

Pós-Graduação

Segurança de Processos



AUDITORIA E GERENCIAMENTO DE BARREIRAS DE SEGURANÇA DEFINIDAS EM ESTUDOS DE RISCO

Celiane P. de Santana, Elcio de J. Carvalho, Indira Carla C. da Costa, Raquel de M. Santos, Rodney Oliveira R. Bezerra

RESUMO

Os estudos de risco de processo são importantes ferramentas para identificação e classificação dos riscos envolvidos em processos industriais, bem como na definição das barreiras de segurança adequadas a cada cenário de risco. As barreiras identificadas ao longo das análises de risco, bem como as recomendações implementadas, deverão ser verificadas de acordo com planos de manutenção específicos, de modo a garantir a segurança dos ativos e das pessoas. Porém, com o tempo, é possível que ocorra a degradação de determinadas barreiras de segurança, deixando a unidade industrial exposta a ocorrência de acidentes. A desativação de barreiras de segurança é um dos principais fatores relatados em investigações de incidentes relacionados a segurança de processos na indústria. Auditá-las deve ser visto como uma parte essencial de qualquer programa de melhoria do desempenho de segurança de processo. A integridade de barreiras de segurança é também uma exigência de órgãos regulamentadores como a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). O objetivo deste trabalho é aplicar listas de verificação elaboradas para garantir a confiabilidade das barreiras de segurança críticas definidas em estudos de risco de modo a prevenir acidentes de segurança de processos. O trabalho contempla a elaboração de listas de verificação para os algumas barreiras de segurança típicas aplicadas na indústria, a definição de critérios de priorização para os pontos de verificação e aplicação das listas de verificação elaboradas a um processo industrial de modo a demonstrar a aplicação da ferramenta. Além disto também é apresentado um exemplo de relatório gerencial utilizado como resumo dos resultados da auditoria.

Palavras-chave: auditoria, barreiras de segurança, elementos críticos, listas de verificação, integridade de barreiras.

ABSTRACT

Process risk studies are important tools for identifying and classifying the risks involved in industrial processes, as well as for defining adequate security barriers for each risk scenario. The barriers identified throughout the risk analyses, as well as the recommendations implemented, must be verified according to specific maintenance plans, in order to guarantee the safety of assets and people. However, over time, it is possible that certain security barriers may deteriorate, leaving the industrial unit exposed to the occurrence of accidents. The deactivation of security barriers is one of the main factors reported in investigations of incidents related to process safety in the industry. Auditing them should be seen as an essential part of any process safety performance improvement program. The integrity of security barriers is also a requirement of regulatory bodies such as the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP). The objective of this work is to apply checklists elaborated to guarantee the

reliability of the critical security barriers defined in risk studies in order to prevent process safety accidents. The work includes the elaboration of checklists for some typical security barriers applied in the industry, the definition of prioritization criteria for the checkpoints and application of the checklists elaborated to an industrial process in order to demonstrate the application of the tool. In addition, an example of a management report used as a summary of the audit results is also presented.

Keywords: *audit, security barriers, critical elements, checklists, barrier integrity.*

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial originada na Inglaterra no século XVIII transformou o mundo em termos de economia e produtividade através do uso da tecnologia. De acordo com Bilbao (1997, apud FREITAS, 2016, p. 27), “a transformação do processo de trabalho associada à produção industrial, a mobilização em larga escala de indivíduos e máquinas, foi acompanhada, em escala mais ampla, pelo acidente de trabalho.”

Desta forma, a Revolução Industrial também deu início aos primeiros movimentos sindicais e às primeiras legislações para proteção da vida dos trabalhadores, o que levou a criação de índices para medição do desempenho da segurança do trabalho.

Cada vez mais, o setor industrial tem demonstrado preocupação em relação aos índices de segurança, uma vez que eles têm impacto significativo nos custos de produção e na imagem das empresas. Mesmo assim, acidentes no setor industrial continuam ocorrendo, sendo alguns deles de grande magnitude com múltiplas vítimas e incalculáveis prejuízos ambientais e financeiros.

Com a evolução e o crescimento das indústrias de processo, novos conceitos foram criados e agregados aos estudos de segurança. Hoje sabemos que as ações voltadas para a prevenção de acidentes no setor industrial podem ser divididas da seguinte forma:

- Segurança do ocupacional:

A segurança do trabalho / ocupacional corresponde ao conjunto de ciências e tecnologias empregadas com o objetivo de proteger o trabalhador em seu ambiente de trabalho, buscando evitar e/ou minimizar acidentes de trabalho, doenças ocupacionais e outras formas de agravo à saúde do trabalhador, protegendo sua integridade e capacidade para o trabalho. (ROCHA, 2021)

- Segurança de processos:

“Uma disciplina estruturada para gerenciar a integridade de sistemas e processos operacionais perigosos, pela aplicação de boas práticas de projeto, engenharia, operação e manutenção. Lida com a prevenção e controle de eventos com potencial de liberação de energia e materiais perigosos. Esses eventos podem causar efeitos tóxicos, incêndio ou explosão e, em última instância, podem resultar em ferimentos graves, danos materiais, perda de produção e impacto ambiental.” (API RP 754, 2021)

Observa-se que, no Brasil, os investimentos das empresas para melhorias na segurança são, majoritariamente, direcionados para a Segurança Ocupacional. Isto se deve principalmente a dois fatores:

1. As normas regulamentadoras existentes são voltadas principalmente para a prevenção de acidentes ocupacionais.

2. Acidentes ocupacionais ocorrem com maior frequência do que acidentes de Segurança de Processo.

Segundo Ponte Jr. (2015), os termos “segurança operacional” e “engenharia de segurança”, no Brasil, estão muito associados aos requisitos normativos impostos pelo Ministério do Trabalho. As normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho têm força de lei e o descumprimento destas normas pode gerar multas e encargos para as empresas e organizações. Já a prevenção dos grandes acidentes de Segurança de Processos ainda não é amplamente difundida no Brasil principalmente devido à falta de conhecimento em relação ao tema, deficiência de normas regulamentadoras e a baixa frequência de ocorrência de acidentes dessa natureza.

Porém, grandes acidentes de segurança de processos ocorridos nos últimos anos têm mudado a visão de empresas e governos em relação à segurança de processos, trazendo mais visibilidade e evidenciando a importância das ações de prevenção.

Dentre os principais acidentes de processo na indústria química e de óleo e gás ocorridos nos últimos anos, podemos citar:

- Rio de Janeiro, Brasil, 1972 (estocagem): a explosão no parque de esferas de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) na Refinaria Duque de Caxias (REDUQ) deixou 42 mortos e 40 feridos.
- Seveso, Itália, 1976 (planta de processo): um vazamento de dioxina (TCDD - 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina) deixou 193 pessoas intoxicadas e provocou a morte de 75 mil animais;
- Bhopal, Índia, 1984 (estocagem): uma dispersão de 40 ton de gás tóxico (Metil isocianato) causou mais de 4 mil mortes e 170 mil intoxicações;
- Texas, EUA, 2005 (refinaria): uma explosão em nuvem de vapor seguida de incêndio (Hidrocarboneto) deixou 15 mortos e 180 feridos.

Os grandes acidentes influenciaram a indústria e governos e trouxeram à tona a necessidade de elaboração de diretrizes, regulamentos e legislações que abordassem o tema, com o objetivo de evitar ou minimizar a ocorrência de acidentes industriais desta magnitude.

Toda a indústria deve ter como objetivo principal a eliminação ou gerenciamento dos cenários acidentais, sejam eles de origem ocupacional ou de processo. Um risco elevado não pode de nenhuma forma ser admitido por uma organização.

Em função dos impactos negativos que podem ser gerados para as pessoas, meio ambiente, patrimônio e imagem da companhia, todos os perigos e riscos relativos aos processos industriais devem ser identificados e mitigados adequadamente.

