

K.I.S.S.



Sound Familiar?

*"I have made this
longer than
usual because I
have not had
time to make it
shorter."*

*-Blaise Pascal
French Mathematician*

safety **FUN**damentals

Tema 3 - Hierarquia de controles, Nertney, 4 camadas

Hierarquia de controles

Tipos de decisões: estratégicas, táticas e operacionais. Proativas e reativas.

Avaliação e análise de risco. Ferramentas de análise de risco.

Conceitos associados ao GRS: Ciclo de vida, Roda de Nertney, as 4 camadas, Gerenciamento integrado

Condição
perigosa

Evento
indesejado

Risco

Gerenciar riscos:
colocar
controles e
monitorar



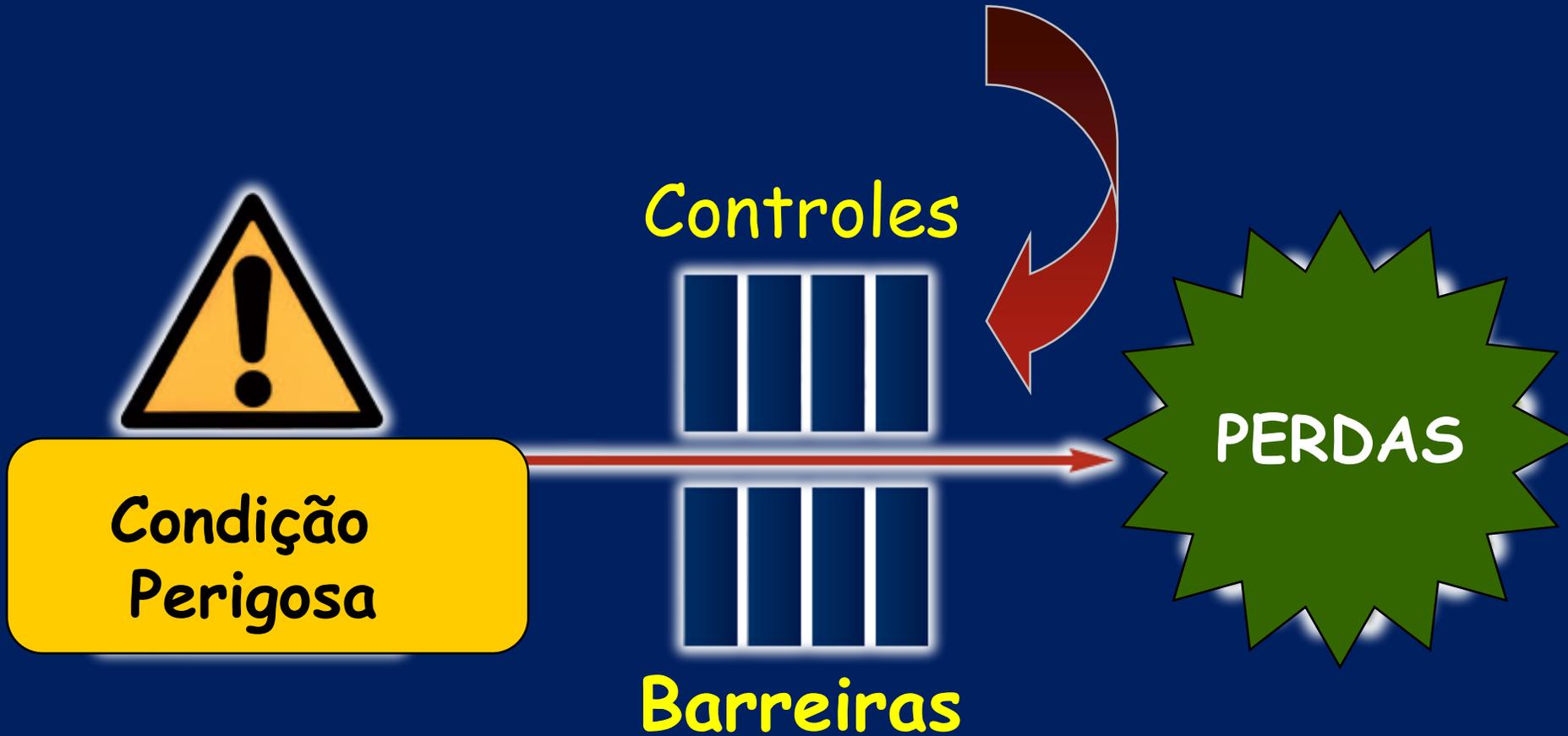
Riscos críticos - Valorar riscos

Qualitativamente: alto, médio, baixo

Quantitativamente: um número que se calcula, 10^{-5}

Semi-quantitativamente: tabela de prioridades ("matriz de risco")

Controles / barreiras / defesas



Controles, barreiras, defesas

PB A01 Serra porreta

PB A02 Serra super porreta 2min 20s



Eric S. – California

**Com
Sawstop**



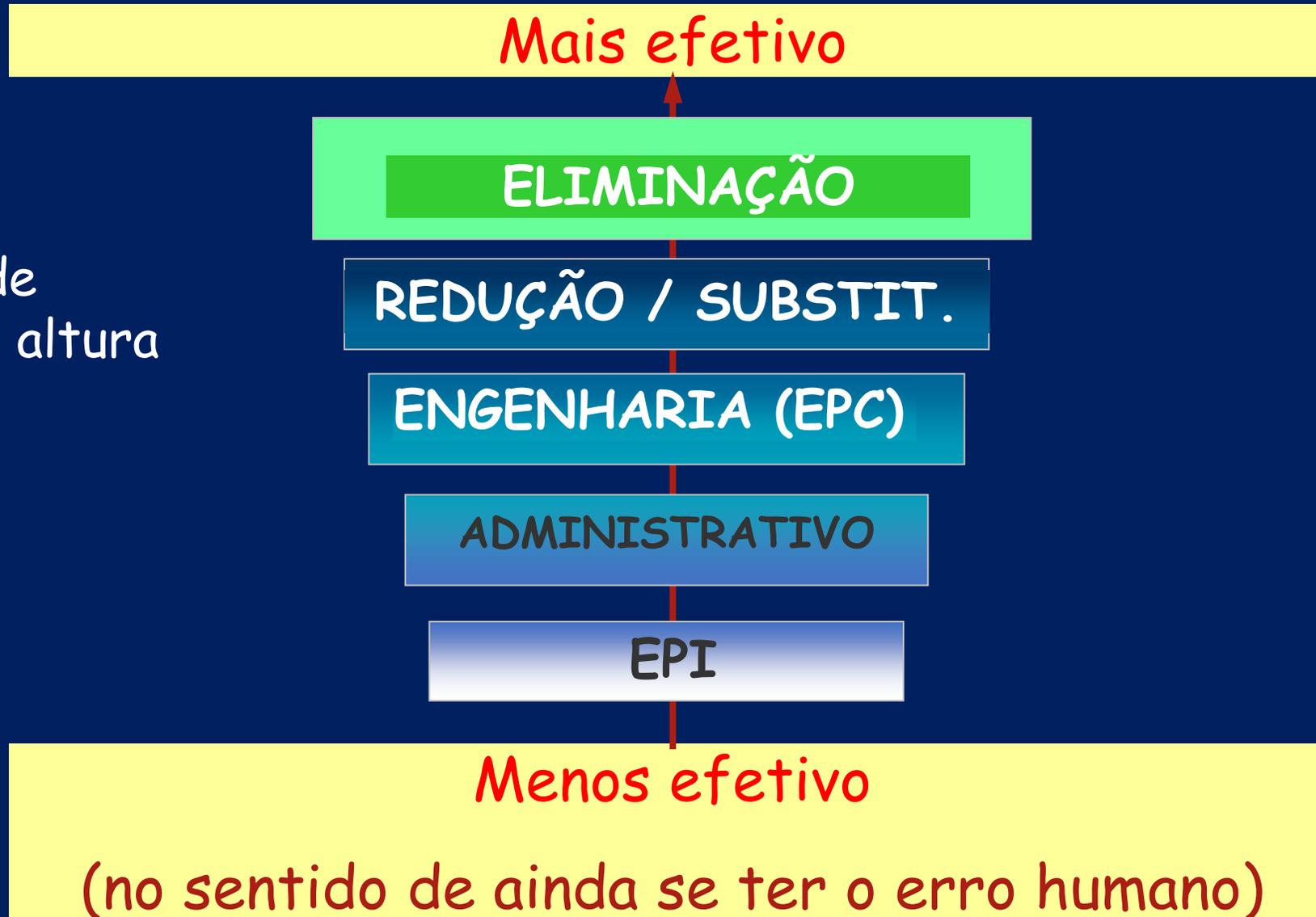
Steve M. – Kansas

James S. – Illinois



Hierarquia de controles em escala de efetividade

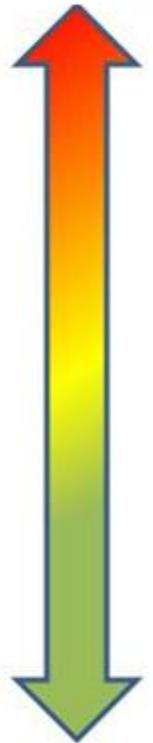
PB A03b
Eliminação de
trabalho em altura



