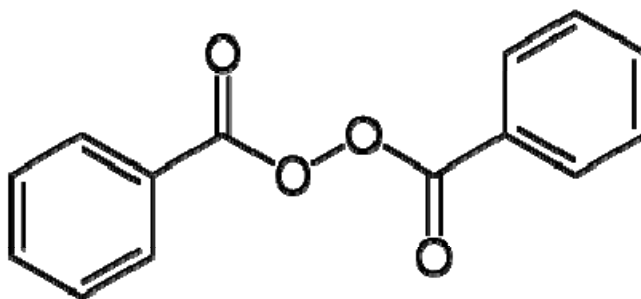


Peróxidos Orgânicos



Substâncias que apresentam a estrutura – O – O –. São derivadas do peróxido de hidrogênio (H_2O_2), termicamente instáveis, sensíveis ao choque e atritos e podem sofrer decomposição exotérmica. São fortes agentes oxidantes.

Ex.: peróxido de benzoíla.



Acidente com Peróxido de Hidrogênio



Substâncias Tóxicas

Substâncias capazes de provocar a morte ou danos à saúde humana se ingeridas, inaladas ou por contato com a pele.

Ex.: cianetos, pesticidas, arsênio.



Substâncias Tóxicas



Intoxicação Aguda



Intoxicação Crônica

Riscos Químicos



Inalação



Absorção Cutânea



Ingestão



Asfixiantes

Concentração de O₂ (% Vol.)

Efeitos

20,9 a 16,0

Nenhum

16,0 a 12,0

Perda da visão periférica; dificuldade respiratória; perda do raciocínio

12,0 a 10,0

Perda da capacidade de julgamento, coordenação muscular baixa; possibilidade de danos ao coração

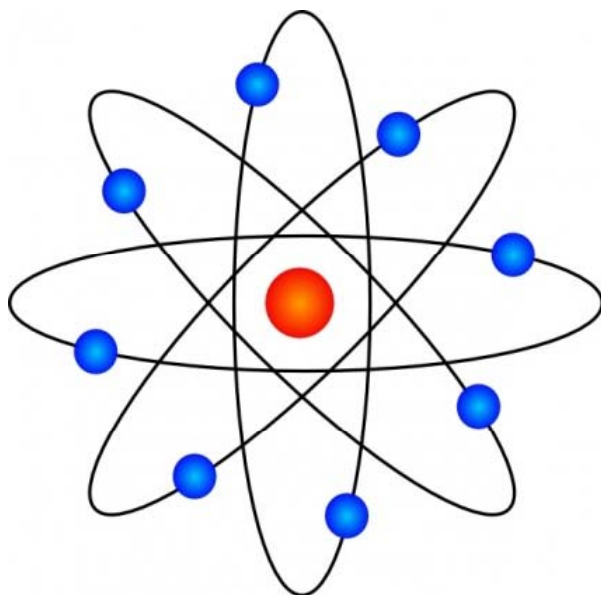
10,0 a 6,0

Náusea e vômitos; incapacidade de executar movimentos vigorosos, inconsciência seguida de morte

< 6,0

Movimentos convulsivos, morte em minutos

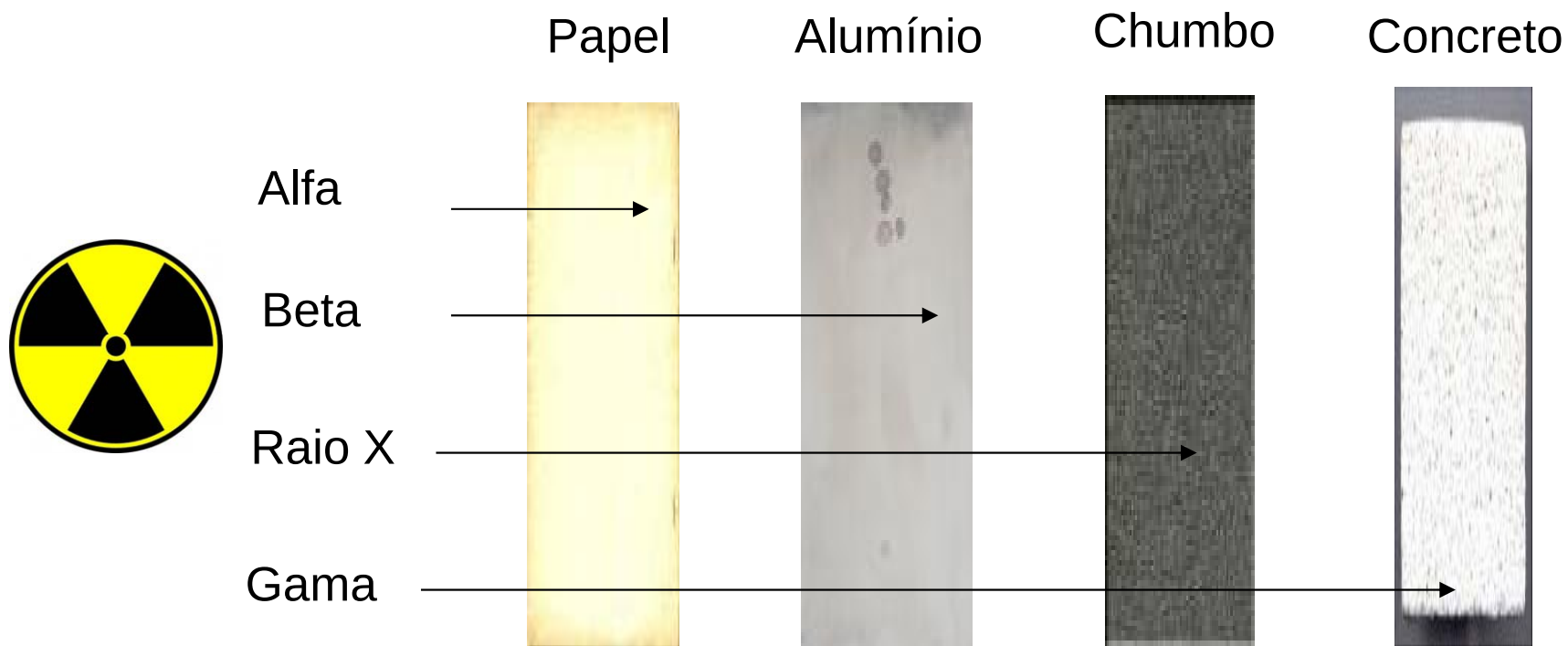
Radioativos



Substâncias fisicamente instáveis que sofrem modificações espontâneas em sua estrutura, emitindo energia sob a forma de radiação.

Ex.: cézio, urânio, plutônio.

Radioativos



Corrosivos

Substâncias que em contato com materiais causam desgaste, modificação química ou estrutural, devido a ação química ou eletrolítica espontânea de agentes do meio ambiente.

Ex.: ácido sulfúrico, soda cáustica.