Neste contexto, as metodologias de análise de riscos de processo surgem como ferramentas poderosas para a identificação dos perigos envolvidos em processos industriais e classificação dos riscos de cada cenário acidental. De acordo com Ponte Jr. (2015), a redução da imprevisibilidade é alcançada através dos estudos e das análises de segurança sobre os cenários acidentais que identificam as vulnerabilidades e geram recomendações para a criação de barreiras e padrões operacionais preventivos.

Para o gerenciamento dos cenários que não podem ser eliminados, o conceito de ALARP (*As Low As Reasonably Practible* - tão baixo quanto razoavelmente praticável) deve ser utilizado para que as companhias possam operar em cenários de risco controlados. De acordo com a ANP, ALARP é o conceito de que todos os esforços para reduzir o risco devem ser contínuos até que o sacrifício adicional (relacionado a custo, tempo, esforço ou outro emprego de recursos) seja desproporcional à redução de risco alcançada.

Dentro de um processo industrial, deve-se sempre buscar a redução do risco, mesmo para os casos em que o risco já é baixo, mas é importante analisar se esta redução é possível e razoável. Riscos de classificação média / moderada, cuja redução não seja possível, são considerados como inerentes ao negócio / processo e, para que o conceito ALARP seja de fato aceitável, as barreiras desse cenário devem ser monitoradas continuamente de forma que não venham a aumentar a frequência do cenário por uma possível falha sob demanda. A ANP (2021), no seu Relatório Anual de Segurança Operacional, destaca três lições aprendidas que devem ser internalizadas pelos concessionários: conhecer os perigos e os riscos das instalações; garantir a efetividade das barreiras e conhecer todos os elementos críticos de segurança operacional contingenciados.

As barreiras de segurança preventivas e mitigadoras, identificadas em estudos de risco, devem ser dimensionadas adequadamente para redução da probabilidade de ocorrência e redução dos impactos dos acidentes. Sendo assim, é importante que o gerenciamento de segurança de processos atue no sistema de gestão de confiabilidade evitando a degradação e garantindo a integridade das barreiras de segurança. Nesse contexto ampliado de Gerenciamento de Segurança de Processos (*Process Safety Management – PSM*), a gestão de barreiras de segurança ganha força como elemento vital para evitar liberações não controladas e não planejadas de produtos perigosos e energia que podem gerar acidentes.

De acordo com Diniz (2010), a abordagem ampla e sistêmica de PSM é desenvolvida em conjunto com a preservação das barreiras preventivas e mitigadoras, cuja criticidade é determinada pela identificação dos principais cenários potenciais de acidentes e funções críticas dentre os ativos de processo.

Para garantir o correto funcionamento dos sistemas de gestão de barreiras de segurança, é fundamental que estes sistemas sejam devidamente auditados. A auditoria é uma etapa fundamental para um efetivo programa de gestão da segurança de processos pois tem o propósito de avaliar se os sistemas estão funcionando efetivamente e sugerir ações corretivas quando identificados desvios que comprometem o funcionamento desses sistemas.

Apesar da evidenciada importância desta ferramenta, a Auditoria de Integridade de Barreiras não é uma tarefa fácil e pode ter sua complexidade potencializada pelo grande número de instalações industriais, estudos de risco e tipos de barreiras de segurança identificadas. Para garantir a efetividade da Auditoria de Integridade de Barreiras e viabilizar sua aplicação em termos de tempo e recursos investidos, é fundamental a estruturação de critérios e ferramentas que garantam a objetividade com foco no que é realmente essencial para evitar e mitigar os cenários acidentais.

Desta forma, este trabalho se propõe a utilizar ferramentas existentes e amplamente conhecidas tais como *checklist* e *dashboard* de modo a facilitar o gerenciamento e a aplicação de auditorias de integridade de barreiras.

Com isto, busca-se garantir que cada tipo de barreira seja gerenciada e auditada com base em critérios claros e objetivos que efetivamente evitem acidentes de segurança de processos e garantam a integridade das pessoas, meio ambiente e instalações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: ANÁLISES DE RISCO E INTEGRIDADE DE BARREIRAS DE SEGURANÇA

Um Estudo de Análise de Risco deve ter como foco principal responder às seguintes perguntas:

O que pode acontecer de errado?

Quais são as causas básicas dos eventos não desejados?

Quais são as consequências?

Qual é a probabilidade de ocorrência dos eventos?

Os riscos são aceitáveis?

A análise de risco estuda as questões ligadas à produção de riscos, o que inclui, em sua faceta mais técnica, a utilização de métodos desenvolvidos pela segurança sistêmica ou direcionados por esta abordagem (SOUZA, 2000).

Conforme CEPRAM (2017) a análise de risco consiste no desenvolvimento de uma estimativa qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa do risco de um determinado empreendimento ou atividade, com base em uma avaliação de engenharia, utilizando técnicas específicas para identificação dos possíveis cenários de acidente, suas frequências e consequências associadas. A mesma fonte indica técnicas qualitativas que incluem Análise Preliminar de Risco (APR) e HazOp – *Hazard and Operability Study*; técnicas semi-quantitativas, como a Análise de Camadas de Proteção (LOPA – *Layers of protection analysis*); e técnicas quantitativas, que incluem as análises de consequências e vulnerabilidade e a Análise Quantitativa de Risco (AQR).

As técnicas de análise de risco são utilizadas para organizar as informações sobre riscos com o objetivo de reduzir a imprevisibilidade dos acidentes (PONTE JR., 2015). Este trabalho tem como premissa que nos estudos serão identificadas as barreiras de segurança preventivas que são os obstáculos que podem prevenir ou impedir um determinado evento perigoso e as barreiras mitigadoras que têm o objetivo de minimizar as consequências para os indivíduos e/ou ambiente.

A Nota Técnica N° 4/2022/SSM-CSO/SSM/ANP-RJ (ANP, 2022) apresenta a definição de barreiras e barreiras críticas:

Barreira: Mecanismos físicos (*hardware*) e procedimentos administrativos projetados ou executados para impedir ou mitigar acidentes. Sinônimo “Controles” e “Salvaguardas”.

Barreira Crítica: São as barreiras que atendem aos critérios definidos pelo Operador para serem consideradas como Elementos Críticos, conforme SGSO (Item 11.2 - Identificação dos Elementos Críticos de Segurança Operacional).

A ANP (2007), por meio do SGSO, classifica os elementos críticos de segurança operacional em três categorias:

Equipamento Crítico de Segurança Operacional: Qualquer equipamento ou elemento estrutural da Instalação que poderia, em caso de falha, causar ou contribuir significativamente para um quase acidente ou para um acidente operacional.

Sistema Crítico de Segurança Operacional: Qualquer sistema de controle de engenharia que tenha sido projetado para manter a Instalação dentro dos limites operacionais de segurança, parar total ou parcialmente a Instalação ou um processo, no caso de uma falha na segurança operacional ou reduzir a exposição humana às consequências de eventuais falhas.

Procedimento Crítico de Segurança Operacional: Um procedimento ou critério utilizado para controle de riscos operacionais.

Os elementos são considerados críticos quando essenciais para a prevenção ou mitigação ou que, em caso de falha, possam provocar um acidente operacional (ANP, 2007).

