

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO  
DE SEGURANÇA DE PROCESSO**

RSE LTDA  
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401  
41820-021 – Salvador – BA  
Brasil  
+55 71 3043-3008  
www.rsem.com.br

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Tipo de TCC:</b> | ARTIGO TÉCNICO   |
| <b>Título:</b>      | <b>GESTÃO DE RISCOS EM SEGURANÇA DE PROCESSOS: APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS HIRA E BOW TIE PARA PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM REFINARIA ANÔNIMA</b>  |
| <b>Aluno:</b>       | <b>T07 Afonso Carlos da Gama Costa<br/>T07 Genith Maruza Mira Barreto<br/>T10 Rafaela Raimundi David de Andrade<br/>T01 Vitor Rafael Velame Silva Santos</b>   |
| <b>Resumo:</b>      | <p>Este trabalho apresenta a aplicação integrada das metodologias HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) e Bow tie em uma refinaria anônima de grande porte (produção de ≈ 250. 000 barris/dia), visando à priorização de investimentos de CAPEX com base em risco de processo, por meio de amostragem de auditoria e verificação de campo das barreiras de segurança. Inicialmente, cenários potenciais foram avaliados segundo severidade (IV – Severidade Crítica; V – Severidade Catastrófica; conforme a Norma Técnica NT-01/2017 -CEPRAM-Ba), sendo priorizados 150 cenários de alto potencial. Em seguida, diagramas Bow tie foram elaborados para esses cenários, identificando-se ameaças e barreiras de segurança associados. Paralelamente, auditou-se sistematicamente as barreiras de segurança de engenharia, ativas, passivas e administrativas, validando-as pelos critérios de independência, eficácia e auditabilidade (IEC 61511; CCPS) e compilando tendências por meio de reportes diários.</p> <p>A comparação entre risco residual (pré-melhorias) e risco futuro (pós-recomendações) forneceu um indicador claro de progresso, orientando a elaboração de um roadmap de CAPEX hierarquizado por criticidade e viabilidade. Como diretrizes de aplicação, destacam-se: priorização de barreiras de segurança potencialmente degradadas; planejamento de implementação de novas barreiras de engenharia; implementação de um programa robusto de gestão de integridade; atualização de procedimentos e treinamentos; e realização de estudos de LOPA cenários ainda críticos. Esses resultados demonstraram a eficácia do método na redução de riscos e na otimização de</p> |

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO  
DE SEGURANÇA DE PROCESSO**

RSE LTDA  
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401  
41820-021 – Salvador – BA  
Brasil  
+55 71 3043-3008  
www.rsem.com.br

|                                |  |
|--------------------------------|--|
|                                | investimentos, sendo o modelo replicável em companhias de outros segmentos industriais, a fim de fortalecer a cultura de segurança e a resiliência operacional.<br><br>Palavras-chave: HIRA. Bow tie. Refinaria. Risco. CAPEX. |
| <b>Professores Avaliadores</b> | 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                      |   |   |   |
| 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                      |   |   |   |
| 5.  | <p><b>Comentários:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Senti falta do conceito de DDA (detecção, decisão e atuação) para as IPLs, e a tipologia das IPLs (ativa humana, ativa automático, passiva e procedimentos);</li> <li>Acho que é importante pontuar no trabalho que existem fatores que podem fortalecer as IPLs e fatores que as podem degradar. E que é importante fazer este monitoramento (IPL e barreira, essencialmente são sinônimos);</li> <li>Poderia ser falado um pouco sobre indicadores tiers 3 e 4, no que tange a auditabilidade;</li> </ol> <p>A Conexão Perdida: Auditoria → PFD → LOPA (Ponto Crítico)<br/>Este é o ponto de melhoria técnica mais importante.<br/>O que o trabalho faz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica cenários (HIRA).</li> <li>Identifica Barreiras/IPLs (Bow Tie).</li> <li>Audita as IPLs em campo.</li> <li>Encontra 38% de desvios (ex: calibração expirada, intertravamentos inoperantes).</li> <li>Recomenda, entre outras coisas, a "realização de análises semiquantitativas... (LOPA)" para cenários críticos.</li> </ul> <p>A Oportunidade: O trabalho trata a LOPA como um <i>próximo passo</i> genérico. Na verdade, os resultados da auditoria (os 38% de desvios) são a <i>entrada de dados fundamental</i> para uma LOPA realista.<br/>Uma barreira com "calibração expirada" ou "inoperante" não possui a Probabilidade de Falha em Demanda (PFD) genérica que o fabricante ou a literatura (ex: CCPS) atribui a ela. Seu PFD real é muito maior, ou em alguns casos, é 1 (ela falhará).</p> |                        |   |   |   |

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO  
DE SEGURANÇA DE PROCESSO**

RSE LTDA  
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401  
41820-021 – Salvador – BA  
Brasil  
+55 71 3043-3008  
www.rsem.com.br

**Sugestão:**

Na Discussão (ver item 3.1), explore como o resultado da auditoria (os 38% de desvios) deve ser usado para reavaliar os PFDs das IPLs.

Argumente que a LOPA só é eficaz se alimentada com esses PFDs *reais*, baseados em auditoria. O "Risco Residual" da planta, antes das melhorias, era, na verdade, muito maior do que o projetado, precisamente porque 38% das barreiras não tinham o PFD esperado.

