



Segurança de
Processos

PSM

Process Safety Management



SEGURANÇA
EM PRIMEIRO LUGAR

PSM INDICADORES

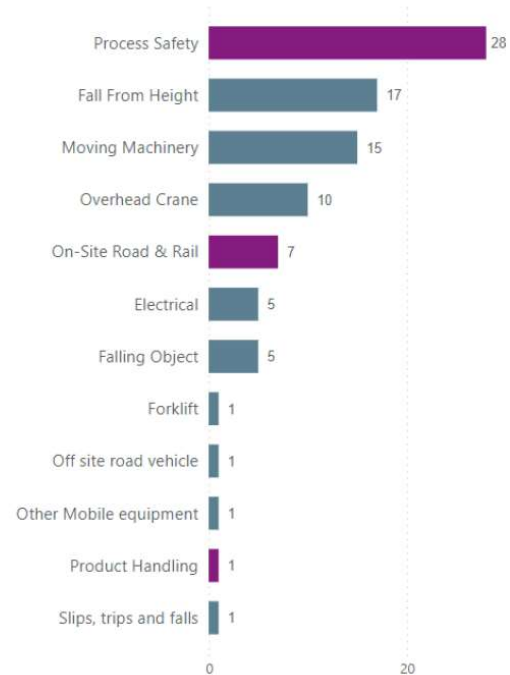
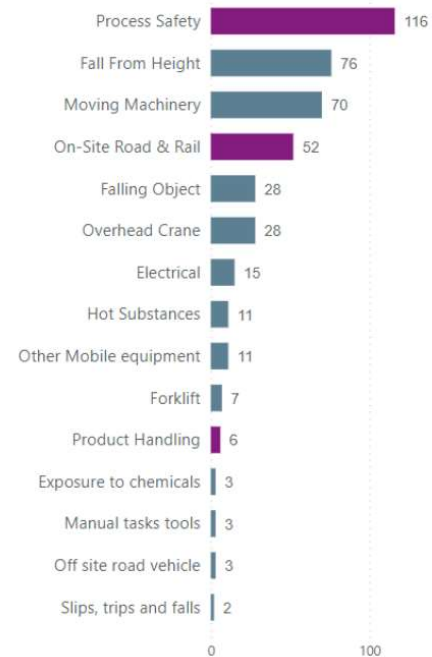
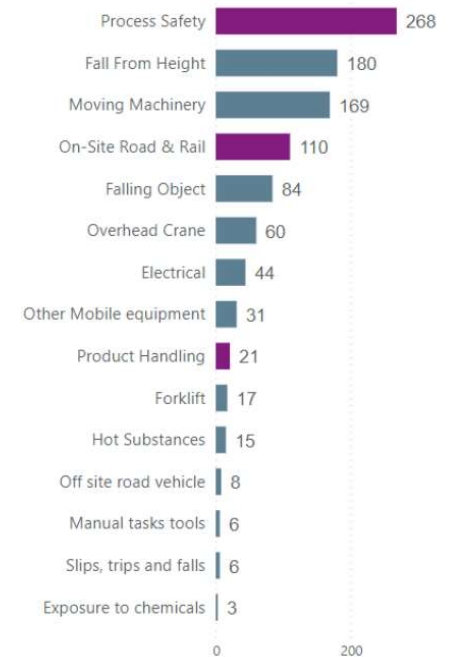
Dados da WorldSteel, demonstram que nos últimos 10 anos Segurança de Processos aparece como descrição de causas dos acidentes mundiais em Siderurgia.

FOUR FOCUS AREAS

Safety Culture and Leadership

Occupational Safety
ManagementOccupational Health
ManagementProcess Safety
Management

Causes of fatalities 2021

Causes of fatalities last 5 years
(2017-2021)Causes of fatalities last 10 years
(2012-2021)

Causas de Segurança de Processos incluem: Explosões, Incêndios, Gases e Asfixia, Aço Líquido e Falhas Estruturais.

