

eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

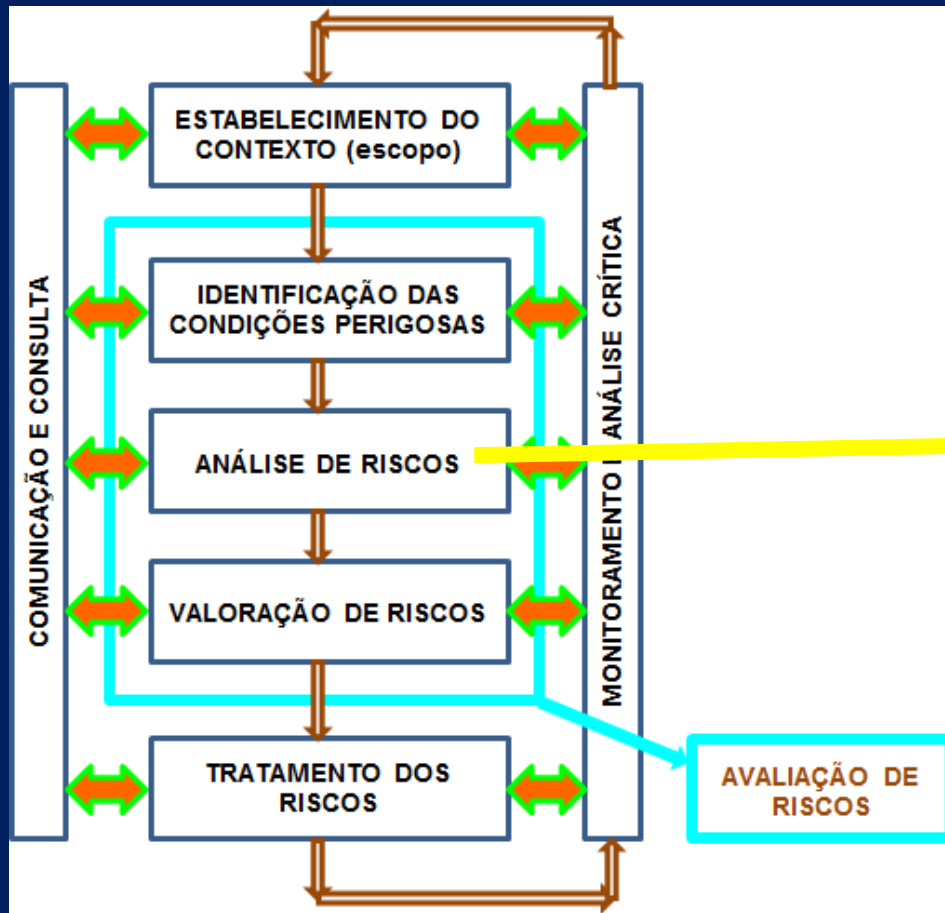
Fatores relevantes na análise de risco

Modelo físico
Medidas de controle
Análise custo benefício
ALARP
CER
Resumo

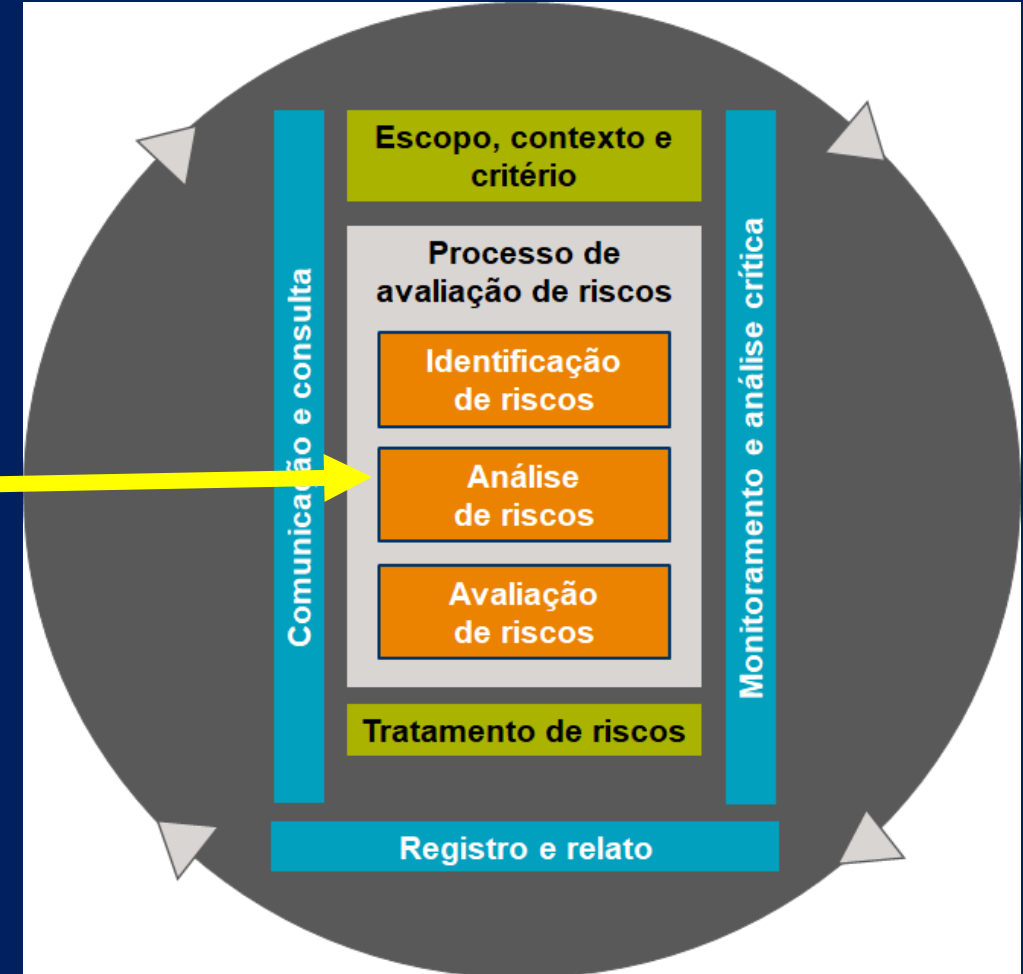
Lost in history @lostinhis... · 17h :
Safety standards in 1965.



PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS



Versão adaptada da norma ABNT
NBR ISO 31000:2009
(Gestão de Riscos)



Cópia da norma ABNT NBR ISO
31000:2018
(Gestão de Riscos)

FATORES RELEVANTES NO GERENCIAMENTO DE RISCOS

- Entendimento dos conceitos de “condição perigosa” e “risco”
- Entendimento da metodologia
- Uso apropriado das ferramentas
- Participação da força de trabalho
- Definição do escopo
- Mapeamento “vivo” de cond. perigosas e avaliação dos riscos
- Avaliação de controles e barreiras

eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

Fatores relevantes na análise de risco

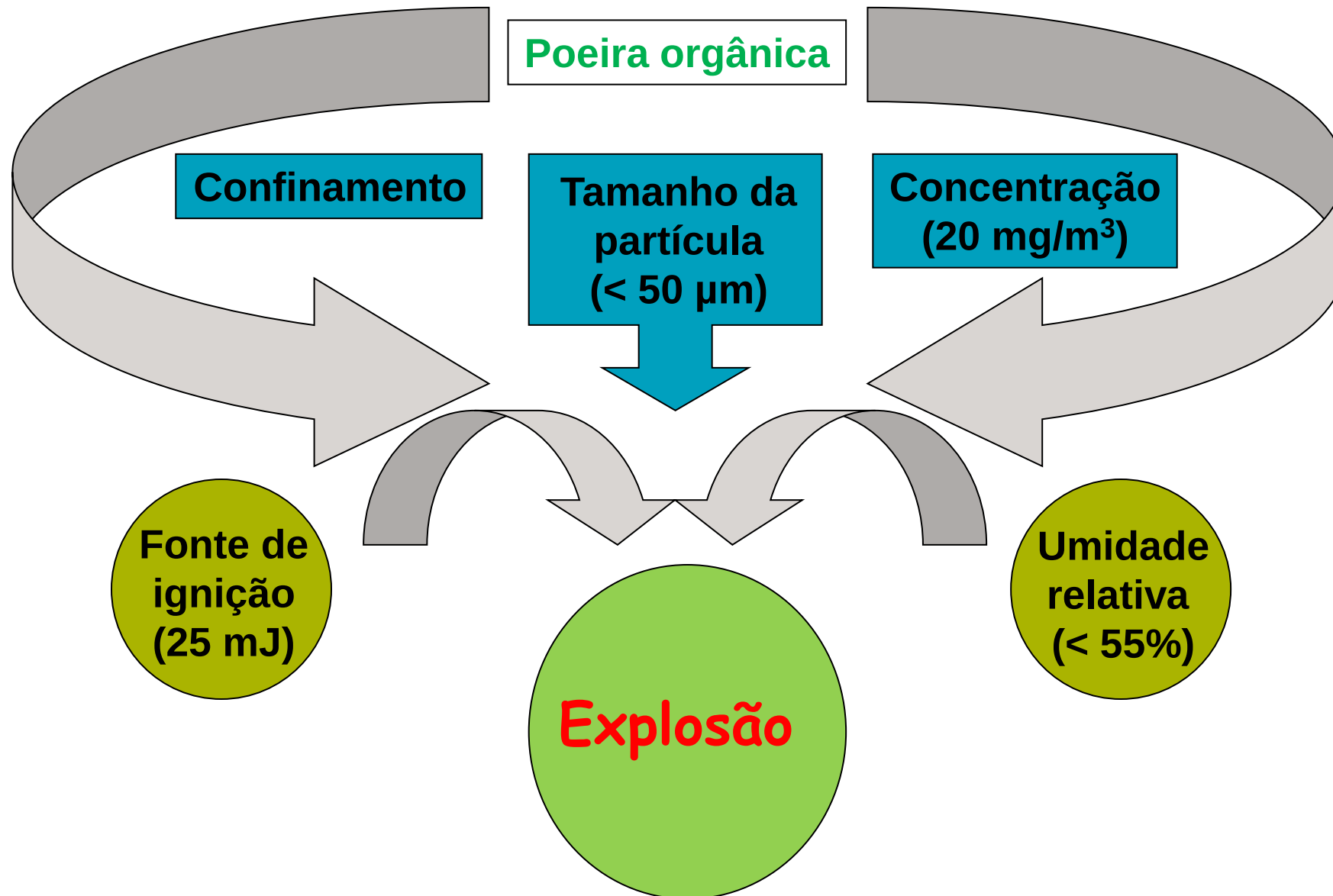
Modelo físico

Medidas de controle
Análise custo benefício
ALARP
CER
Resumo

CONCEITO DE RISCO: imagine o seguinte cenário



CONCEITO DE RISCO: imagine o seguinte cenário



Modelo
físico.

CONCEITO DE RISCO: medidas de controle



- Controlar a umidade: nevoas (1)
- Controlar a concentração: ventilação geral diluidora - VGD (2)
- Controlar fontes de ignição: botão liga-desliga das lâmpadas (3); roletes de bronze anti-faíscas (4)
- Controlar a eletricidade estática: revestimento do silo (5); roupas pessoais (6); detector de metais (7)

Estimativa: medidas independentes (taxa de falha = 10%)

Soma (MC) = $(0,1)^7 = 10^{-7}$ ou 1 a cada 10.000.000

Qual operação usamos com as probabilidades neste exemplo?

Quando queremos que dois eventos independentes ocorram simultaneamente, **multiplicamos** as probabilidades.

Dar 1 cara para uma jogada de moeda: $P = \frac{1}{2} = 0,5$

Dar 2 caras jogando 2 vezes a moeda: $P = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 0,25$

Dar 3 caras jogando 3 vezes a moeda: $P = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 1/8 =$

eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

Fatores relevantes na análise de risco

Modelo físico

Medidas de controle

Análise custo benefício

ALARP

CER

Resumo

MEDIDAS DE CONTROLE (MC): mas ... e se ... ?



Se faltar eletricidade:

- Medida de controle de umidade falha
- Medida de controle de ventilação falha
- Medida de controle das lâmpadas falha
- Medida de controle de detector de metais falha

Quebrou um rolete de bronze; não tinha no estoque e **substituiu por qualquer um** ... medida de controle de rolete também falha!