Isso fortalece imensamente o argumento para o CAPEX: o investimento não está apenas "melhorando" a segurança, mas sim "restaurando" a segurança para o nível que se *assumia* já existir.

**2.2. Aprofundar a Classificação de Barreiras**

O trabalho classifica as barreiras em 5 grupos, incluindo "Barreiras sociotécnicas".

Oportunidade: A categoria "sociotécnica" é interessante e avançada. Contudo, ela se sobrepõe à classificação padrão (Ativa, Passiva, Administrativa/Humana). A descrição ("integram elementos técnicos... e componentes humanos/organizacionais") soa muito como um Sistema Instrumentado de Segurança (técnico) que depende de um Procedimento (humano) para funcionar.

**Sugestão:**

Justifique brevemente no texto *por que* esta categoria foi criada, em vez das classificações mais tradicionais do CCPS (que tendem a separar o "hardware" do "software" e do "humanware").

*Ou*, para simplificar, realinhe essa categoria com as "Barreiras Administrativas", explicando que procedimentos e treinamentos são os controles para os "fatores de degradação" humanos que afetam as barreiras técnicas.

**Oportunidades de Melhoria – Redação Científica e Estrutura**

O texto é bom, mas pequenas mudanças estruturais o deixariam excelente.

**3.1. Separar "Resultados" de "Discussão" (Ponto Crítico)**

O artigo, como muitos, combina Resultados e Discussão em uma única seção (Seção 4. RESULTADOS). A seção começa com os *achados* (os números: 62%/38%, 64% de redução), mas imediatamente parte para a *interpretação* (as "diretrizes para aplicação", a "justificativa financeira" e o "*roadmap*").

Isso enfraquece a lógica. Os resultados são *o quê* você achou. A discussão é *o que isso significa*.

• **Sugestão:**

1. Mantenha a Seção 4 (Resultados) focada apenas nos dados brutos: 150 cenários, 74 Bow Ties, 42 barreiras/evento (média), 70% críticas, 62% conformes, 38% com desvios, 64% de redução de risco "Não Aceito".
2. Crie uma nova Seção 5 (Discussão). Mova todo o restante da Seção 4 para cá:
  - A interpretação dos 38% de desvios.
  - As 5 "diretrizes para aplicação".

**ESPECIALIZAÇÃO LATO SENSU EM GERENCIAMENTO  
DE SEGURANÇA DE PROCESSO**

RSE LTDA  
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401  
41820-021 – Salvador – BA  
Brasil  
+55 71 3043-3008  
www.rsem.com.br

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>▪ A análise sobre "Alocar recursos" e "Justificar financeiramente" .</li><li>▪ A criação do "roadmap de investimentos".</li><li>▪ A integração ao Planejamento Estratégico.</li><li>▪ (É nesta nova seção que você deve inserir a discussão sobre LOPA e PFD do item 2.1).</li></ul> <p>3. A Seção 5 (Conclusão) atual se torna a Seção 6 (Conclusão), que agora servirá como um sumário perfeito da nova Seção de Discussão.</p> <p>3.2. Clarificar a Relação HIRA vs. Bow Tie no Título e Texto</p> <p>O título ("...Aplicação das Metodologias HIRA E Bow Tie...") e o Referencial Teórico (seções 2.1 e 2.2 separadas) sugerem que HIRA e Bow Tie são duas metodologias separadas, aplicadas em paralelo.</p> <p>No entanto, a própria metodologia (item 2.1, passo 3) afirma que o Bow Tie foi usado <i>dentro</i> do HIRA. Isso está correto (Bow Tie é uma <i>ferramenta</i> de HIRA), mas a apresentação é ligeiramente ambígua.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Sugestão:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Na Introdução, clarifique esta relação hierárquica.</li><li>○ <i>Exemplo:</i> "Este trabalho apresenta a aplicação da metodologia HIRA (Hazard Identification and Risk Assessment) , utilizando a Análise Bow Tie como ferramenta central para visualização de cenários e a auditoria de campo para validação de barreiras, visando a priorização de investimentos..."</li></ul></li></ul> <p>3.3. Polimento (Menor)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Redundância de Acrônimos: HIRA é definido no Resumo e novamente na Introdução. Um acrônimo só precisa ser definido na sua primeira aparição.</li><li>● "One Pagers": O texto menciona a elaboração de "One Pagers" para a auditoria. Esta é uma ferramenta prática excelente e um ótimo detalhe metodológico. Poderia ganhar um leve destaque na Discussão como a ferramenta que garante a "Auditabilidade" (um dos três critérios de IPL ) de forma padronizada.</li><li>● O One pager vem do manual de ICMM de gestão de controles, citar esta referência.</li></ul> <p><b>Comentários atendidos 14/01/26</b></p> |
|--|

Avaliação de TCC – Cursos de Pós-Graduação



**ESPECIALIZAÇÃO *LATO SENSU* EM GERENCIAMENTO  
DE SEGURANÇA DE PROCESSO**

RSE LTDA  
Av. Tancredo Neves, 805 – sala 401  
41820-021 – Salvador – BA  
Brasil  
+55 71 3043-3008  
www.rsem.com.br

**Avaliação Final: APROVADO**

NÃO APROVADO

**Coordenador de Curso:** AMERICO DINIZ CARVALHO NETO

Rubrica: AD Carvalho