PSM

Relevância

World Industry

Bhopal (20.000+ †) 1984. **\$0.47Bn**



Piper Alpha (167†) 1988. **\$8.8Bn**



Texas City (15†) 2005. **\$1Bn**



Macondo Well (11†) 2010. **\$42.2Bn**



Steel Industry

2001, UK, Blast Furnace explosion (3†)



2007, China steel ladle (32†)



2018, India, Coke oven gas explosion (14†)



2020, Brazil Gas holder explosion (Asset damage)



2006, Brazil Blast Furnace fire (Asset damage)



2013, Mexico (11†)




Reações de metal líquido com outros materiais:



Escape de laminação – Reações em carregamento – Velocidade inadequada



Importante sobre LOPC
Loss of Primary Containment



Uma liberação **não planejada** ou **não controlada** de material da contenção primária.

Explosion (A release of energy that causes a pressure discontinuity or shock wave.)

Uma liberação de energia que causa uma descontinuidade de pressão ou onda de choque.

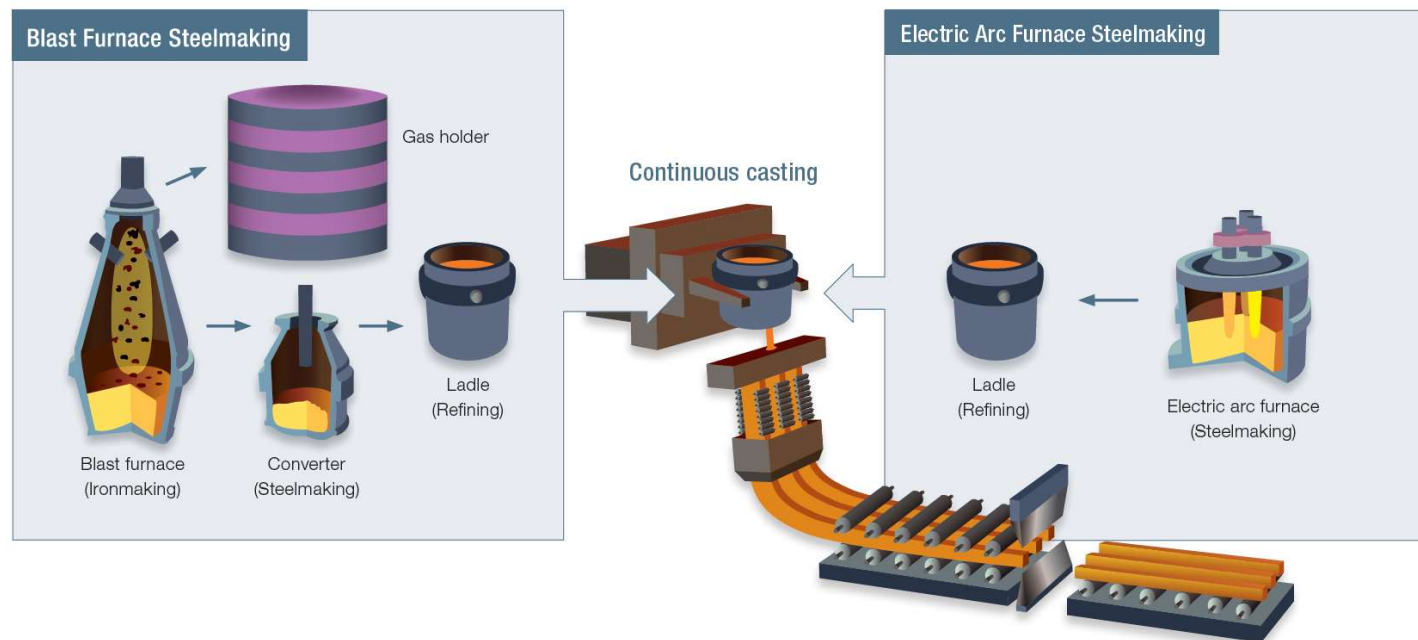


O contato descontrolado água/metal fundido pode causar explosões de vapor. Trata-se de um fenômeno estritamente físico resultante da vaporização da água e onde as projeções de metal líquido e uma expansão volumétrica criam ondas de pressão que, expostas ao ar livre, transformam água/vapor levando a um aumento de volume por um fator de 1.700. Esse contato também pode dar origem a reações de oxidação-redução, que por sua vez geram hidrogênio que posteriormente queima à medida que é produzido ou causa efeitos explosivos muito poderosos.

Foco no Processo Produtivo.