Substâncias Perigosas Diversas





Análise de Riscos Conceitos Básicos

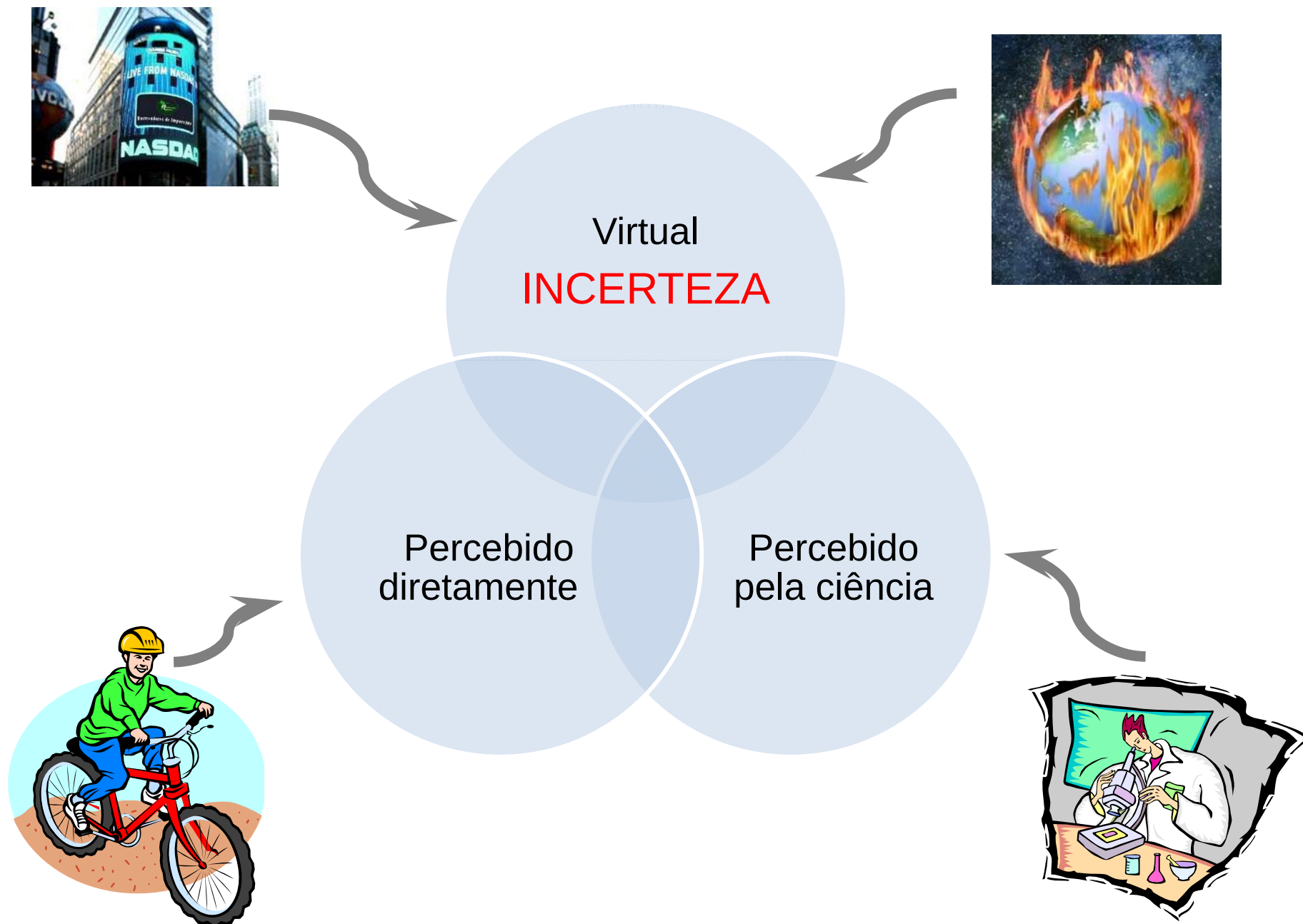


RISCOS

- Todos têm propensão a correr riscos
- Essa propensão varia em cada indivíduo e é influenciada pelas possíveis recompensas associadas ao risco
- A percepção do risco é influenciada pela experiência individual de perdas
- As perdas são consequências da atitude de correr riscos; pois, quanto maior o risco, maior, em média, serão as recompensas ou as perdas.

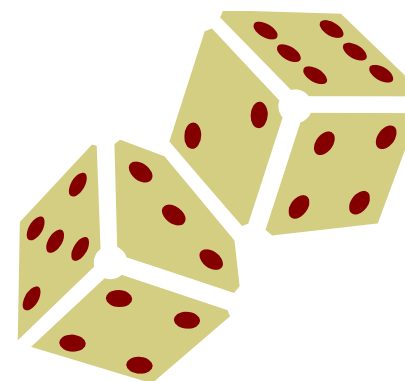
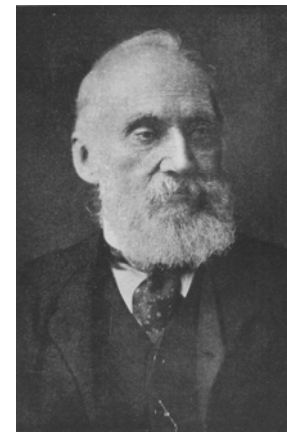


RISCOS



RISCOS

- Tudo que existe, existe em alguma quantidade e pode portanto ser mensurado (Kelvin)
- **Risco real** (objetivo, mensurável) obedece as leis formais da teoria estatística
- **Risco subjetivo** (percebido de forma imprecisa por “não especialistas”) é culturalmente construído.



PERIGO

Uma ou mais condições, físicas ou químicas, com potencial de causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação desses.



RISCO

- Função da probabilidade de ocorrência de um evento indesejado e das consequências associadas
- Razão entre perigo e medidas de segurança
- Medida de perda econômica, de danos à vida humana e/ou impactos ambientais, resultante da combinação entre as frequências de ocorrência e a magnitude das perdas ou danos (consequências).



$$R = f(f, C)$$

RISCO



- O **RISCO** pode ser estimado, calculado, medido, logo, pode ser **REDUZIDO**, **CONTROLADO**; ou seja, pode ser:

GERENCIADO !