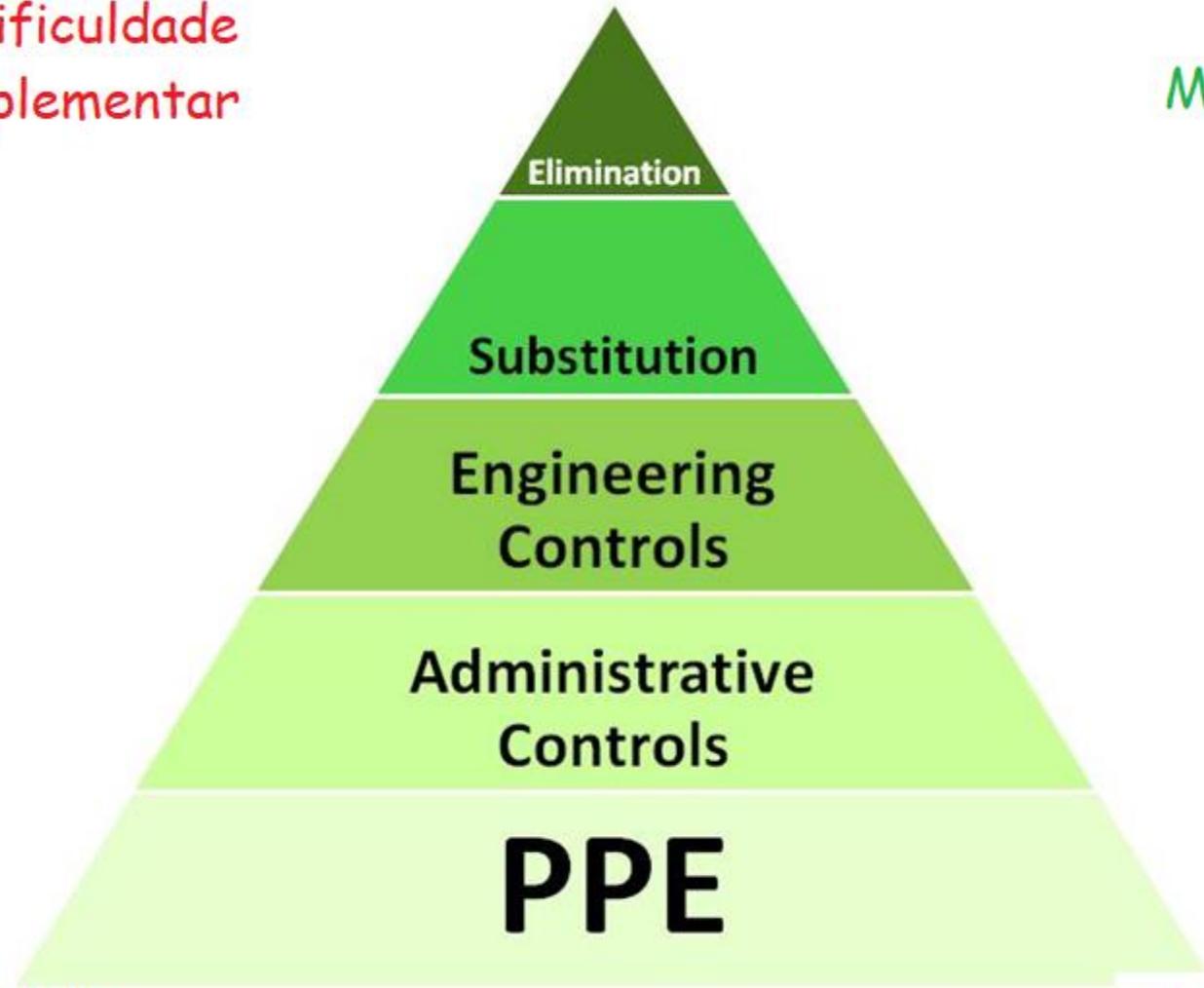


Hierarquia de controles

Maior dificuldade para implementar



Mais fácil de implementar



Mais efetivo



Menos efetivo

Eliminação (CP)

depois de Bhopal = o que não se tem não pode vazar!

Redução / Substituição (CP)

Diminuir pressão, volume, temperatura, quantidade, etc.

Substituir amianto por lã de vidro, etc.

Engenharia (Perigo=exposição à CP)

EPC. Projetos automatizados, robôs, telemineração, drones

Administrativos - procedimentos, treinamentos, placas

Amazon USA x Amazon Brasil: esquina!

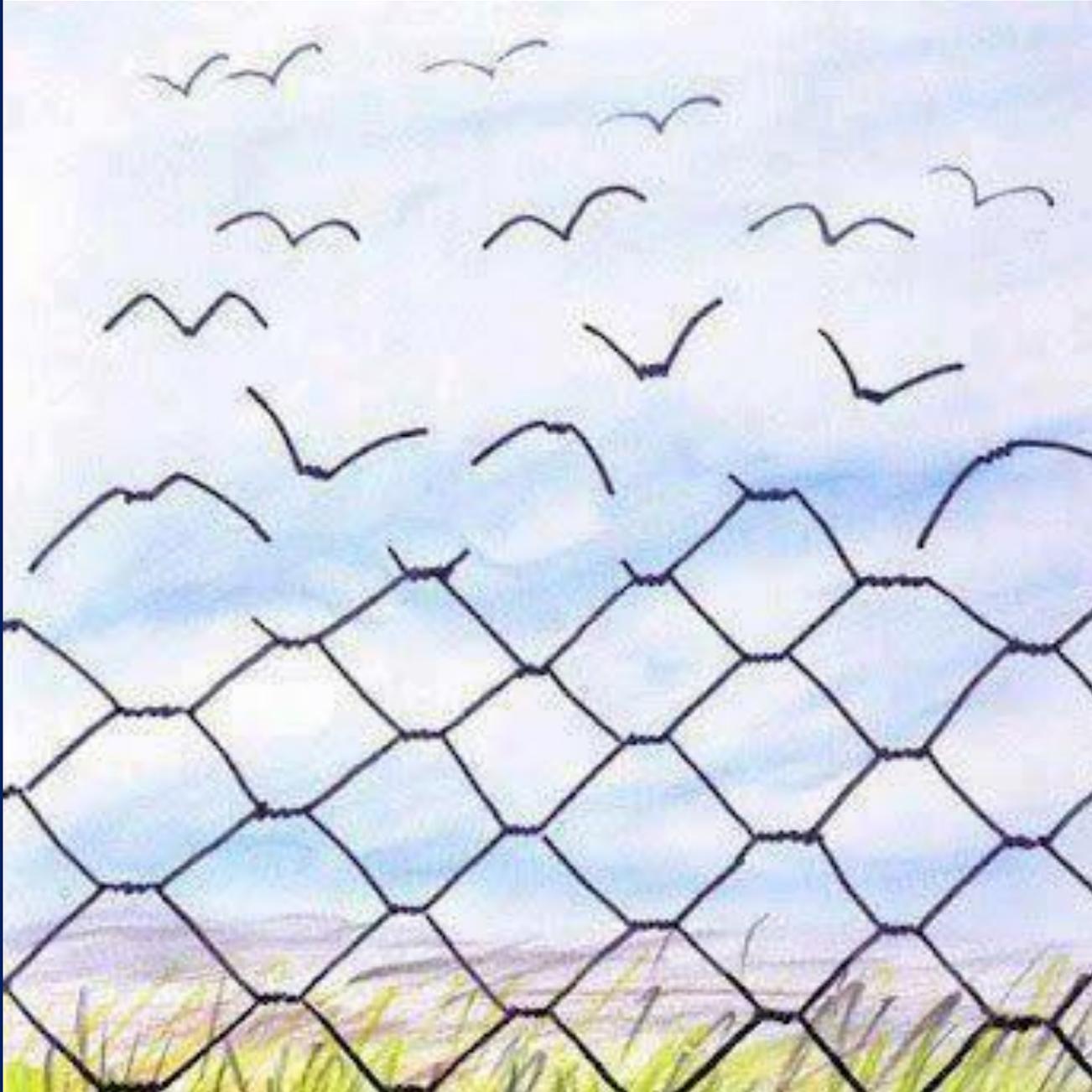
EPI

Redundância de
controles



2 controles

Gerenciar riscos e evitar danos.

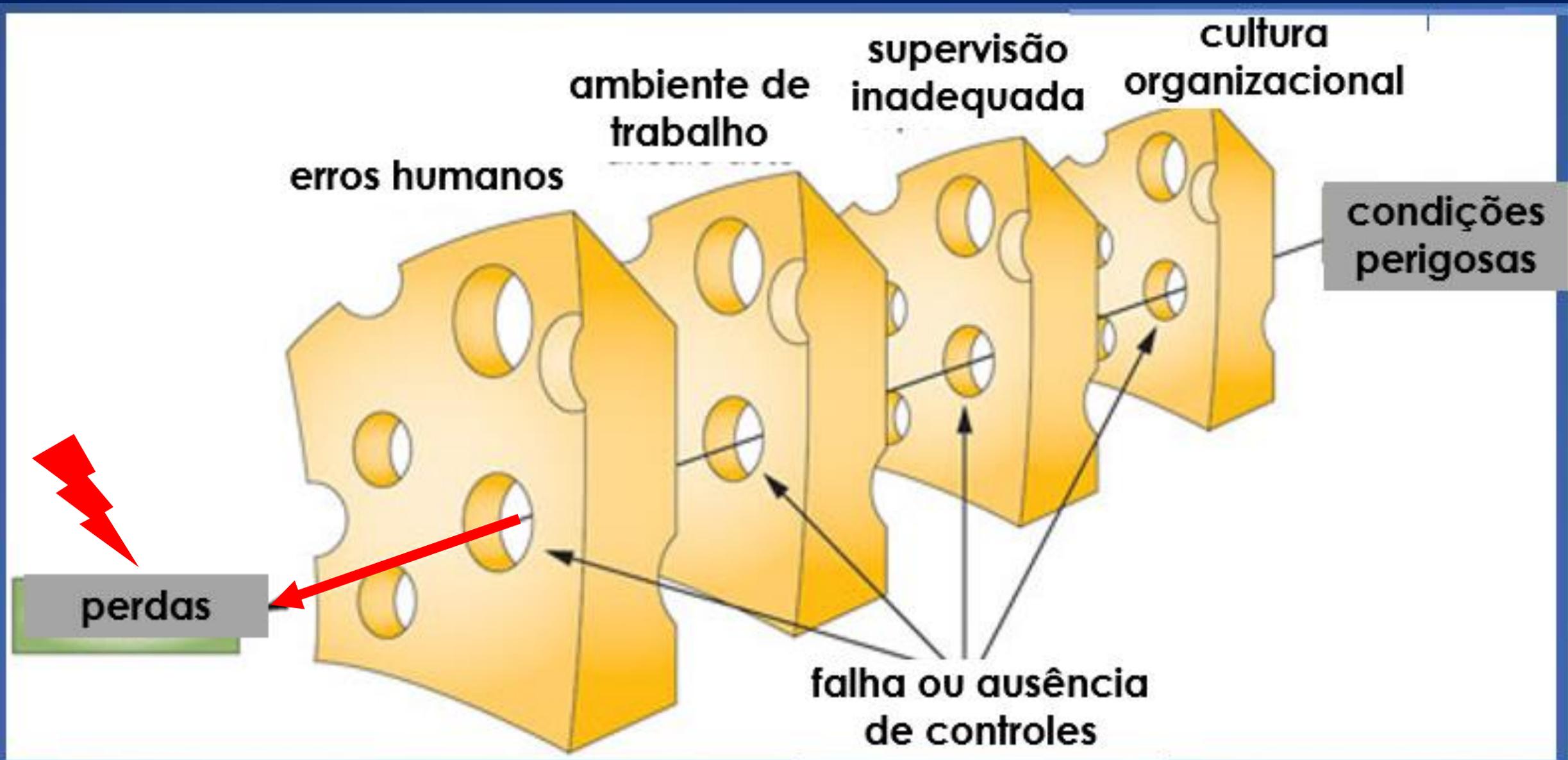


Sem controle

Controles
degradados
(quem controla
os controles?)