- Altos Fornos
- Aciaria
- Laminação a Quente
- Tratamento Químico de Superfícies
- Utilidades (tratamento de água, torres de resfriamento, linhas de gases e subestações)
- Vasos de Pressão
- Tanques de Combustível/Químicos
- Pontes Rolantes (carga líquida)
- Gases
- Radioatividade
- Shredder

➤ Riscos Analisados com consequências Críticas ou Catastróficas nas dimensões da Gestão de Riscos





O CCPS no desenvolvimento do modelo de gestão, sugere 4 bases contendo 20 pilares para o PSM.

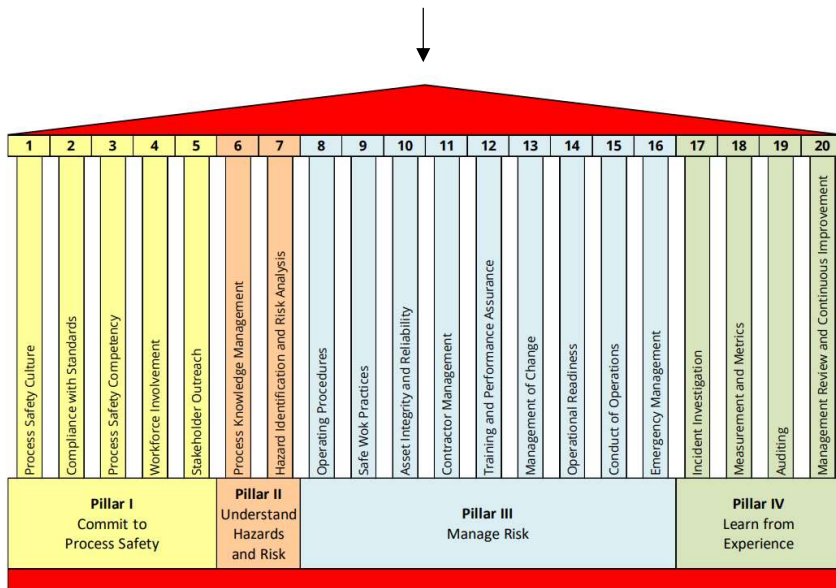


Figure 6-4 The CCPS Risk Based Process Safety (RBPS) model

(Adapted from [9])



A worldsteel baseada no modelo de gestão do CCPS e adequando a realidade dos ramos de atuação da associação, traz como modelo 6 grandes bases fundamentais.



Segurança de Processo

Modelo de Gestão

1. Liderança
Comprometimento & Capacitação

2. Conhecimento
Gestão de Projetos e Processos

3. Gestão de Riscos
Avaliação de Perigos & Análise dos Riscos

4. Controles & Práticas
Gestão de Ativos e Controles Críticos

5. Aprendizado & Melhoria Contínua
Indicadores, Auditorias e Desenvolvimento



1.1 - Cultura de PSM (wordsteel fundamentals)
1.2 - Liderança e Competência

2.1 - Análise de Processos
2.2 - Mapa de Processos
2.3 - Trilha de Capacitação

3.1 - Gestão de Riscos de PSM
3.2 - Gestão de Modificações de PSM

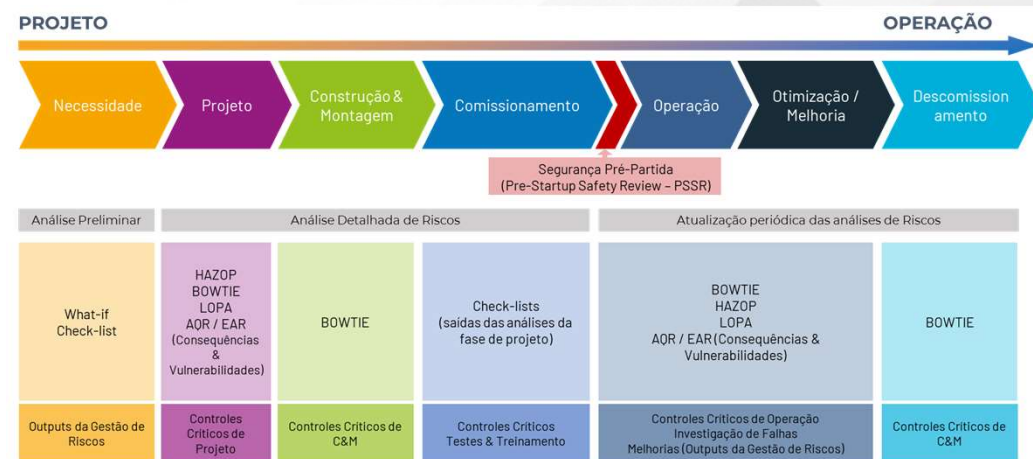
4.1 - Integridade Mecânica, Manutenção & Confiabilidade
4.2 - Procedimentos Operacionais
4.3 - Práticas Seguras
4.4 - Gestão de Terceiros
4.5 - Gestão de Emergências