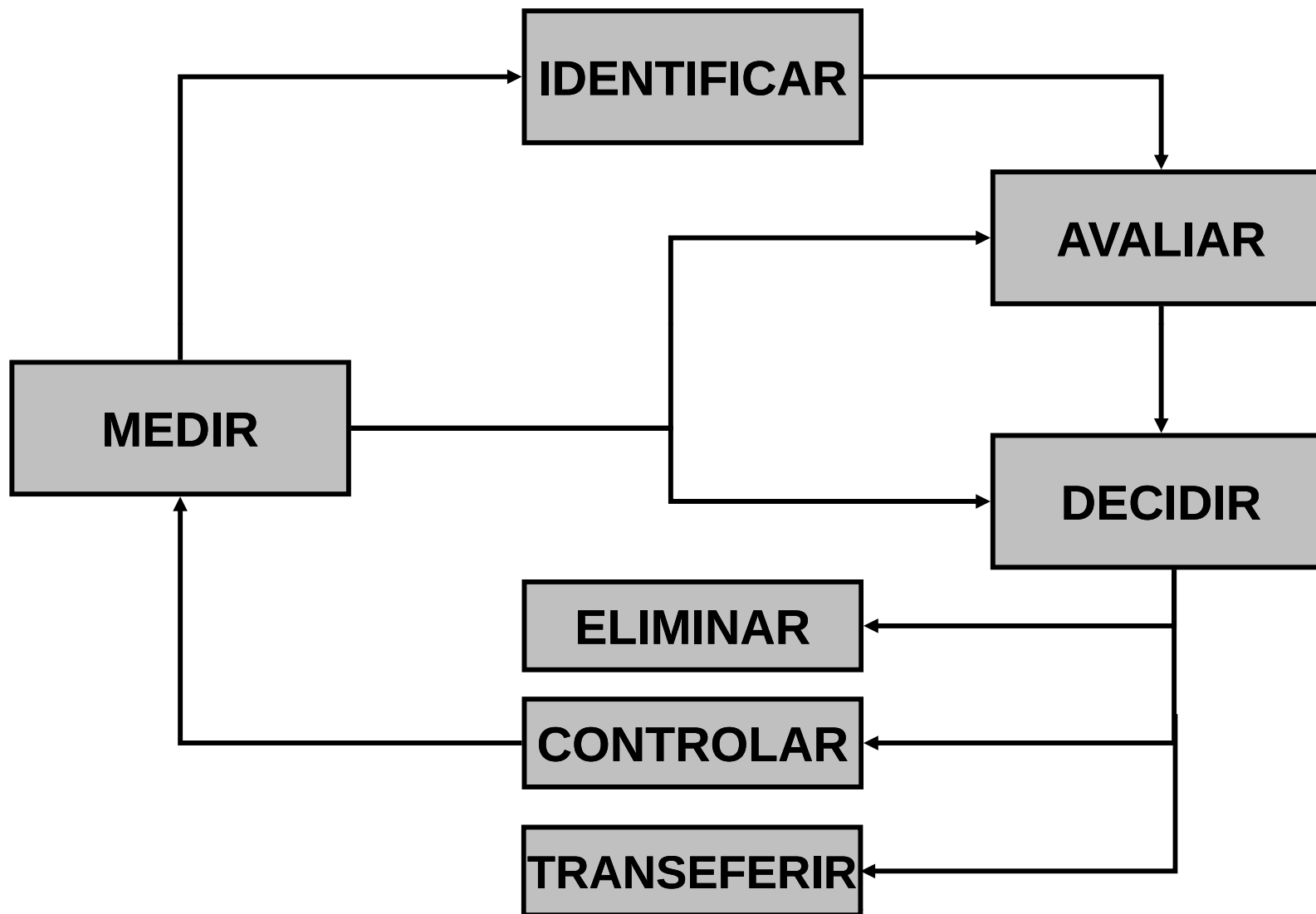
RISCO ACEITÁVEL/TOLERÁVEL

Possíveis consequências sociais, econômicas e/ou ambientais que, implícita ou explicitamente, uma sociedade ou um segmento da mesma, aceita ou tolera (assume), por considerar desnecessário, inoportuno ou impossível a sua redução.





ANÁLISE, AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RISCOS





**M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5**

Estudo de Análise de Riscos



Prevenção de Acidentes



PREVENÇÃO



ANÁLISE,
AVALIAÇÃO E
GERENCIAMENTO
DE RISCOS

Resposta Emergencial



INTERVENÇÃO



REDUÇÃO DE
CONSEQUÊNCIAS
PLANO DE
EMERGÊNCIA





Estudo de Análise de Riscos

ETAPAS

- Caracterização das atividades, instalações, operações e da região
- Identificação de perigos
- Análise e avaliação das consequências e vulnerabilidades
- Cálculo de frequências
- Estimativa dos riscos
- Avaliação dos riscos
- Gerenciamento dos riscos.



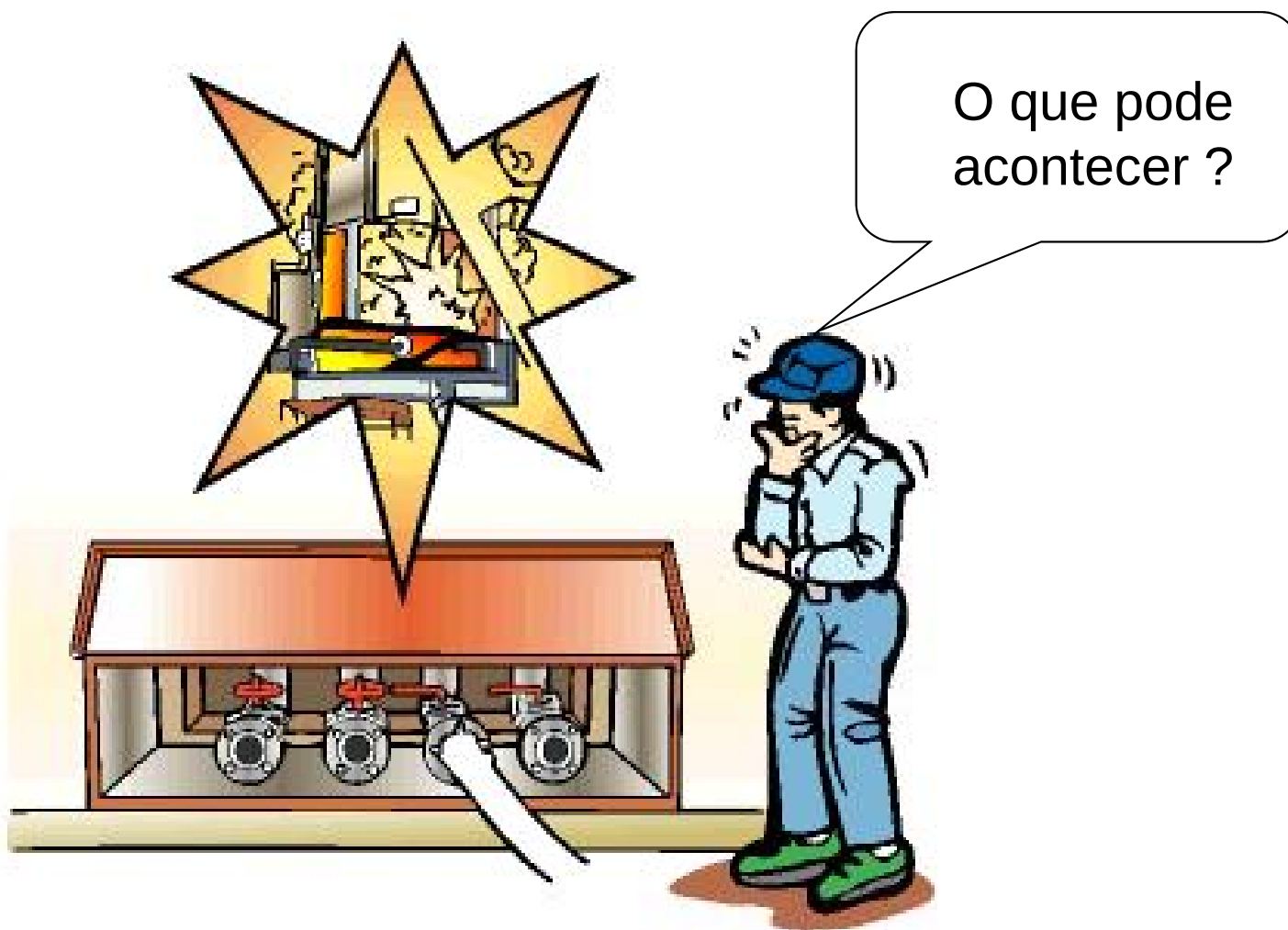
Estudo de Análise de Riscos

M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5

- Produtos
- Equipamentos
- Parâmetros de processo
- Procedimentos e sistemas de segurança
- *Layouts*, fluxogramas de engenharia, de processo e instrumentação
- Características do entorno (distribuição populacional, ambientes vulneráveis)
- Características meteorológicas.

Estudo de Análise de Riscos

HIPÓTESES DE ACIDENTES



Estudo de Análise de Riscos

IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS



Aplicação de
Técnicas para a
Identificação de
Perigos



Hipóteses Acidentais



Estudo de Análise de Riscos

TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

- Análise de Procedimentos
- Análise “E se ... ?” (*What If...?*)
- *Checklists* (Listas de Verificação)
- Análise Preliminar de Perigos/Riscos (APP/APR)
- Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE)
- *Hazard & Operability Analysis (HazOp)*
- *Bow-tie*
- *Safety Integrity Level (SIL)*
- *Layers of Protection Analysis (LOPA)*.