Controles
eficientes

Modelo do queijo suíço (James Reason)



Quem controla os controles?

Exemplo: Seja um sistema de sprinklers.

Disponibilidade - funciona quando exigido? Ou com o tempo foi se degradando e emperra quando solicitado?

Confiabilidade - funciona como programado? Ou seja, joga a quantidade de água para a qual foi dimensionado?

Sustentabilidade - funciona o tempo todo? Ou com a evolução do evento, sofre desvios ou mesmo cessa de operar?

Exemplo: Sirene de alarme em Brumadinho e o presidente da Vale.

Exemplo: Software para gerenciar 3 000 extintores.

Exemplo: gerenciar EPIs - seleção, periodicidade, colocação

Tema 3 - Hierarquia de controles, Nertney, 4 camadas

Hierarquia de controles

Tipos de decisões: estratégicas, táticas e operacionais.
Proativas e reativas.

Avaliação e análise de risco. Ferramentas de análise de risco.

Conceitos associados ao GRS: Ciclo de vida,
Roda de Nertney, Gerenciamento integrado, as 4 camadas.

Toda tomada de decisão envolve risco.

Entender como tomamos decisões ajuda a gerenciar o risco.

Quanto ao "tempo":

Pró ativas ou reativas.

Quanto ao nível e abrangência podem ser:

estratégicas, táticas ou operacionais.

Decisões reativas - Decisão reativa é após o fato

Tendemos a ser mais reativos que pró ativos.

Exemplo: quando dirigimos somos reativos, treinados para reagir após o fato. Vermelho no semáforo, carro nos fecha, pneu estoura, ambulância por trás, etc.

Exemplo: curso de direção preventiva - olhe 3 carros a frente, imagine CP mais comuns em cada situação que parece normal, etc.

Ser pró ativo é tornar o planejamento uma rotina.

Deseja-se que as decisões pró ativas não sejam eventuais, mas sim sistemáticas, rotineiras, ..

Agir e observar x vigiar e punir

Toda tomada de decisão envolve risco.

Entender como tomamos decisões ajuda a gerenciar o risco.

Quanto ao "momento e tempo":

Pró ativas ou reativas.

Quanto ao nível e abrangência podem ser:

estratégicas, táticas ou operacionais.

Quanto a abrangência - 3 tipos de decisão

Estratégica: formal, planejada, baseada em conhecimento, equipe, tempo

Tática: informal, momentânea, baseada em regras

Operacional: quase inconsciente, no piloto automático

Decisões estratégicas

Fazem parte de uma formal avaliação de risco de segurança.

Requerem muito planejamento. Executada com tempo. Por uma equipe.

Exemplo: viagem ao exterior - passaporte, visto, clima, roupas, documentos, dia e horário do voo, dinheiro e cartões, hotel, translados, língua falada, etc.

Estratégica: formal, planejada, baseada em conhecimento

Tática: informal, momentânea, baseada em regras, tempo limitado

Operacional: quase inconsciente, no piloto automático

Decisões táticas

É uma decisão mais rápida mas ainda racional, pensada.

Baseada em regras e consciente.

Exemplo: dirigir pela 1ª. vez - raciocínio a cada troca de marcha, consulta ao painel, lembrar das regras, etc.

Exemplo: decidir ir acima do limite de velocidade se estiver atrasado para hospital.

Estratégica: formal, planejada, baseada em conhecimento

Tática: informal, ~~momentânea, baseada em regras~~

Operacional: quase inconsciente, no piloto automático, sem pensar, reflexo automático

Decisões operacionais

Quase **inconsciente**, pura reação.

Exemplo: dirigindo reagimos às curvas, redutores de velocidade, etc.

A reação é sem pensar em todos os dados e fatores envolvidos, é **algo instantâneo**.

Nos sentimos confortáveis com as CP.

Achamos que está tudo sobre controle, mesmo estando acima do limite de velocidade!!

Decisões e gerenciamento de risco

ESTRATÉGICA

avaliação formal de risco

TÁTICA

avaliação informal de risco, "regras"

OPERACIONAL

"segurança" aprendida / automática

No dia a dia
estamos o
tempo todo
oscilando
entre estes 2
níveis.

Relevância Estratégica

Dar exemplo de decisões estratégicas em uma mina.

Exemplo: piloto de avião / pilotos japoneses 2ª. GG

Exemplo: numa emergência - 10 segundos, 1 minuto ou 20 minutos?

Exemplo: Que tipo de decisão você tomaria?

Rotatória inglesa A05 fotos PB

Exemplo: Que tipo de decisão foi tomada na batida do carro em poste eletrificado. A04 filme PB

Que tipo de decisão tomava a alta governança da Samarco quanto à barragem de rejeitos em Mariana? Até hoje falam em lama tóxica.

Que tipo de decisão tomava a Vale antes de Brumadinho?

Que tipo de decisão tomava a alta governança da Anglo American quanto ao mineroduto? (de Cynthia Carrol a Cutfani)

Que tipo de decisão tomava a BP com o poço New Horizon?

Que tipo de decisão era tomada com a Piper Alfa?

Que tipo de decisão era tomada em Chernobil? Em 3 Mile Island? Com a Challenger? Seveso? P-36? Flixbourough?

Mudanças são assassinas.

Mineração - tudo muda continuamente na lavra (explosivos), no tratamento (depressores), economicamente (commodities), geologicamente (sondagens), tecnologicamente (estanho)

Petróleo e gás - tudo muda continuamente nas condições do mar, nas condições atmosféricas, nas operações, nas sondagens, no sal que segura as brocas, etc.

Mudança gera novas CPs, novos perigos, novos riscos - **novas decisões.**

Necessária uma nova avaliação de risco formal para cada mudança.

Tema 3 - Hierarquia de controles, Nertney, 4 camadas

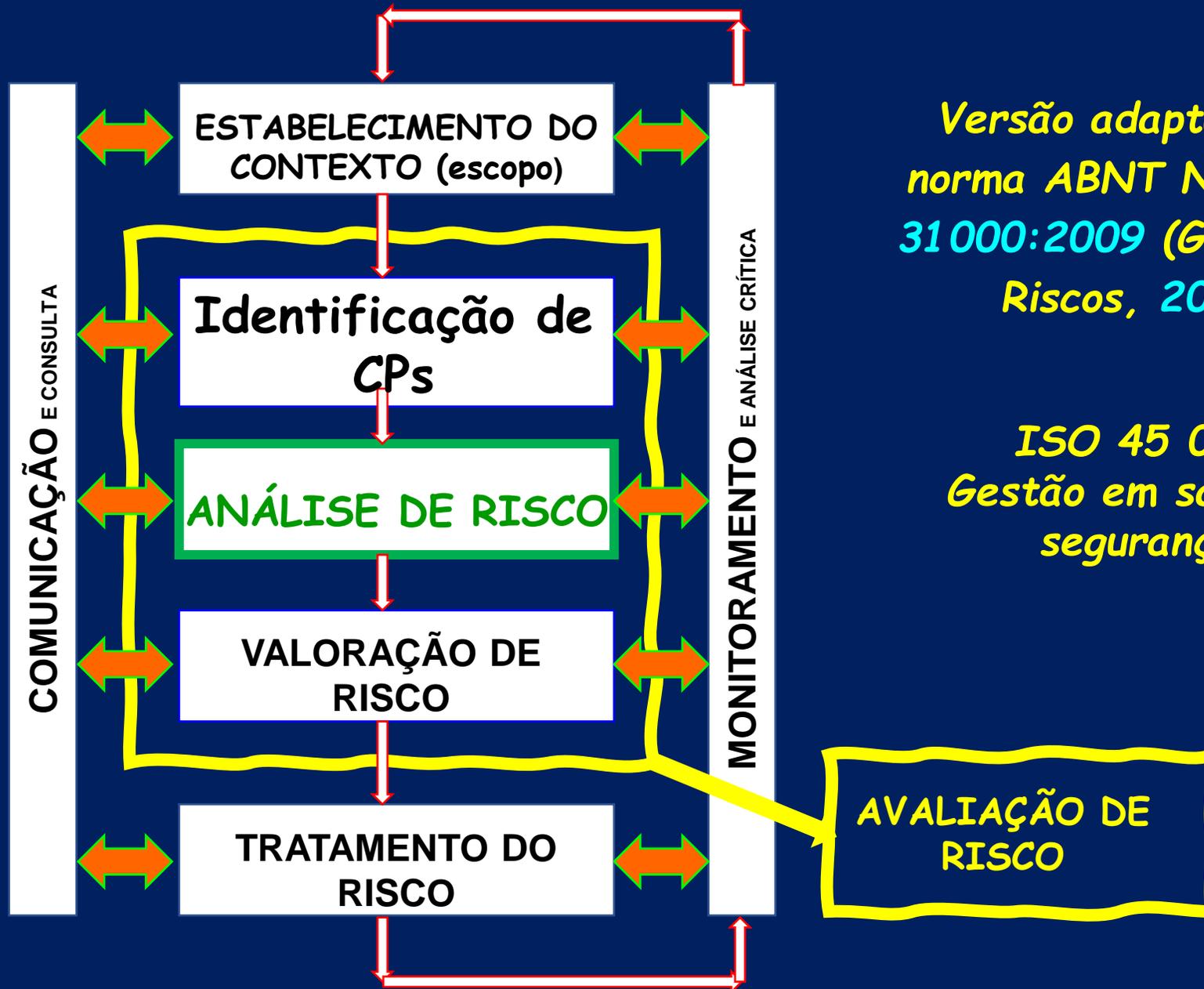
Hierarquia de controles

Tipos de decisões: estratégicas, táticas e operacionais. Proativas e reativas.