5.1 - Investigações
5.2 - Auditorias
5.3 - Lições Aprendidas
5.4 - Melhoria Contínua
5.5 - Indicadores

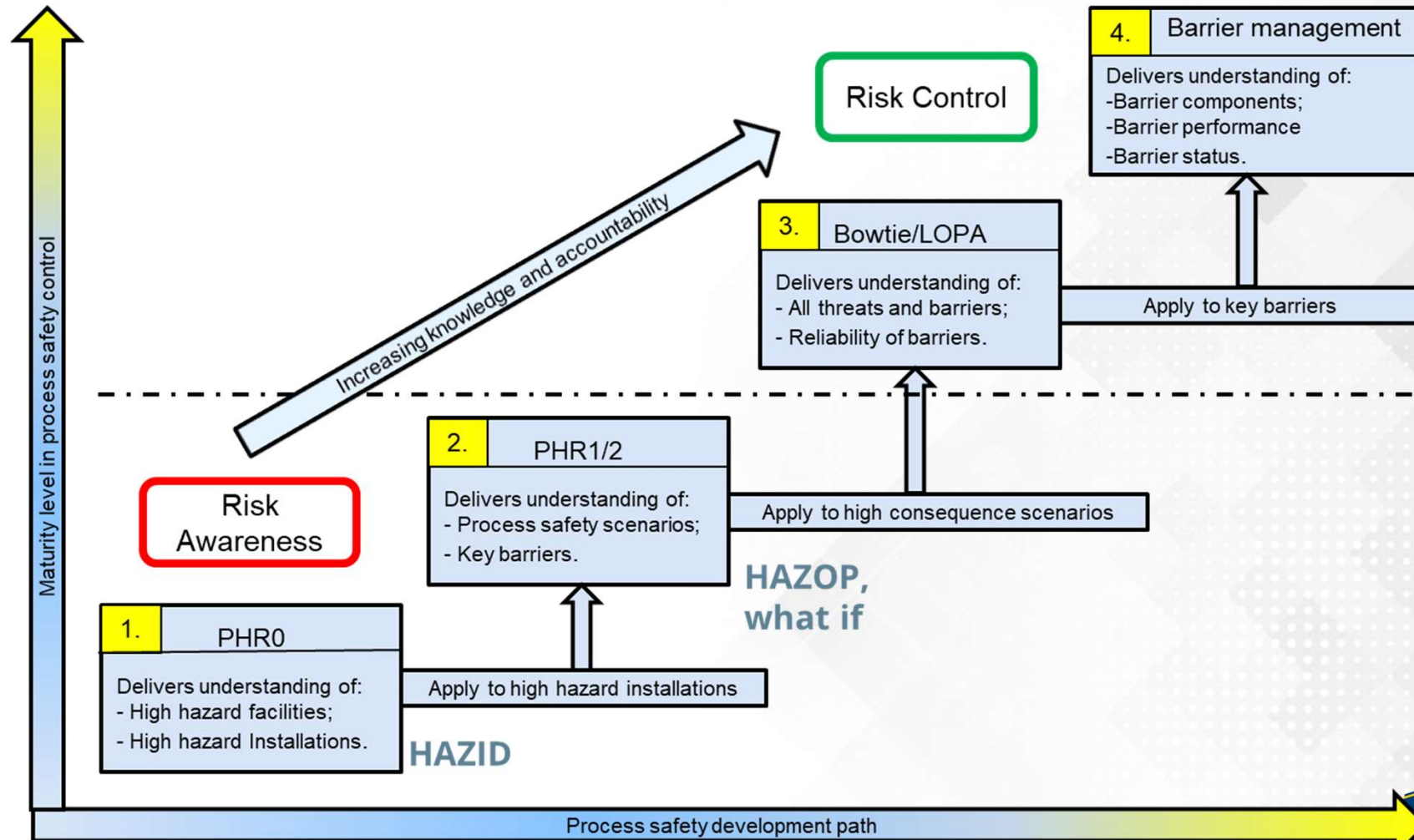
Tomada de
DecisãoReconhecimento
dos RiscosTratamento dos
RiscosMelhoria
Contínua

