

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO
DE SEGURANÇA DE PROCESSO
TURMA 14 – 2024-2026**

RSE LTDA
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401
41820-021 – Salvador – BA
Brasil
+55 71 3043-3008
<https://www.rse-global.com/>

Tipo de TCC:	ARTIGO TÉCNICO
Título:	PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO DINÂMICA DE RISCOS BASEADO NO DESEMPENHO DE BARREIRAS APLICADO À SEGURANÇA DE PROCESSOS NA MINERAÇÃO
Aluno:	PEDRO DOS SANTOS GRANDINETTI DE BARROS
Resumo:	<p>A gestão de riscos em operações industriais complexas, especialmente no setor mineral, demanda ferramentas capazes de refletir de forma mais realista as condições operacionais dos sistemas de barreiras. Embora metodologias consolidadas de análise de riscos, como BowTie e LOPA, sejam amplamente utilizadas, grande parte das avaliações permanece baseada em premissas estáticas, que podem não representar adequadamente a dinâmica operacional e o desempenho real dos controles. Nesse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento e a aplicação de um modelo de avaliação dinâmica de riscos denominado Integrador de Riscos, concebido para integrar variáveis relacionadas à estrutura dos cenários de risco e ao desempenho das barreiras preventivas e mitigatórias. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem semiquantitativa, sendo validada por meio de estudo de caso e análise histórica de indicadores operacionais. O modelo foi estruturado a partir de uma base de dados organizada segundo a metodologia BowTie, incorporando parâmetros como risco inerente e residual, quantidade e criticidade dos controles, percentual de controles funcionando, presença de contingências e caminhos críticos do risco. Os resultados demonstraram que a ferramenta é capaz de refletir automaticamente a degradação ou recomposição das barreiras na classificação dos riscos, promovendo maior aderência entre a avaliação formal e a condição real de exposição operacional. A análise histórica indicou ainda redução significativa de cenários em condição crítica após a implementação do modelo. Conclui-se que o Integrador de Riscos apresenta potencial para apoiar a priorização dinâmica de riscos e fortalecer a tomada de decisão na gestão de segurança de processos aplicada à mineração.</p> <p>Palavras-chave: gestão de riscos; segurança de processos; BowTie; LOPA; mineração.</p>
Professores Avaliadores	ALEX VAZZOLER

Avalie de 1 a 4, sendo: 1- Pouco e 5- Muito		Características Gerais			
		1	2	3	4
1.	Quão inovador é o tema do trabalho?			X	

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO
DE SEGURANÇA DE PROCESSO
TURMA 14 – 2024-2026**

RSE LTDA
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401
41820-021 – Salvador – BA
Brasil
+55 71 3043-3008
<https://www.rse-global.com/>