A probabilidade de falha cai para 10^{-2} = **0,01 ou 1%**

eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

Fatores relevantes na análise de risco

Modelo físico

Medidas de controle

Análise custo benefício

ALARP

CER

Resumo

MEDIDAS DE CONTROLE (MC): quanto custa?

Quanto custa sair de 10^{-3} (exemplo do silo) para:

10^{-4} = 1 milhão de reais

10^{-5} = 10 milhões de reais

10^{-6} = 50 milhões de reais

10^{-7} = 100 milhões de reais

Que tipo de decisão
deve ser tomada?



eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

Fatores relevantes na análise de risco

Modelo físico

Medidas de controle

Análise custo benefício

ALARP

CER

Resumo

ALARP

10^{-3} ou 0,001 ou 1 em 1000
 10^{-2} ou 0,01 ou 1 em 100
 10^{-1} ou 0,1 ou 1 em 10

Redução do risco
independente do custo

Risco Intolerável

1×10^{-3} ou maior

Requer ação urgente e significativa

Boas práticas relevantes
e
medidas de redução
do risco
até
esforço
desproporcional
ao benefício

Tolerável se ALARP

Deve considerar medidas
possíveis para reduzir o risco

Manutenção
de boas
práticas

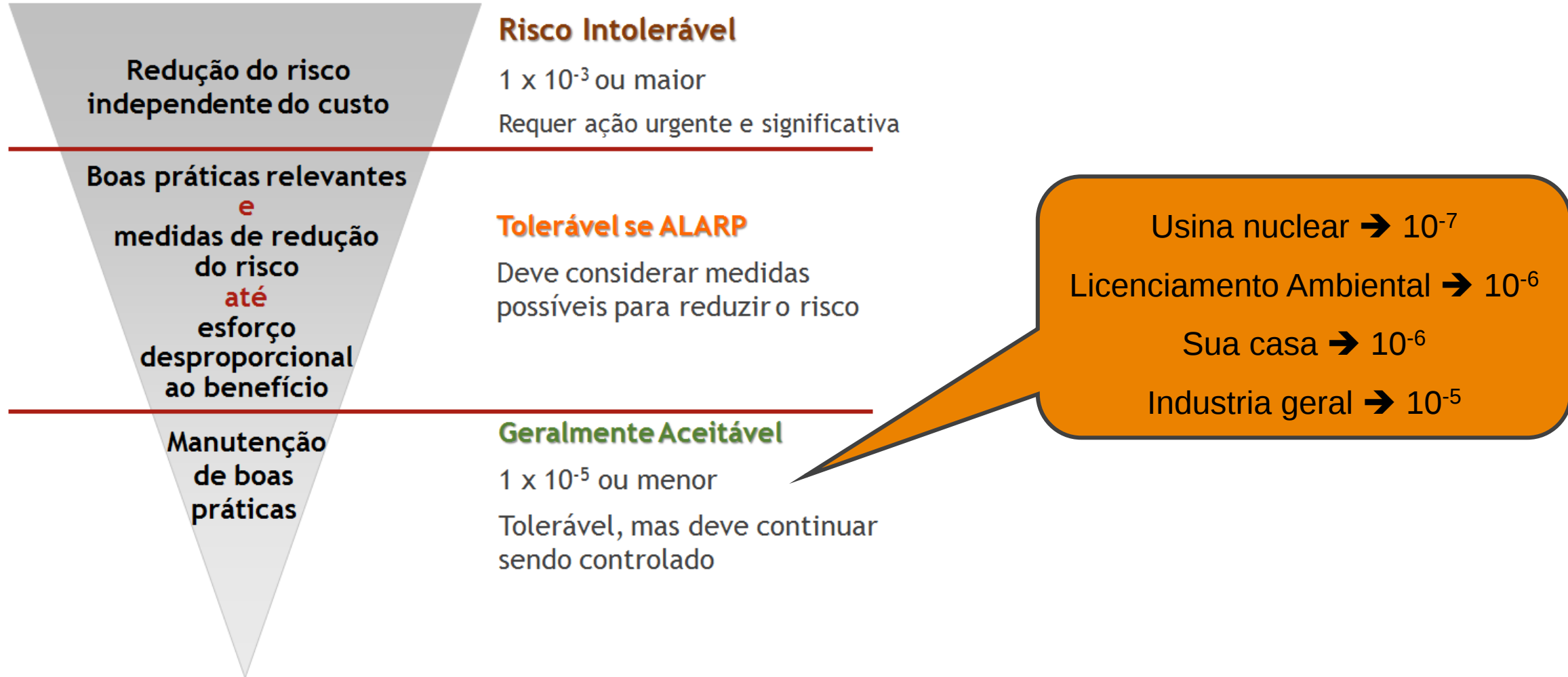
Geralmente Aceitável

1×10^{-5} ou menor

Tolerável, mas deve continuar
sendo controlado

10^{-5} ou 0,00001 ou 1 em 100.000
 10^{-6} ou 0,000001 ou 1 em 1.000.000
 10^{-7} ou 0,0000001 ou 1 em 10.000.000

O QUE NÓS TOLERAMOS



ALARP 01 PB

Para a indústria **química**, 10^{-3} seria tolerável?
E para o **agronegócio**, esse valor 10^{-3} seria tolerável?
Na construção **civil** é aceitável 10^{-3} ?

Qual o nível atual que a sua empresa tem?

Nesta operação qual seria a probabilidade do incidente ocorrer?

Maior que 10^{-3} ?

Na zona **ALARP**?

Menor que 10^{-5} ?



eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

Fatores relevantes na análise de risco

Modelo físico

Medidas de controle

Análise custo benefício

ALARP

CER

Resumo

CER: Control Efectiveness Rating

Considerar a
hierarquia de
controles

		Qualidade do controle			
Tipo de controle		A = ou > 90 %	B 60 – 90 %	C 30 – 60 %	D < 30 %
	(5) Eliminação				
	(4) Redução				
	(3) Engenharia				