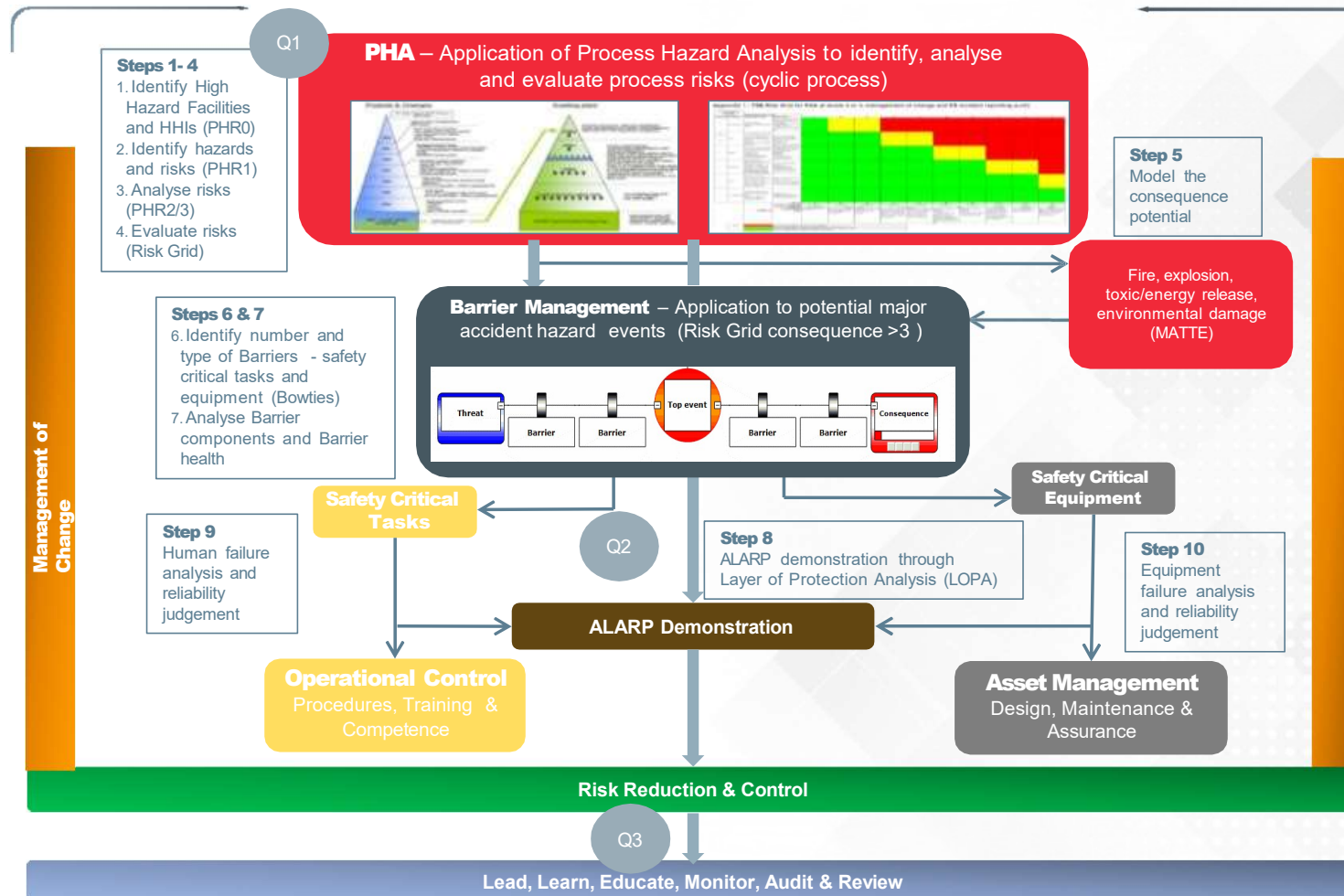


Manual de PSM (Diretrizes Mínimas)