Estudo de Análise de Riscos

ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE



INCÊNDIO



RADIAÇÃO TÉRMICA

SOBREPRESSÃO



EXPLOSÃO



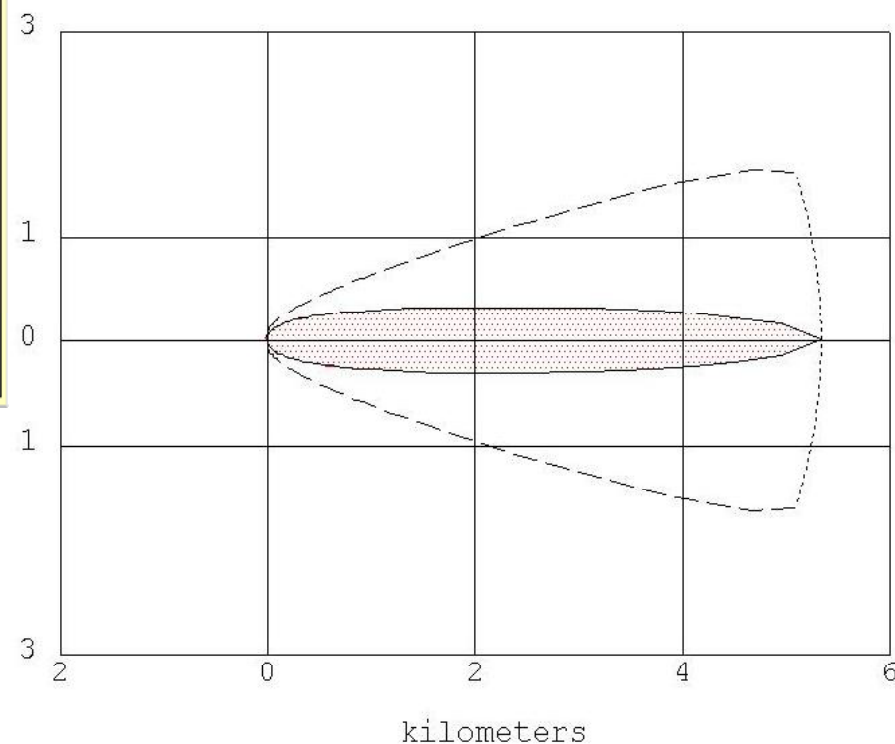
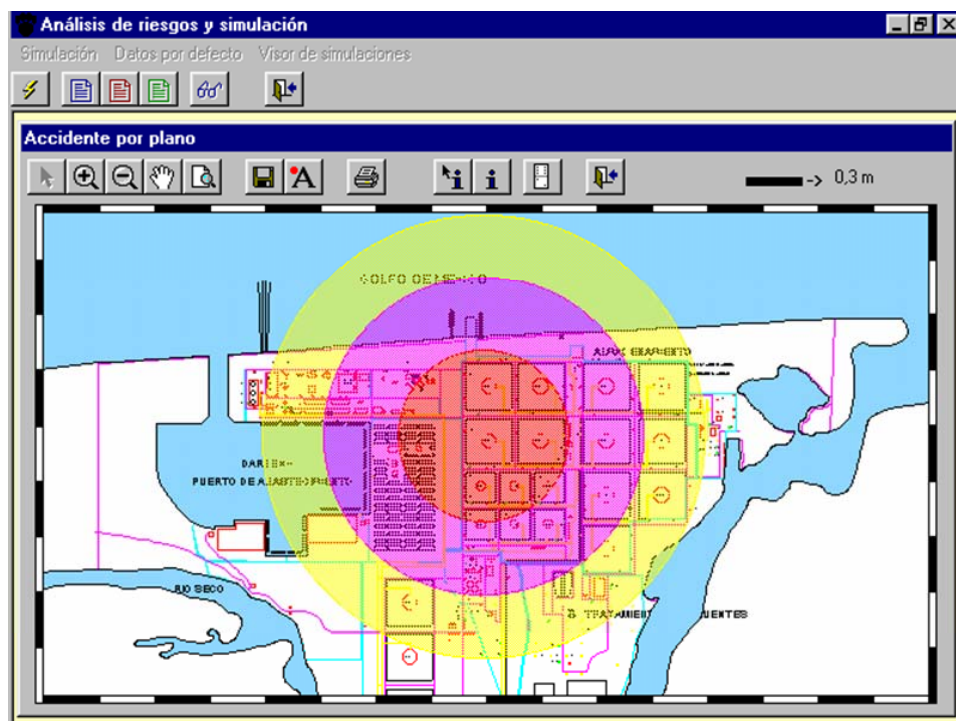
EMISSÃO TÓXICA



CONCENTRAÇÃO

Estudo de Análise de Riscos

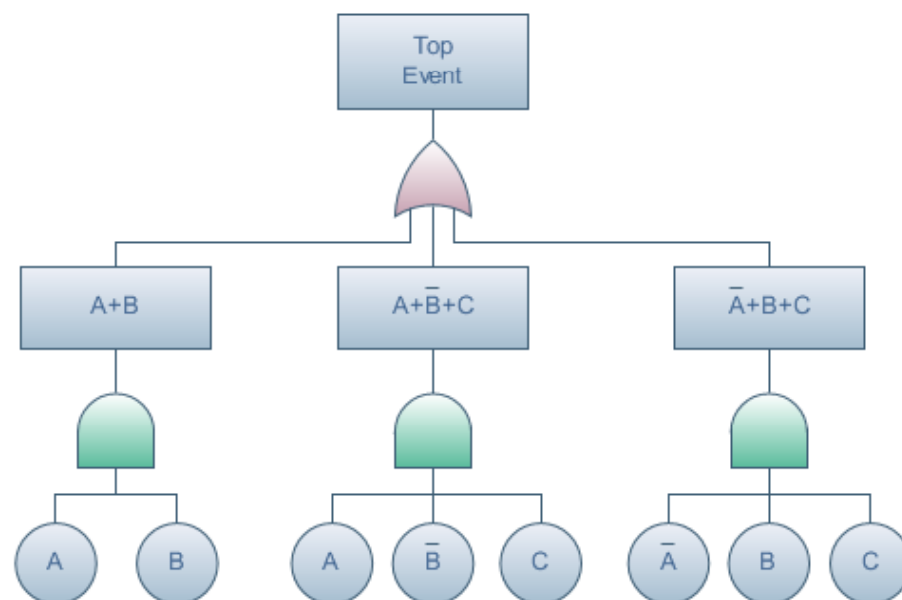
ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS E VULNERABILIDADE



Estudo de Análise de Riscos

CÁLCULO DE FREQUÊNCIAS

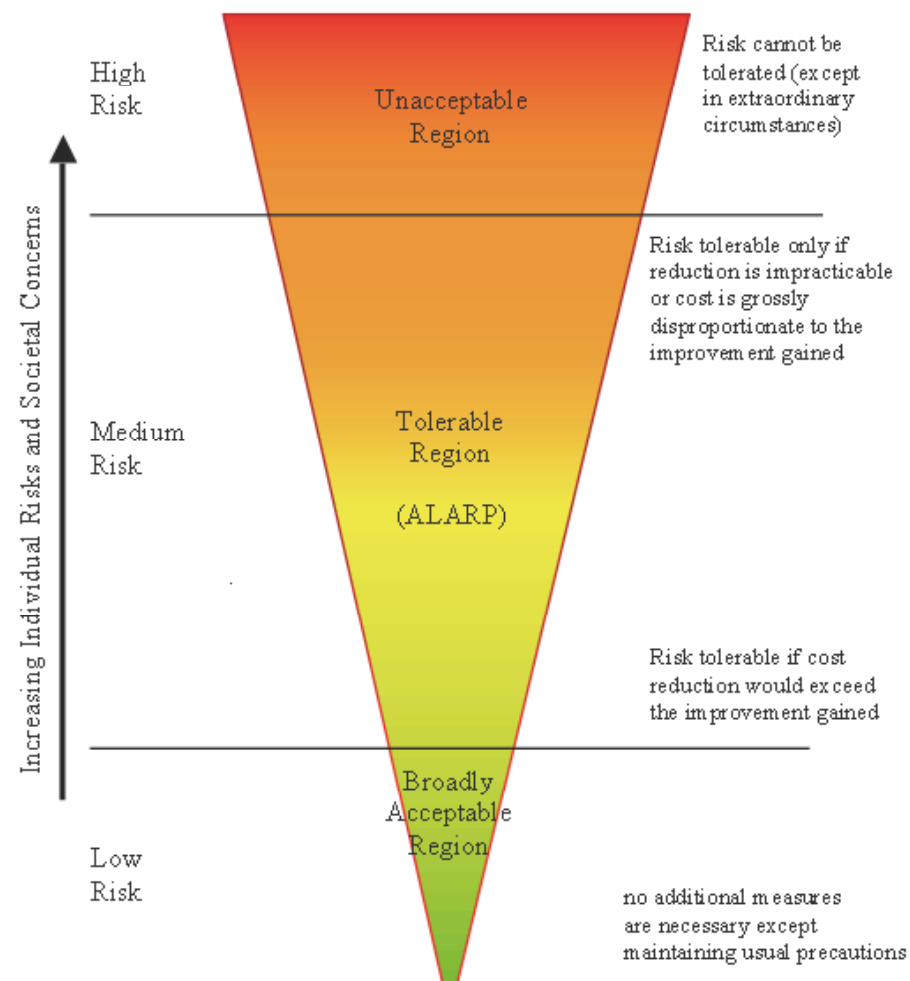
- Bancos de dados de acidentes
- Taxas de falhas de equipamentos
- Probabilidades de erros humanos
- AAF – Análise por Árvores de Falhas
- AAE – Análise por Árvores de Eventos.