Avaliação e análise de risco. Ferramentas de análise de risco.

Conceitos associados ao GRS: Ciclo de vida, Roda de Nertney, Gerenciamento integrado, as 4 camadas.

Processo de gerenciamento de riscos



Versão adaptada da
norma ABNT NBR ISO
31000:2009 (Gestão de
Riscos, 2018)

ISO 45 000
Gestão em saúde e
segurança

Ferramentas de análise de riscos - fornecem métodos a serem usados no processo de gerenciamento de risco de segurança, na etapa "Análise do risco".

Ferramentas podem ser aplicadas a problemas do dia a dia e a qualquer atividade.

Ferramentas reativas - monitoram desempenho

Exemplo: taxa de frequência, taxa de gravidade, dias sem acidente, ..

Ferramentas pró ativas - usadas para identificar e valorar riscos, e para definir controles. Aplicáveis ao projeto e investigação de acidentes.

**Identificação de
CPs**

```
graph TD; A[Identificação de CPs] --> B[ANÁLISE DE RISCO]; B --> C[VALORAÇÃO DE RISCO];
```

ANÁLISE DE RISCO

**VALORAÇÃO DE
RISCO**

Ferramentas de análise do risco.

Proativas se no projeto, reativas se na investigação de incidente.

Ferramentas de análise de risco (ISO IEC 31 010)

WRAC

HAZOP, FMECA

FTA, LTA, ETA

BTA (Bowtie)

What if, SWIFT

APR, JSA, JHA, - primas

STOP, Take 5, SLAM, 4P, PEACE, OPPA, FALAAD, etc. - primas

WRAC - workplace risk assessment and control
macrovisão - elefantes

HAZOP - hazard and operability

variáveis de processo: P, vazão, T, V,

FMECA - failure mode effects and criticality analysis -
confiabilidade dos componentes físicos

FTA - fault tree analysis - falha que levam a ruina

LTA - logic tree analysis - ações que levam ao sucesso

ETA - event tree analysis - consequências no tempo

BTA - bowtie analysis: controles (prevenção, mitigação)

Valorar riscos

Qualitativamente

alto , médio, baixo - pouco efetivo

Quantitativamente

um número - precisa de muitos dados

Semi-quantitativamente

"matrizes de risco" - tabelas de priorização

Risco alto?

Risco alto de quê?



Matriz 5x5 do Federal Highway Administration, 2006

5 x 5

3 cores

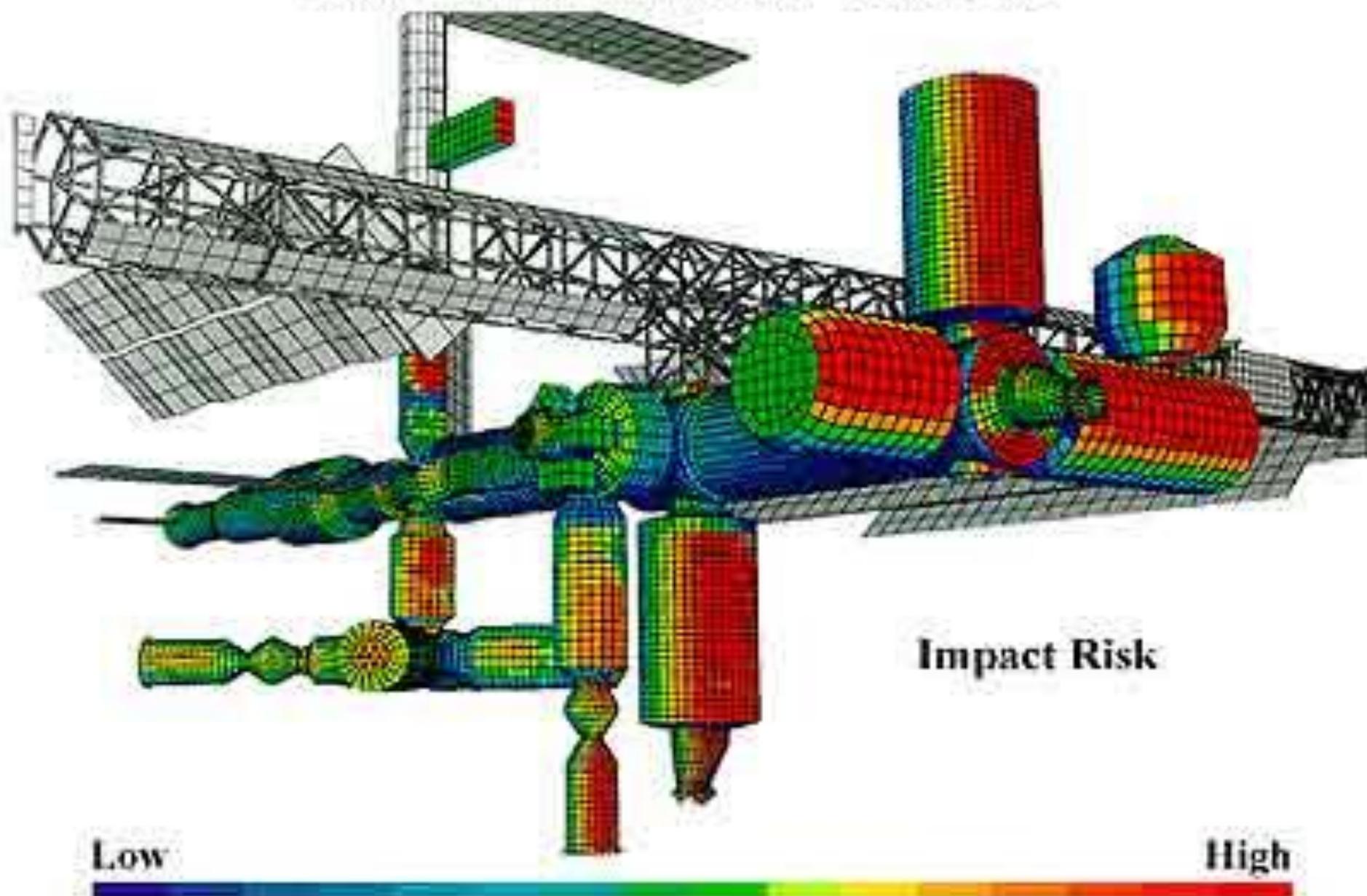
	Impacto				
	muito baixo	baixo	médio	alto	muito alto
Probabilidade					
muito alta	Red	Yellow	Red	Red	Red
alta	Red	Yellow	Red	Red	Red
média	Red	Red	Yellow	Red	Red
baixa	Red	Red	Yellow	Red	Red
muito baixa	Red	Red	Red	Yellow	Red

MATRIZ DE RISCOS		PROBABILIDADE					
		PESOS	2	3	5	8	13
SEVERIDADE	PESOS		REMOTA	POUCO PROVÁVEL	OCASIONAL	PROVÁVEL	FREQUENTE
	32	CATASTRÓFICA	64	96	160	256	416
	16	CRÍTICA	32	48	80	128	208
	8	GRAVE	16	24	40	64	104
	4	MODERADA	8	12	20	32	52
	2	LEVE	4	6	10	16	26

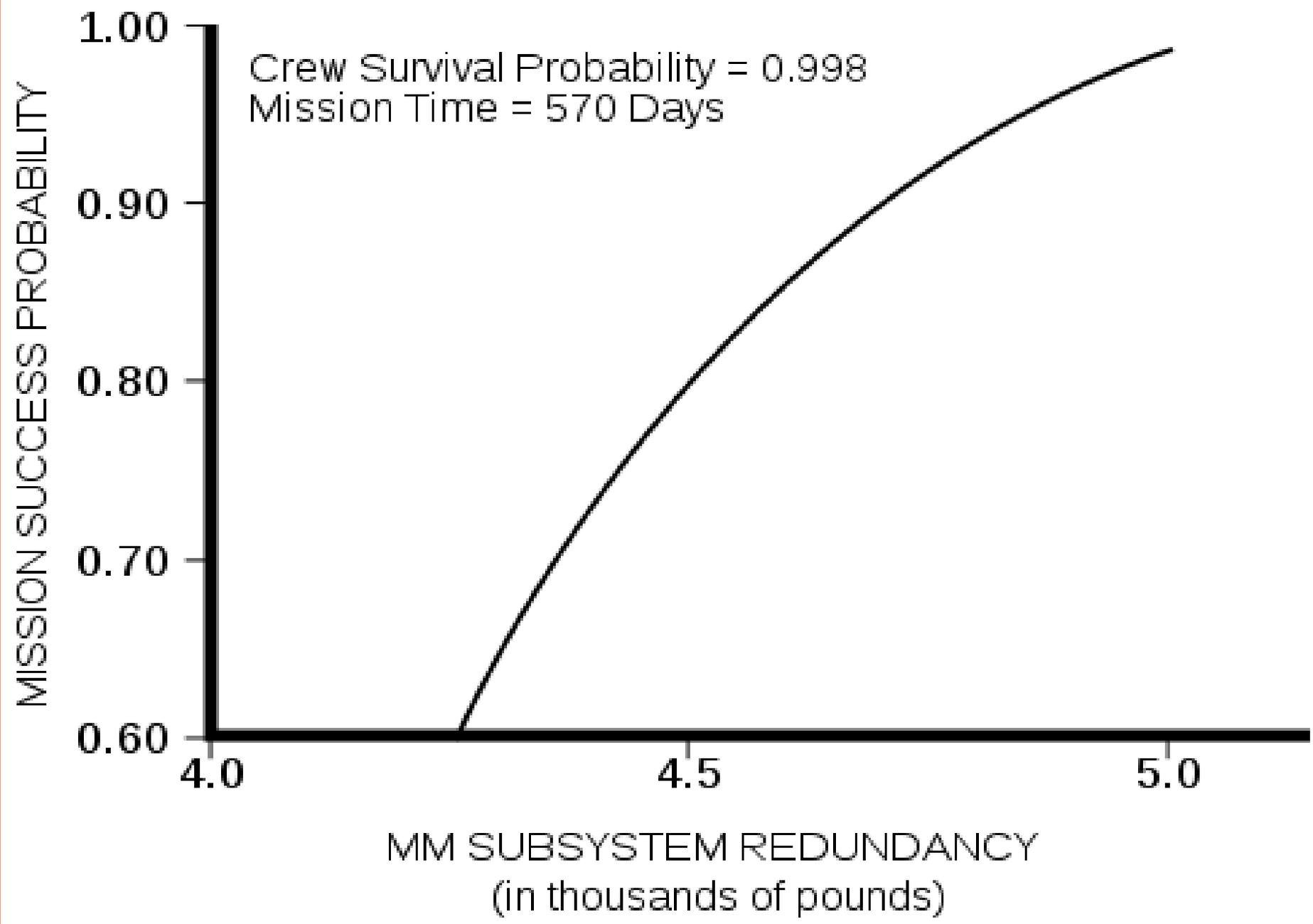
Matriz do Sistema de Produção Toyota (TPS), monografia 2020 EST PECE
 Gemba = chão de fábrica. **Números na tabela não são riscos.**