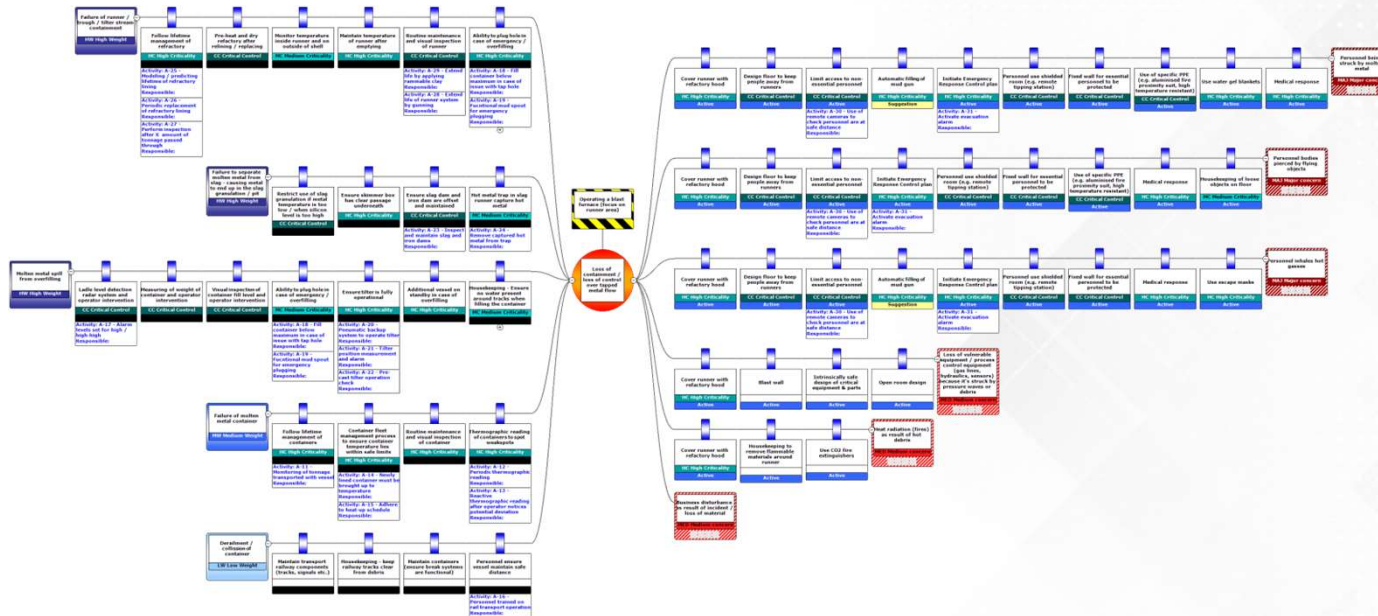


Manual de Ferramentas de Riscos





(1) Prevenção de interações entre metal fundido e água em altos-fornos e (2) Riscos de Redução. Os estudos recentes envolveram 35 indivíduos de 13 membros da empresa.



Guia de cenários e diagramas de risco base para operações Siderúrgicas:

worldsteel
ASSOCIATION

SAFETY AND HEALTH
PROCESS SAFETY MANAGEMENT
Scenario development using bowtie diagrams