Após a identificação das barreiras críticas dos cenários de riscos é necessário que seja feito o devido gerenciamento dessas barreiras. Conforme a Nota Técnica N° 4/2022/SSM-CSO/SSM/ANP-RJ:

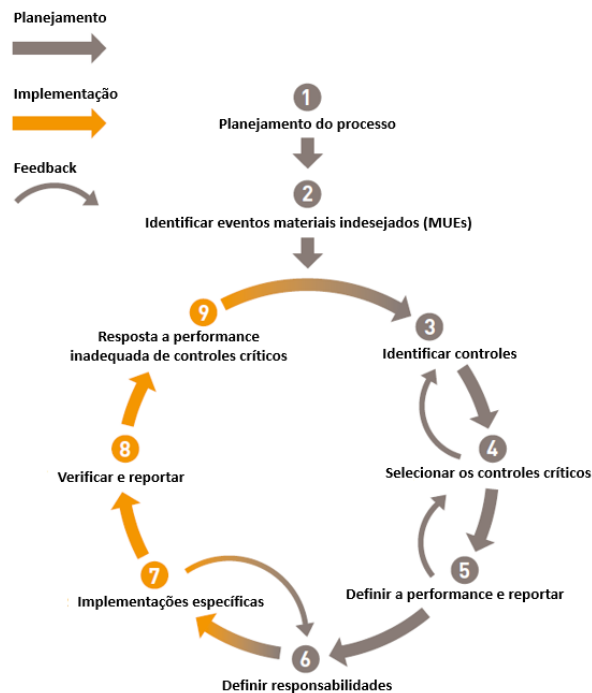
“Ressalta-se que a integridade e confiabilidade de uma barreira de segurança estão em constante degradação. Neste sentido, inspeções, testes e manutenções são disciplinas essenciais para identificar o momento em que determinada barreira deixa de cumprir suas funções conforme previsto em projeto, bem como para manter e restaurar a integridade e confiabilidade das barreiras. Fatores que levem a redução da confiabilidade de uma barreira, a níveis abaixo do previsto em projeto, devem ser considerados como uma degradação desta barreira” (ANP, 2022).

Um exemplo de gerenciamento de barreiras é o descrito por ICMM (2015) que indica as etapas necessárias para o efetivo gerenciamento de controles críticos:

- Identificar controles críticos;
- Avaliar sua adequação;
- Atribuir responsabilidades para sua implementação;
- Verificar sua eficácia na prática;

A Figura 1 apresenta as etapas do processo de gerenciamento de controles críticos proposto por ICMM (2015a):

Figura 1: Etapas do processo de gerenciamento de controles críticos.



Fonte: Traduzido de ICMM, 2015a

As etapas de 1 a 4 são relacionadas aos estudos de risco e seleção dos controles críticos. Ainda conforme o documento da ICMM, os controles críticos devem ter as seguintes características:

- São específicos para prevenir o risco ou minimizar suas consequências.
- Os requisitos de desempenho do controle podem ser especificados.
- O seu desempenho pode ser verificado.

As etapas 5 a 9 dizem respeito ao gerenciamento de controles críticos, onde define-se como o desempenho é verificado na prática e identificam-se os gatilhos de ações imediatas para interromper ou modificar a operação ou melhorar o desempenho de um controle crítico.

Um *checklist* e relatório, são necessários para verificar e relatar a saúde dos controles, para garantir que o risco está sendo gerenciado e que os controles estão sendo efetivos.

3. METODOLOGIA

Dada a importância da garantia da integridade das barreiras de segurança definidas em estudos de risco para a segurança de processos, faz-se necessária a aplicação de um

método estruturado para auditoria e monitoramento dinâmico da efetividade dos controles, especialmente no que diz respeito a instalações que ainda não aplicam nenhum tipo de gerenciamento de barreiras.

Antes de mais nada, para que isto seja possível, é necessário garantir que todos os equipamentos e instrumentos considerados como elementos críticos (EC) identificados e recomendados nos estudos de risco sejam cadastrados no *software* de engenharia de manutenção e identificados com o *status* de elemento crítico, para que assim o sistema sempre priorize esses equipamentos no momento da criação das programações semanais. A metodologia deste trabalho seguiu as etapas descritas a seguir.

3.1 Seleção de barreiras de segurança típicas utilizadas na indústria

Uma ferramenta para avaliação (auditoria) e monitoramento da integridade de barreiras deve possuir critérios para determinar se a barreira de segurança é considerada como íntegra ou degradada.

Desta forma, a primeira etapa deste trabalho consistiu na seleção de barreiras típicas definidas em estudos de risco utilizadas na indústria, sendo algumas delas preventivas e outras mitigadoras. Esta definição foi feita com base na experiência dos autores deste trabalho que atuam em setores diversos da indústria.

As barreiras típicas (preventivas e mitigadoras) selecionadas para aplicação das ferramentas propostas cobrem a grande maioria dos riscos de segurança de processos e são adaptáveis a qualquer tipo de indústria. Eles estão listados abaixo:

- Barreiras de segurança Preventivas:
 - Procedimentos operacionais.
 - Dispositivos contra bloqueio inadvertido.
 - Procedimento de resposta do operador a um alarme.
 - Sistemas de intertravamento.
 - Sistemas de alívio de pressão.
 - Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).
- Barreiras de segurança Mitigadoras:
 - Diques de contenção.
 - Sistemas de detecção de gases inflamáveis.

- Plano de Atendimento a Emergências (PAE).
- Sistemas de combate a incêndios.

3.2 Critérios para avaliação da integridade de barreiras de segurança típicas aplicadas na indústria

Uma vez escolhidas as principais barreiras de segurança típicas aplicados em estudos de risco, foram listados os critérios para avaliação da integridade de cada barreira de acordo com a sua natureza. Estes critérios levaram em consideração fatores tais como:

- Correto dimensionamento e instalação de equipamentos.
- Condições físicas dos equipamentos em campo.
- Testes de funcionalidade realizados.
- Planos de manutenção aplicáveis.
- Comprovação de capacitação de funcionários.

Como exemplo, o Quadro 1 abaixo apresenta os critérios de avaliação de integridade listados para sistemas de alívio de pressão. Os critérios de avaliação de integridade para as demais barreiras de segurança típicas selecionadas para este trabalho podem ser encontrados no Apêndice I.

Quadro 1: Critérios para avaliação de integridade de sistemas de alívio de pressão.

Item	Descrição
1.	O estado de conservação do sistema de alívio está adequado? Aspectos verificados: corrosão, vazamento aparente, integridade, etc.
2.	Existe plano de inspeção e manutenção do sistema de alívio? O plano está sendo cumprido?
3.	O plano permite a rastreabilidade (equipamentos identificados) das inspeções e das manutenções?
4.	Existe laudo ou projeto de engenharia atualizado, que especifique as pressões de calibração dos dispositivos de alívio?
5.	Os sistemas de alívio estão desobstruídos (sem bloqueio ou com bloqueio utilizando Dispositivo de Segurança Contra Bloqueio Inadvertido)? Referência: NR-13, item 13.6.2.

Fonte: Elaboração própria, 2022.

As respostas a cada um dos critérios de avaliação devem acompanhar evidências de comprovação. O Quadro 2 mostra alguns critérios de avaliação e exemplos de evidências para as principais barreiras de segurança típicas.

Quadro 2: Critérios de avaliação e evidências para algumas barreiras típicas.

Tipo de Barreira	O que verificar?	Evidências comuns
Procedimentos operacionais, procedimento de resposta do operador a um alarme, procedimento de resposta a emergências.	Documento atualizado e cadastrado no sistema de gerenciamento de documentos.	Captura de telas do sistema de gerenciamento de documentos.
	Treinamento dos funcionários.	Listas de presença, materiais de treinamento, verificações de aprendizagem, entrevistas com os operadores.
Dispositivos contra bloqueio inadvertido.	Lacres, cadeados e outros dispositivos de bloqueio instalados em campo.	Fotos das instalações em campo.
	Sistemas de gerenciamento de dispositivos.	<i>Checklist's</i> de inspeção, permissões de remoção de bloqueio.
Sistemas instrumentados de segurança.	Instrumentos devidamente calibrados e instalados, funções de intertravamento testadas.	Inspeções em campo, registro de calibração, ordens de serviço de execução do plano de manutenção e registro de testes de intertravamento.
Sistemas de alívio de pressão	Correto dimensionamento, instalação e calibração.	Projetos de dimensionamento, inspeções em campo e certificados de calibração e manutenção.
Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).	Correto dimensionamento, instalação e manutenção.	Laudo técnico de adequação ou inspeção dos sistemas de aterramento e SPDA, ordens de serviço de execução do plano de manutenção.
Diques de contenção	Correto dimensionamento e estanqueidade.	Desenho dimensional e laudo técnico de coeficiente de permeabilidade do piso e paredes.
Sistemas de detecção e combate a incêndios.	Correto dimensionamento, instalação, funcionamento, conservação e utilização.	Projeto de instalação, laudo de aprovação do corpo de bombeiros, <i>checklist</i> de inspeção, registros de testes, registros de treinamentos.