Estudo de Análise de Riscos

ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DOS RISCOS

- Índices de Risco: *DOW, MOND, FAR, PLL* Econômico (DMP, PMP);
- Risco Individual;
- Risco Social.



Estudo de Análise de Riscos

CONTORNOS DE RISCO INDIVIDUAL

MINICURSOS - 2015

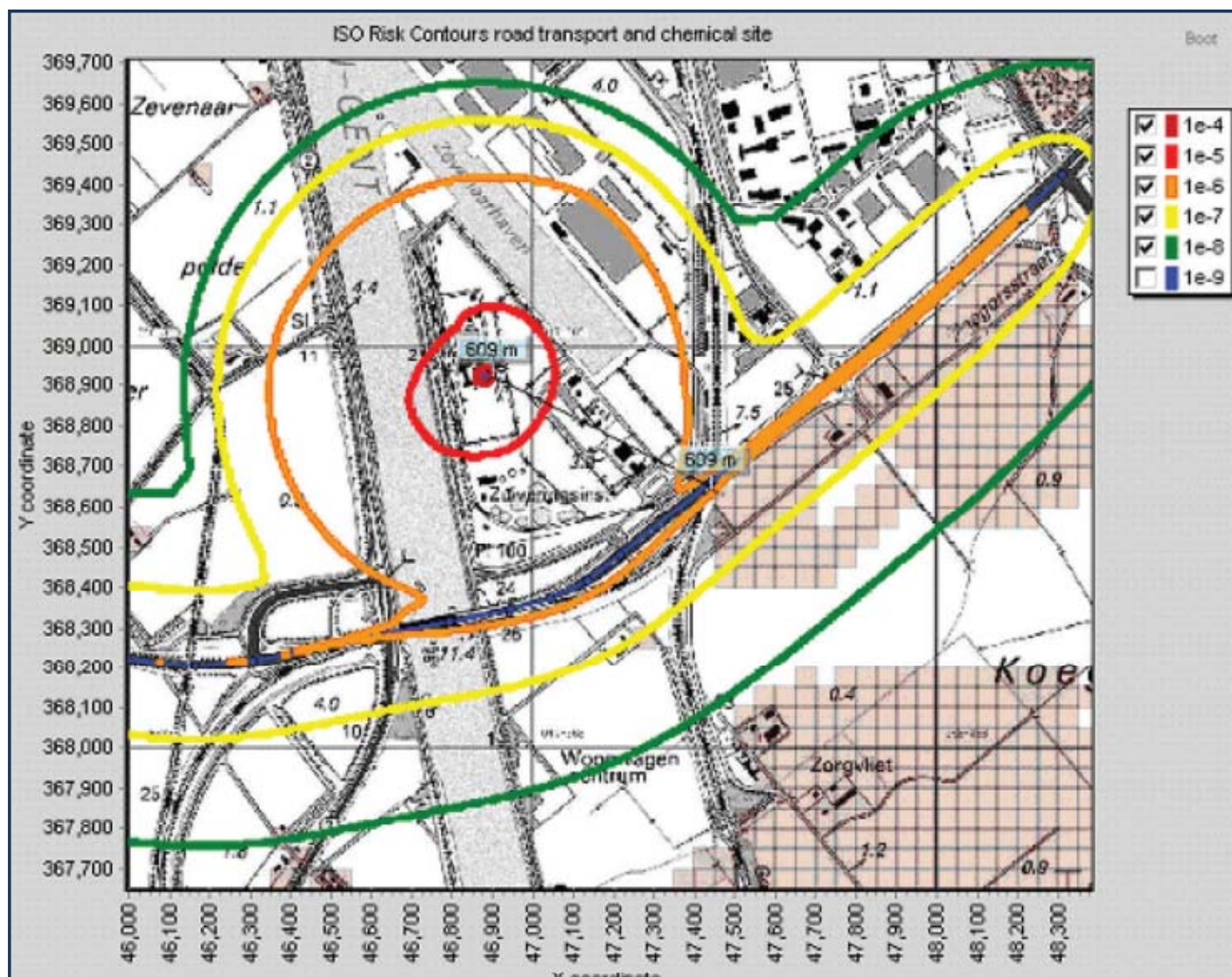


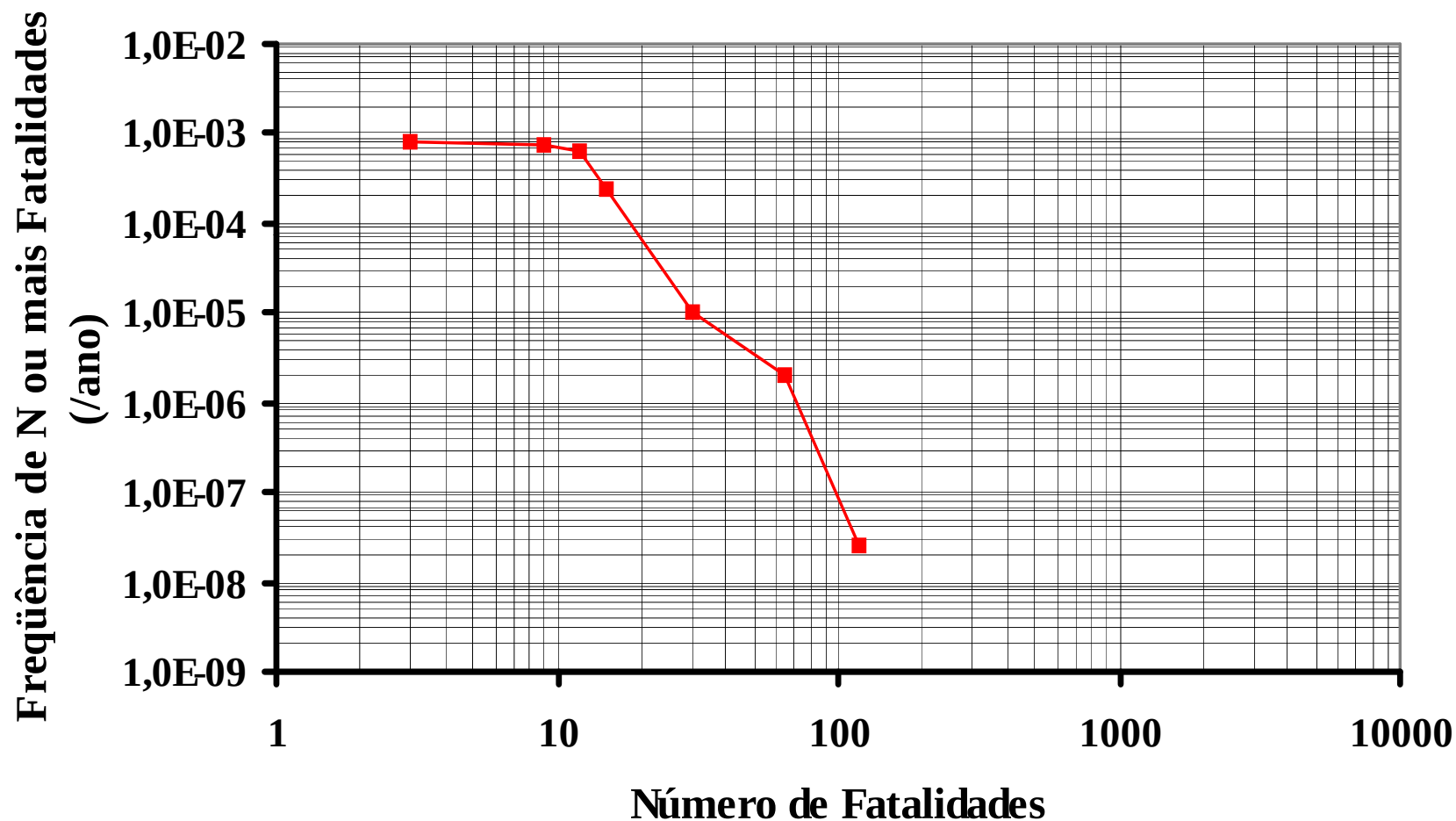
Figura: Risk Curves, TNO.