International Space Station

Probability of No Impacts From a > 1 cm ϕ Debris



C₀



Tema 3 - Hierarquia de controles, Nertney, 4 camadas

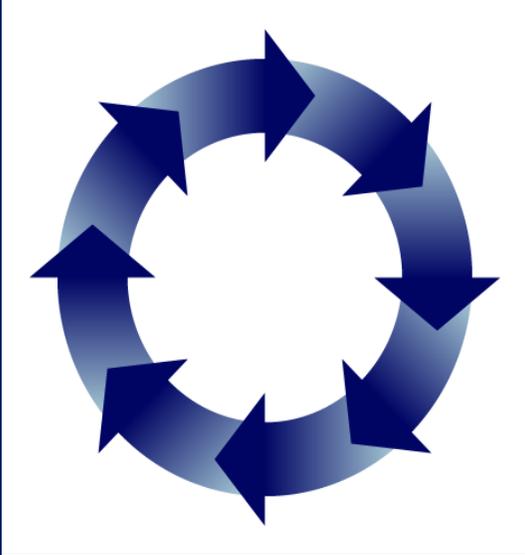
Hierarquia de controles

Tipos de decisões: estratégicas, táticas e operacionais. Proativas e reativas.

Avaliação e análise de risco. Ferramentas de análise de risco.

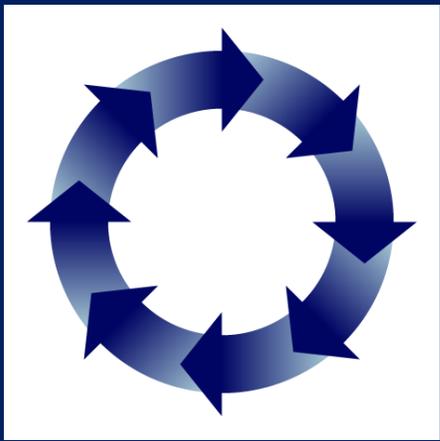
Conceitos associados ao GRS: Ciclo de vida,
Roda de Nertney, gerenciamento integrado, as 4 camadas.

O ciclo de vida



- Conceito
- Projeto básico, detalhado, executivo
- Desenvolvimento
- Aquisição
- Construção
- Operação
- Manutenção
- Modificação
- Disposição
- Descomissionamento (desativação + desmantelamento + uso futuro)

Do começo ao fim ou do começo ao novo começo?



GRS - quanto antes melhor

CPs existem em cada etapa

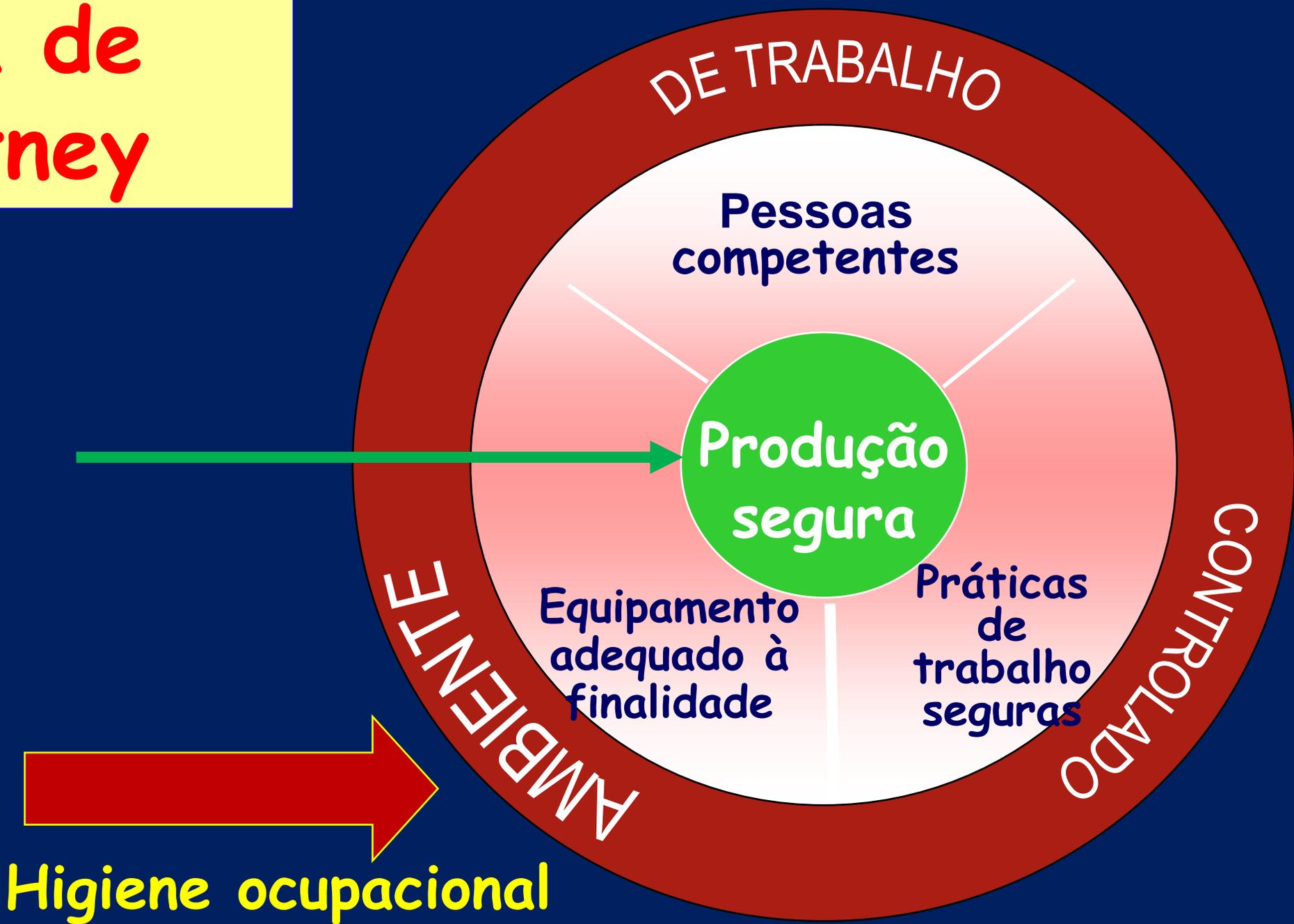
Melhor (custo - benefício) total

Menores riscos (na ponta operacional)

Exemplos:

Pedreiras nos USA / Itaquera em SP / Raia na USP

Roda de Nertney





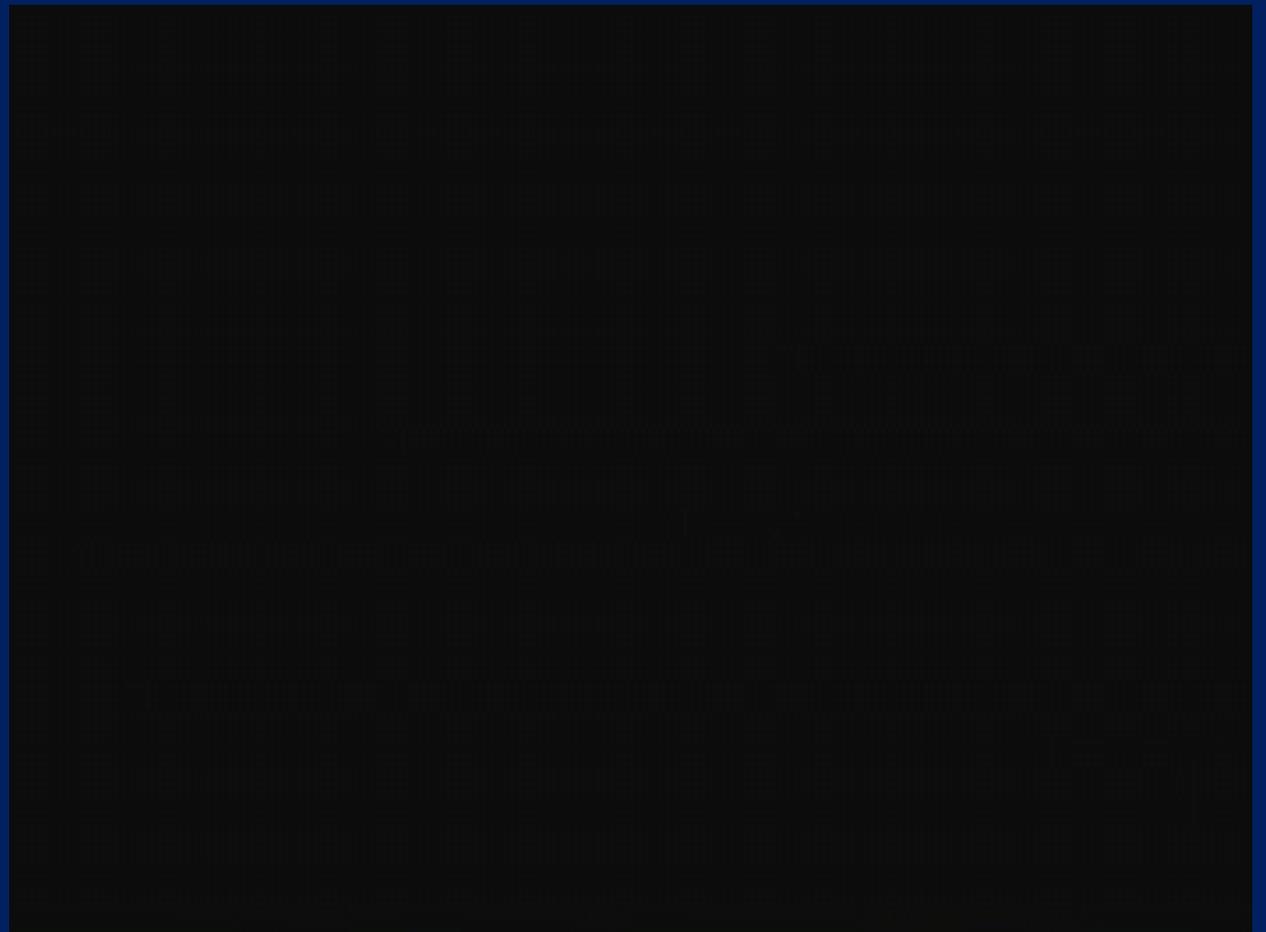
Trabalho seguro exige os 4 componentes.

Exemplo: práticas de trabalho seguras

- procedimentos escritos para crianças de 10 anos
- K.I.S.S.
- procedimentos explicados foram entendidos??



Manutenção sem
parada da produção.



Retroescavadora
em subsolo



Priorità



Qual o foco?



Trabalho seguro exige os 4 componentes.

Exemplo: equipamentos adequados

- **Não** improvisar equipamentos
- acidente Juliana LCT / PMI



Duas paixões brasileiras... Churrasco e Gambiarra...



Não improvisar
equipamentos



Variante aprimorada da metodologia anterior



Garrafas???



Quem aqui nunca cortou uma linha com o

Quem aqui nunca apertou um parafuso com



Trabalho seguro exige os 4 componentes na Roda de Nertney.

Exemplo: pessoas competentes

- pilotos japoneses 2ª. GG
- novo veículo com para-brisa e seta trocados
- estacionar é uma arte A08 PB

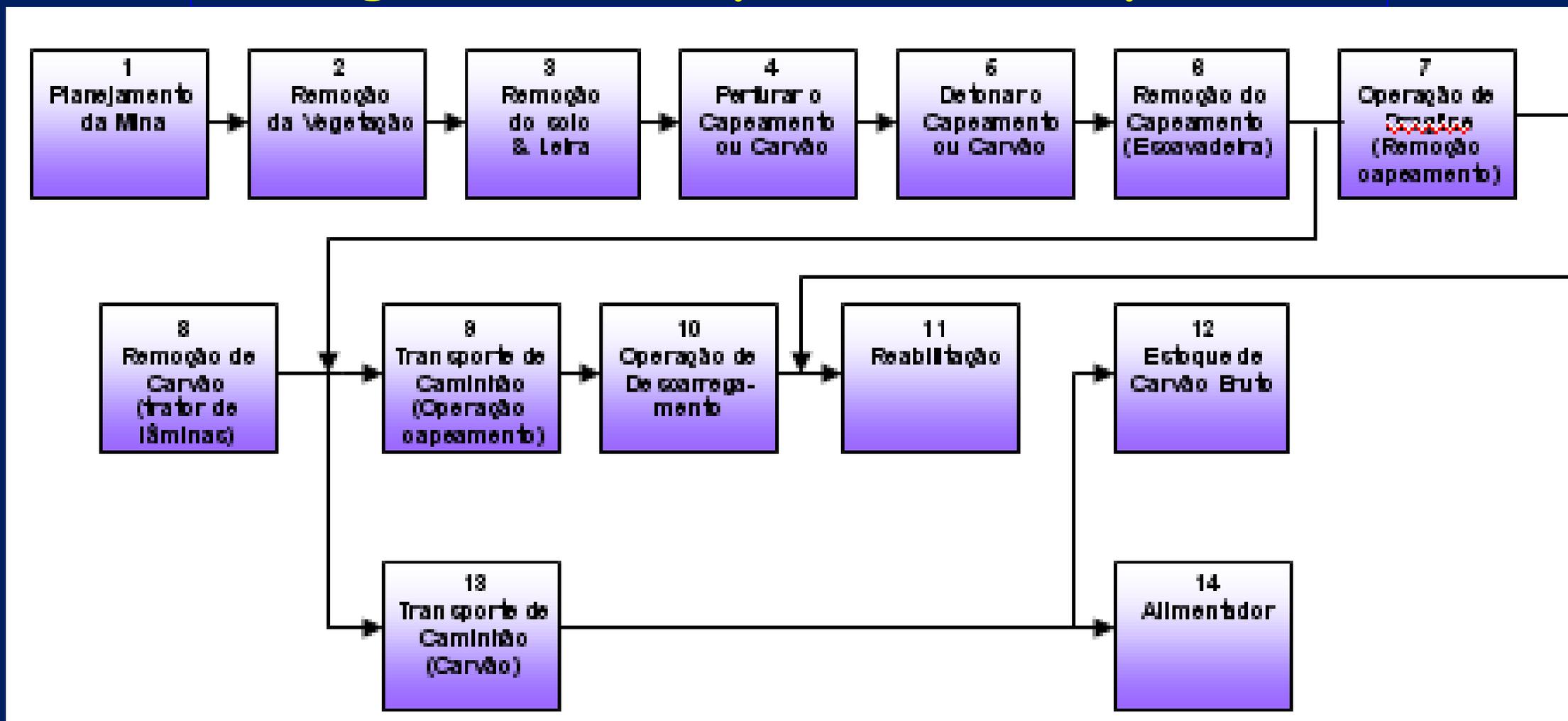
Gerenciamento integrado de riscos

Estágios mais altos de maturidade: **proativo e resiliente**.

Não **transferir** CPs de uma tarefa a outra, de um setor a outro, de um processo a outro.

A avaliação de risco **permeia todo o fluxograma** da empresa.

Fluxograma - mapeamento do processo



A maioria das ferramentas de análise de risco precisa do fluxograma. Ou focar em partes menores.

GERENCIAMENTO DE RISCOS EM 4 CAMADAS



Visitas feitas pela Phelps Dodge à Austrália em 2005

Anglo
BHP Billiton
Newcrest
Rio Tinto
Xstrata
Zinifex

Marsh
SPS
Qest



Ainda que cada empresa tivesse um conjunto de métodos **específicos**, o propósito poderia ser agrupado em **4 abordagens**:

1 - Revisão de toda a unidade

Avaliação da mina

Registro de risco das CPs de alto potencial (baseline RA)

Exemplo: Caraíba; PUEs

2 - Avaliação de risco seletiva

Projetos, mudanças, incidentes

3 - Avaliação de risco para diretrizes de trabalho, POPs (SOPs) ou planos de trabalho.

4 - Avaliação de risco informal antes da execução de uma tarefa, considerando a **condição perigosa**, o dano potencial e os controles

As semelhanças levaram a se definir as chamadas 4 camadas para avaliação de risco na mineração.

As 4 camadas

1

AVALIAÇÃO DE RISCO DE TODA A UNIDADE e DAS CONDIÇÕES PERIGOSAS DE ALTO POTENCIAL (“MAIORES”)