	(2) Administrativo				
	(1) EPI				

É confiável?
É sustentável?
Está disponível?

Legenda

	Bom
	Satisfatório
	Inadequado

CER: Control Efectiveness Rating

Confiabilidade

O controle operará sob demanda conforme a intenção?

Sustentabilidade

O controle permanecerá intacto durante o evento indesejado?

Disponibilidade

O controle estará disponível para exercer sua função?

		Qualidade do controle			
Tipo de controle		A = ou > 90%	B 60 – 90%	C 30 – 60%	D < 30%
	(5) Eliminação				
	(4) Redução				
	(3) Engenharia				
	(2) Administrativo				
	(1) EPI				

CER: Control Efectiveness Rating

- O controle é efetivo
- O controle é satisfatório mas deve ser melhorado
- O controle não contribui efetivamente para reduzir o risco de um evento indesejado

Redundância – polígono de Wilys

		Qualidade do controle			
Tipo de controle		A = ou > 90%	B 60 – 90%	C 30 – 60%	D < 30%
	(5) Eliminação				
	(4) Redução				
	(3) Engenharia				
	(2) Administrativo				
	(1) EPI				

Qual é a condição perigosa?

Quais os controles para esta condição perigosa?

Quais os erros cometidos?

Qual a cultura das pessoas?



Quais as energias?

Quais as probabilidades de ocorrer incidentes?

Quais os controles certos?

A tarefa é segura?



eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

Fatores relevantes na análise de risco

Modelo físico

Medidas de controle

Análise custo benefício

ALARP

CER

Resumo

PONTOS IMPORTANTES

- Atente para a tomada de decisão no modo “operacional”
- Discuta as condições perigosas, os eventos indesejados, os riscos e os controles
- Leve em consideração as energias
- Aplique a hierarquia de controles
- Esteja atento às mudanças
- Entenda o comportamento humano
- Ajude na tomada de melhores decisões que influenciem um bom comportamento

Quais as energias?

Quais as condições
perigosas?

Quais os erros?

]
Quais os controles?

Como é a cultura da
obra?



eST 701 Fundamentos matemáticos para análise quantitativa de riscos

- ✓ Fatores relevantes na análise de risco
- ✓ Modelo físico
- ✓ Medidas de controle
- ✓ Análise custo benefício
- ✓ ALARP
- ✓ CER
- ✓ Resumo