M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5

Estudo de Análise de Riscos

CURVA F-N DE RISCO SOCIAL





Programas de Gerenciamento de Riscos



Gerenciamento de Riscos



Processo para proteção da rentabilidade e dos ativos da empresa contra possíveis perdas, decorrentes dos diferentes riscos aos quais a organização está exposta, de forma a garantir a sua permanência ao longo do tempo e alcance de seus objetivos sem interrupções.

Gerenciamento de Riscos

Processo de assessoria que visa garantir a continuidade de um negócio, atividade ou projeto, baseado na **MAXIMIZAÇÃO** de sua utilidade e na **MINIMIZAÇÃO** da probabilidade da ocorrência de eventos indesejados e da magnitude de seus efeitos.



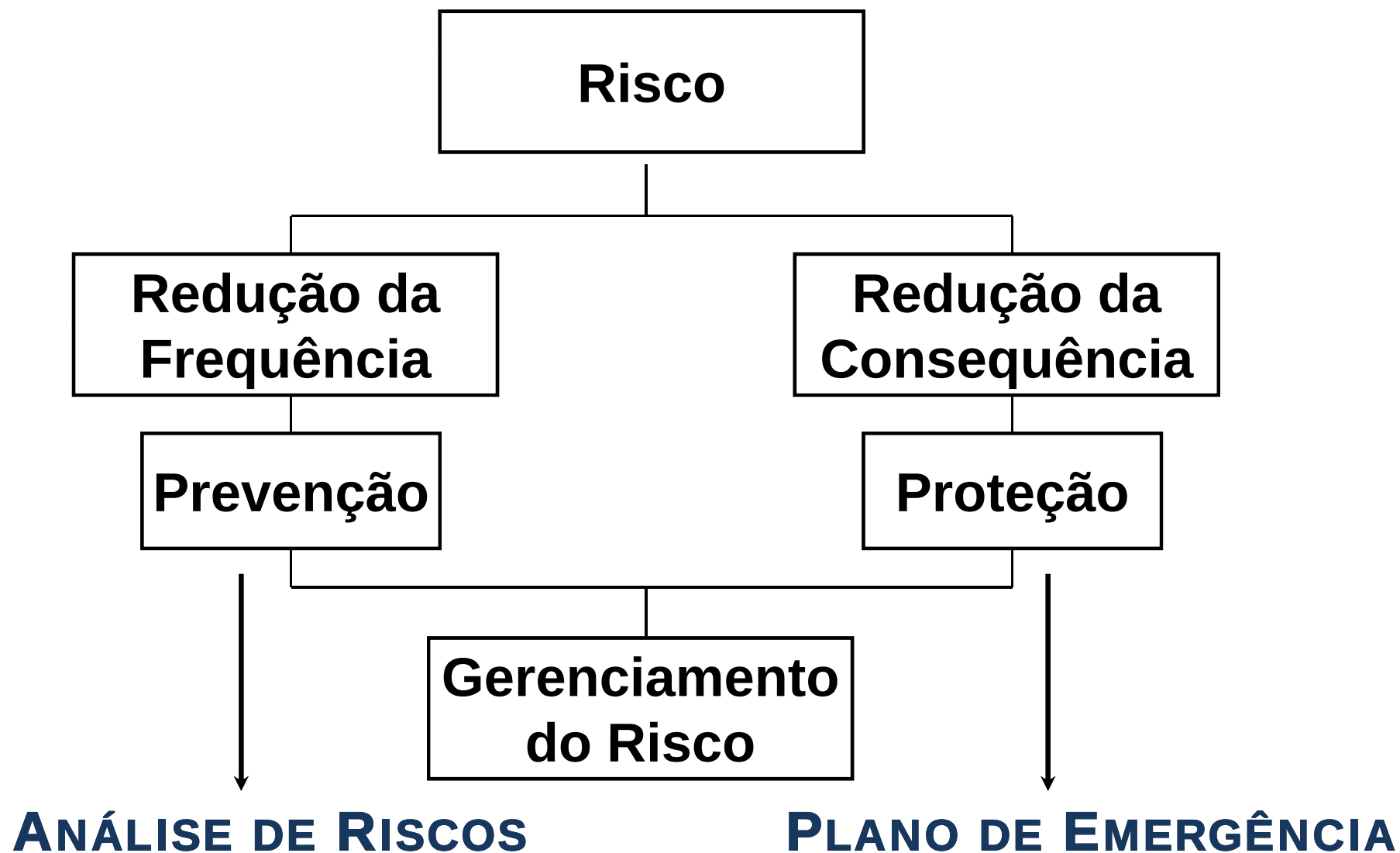
Gerenciamento de Riscos

Processo de controle de risco compreendendo a formulação e a implantação de medidas e procedimentos técnicos e administrativos que têm por objetivo prevenir, reduzir e controlar o risco, bem como manter uma instalação operando dentro de padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil.



Fonte: Norma P4.2612011, CETESB, 2011.

Tratamento dos Riscos



Tratamento dos Riscos

REDUÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA

- Melhoria dos processos
- Aumento da confiabilidade de componentes e sistemas
- Auditorias de segurança e implantação de medidas corretivas
- Capacitação de pessoal;
- Programas de manutenção
- Políticas de qualidade, saúde, segurança e meio ambiente.



Tratamento dos Riscos

REDUÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS



- Sistemas ativos e passivos de proteção contra incêndio
- Redução do inventário de produtos perigosos
- Setorização de linhas de produção, edifícios e áreas de estocagem (compartimentação)
- Sistemas de contenção
- Implantação de planos e brigadas de emergência.

Programa de Gerenciamento de Riscos

- Informações de segurança
Política de revisão dos riscos
- Gerenciamento de modificações
- Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos
- Normas e procedimentos operacionais
- Programa de capacitação de recursos humanos
- Investigação de incidentes
- Plano de emergência
- Auditorias.