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Todas as evidências deverão ser verificadas pelo auditor, com o objetivo de avaliar a eficácia e correto funcionamento das barreiras de segurança.

3.3 Priorização das recomendações de acordo com o potencial de degradação das barreiras

De modo a facilitar a priorização das recomendações da auditoria de barreiras, cada um dos critérios de avaliação de cada tipo de barreira foi classificado da seguinte forma:

- **Critério de categoria “A”:** o não atendimento ao critério configura total degradação da barreira de proteção. Exemplo: “Os testes de intertravamentos estão sendo executados conforme frequência estabelecida no plano de manutenção?”. Caso os testes não estejam sendo feitos, não há garantia de que os intertravamentos irão funcionar sob demanda.
- **Critério de categoria “B”:** o não atendimento ao critério NÃO configura total degradação da barreira de proteção, porém traz algum prejuízo para o seu funcionamento que, em caso de agravamento, pode levar a degradação parcial ou, no pior caso, total. Exemplo: “Existe procedimento escrito ou instrução de trabalho que incluam as diretrizes para os testes de funcionamento do intertravamento?”. O fato de não haver um procedimento escrito para os testes não quer dizer necessariamente que eles não sejam feitos. Mas não há garantia de que estejam sendo feitos corretamente, o que gera um prejuízo para a barreira.
- **Critério de categoria “C”:** critérios classificados nessa categoria configuram itens de boa prática e sugestões de melhorias. O não atendimento ao critério NÃO configura degradação da barreira de proteção. A recomendação correspondente pode ou não ser seguida pela instalação. Exemplo: “Os testes de intertravamento foram avaliados por grupo multidisciplinar (operação/ manutenção)?” É uma boa prática que representantes da operação e da manutenção (elétrica/automação) estejam envolvidos nos testes de intertravamentos críticos.

Durante a auditoria de barreiras, cada critério deve ser avaliado de acordo com as opções de resposta abaixo:

- **Resposta “SIM”:** A barreira avaliada atende totalmente ao critério. É necessário apresentar evidências do atendimento ao critério. Não é necessária nenhuma recomendação.
- **Resposta “PARCIAL”:** A barreira avaliada atende parcialmente ao critério. É necessário apresentar evidências do atendimento parcial ao critério e justificativa do não atendimento total. É necessário gerar uma recomendação de ação para solucionar o *gap* e passar a atender totalmente ao critério.
- **Resposta “NÃO”:** A barreira avaliada não atende ao critério. É necessário apresentar justificativa do não atendimento e gerar uma recomendação de ação para solucionar o *gap* e passar a atender totalmente ao critério.

De acordo com a categoria e a resposta de cada critério, é possível definir um potencial qualitativo de degradação da barreira de proteção avaliada, conforme abaixo:

- **Potencial de degradação “Alto”:** a barreira pode estar totalmente degradada e tem um alto potencial de falhar sob demanda. As ações corretivas definidas possuem alta prioridade. Deve ser considerada a interrupção da operação, caso a inoperância leve o risco para classificação não tolerável, até que um plano de contingência seja apresentado e aprovado pela diretoria de operações.
- **Potencial de degradação “Médio”:** a barreira pode estar parcialmente degradada e tem um potencial médio de falhar sob demanda. A diretoria de operações deve ser comunicada e as ações corretivas devem ser implementadas em um prazo máximo de 12 meses. A barreira deve ser monitorada e, caso constatada a inoperância, é possível que o risco seja levado para classificação não tolerável da matriz de riscos do *HazOp*. Neste caso, um plano de contingência deve ser elaborado e acompanhado até a finalização da implementação das recomendações.
- **Potencial de degradação “Baixo”:** a barreira não está degradada. A implementação de recomendações de melhorias e implementação de boas práticas é opcional e os prazos deverão ser negociados com a gerência da instalação.

A definição do potencial qualitativo de degradação das barreiras de segurança de acordo com a categoria e a resposta de cada critério está mostrada no Quadro 3.

Quadro 3: Potencial qualitativo de degradação das barreiras de segurança.

	Resposta “SIM”	Resposta “PARCIAL”	Resposta “NÃO”
Categoria A	Potencial Baixo	Potencial Médio	Potencial Alto
Categoria B	Potencial Baixo	Potencial Baixo	Potencial Médio
Categoria C	Potencial Baixo	Potencial Baixo	Potencial Baixo

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Conforme mencionado acima, no caso de inoperância comprovada de uma barreira de proteção, deverá ser avaliada junto com a diretoria de operações a possibilidade de interrupção da operação até que um plano de contingência seja executado.

O plano de contingência poderá ser elaborado com base na reavaliação do cenário do estudo de risco considerando ações para o funcionamento seguro do sistema até o reestabelecimento da funcionalidade da barreira prevista. O plano de contingência deverá ser anexado ao relatório da auditoria.

A falha de uma barreira crítica deve ser investigada e ações devem ser tomadas a fim de evitar recorrência. Lições aprendidas, dados e informações da investigação devem ser usados para melhorar continuamente o gerenciamento da barreira.

3.4 Governança da auditoria de barreiras

É recomendado que a auditoria de barreiras conforme metodologia descrita acima seja aplicada no mínimo a cada ano em instalações industriais que manuseiam produtos químicos perigosos.

Os especialistas de segurança de processos das empresas costumam ser responsáveis pela aplicação da auditoria das barreiras de segurança definidas em estudos de risco para cenários de severidade alta (elementos críticos), porém é boa prática a realização dessa atividade com equipe multidisciplinar.

Conforme PONTE JR. (2015), os cenários de severidade alta são aqueles que tem potencial de gerar consequências críticas ou catastróficas conforme descrito a seguir:

- **Cenário de consequência catastrófica:**

Pessoas: Múltiplas fatalidades intramuros ou fatalidade extramuros;

Patrimônio / continuidade Operacional: Danos que podem levar a perda da instalação industrial;

Meio Ambiente: Danos severos em áreas sensíveis ou que se estendem para outros locais;

Imagem: Impacto Internacional.

- **Cenário de consequência crítica:**

Pessoas: Fatalidade intramuros ou lesões graves extramuros;

Patrimônio / continuidade Operacional: Danos severos a sistemas;

Meio Ambiente: Danos severos localizados com reparação lenta;

Imagem: Impacto nacional.

A auditoria deve ser aplicada através de revisão de documentos, inspeções em campo e entrevistas com os funcionários. É obrigatório a presença de representantes dos times de operações e manutenção. A consulta a outros setores deverá ser feita sob demanda.

Ao final da auditoria, a lista de recomendações geradas, já com suas devidas prioridades, deverá ser enviada para a gerência de produção da instalação para definição de prazos, responsáveis pela implementação e pela verificação de eficácia.

Além disto, o time de produção em conjunto com os especialistas em segurança de processos deverá criar os planos de contingência relacionados às barreiras identificadas como totalmente degradadas.

O plano de ação com as recomendações da auditoria deverá ser aprovado pela diretoria de operações da instalação e registrado de preferência em um sistema *online* de gerenciamento de planos de ação para que as ações sejam devidamente acompanhadas até o seu fechamento e validação de eficácia.