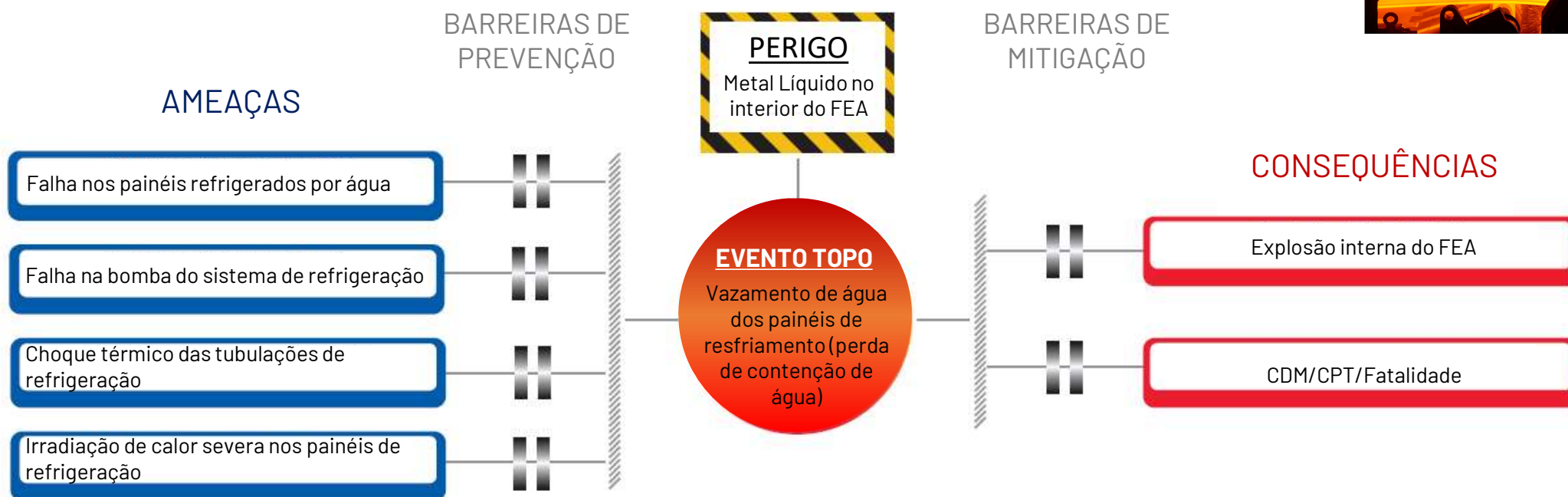
The grid contains 20 numbered thumbnails (1-20) representing different stages or types of process safety analysis. Slides 1-5 show introductory content and hazard identification. Slides 6-20 focus on detailed bowtie diagrams for various steelmaking processes, showing the relationship between hazards, initiating events, and consequences, with associated control measures.

PARTICIPATING MEMBERS

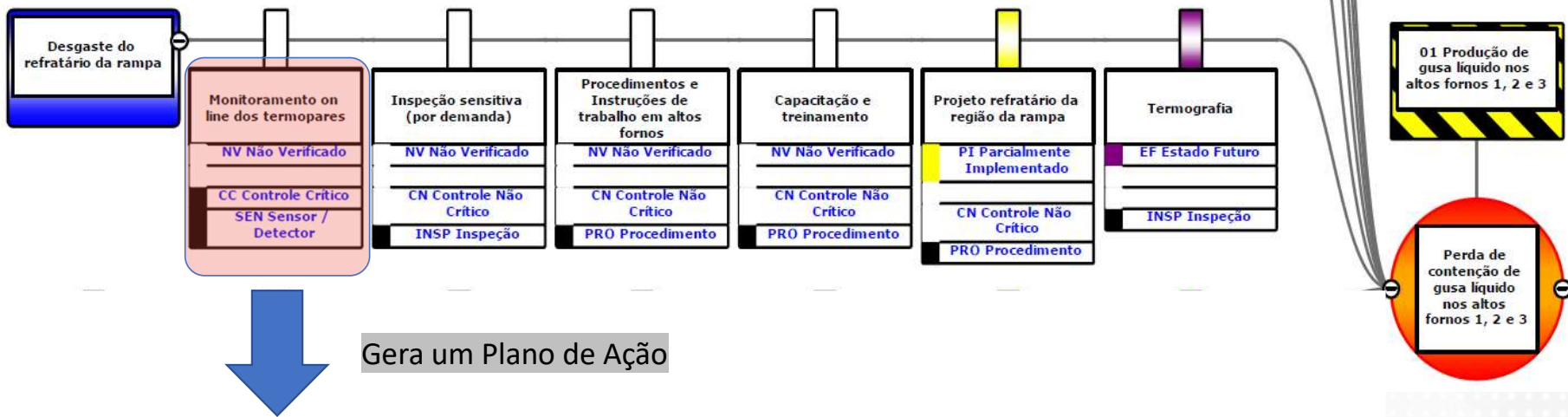


Fonte:

Exemplo de análise de risco, através do método Bowtie:



Exemplo de barreiras em BowTie:



Este **A4** fornece informações necessárias para garantir a integridade desta barreira, responsáveis e nível de auditoria.