1

Baseline
RA

2

AVALIAÇÃO DE RISCO DE PROJETOS / MUDANÇAS / INCIDENTES

2

3

AVALIAÇÃO DE RISCO DE TAREFAS ROTINEIRAS E NÃO-ROTINEIRAS

3

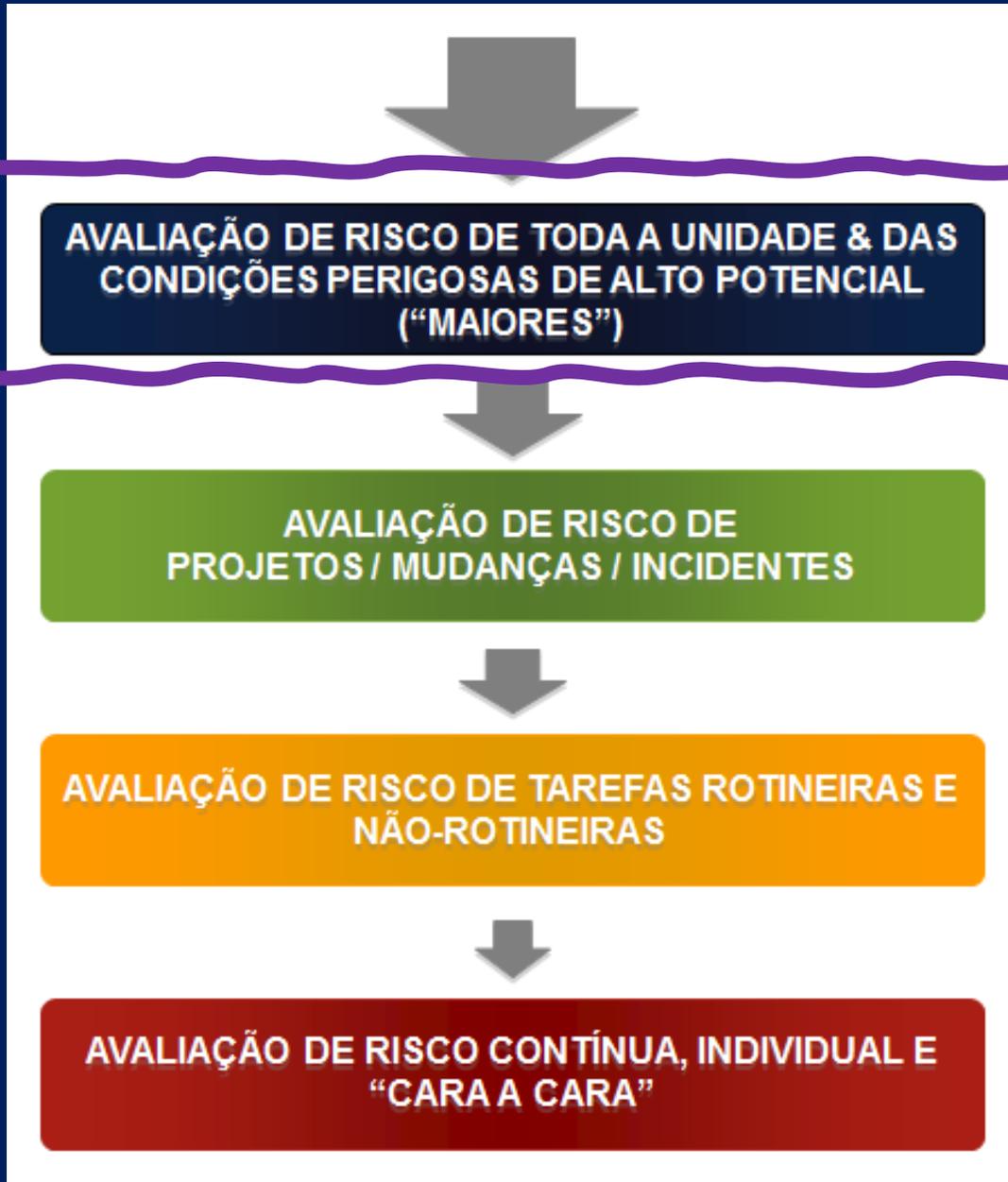
4

AVALIAÇÃO DE RISCO CONTÍNUA, INDIVIDUAL E “CARA A CARA”

4



Explicando a camada 1



- Avalie toda a unidade e identifique os potenciais eventos críticos (decorrentes das condições perigosas de alto potencial).

Essa avaliação fornecerá informações para o registro de riscos, que ajudará no plano de gerenciamento de condições perigosas de alto potencial.

- Exemplo: Ero Copper (Caraíba)

Condições perigosas de alto potencial e eventos
indesejados maiores

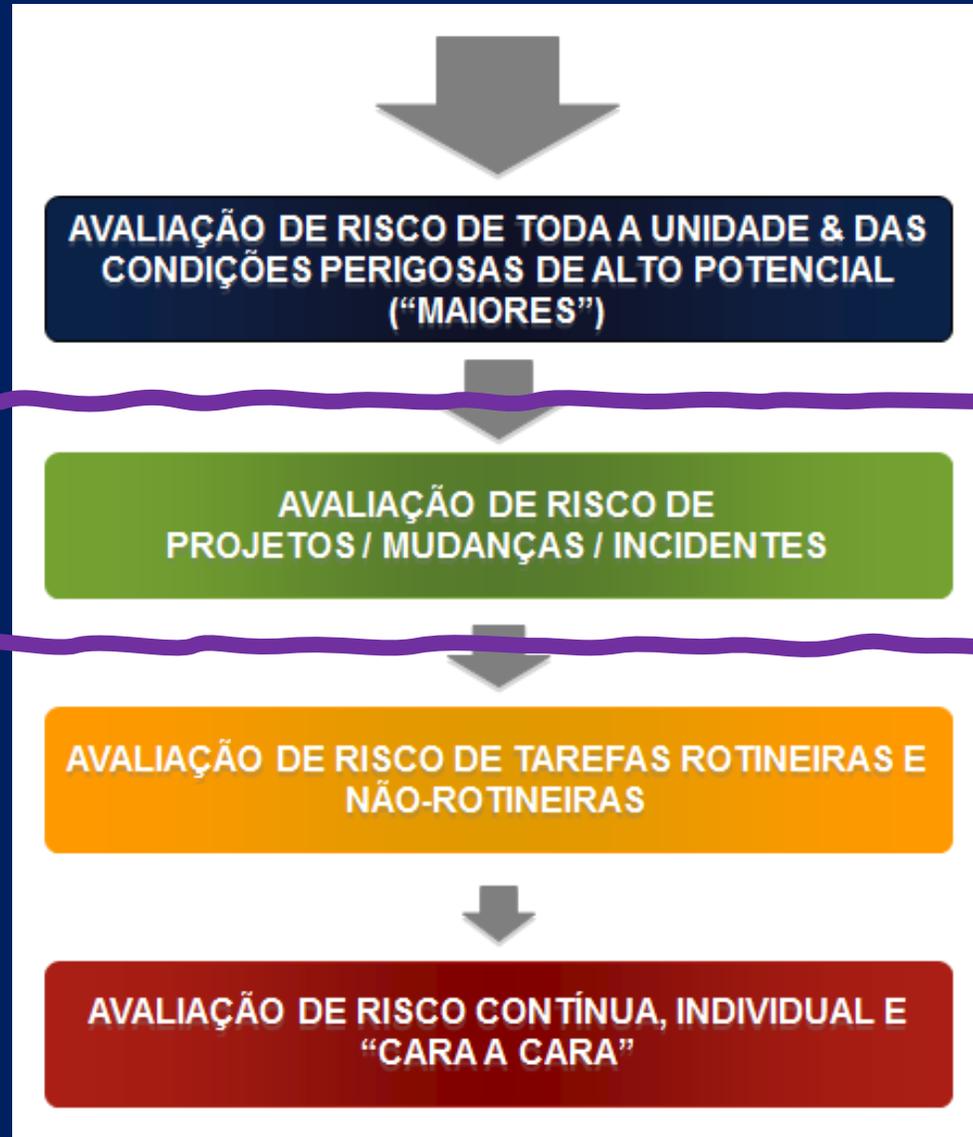
Camada 1 - elefantes





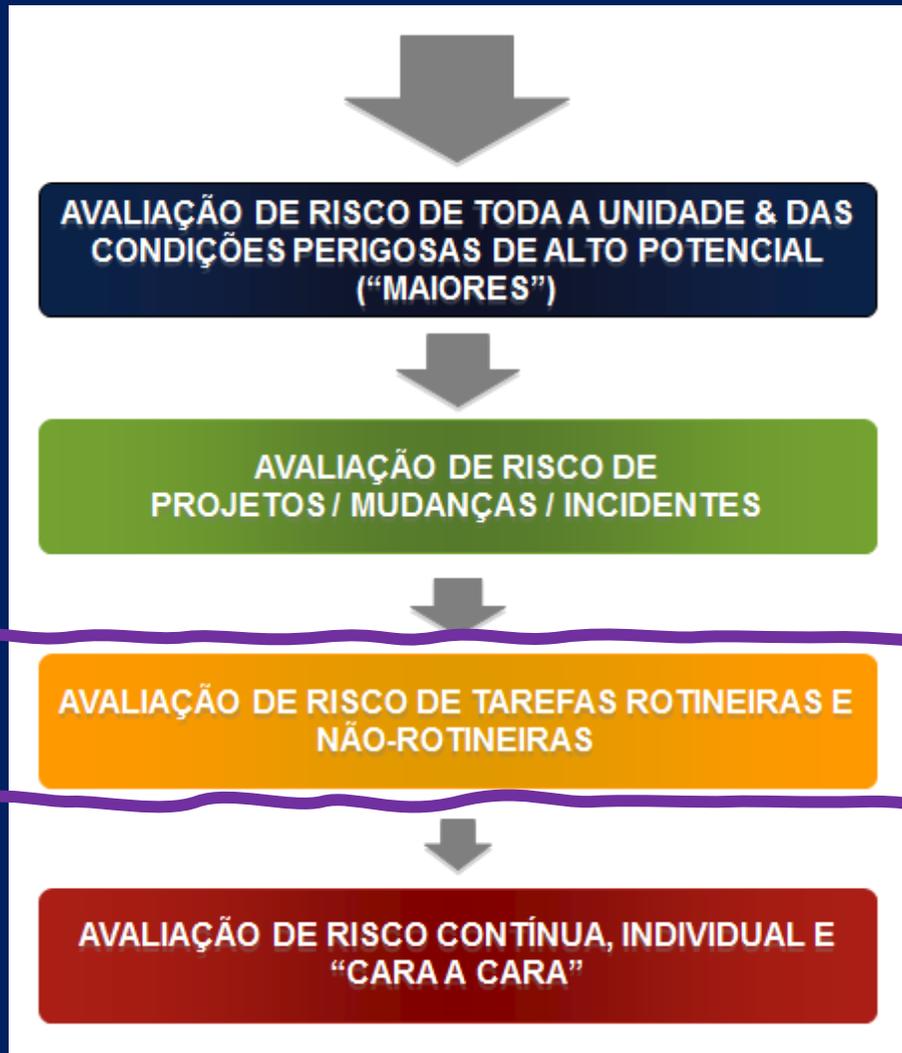
Depois do desastre a produção caiu a metade do que era.
Kennecott Bingham Mine, Salt Lake City, Utah, USA

Explicando a camada 2



- Avalie projetos, mudanças e incidentes.
- A avaliação fornecerá boas informações para um plano de melhorias para projetos e mudanças.

Explicando a camada 3



- Avalie tarefas rotineiras e não rotineiras.
- A avaliação neste nível fornecerá informações de segurança para um procedimento operacional padrão (POP; SOP), ou para um plano de trabalho seguro ou execução segura da tarefa.