Gerenciamento de Riscos



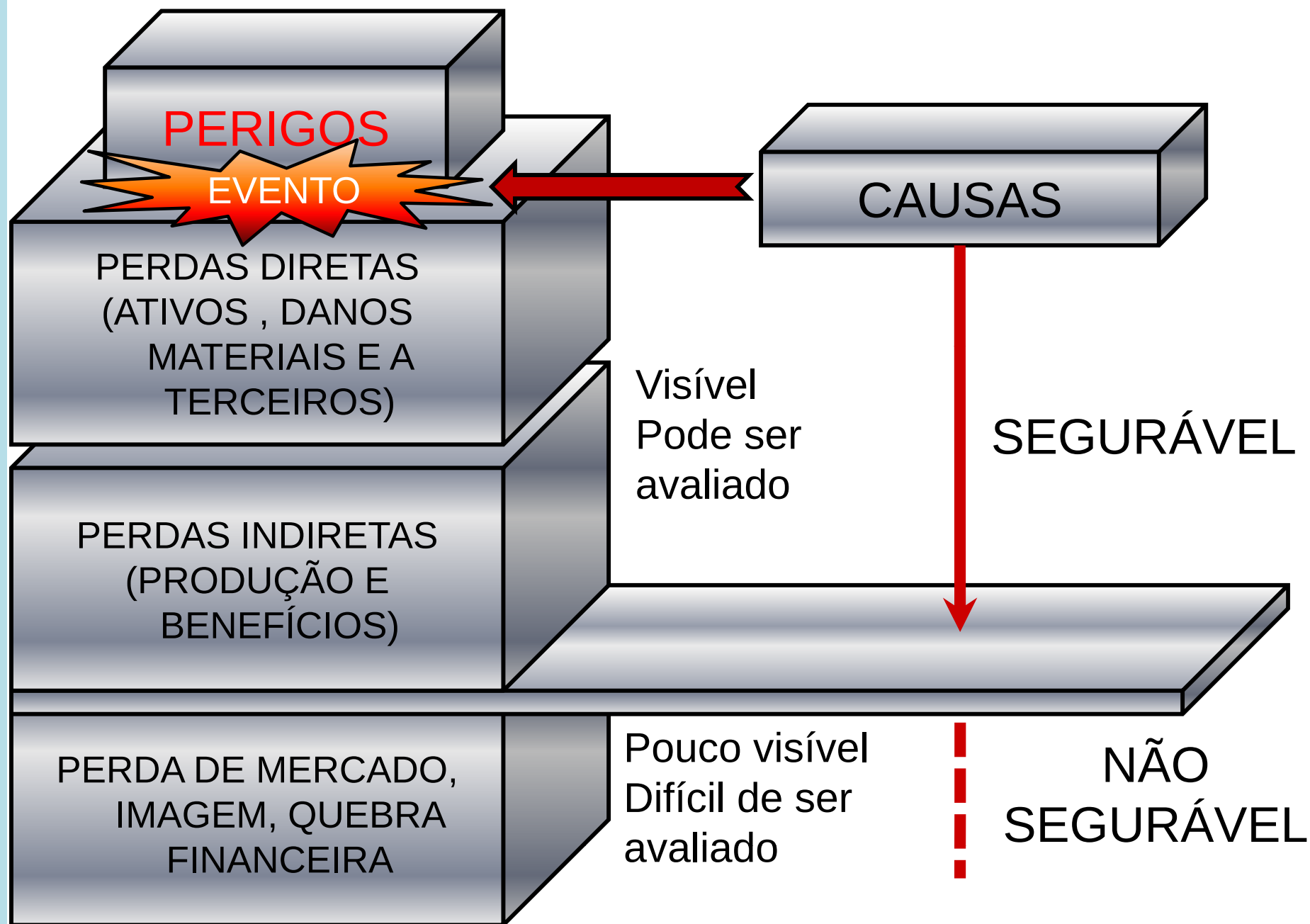
RETENÇÃO

TRANSFERÊNCIA



Transferência de Riscos

M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5





Planos de Emergência



Plano de Emergência

M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5

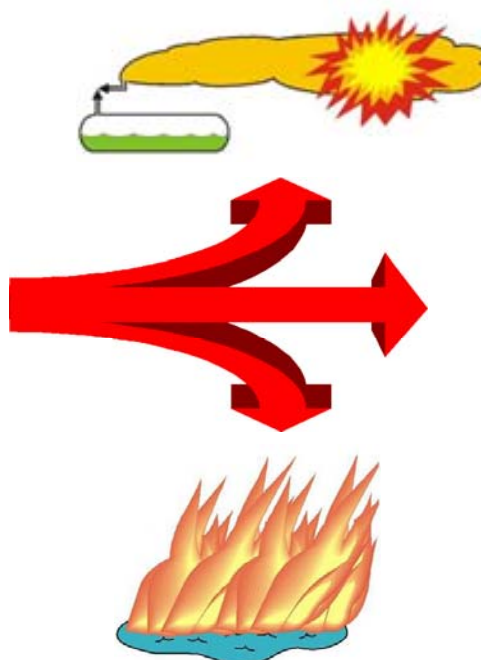
Documento que tem por finalidade fornecer um conjunto de diretrizes e informações visando a adoção de procedimentos lógicos, técnicos e administrativos, estruturados de forma a propiciar resposta rápida e eficiente em situações emergenciais.



Plano de Emergência



Análise de Risco

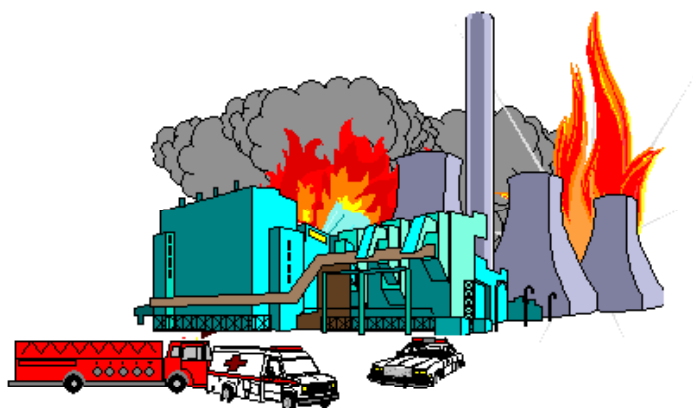


Cenários de Acidentes

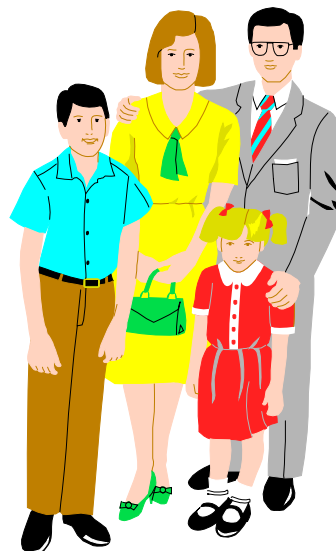
PROCEDIMENTOS DE RESPOSTA EMERGENCIAL

Plano de Emergência

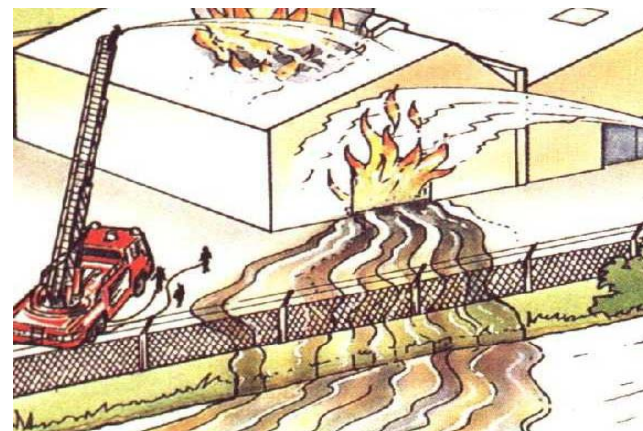
ELEMENTOS VULNERÁVEIS



PATRIMÔNIO



COMUNIDADE



AMBIENTE

Plano de Emergência

CRISE !!!