3.5 Relatório final de auditoria e relatório gerencial

Ao final da auditoria de barreiras, o auditor deverá emitir um relatório final contendo todas as informações pertinentes à auditoria. O relatório deve conter no mínimo as seguintes informações:

- Dados gerais da instalação.
- Dados dos participantes da auditoria.
- Dados do estudo de risco que gerou as barreiras auditadas.
- Os cenários de risco e suas consequências.

- Os *checklist's* preenchidos para avaliação de cada barreira incluindo critérios de avaliação, categoria de cada critério, respostas, evidências, potenciais de degradação e recomendações.
- Registro fotográfico;
- Plano de ação para implementação das recomendações.
- Planos de contingência para elementos críticos degradados.

Além do relatório final da auditoria, deverá ser gerado um relatório gerencial para acompanhamento dos planos de ação gerados no formato de *dashboard* contendo as seguintes informações:

- Gráfico do tipo “pizza” com a porcentagem do número de recomendações da auditoria por setor responsável.
- Gráfico do tipo “mapa de árvore” com o número de recomendações por tipo de barreira de proteção.
- Gráfico de linhas horizontais com o número de não conformidades com potencial de degradação alto, médio e baixo de cada barreira auditada.
- Lista de recomendações da auditoria em ordem de prioridade.
- Gráfico de linhas com os prazos de conclusão das recomendações e acompanhamento da execução.

O objetivo do relatório gerencial é proporcionar em uma única página uma visão geral dos resultados da auditoria e as ações a serem implementadas. Mas ele também pode ser utilizado como forma de gerenciamento das barreiras de segurança nos períodos entre auditorias como forma de manter o monitoramento contínuo da saúde dos elementos críticos da instalação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de testar a metodologia acima proposta, foi aplicada uma auditoria de barreiras de segurança em um sistema de separação gás/líquido de produção de petróleo. O objetivo desta seção é apresentar os resultados do estudo de caso utilizado como projeto piloto para verificação da metodologia e discutir os seus benefícios.

4.1 Descrição do sistema

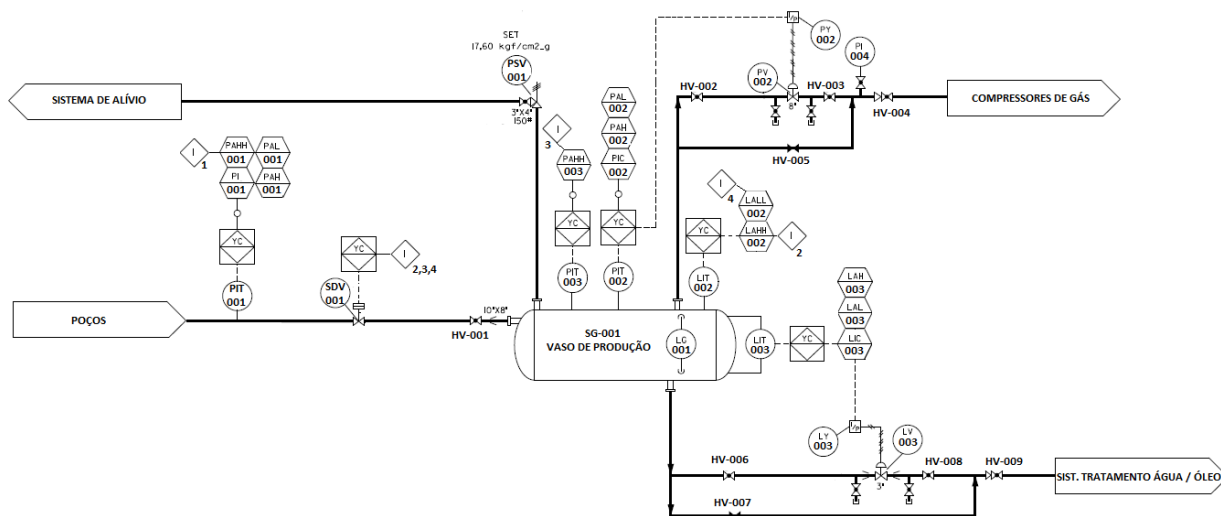
A Estação de Separação A recebe a produção de petróleo do Campo de Produção A e processa e direciona todo o inventário para o sistema de separação gás/líquido, que tem como objetivo separar os fluidos em duas correntes (gás e líquido). O sistema de separação é composto por um vaso separador de produção (SG-001).

Algumas premissas foram adotadas para a avaliação de risco do sistema:

1. Toda a produção dos poços do campo é alinhada para o vaso separador de produção (SG-001)
2. O gás separado no SG-001 segue para o sistema de compressão de gás.
3. O líquido separado segue para o sistema de tratamento água / óleo.
4. Dados do SG-001: PMTA = 19,0 kgf/cm², Set PSV-001 = 17,6 kgf/cm², Intertravamento pressão muito alta = 12,0 kgf/cm².
5. A descarga da PSV-001 é direcionada para o sistema de alívio.
6. O intertravamento de pressão fecha a SDV-001 e para os poços por pressão muito alta no SG-001.
7. O intertravamento de nível fecha a SDV-001 e para os poços por nível muito alto ou nível muito baixo no SG-001.

A Figura 2 abaixo mostra o diagrama de processo e instrumentação (P&ID) do sistema.

Figura 2: Diagrama de Processo e Instrumentação do Sistema de separação gás/líquido de produção de petróleo.



4.2 Elementos críticos

Por se tratar de um sistema que envolve produtos inflamáveis e que, portanto, é considerado de alta periculosidade, uma Análise de Riscos de Processo foi realizada utilizando a metodologia HazOp.

Para a análise de risco foi adotado o modelo de matriz de classificação de riscos (Figura 3) apresentada por Ponte Jr (2015, p. 334).

Figura 3: Matriz de Classificação de Riscos.

Categorias de Frequência											
Descrição / Características					A	B	C	D	E		
					Extremamente Remota	Remota	Pouco Provável	Possível	Frequente		
					Conceitualmente possível, mas sem referências na indústria.	Não esperado ocorrer, apesar de haver referências em instalações similares na indústria.	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil de um conjunto de unidades similares.	Possível de ocorrer uma vez durante a vida útil da instalação.	Possível de ocorrer muitas vezes durante a vida útil da instalação.		
Categorias de Severidade das Consequências	V	Catastrófica	Múltiplas fatalidades intramuros ou fatalidade extramuros	Danos catastróficos podendo levar à perda da instalação industrial	Danos severos em áreas sensíveis ou se estendendo para outros locais	Impacto internacional	M	M	NT	NT	NT
	IV	Crítica	Fatalidade intramuros ou lesões graves extramuros	Danos severos a sistemas (reparação lenta)	Danos severos com efeito localizado	Impacto Nacional	T	M	M	NT	NT
	III	Média	Lesões graves intramuros ou lesões leves extramuros	Danos moderados a sistemas	Danos moderados	Impacto Regional	T	T	M	M	NT
	II	Marginal	Lesões leves	Danos leves a sistemas / equipamentos	Danos leves	Impacto Local	T	T	T	M	M
	I	Desprezível	Sem lesões, ou no máximo casos de primeiros socorros	Danos leves a equipamentos sem comprometimento da continuidade operacional	Danos insignificantes	Impacto insignificante	T	T	T	T	M

Fonte: adaptação da Tabela 20 de Ponte Jr (2015, p. 334).

Durante o a análise, foram identificados 12 cenários com risco moderado, porém com consequências consideradas críticas (consequência IV da matriz de classificação de riscos). As barreiras de segurança identificadas para estes cenários são, portanto, consideradas como elementos críticos e devem ser devidamente auditados para garantir que irão atuar corretamente sob demanda prevenindo o cenário ou mitigando as consequências geradas.

Para o estudo de caso, foi adotado o critério de que todas as barreiras de segurança (preventivas ou mitigadoras) associadas a cenários cuja severidade das consequências é crítica (IV) ou catastrófica (V) são elementos críticos.