2.	Possibilidade de replicação do trabalho?				X									
3.	Agregação / geração de valor / resultados?				x									
4.	Qualidade do trabalho em relação à estrutura e organização?			X										
<p>Comentários / Observações</p> <p>Esta é uma avaliação técnica detalhada do trabalho de conclusão de curso sob a perspectiva das diretrizes de Segurança de Processo Baseada em Risco (RBPS) do CCPS.</p> <hr/> <p>1. Resumo Executivo da Avaliação</p> <p>O TCC intitulado "Proposição de um Modelo de Avaliação Dinâmica de Riscos baseado no Desempenho de Barreiras aplicado à Segurança de Processos na Mineração" é um trabalho de excepcional profundidade técnica e originalidade. Pedro Grandinetti de Barros ataca um dos problemas mais persistentes na gestão de riscos industriais: a natureza estática de ferramentas como BowTie e LOPA frente à volatilidade operacional. O modelo proposto, o "Integrador de Riscos", demonstra uma maturidade analítica avançada ao converter indicadores de desempenho de barreiras em fatores de risco em tempo real. Sob a ótica do CCPS, o trabalho é um exemplo prático de como o Pilar 4 (Aprendizado com a Experiência) deve retroalimentar o Pilar 3 (Gestão de Riscos).</p> <hr/> <p>2. Análise por Pilares</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pilar RBPS</th> <th>Pontos Fortes</th> <th>Pontos Fracos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Comprometimento</td> <td>Reconhece a Segurança de Processo como uma disciplina de integridade de sistemas, diferenciando-a da segurança ocupacional.</td> <td>Aborda pouco a Cultura de Segurança de Processo; o modelo foca no dado técnico, mas depende de uma cultura de relato honesto para funcionar.</td> </tr> <tr> <td>2. Entendimento de Perigos e Riscos</td> <td>Uso sólido e preciso das metodologias HIRA (BowTie e LOPA) como a espinha dorsal do modelo dinâmico.</td> <td>A Gestão do Conhecimento do Processo é assumida como estática; não discute como</td> </tr> </tbody> </table>						Pilar RBPS	Pontos Fortes	Pontos Fracos	1. Comprometimento	Reconhece a Segurança de Processo como uma disciplina de integridade de sistemas, diferenciando-a da segurança ocupacional.	Aborda pouco a Cultura de Segurança de Processo ; o modelo foca no dado técnico, mas depende de uma cultura de relato honesto para funcionar.	2. Entendimento de Perigos e Riscos	Uso sólido e preciso das metodologias HIRA (BowTie e LOPA) como a espinha dorsal do modelo dinâmico.	A Gestão do Conhecimento do Processo é assumida como estática; não discute como
Pilar RBPS	Pontos Fortes	Pontos Fracos												
1. Comprometimento	Reconhece a Segurança de Processo como uma disciplina de integridade de sistemas, diferenciando-a da segurança ocupacional.	Aborda pouco a Cultura de Segurança de Processo ; o modelo foca no dado técnico, mas depende de uma cultura de relato honesto para funcionar.												
2. Entendimento de Perigos e Riscos	Uso sólido e preciso das metodologias HIRA (BowTie e LOPA) como a espinha dorsal do modelo dinâmico.	A Gestão do Conhecimento do Processo é assumida como estática; não discute como												

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO
DE SEGURANÇA DE PROCESSO
TURMA 14 – 2024-2026**

RSE LTDA
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401
41820-021 – Salvador – BA
Brasil
+55 71 3043-3008
<https://www.rse-global.com/>

		mudanças no projeto são refletidas no Integrador.
3. Gestão de Riscos	O foco em Integridade e Confiabilidade de Ativos é o ponto alto. O autor liga a saúde da barreira à probabilidade de falha do cenário.	Ausência de discussão sobre Prontidão Operacional (PSSR) e como novas barreiras são comissionadas dentro do modelo dinâmico.
4. Aprendizado com a Experiência	Excelente aplicação de Medição e Métricas . O trabalho transforma indicadores reativos em uma ferramenta de gestão proativa.	Não explora o elemento de Auditorias como forma de validar se o Integrador está refletindo a realidade fática do campo.

3. Checklist dos 20 Elementos

- **Cultura de Segurança de Processo (Superficial):** Mencionada no referencial teórico como base do compromisso, mas não integrada ao modelo de avaliação dinâmica.
- **Conformidade com Normas (Satisfatório):** Fundamenta-se corretamente nas diretrizes do CCPS e em normas da Indústria 4.0.
- **Competência em Segurança de Processo (Ausente):** Não discute a capacitação necessária para os usuários interpretarem o "Integrador de Riscos".
- **Envolvimento da Força de Trabalho (Superficial):** Citado como fonte de dados (relatos de anomalias), mas não como parte ativa da construção do modelo.
- **Envolvimento com Partes Interessadas (Ausente):** Não abordado.
- **Gestão do Conhecimento do Processo (Satisfatório):** Aplica a documentação de engenharia e base de dados para alimentar o BowTie inicial.
- **Identificação de Perigos e Análise de Riscos / HIRA (Satisfatório):** Elemento central; utiliza BowTie para estruturar os cenários e LOPA para definir metas de mitigação.
- **Procedimentos Operacionais (Superficial):** Mencionados como barreiras administrativas, mas sem detalhamento de sua gestão.
- **Práticas de Trabalho Seguro (Ausente):** Não abordado.