Explicando a camada 4



AVALIAÇÃO DE RISCO DE TODA A UNIDADE & DAS
CONDIÇÕES PERIGOSAS DE ALTO POTENCIAL
("MAIORES")



AVALIAÇÃO DE RISCO DE
PROJETOS / MUDANÇAS / INCIDENTES



AVALIAÇÃO DE RISCO DE TAREFAS ROTINEIRAS E
NÃO-ROTINEIRAS



AVALIAÇÃO DE RISCO CONTÍNUA, INDIVIDUAL E
"CARA A CARA"

- **Faça a pessoa parar e pensar.** Prosseguir com uma tarefa somente se esta for segura.
A avaliação fornecerá diretrizes de qualidade para decisões operacionais (do tipo "prosseguir ou parar") no ato da realização da tarefa.

Explicando a camada 4



Pare e pense: o "risco" é aceitável?

Falar em risco envolve pensar em:

CP, perigo, probabilidade, consequência, tempo !

Exemplo - Analise a tarefa em andamento e decida se o "risco" é aceitável para continuar a executar a tarefa do mesmo modo.

Lembrando: falar em risco envolve analisar CP, o perigo, a probabilidade e a consequência!

Pare e pense: o
"risco" é aceitável?

Lavra de carvão em
subsolo, pilar e
salão.

Risco = CP + perigo
+ probabilidade +
consequência +
tempo



As responsabilidades por camada



AVALIAÇÃO DE RISCO DE TODA A UNIDADE & DAS
CONDIÇÕES PERIGOSAS DE ALTO POTENCIAL
("MAIORES")



AVALIAÇÃO DE RISCO DE
PROJETOS / MUDANÇAS / INCIDENTES



AVALIAÇÃO DE RISCO DE TAREFAS ROTINEIRAS E
NÃO-ROTINEIRAS



AVALIAÇÃO DE RISCO CONTÍNUA, INDIVIDUAL E
"CARA A CARA"

EQUIPE: GERENCIAMENTO EXECUTIVO /
SÊNIOR

LÍDER: UNIDADE DE NEGÓCIO /
SITE / SETOR

SUPERVISOR

SUPERVISOR, TRABALHADOR,
TODOS

As ferramentas de análise de riscos por camada



AVALIAÇÃO DE RISCO DE TODA A UNIDADE & DAS CONDIÇÕES PERIGOSAS DE ALTO POTENCIAL (“MAIORES”)



AVALIAÇÃO DE RISCO DE PROJETOS / MUDANÇAS / INCIDENTES



AVALIAÇÃO DE RISCO DE TAREFAS ROTINEIRAS E NÃO-ROTINEIRAS



AVALIAÇÃO DE RISCO CONTÍNUA, INDIVIDUAL E “CARA A CARA”

WRAC - Workplace Risk Assessment and Control

BTA, FMECA, HAZOP, FTA/LTA

JSA (Job Safety Analysis)
ART (Análise de Riscos da Tarefa)

TAKE 5, SLAM, FALAAD, 4P, PEACE, OPPA, ou equivalente

Exemplos de incidentes de alto potencial - camada 1 (os elefantes)

South Bulli - explosão de gás

Grasberg - deslizamento de talude

Urussanga - explosão de gás

Bingham Copper Mine - deslizamento de talude

Austrália - caminhão fora de estrada em subsolo

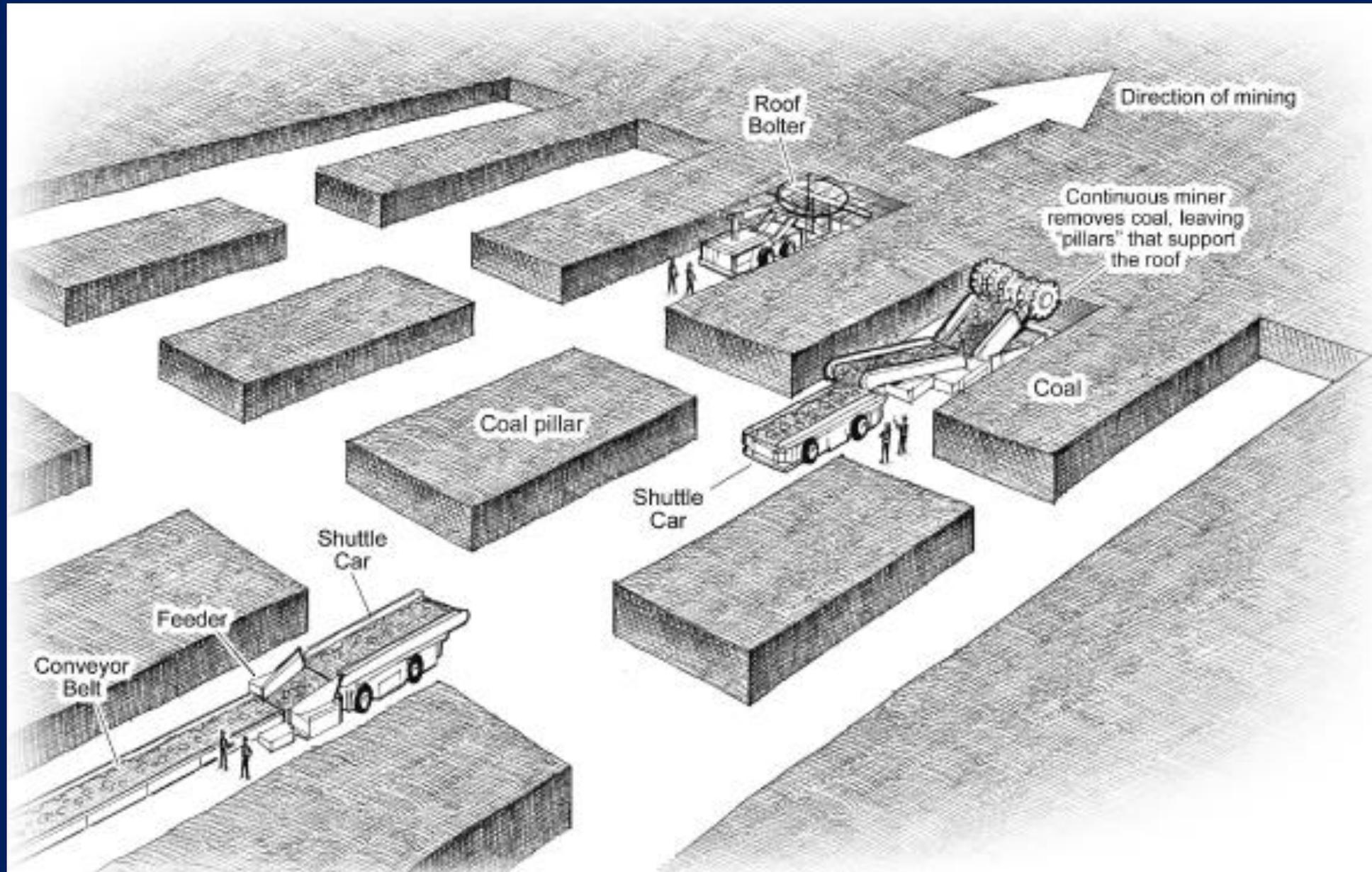
Mariana, Brumadinho, Piper Alfa, Bhopal, P36, etc.

Explosão de gás em South Bulli (1991)

- Ocorreram muitas outras explosões de gás ("outbursts") **antes**.
- Sabiam que **não se sabia** o suficiente.
- Incertezas sobre a condição perigosa (3 fatalidades).



Explosão de gás em South Bulli (1991):



Grasberg Open Pit (Indonesia)

A mina Grasberg tinha a **maior** reserva conhecida de ouro.

Pertencia à:
Freeport McMoran Copper & Gold (67.3%);
Rio Tinto (13%);
Governo da Indonésia (9.3%);
PT Indocopper Investama Corporation (9.3%).

Por volta de **18 000** pessoas trabalhavam na mina.



Grasberg Open Pit (Indonesia)

Frota móvel:

- 170 caminhões de 70-330 t
- 65 tratores e motoniveladoras

Produção anual:

- 67 milhões de toneladas de minério



1980, Texaco
Louisiana.
Broca presa se
inclinou e
afundou.
Mina de sal de
1920.
Vórtice sugou a
plataforma, 11
barcos e árvores.
55 na mina se
salvaram devido
a alarmes e
treinos de
evacuação;



Quais as condições perigosas de alto potencial na mineração?

- Combustão espontânea
 - Incêndio / fogo em subsolo
 - Parada de ventilação
 - Controle de teto e piso
 - Equipamentos fixos e móveis
 - Eletricidade !!!
 - Sobre pressão de ar
- Mina Salamangone, Amapá, Au



Condições perigosas de alto potencial e eventos indesejados maiores



- ▶ Explosões de gás
- ▶ Explosões de poeira
- ▶ Explosões de rocha - rockburst (> 1 km): RSA 4 km
- ▶ Subsidência superficial - métodos de desabamento: SC
- ▶ Ruína de barragem de rejeitos: Mariana, Brumadinho
- ▶ Detonação errada: Paulo Maluf
- ▶ Influxo de água na cava - Votorantin, Baltar (7 bombas)

Quais as condições perigosas de alto potencial na indústria extrativa de petróleo e gás?

1 - explosão de gases e vapores e de H_2S

2 - atividades associadas a trabalho em altura, cargas elevadas, eletricidade, espaços confinados

3 - inflamáveis e substâncias tóxicas

4 - vazamentos e derramamento de óleo na água

5 - transporte de pessoas (helicópteros)



Tema 3 - Hierarquia, Nertney, 4 camadas

- ✓ Hierarquia de controles
- ✓ Tipos de decisões: estratégicas, táticas e operacionais. Proativas e reativas.
- ✓ Avaliação e análise de risco. Ferramentas de análise de risco
- ✓ Conceitos associados ao GRS: Ciclo de vida, Roda de Nertney, gerenciamento integrado, as 4 camadas.