A planilha completa do HazOp realizado pode ser encontrada no Apêndice II. Os elementos críticos identificados foram:

Barreiras Preventivas:

- Intertravamento do transmissor de pressão PIT/PSHH-001 desligando os poços por pressão muito alta na entrada do vaso de produção SG-001.
- Intertravamento do transmissor de pressão PIT-003 fechando a válvula automática SDV-001 e desligando os poços por pressão alta no vaso de produção SG-001.
- Intertravamento do transmissor de nível LIT/LAH-002 fechando a válvula automática SDV-001 por nível alto no vaso de produção SG-001.
- Válvula de alívio de pressão PSV-001 instalada no vaso de produção SG-001.

Barreiras Mitigadoras:

- Plano de Atendimento a Emergências.
- Sistema de Combate a Incêndios.

4.3 Resultados da auditoria

Barreiras Preventivas

A auditoria das Barreiras Preventivas do sistema de separação gás/líquido de produção de petróleo apontou irregularidades graves em todos os elementos auditados, apontando falhas que podem comprometer totalmente o funcionamento das barreiras sob demanda (potencial de degradação classificado como “Alto”).

No que diz respeito aos intertravamentos, as falhas mais preocupantes estão relacionadas ao cumprimento dos planos de inspeção e manutenção dos instrumentos, e realização de testes de intertravamento. Também foi identificado que o transmissor de nível do vaso de produção LIT-002 estava em falha na tela do supervisão, no momento da auditoria.

Ainda com relação aos intertravamentos, também foram identificadas não conformidades de prioridade mais baixa (potencial de degradação classificado como “Médio”), principalmente relacionadas procedimentos de testes e treinamento de pessoal.

A auditoria do dispositivo de alívio de pressão PSV-001 em campo não evidenciou placa de identificação do equipamento, o que gerou uma não conformidade de alta prioridade já que a falta de identificação da válvula pode prejudicar o cumprimento do plano de inspeção, manutenção e calibração do equipamento (potencial de degradação classificado como “Alto”).

Além disso, foi identificada uma válvula manual instalada na tubulação de entrada da PSV-001. No momento da auditoria, a válvula manual estava na posição aberta, não prejudicando o funcionamento da PSV. Porém não foi evidenciado nenhum tipo de dispositivo de proteção contra bloqueio inadvertido (lacre, cadeado, etc.), o que representa um risco para o funcionamento da barreira, uma vez que a válvula pode ser indevidamente fechada durante a operação do sistema (potencial de degradação classificado como “Médio”).

Barreiras Mitigadoras

Em relação ao Plano de Atendimento a Emergências da instalação, foram encontradas não conformidades graves (potencial de degradação classificado como “Alto”) relacionados a atualização do plano, governança de pontos de melhoria identificados durante os simulados e distribuição dos brigadistas entre os turnos.

Outras não conformidades com potencial de degradação “Médio” estão relacionadas a inclusão de cenários de risco específicos, treinamento da brigada de emergência e teste dos alarmes de emergência.

Não foram encontradas não conformidades com potencial de degradação “Alto” no sistema de combate a incêndios.

Contudo, foram encontrados alguns pontos de melhoria relacionados à manutenção preventiva e ao estado de conservação do sistema (presença de vazamentos, pontos de corrosão, etc.). Conclui-se que o sistema de combate a incêndio se encontra com potencial de degradação “Médio” e deve ser monitorado até que o plano de adequação da auditoria seja devidamente executado.

Os *checklist's* completos preenchidos durante a auditoria bem como a lista completa de recomendações por ordem de prioridade podem ser encontradas no Apêndice III e Apêndice IV.

4.4 Relatório Gerencial (*Dashboard*)

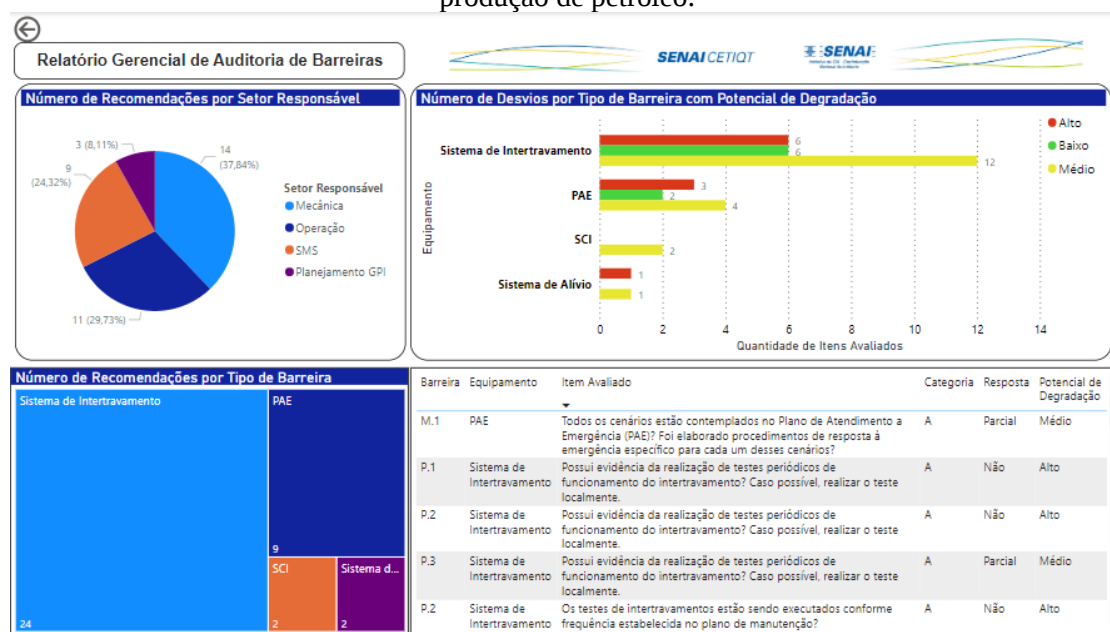
Conforme metodologia, um relatório gerencial foi criado com base nos dados obtidos durante a auditoria. Este relatório tem como objetivo principal apresentar os resultados da auditoria de forma clara e objetiva. Porém, ele também pode e deve ser utilizado pela equipe da instalação para gerenciar a lista de recomendações da auditoria e monitorá-las até o seu fechamento.

As informações contidas no relatório incluem:

- Gráfico do tipo “pizza” com a porcentagem do número de recomendações da auditoria por setor responsável.
- Gráfico do tipo “mapa de árvore” com o número de recomendações por tipo de barreira de proteção.
- Gráfico de barras horizontais com o número de não conformidades com potencial de degradação alto, médio e baixo de cada barreira auditada.
- Lista de recomendações da auditoria em ordem de prioridade.
- Gráfico de linhas com os prazos de conclusão das recomendações e acompanhamento da execução.

As Figuras 4 e 5 mostram imagens do relatório gerencial construído utilizando a ferramenta Power BI da Microsoft a partir dos dados da auditoria de barreiras realizada nos elementos críticos do sistema de separação gás/líquido de produção de petróleo.

Figura 4: Relatório gerencial de auditoria de barreiras do sistema separação gás/líquido de produção de petróleo.



Utilizando o primeiro gráfico mostrado na Figura 4 (gráfico de “pizza” localizado no canto superior esquerdo), é possível observar que o setor de manutenção mecânica será o mais demandado para execução das ações provenientes da auditoria, seguido pelos setores de operação e segurança do trabalho.

Através do gráfico de “mapa de árvore” (localizado no canto inferior esquerdo) pode-se observar claramente que o maior número de recomendações está relacionado a sistemas de intertravamentos. Com base nesse resultado, recomenda-se que a instalação realize um autodiagnóstico para identificar possíveis oportunidades de melhorias no gerenciamento de intertravamentos, uma vez que podem existir outras falhas ocultas que não foram identificadas durante a auditoria de barreiras.

O segundo colocado em termos de número de recomendações foi o Plano de Atendimento a Emergências da instalação, o que já era esperado devido a sua alta complexidade e ao alto número de controles administrativos envolvidos.