PSM		Controle de Barreiras Críticas – A4		GERDAU O futuro se molda	
Uti:	Divinópolis	Área:	ALF 1, 2 e 3	Código do A4	A4-ALF-01
Evento Topo:	Perda de contenção de gusa líquido nos altos fornos 1, 2 e 3	Nome do Controle Crítico:	Monitoramento online dos termopares	Status do Controle Crítico:	Não implementado
Objetivo do Controle Relacionado:	Identificar o desgaste do refratário da rampa online.	Classificação de Controle Crítico:	Deteção e Controle Crítico	Tipo de Controle Crítico:	Preventivo
Requisitos de desempenho do controle crítico para atender os objetivos:		Atividades que podem habilitar ou fortalecer o controle crítico:		Atividades que devem ser verificadas para atestar o desempenho de um controle crítico:	
1. Paralisação da etapa sempre que o valor da temperatura esteja elevado ao limite de desgaste definido.	2. Paralisação para corretiva e avaliação de integridade quando estiver fora dos limites de segurança estabelecidos.	3. Substituição do equipamento ou manutenção, quando apresentar falha de deteção no supervisorio.	1. Inspeções periódicas e teste de lógica e intertravamento	2. Parâmetros de criticidade instalado e monitorado em alarme no supervisorio	3. Intertravamento deve constar como crítico no Sistema de Segurança Instrumentado
4. Assegurar que o sistema de gestão de mudanças de lógica de controle e supressão temporária tem seu fluxo cumprido.			1. Auditar processos de manutenção, inspeção, configuração de lógica, gestão de supressão temporária e registros do equipamento	2. Checar sobressalentes críticos e informações no SAP, disponibilidade e quantidade adequada.	3. Checar registro de acionamentos e resposta ao controle



Estas informações alimentam:

- **Mapa de Processos**
- **Gestão de Riscos**
- **Plano de Investimento da Unidade**
- **Indicador de Integridade de Barreiras Críticas**



Indicadores PSM

Salvar

	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Detalhamento
Incêndio (incluindo princípios)	0	0	0	
Explosão (incluindo shredder)	0	0	0	
Reação água com Aço Líquido	0	0	0	
Perda de Contenção de Aço Líquido	0	0	0	
Perda de Contenção de Gás (vazamento)	0	0	0	
Perda de Contenção de Líquidos Inflamáveis/tóxicos/corrosivos	0	0	0	
Falha Estrutural (incluindo estruturas geotécnicas)	0	0	0	
Escape de Barra	0	0	0	
Número de Acionamento de Sistemas de Segurança - NASS	0	0	0	
Radioatividade - fusão de fontes	0	0	0	
Radioatividade - contaminação de pessoas	0	0	0	
Radioatividade - não detecção de fonte no sistema primário (pátio de sucatas)	0	0	0	

E quanto aos perigos típicos da indústria siderúrgica que não estão na lista API, como metais fundidos?

E quanto a misturas como gás de alto forno?

- Below the calculated Tier 1 and Tier 2 thresholds for a typical Coke Oven Gas mixture

COG	vol%	wt%	Cp J/(kg K)	M kg/mol	Cp J/(mol K)	Cv J/(mol K)	K -	452.5 kg			45.25 kg		
								Tier 1			Tier 2		
								TQ kg	Release	m/m%	TQ kg	Release	m/m%
H ₂	62.14%	13.66%	14304	0.0020158	28.83	20.52	1.405	500	61.8	12.4%	50	6.2	12.36%
CO	5.52%	16.89%	1020	0.0280101	28.57	20.26	1.410	200	76.4	38.2%	20	7.6	38.21%
CH ₄	25.33%	44.49%	2220	0.0160423	35.61	27.30	1.305	500	201.3	40.3%	50	20.1	40.26%
C ₂ H ₆	0.61%	2.02%	1750	0.0300688	52.62	44.31	1.188	500	9.1	1.8%	50	0.9	1.83%
C ₂ H ₄	2.08%	6.42%	1530	0.028053	42.92	34.61	1.240	500	29.1	5.8%	50	2.9	5.81%
C ₃ H ₈	0.18%	0.89%	1670	0.0440953	73.64	65.33	1.127	500	4.0	0.8%	50	0.4	0.81%
C ₆ H ₁₂	0.17%	1.58%	1090	0.084159	91.73	83.42	1.100	1000	7.1	0.7%	100	0.7	0.71%
CO ₂	0.92%	4.45%	844	0.0440095	37.14	28.83	1.288	NA			NA		
N ₂	2.84%	8.69%	1040	0.0280134	29.13	20.82	1.399	NA			NA		
Ar	0.21%	0.91%	520	0.039948	20.77	12.46	1.667	NA			NA		
	100.00%	100.00%	3412	0.009136	31.17	22.86	1.364			100.0%			100.0%