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO
DE SEGURANÇA DE PROCESSO
TURMA 14 – 2024-2026**

RSE LTDA
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401
41820-021 – Salvador – BA
Brasil
+55 71 3043-3008
<https://www.rse-global.com/>

- **Integridade e Confiabilidade de Ativos (Satisfatório):** Core do trabalho; o autor propõe medir a "saúde" dos equipamentos críticos para ajustar o risco residual.
- **Gestão de Contratados (Ausente):** Não abordado.
- **Treinamento e Garantia de Desempenho (Ausente):** Não abordado.
- **Gestão de Mudanças / MOC (Superficial):** Reconhece que mudanças afetam o risco, mas o modelo dinâmico não possui um gatilho de MOC explícito.
- **Prontidão Operacional / PSSR (Ausente):** Não abordado.
- **Conduta Operacional (Satisfatório):** Refletida na "disciplina operacional" necessária para manter as barreiras funcionando conforme o projeto.
- **Gestão de Emergências (Ausente):** Não abordado.
- **Investigação de Incidentes (Ausente):** Não é o foco, embora as métricas pudessem ser alimentadas por lições aprendidas.
- **Medição e Métricas (Satisfatório):** Aplicação brilhante; o modelo é, em essência, um dashboard de métricas preditivas de segurança de processo.
- **Auditorias (Ausente):** Não abordado.
- **Revisão Gerencial e Melhoria Contínua (Satisfatório):** O modelo é proposto como uma ferramenta para a alta gestão tomar decisões de investimento baseadas em risco real.

4. Correções Específicas e Sugestões

A. Integração MOC - Integrador de Riscos

- **Trecho:** O autor menciona que "o risco residual é calculado com base nas salvaguardas projetadas".
- **Sugestão Técnica:** Em Segurança de Processo, qualquer alteração na lógica do "Integrador" (ex: adicionar uma nova barreira detectada em campo) deve passar por uma **Gestão de Mudanças (MOC)**. Sugiro que o autor inclua um fluxo onde mudanças no cenário dinâmico exijam a atualização da **Informação de Segurança de Processo (PSI)** para evitar que o modelo se torne obsoleto ou forneça uma falsa sensação de segurança.

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO
DE SEGURANÇA DE PROCESSO
TURMA 14 – 2024-2026**

RSE LTDA
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401
41820-021 – Salvador – BA
Brasil
+55 71 3043-3008
<https://www.rse-global.com/>

B. Refinamento do Conceito de Barreira (Integridade de Ativos)

- **Trecho:** Na análise do Silo de Concentrado, as inspeções estruturais são tratadas como barreiras.
- **Sugestão Técnica:** De acordo com o CCPS, uma inspeção por si só não impede o evento; a **ação corretiva** pós-inspeção é a barreira real. Sugiro diferenciar o "indicador de inspeção realizada" da "eficácia da barreira física". O modelo ganharia em precisão se considerasse o *backlog* de manutenção corretiva crítica como um fator de degradação direta da probabilidade de falha sob demanda (PFD).

C. Contextualização na Mineração (HIRA)

- **Trecho:** "A mineração lida com riscos de baixa frequência e alta severidade".
- **Sugestão Técnica:** O trabalho ganharia relevância estratégica se aplicasse o modelo dinâmico em **Barragens de Rejeitos** (ex: monitoramento de piezômetros como *inputs* dinâmicos para a barreira de estabilidade), indo além do silo de armazenamento.

D. Precisão Terminológica

- Certifique-se de que o termo "Salvaguarda" e "Barreira Independente de Proteção (IPL)" sejam usados conforme o **CCPS LOPA Guideline**, garantindo que apenas barreiras que atendam aos critérios de *independência, especificidade e auditabilidade* sejam computadas com redução de ordem de magnitude no risco residual.

Veredito: O trabalho é de altíssimo nível acadêmico e técnico. Cumpridos os ajustes finos de integração entre os elementos de MOC e PSSR, este modelo tem potencial de implementação real em grandes mineradoras. **APROVADO COM LOUVOR.**

TCC DE PEDRO DOS SANTOS GRANDINETTI DE BARROS

Recomendado para publicação

Avaliação Final: **APROVADO (x)**

NÃO APROVADO

Coordenador: AMÉRICO DINIZ CARVALHO NETO

Rubrica: 