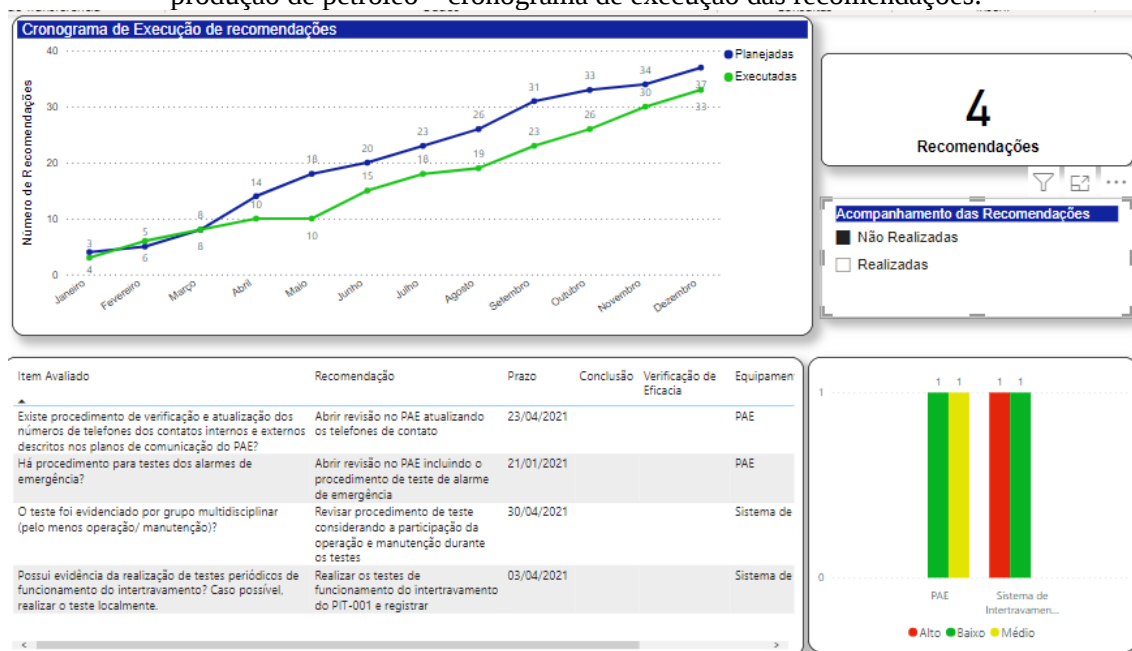
No *dashboard*, o mapa de árvore também tem uma função de filtro. Ao clicar em cada uma das barreiras, os demais elementos do *dashboard* mostrarão as informações da barreira selecionada.

O código de cores utilizado no gráfico de barras horizontais (canto superior direito), facilita a identificação de barreiras com potencial alto de degradação. Neste caso, as barreiras “Sistema de Intertravamento”, “Plano de Atendimento” a “Emergências e Sistemas de Alívio” apresentam barras em vermelho que representam recomendações de

prioridade alta que deverão ser executadas o mais breve possível de modo a reestabelecer o funcionamento das barreiras correspondentes.

As descrições detalhadas das recomendações da auditoria podem ser visualizadas na lista apresentada no canto inferior direito.

Figura 5: Relatório gerencial de auditoria de barreiras do sistema separação gás/líquido de produção de petróleo – cronograma de execução das recomendações.



Após a realização da auditoria, a lista de recomendações foi transformada em um plano de ação com responsáveis e datas limite para conclusão.

O gráfico de linha azul mostrado no canto superior esquerdo da Figura 5 mostra o número de recomendações que deverão ser concluídas em cada mês durante todo o período de execução do plano de ação. À medida que as ações forem sendo executadas, as datas de conclusão poderão ser inseridas no banco de dados do dashboard e estas ações serão representadas através do gráfico de linha verde. O *gap* existente entre as linhas verde e azul representa atrasos (ou adiantamento) das ações. Ao longo do tempo, caso esteja sendo observado aumento do *gap* entre o número de ações planejadas e executadas (atrasos no plano de ação - linha verde abaixo da linha azul), recomenda-se uma reavaliação em conjunto com os responsáveis pelas ações para identificar e/ou redistribuir recursos necessários para a execução do plano.

No canto superior direito da Figura 5, é mostrado o número total de recomendações e, logo abaixo, há um filtro que pode ser utilizado para visualizar as ações realizadas e não realizadas separadamente. O filtro influencia os demais elementos da página.

O gráfico de barras no canto inferior direito mostra as recomendações de acordo com a prioridade. Em combinação com filtro explicado no parágrafo anterior, é possível verificar facilmente, por exemplo, o nível de prioridade das ações atrasadas.

A lista de recomendações e o mapa de árvore apresentados na Figura 5 são os mesmos mostrados na Figura 4 e funcionam de maneira semelhante.

5. CONCLUSÕES

A garantia da integridade de barreiras de segurança definidas em estudos de risco é um fator essencial para evitar acidentes graves de segurança de processo. A auditoria de barreiras é uma ferramenta poderosa para garantir que as barreiras de segurança estejam em plena operação e que irão funcionar adequadamente sob demanda.

Porém, processos complexos e que envolvem grandes quantidades de produtos perigosos normalmente demandam de um grande número de barreiras de segurança para garantir que os riscos envolvidos estejam em níveis aceitáveis.

Desta forma, é de extrema importância a correta priorização das barreiras que deverão ser auditadas de acordo com a severidade das consequências dos cenários de risco correspondentes. A auditoria de barreiras é um trabalho detalhado e, portanto, demanda muitas horas de dedicação da equipe envolvida. É importante garantir que estas horas sejam investidas na avaliação das barreiras mais críticas de cada sistema.

Além da priorização das barreiras de segurança, para garantir o sucesso da auditoria, é fundamental que seja aplicada uma metodologia estruturada com critérios claros de avaliação. É também de extrema importância que os critérios de avaliação sejam devidamente categorizados de forma a facilitar a priorização das recomendações geradas durante a auditoria. Assim, a equipe responsável pela instalação poderá investir recursos nas ações que realmente garantam a integridade das barreiras de segurança.

A metodologia apresentada acima mostrou-se eficaz no que diz respeito à avaliação de barreiras críticas, uma vez que os critérios listados são específicos para cada tipo de barreira e abrangem diversos aspectos que vão desde pontos críticos para garantia da funcionalidade da barreira até boas práticas e sugestões de melhoria. Um grande benefício da metodologia é a facilidade de transmissão da informação e melhoria da comunicação entre as áreas e suporte a tomada de decisão gerencial através do uso do *dashboard*.

A categorização dos critérios e a classificação do potencial de degradação (“Alto”, “Médio” ou “Baixo”) de acordo com as respostas a cada item tornam o processo de

priorização das recomendações uma etapa automática e deixam claro quais são os pontos mais urgentes nos quais a equipe da instalação tem que focar para garantir a segurança do processo.

É importante lembrar que a auditoria deve ser conduzida por um profissional experiente em segurança de processos e, de preferência, envolvendo uma equipe multidisciplinar. Isto garante que as respostas a cada um dos critérios de avaliação correspondam à realidade da instalação.

O relatório final da auditoria e o relatório gerencial (*dashboard*) são ferramentas importantes para documentar os resultados do trabalho e gerenciar a execução das recomendações geradas. Porém, mais importante do que os relatórios é a garantia da governança do processo de auditoria. É necessário que a liderança da instalação e todos os envolvidos nas operações da unidade entendam a importância da garantia da integridade das barreiras de segurança e estejam cientes das consequências que podem ser geradas caso uma ou mais barreiras se encontrem em estado de degradação e não esteja apta a funcionar corretamente sob demanda.