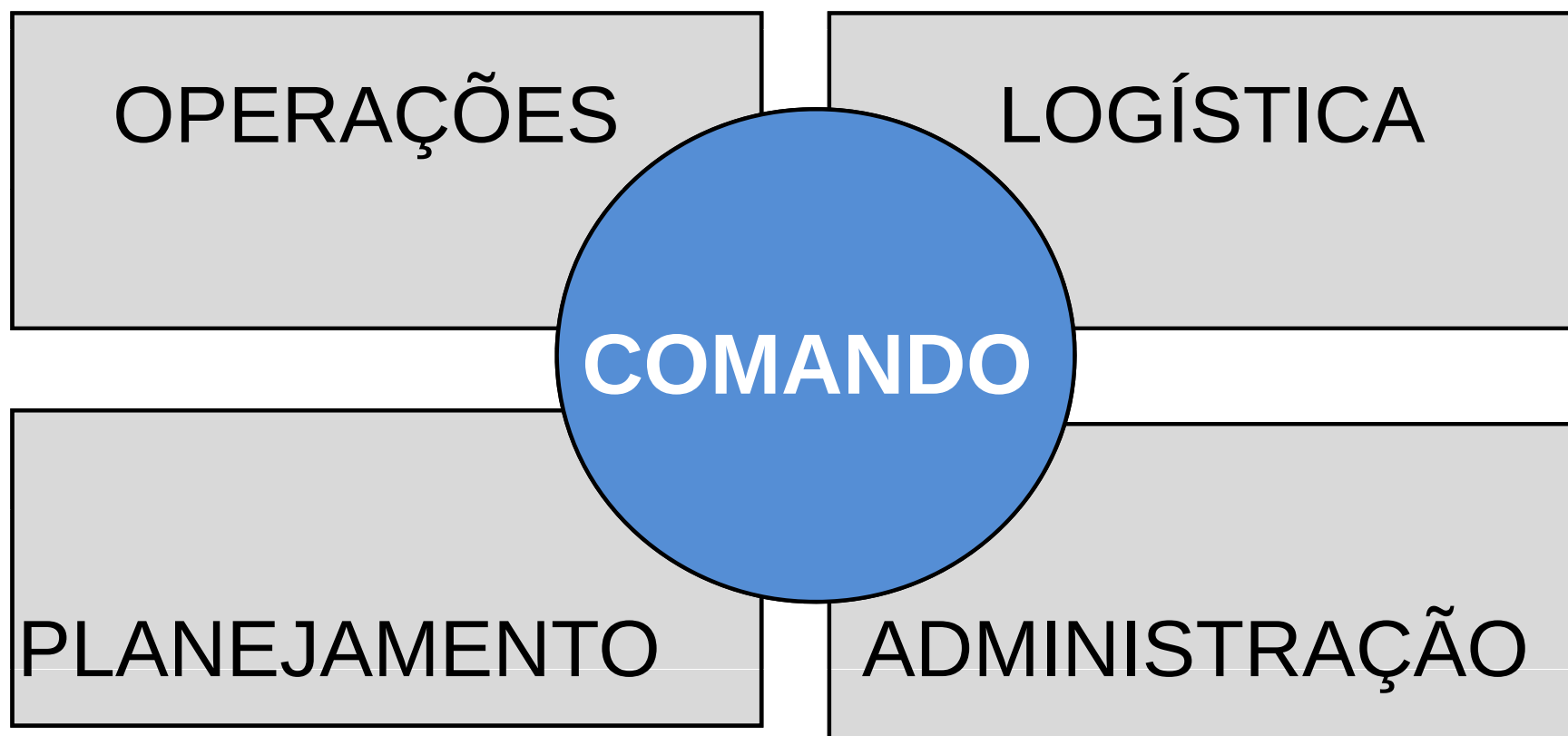
QUANDO O COMANDO
NÃO EXISTE, A
EMERGÊNCIA ASSUME
O COMANDO !!!





Plano de Emergência

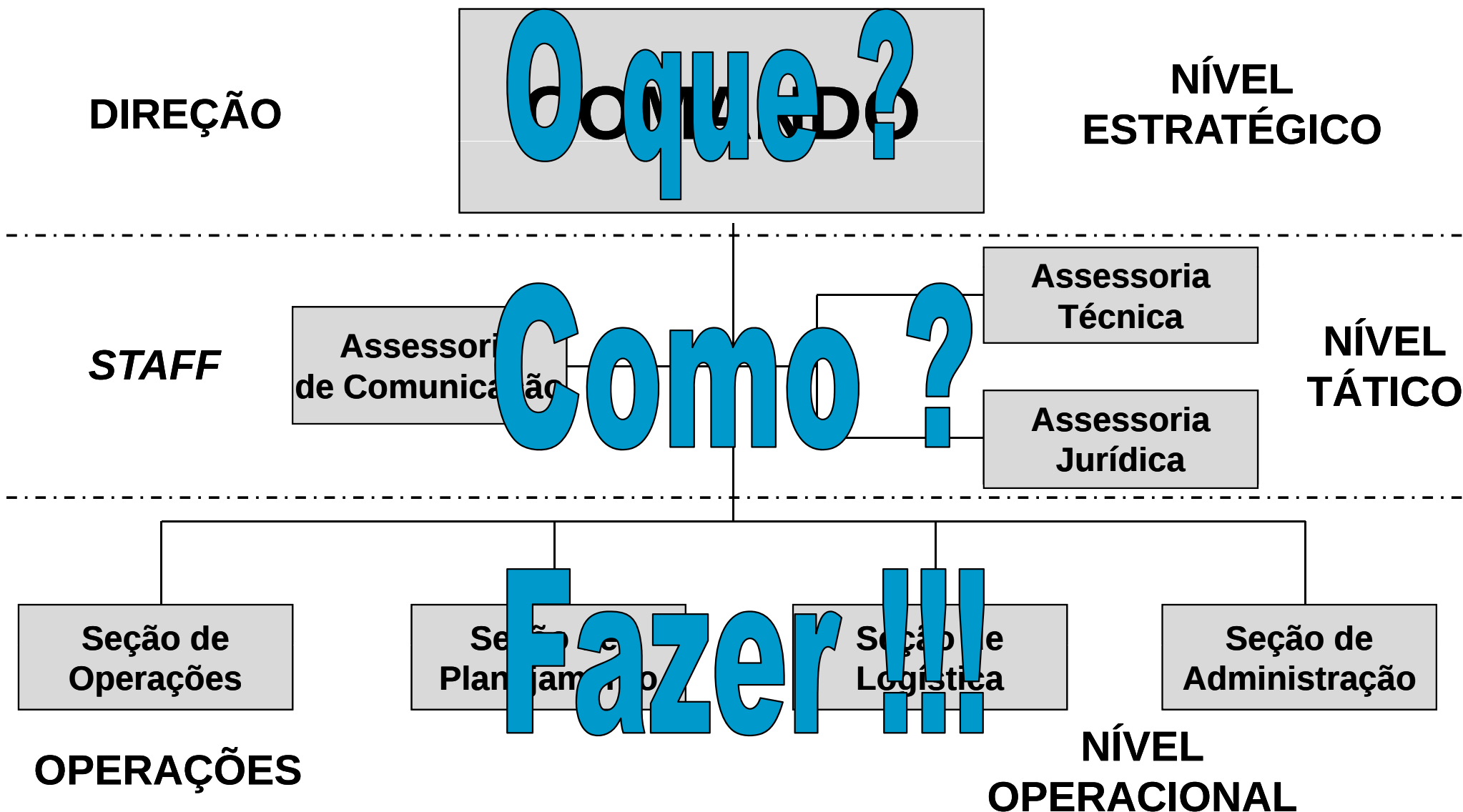
SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES





Plano de Emergência

SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES



Plano de Emergência

ETAPAS DA RESPOSTA EMERGENCIAL



Acionamento



Avaliação



Combate



Rescaldo

Plano de Emergência

IMPLANTAÇÃO

- Divulgação, interna e externa
- Integração com outros planos
- Suprimento de recursos
- Treinamento.



Plano de Emergência

TREINAMENTO



TEÓRICO



PRÁTICO



TABLE-TOP



CAMPO



**M
I
N
I
C
U
R
S
O
S
-
2
0
1
5**

Programa de Gerenciamento de Riscos para a Prevenção de Acidentes

Obrigado por sua atenção!

Ricardo Rodrigues Serpa
rserpa.itsemap@inerco.com