REFERÊNCIAS

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **NOTA TÉCNICA Nº 4/2022/SSM-CSO/SSM/ANP-RJ:** Metodologia para a realização de Autodiagnóstico/Auditoria de Barreiras. Disponível em <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/arq/nota-tecnica-ssm-cso-4-2022.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Relatório Anual de Segurança Operacional das Atividades de Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural 2021.** Disponível em < https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/arq/raso/v0_2021_relatorio-anual-de-seguranca-operacional.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução 43 de 06/12/2007:** Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional das Instalações Marítimas de Perfuração e Produção de Petróleo e Gás Natural (SGSO). Disponível em < https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/arq/regulamento_sgso.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

API RP 754 – AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API RP 754:** Process Safety Performance Indicators for the Refining And Petrochemical Industries. 3.ed. 2021.

CEPRAM – Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CEPRAM Nº 4.578 de 29 de setembro de 2017.**

DINIZ, Américo; ALMEIDA, Ana Cristina Costa; FRANÇA, Sandro Ricardo R. de Oliveira. **Desenvolvimento de programa de segurança de processo**: Um caso de sucesso entre a BRANSKEM e a DNV. 13º Congresso de Atuação Responsável, São Paulo, 2010.

FREITAS, Luís Conceição. **Manual de Segurança e Saúde do Trabalho**. 3.ed. Lisboa: Edições Sílabo, LDA, 2016

ICMM – International Council on Mining & Metals. **Critical Control Management – Implementation Guide**. 2015a. Disponível em < <https://www.icmm.com/en-gb/guidance/health-safety/2015/ccm-implementation-guide>>. Acesso em: 11 nov. 2022

ICMM – International Council on Mining & Metals. **Health and Safety Critical Control Management – Good Practice Guide**. 2015b. Disponível em < <https://www.icmm.com/en-gb/guidance/health-safety/2015/ccm-good-practice-guide>>. Acesso em: 11 nov. 2022

PONTE JR., Gerardo Portela da. **Gerenciamento de riscos na indústria de petróleo e gás**. Conceitos e casos offshore e onshore - 1. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

ROCHA, Marco Aurélio da. Segurança de Processo X Segurança Ocupacional – Parte 1. **Revista Emergência**, Novo Hamburgo, jun/2021. Disponível em: <https://revistaemergencia.com.br/blogs/seguranca-de-processo-x-seguranca-ocupacional-parte-1/>. Acesso em: 14 ago. 2022.

SOUZA, Carlos Augusto Vaz de. **Análise de acidentes de trabalho em indústrias de processo contínuo** – estudo de caso na Refinaria de Duque de Caxias, RJ. Rio de Janeiro, abr. 2000. Disponível em <<http://teses.iciet.fiocruz.br/pdf/souzacavm.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

APÊNDICE I – Lista de verificação para as barreiras de segurança mais comuns.

Quadro 4: Critérios para avaliação de integridade de procedimentos operacionais.

Item	Descrição
1.	Existe procedimento escrito ou instrução de trabalho que inclua as manobras operacionais e alinhamentos críticos para controle do cenário?
2.	O documento está disponível e de fácil acesso para todas as pessoas envolvidas?
3.	O documento foi devidamente divulgado?
4.	O procedimento ou instrução de trabalho é frequentemente/periodicamente revisado conforme prazo estabelecido?
5.	As pessoas envolvidas na operação foram treinadas e possuem registro de treinamento no procedimento/instrução de trabalho?
6.	Treinamentos são ministrados por pessoal capacitado com comprovado conhecimento e experiência na operação?
7.	As pessoas treinadas são avaliadas após o término do treinamento?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 5: Critérios para avaliação de integridade de dispositivos contra bloqueio inadvertido.

Item	Descrição
1.	Um dispositivo contra bloqueio inadvertido (lacre, cadeado, etc.) está instalado em campo?
2.	A válvula bloqueada está na posição correta?
3.	O bloqueio está devidamente identificado com <i>tag</i> da válvula, posição correta e número de identificação do dispositivo de bloqueio?
4.	Existe um sistema administrativo (procedimento, <i>checklist</i>) para gerenciamento dos dispositivos de bloqueio?
5.	Os operadores entendem o motivo da instalação do dispositivo?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 6: Critérios para avaliação de integridade de procedimentos de resposta do operador a um alarme.

Item	Descrição
1.	Existe procedimento escrito para resposta do operador ao alarme?
2.	O procedimento descreve de forma clara como identificar o alarme e quais as ações de resposta necessária?
3.	Existe um estudo que comprove que a resposta ao alarme pode ser executada em tempo hábil para interromper o desenvolvimento do cenário antes que eventos de perda ocorram?
4.	O documento está disponível e de fácil acesso para todas as pessoas envolvidas?
5.	O documento foi devidamente divulgado?
6.	O procedimento é periodicamente revisado conforme prazo estabelecido?
7.	As pessoas envolvidas na operação foram treinadas e possuem registro de treinamento no procedimento?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 7: Critérios para avaliação de integridade de sistemas de intertravamento.

Item	Descrição
1.	Os sistemas de intertravamento estão inseridos nos planos de inspeção e manutenção da instalação, incluindo os instrumentos que compõem os intertravamentos e os testes da lógica?
2.	O plano de inspeção e manutenção está sendo cumprido conforme prazo planejado?
3.	Há evidência da realização de testes periódicos de funcionamento do intertravamento?
4.	Os testes de intertravamento estão sendo executados conforme frequência estabelecida no plano de manutenção?
5.	O laudo do teste com parecer APROVADO foi dado por um grupo multidisciplinar ou especialista?
6.	Os testes são feitos por pessoas capacitadas?
7.	O instrumento está operativo (sem sinal de falha) no supervisório?
8.	Existe procedimento escrito ou instrução de trabalho que inclua as diretrizes para os testes de funcionamento do intertravamento?
9.	As pessoas envolvidas na operação foram treinadas e possuem registro de treinamento no procedimento/instrução de trabalho para os testes de funcionamento do intertravamento?
10.	Os procedimentos ou instruções de trabalho são periodicamente revisados conforme prazo estabelecido?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 8: Critérios para avaliação de integridade de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA).

Item	Descrição
1.	Existe projeto para o SPDA?
2.	A unidade possui laudo de aterramento e SPDA válidos?
3.	Existe plano de ação para atendimento das não conformidades do laudo de aterramento e SPDA?
4.	Existe plano de inspeção e manutenção dos sistemas de aterramento dos equipamentos?
5.	O plano de inspeção e manutenção dos sistemas de aterramento dos equipamentos está sendo cumprido no prazo?
6.	O sistema de gerenciamento de manutenção permite a rastreabilidade das inspeções e das manutenções?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 9: Critérios para avaliação de integridade de diques de contenção.

Item	Descrição
1.	Visualmente o dique de contenção se encontra bom estado (paredes/piso sem danos tais como trincas, aberturas indevidas, exposição de ferragens do concreto etc.)?
2.	Foi verificada a existência de válvula para drenagem do dique?

3.	A válvula para drenagem do dique se encontra fechada/lacrada?
4.	O dique de contenção está dimensionado conforme Norma ABNT NBR 17505 Parte 2?
5.	Foi verificada a compatibilidade entre produtos químicos que possam vazar para um mesmo dique?
6.	Existe procedimento/registro para drenagem do dique?
7.	O plano de inspeção e manutenção do dique de contenção está sendo cumprido no prazo estabelecido?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 10: Critérios para avaliação de integridade de sistemas de detecção de gases inflamáveis.

Item	Descrição
1.	Os detectores de gases estão devidamente instalados em locais estratégicos de acordo com os cenários de risco?
2.	Existe plano de inspeção e manutenção dos detectores?
3.	O plano de inspeção e manutenção dos detectores está sendo cumprido no prazo planejado?
4.	Os detectores estão ligados a sistemas de intertravamento ou alarmes sonoros/visuais?
5.	Existe procedimento de resposta em caso de detecção de gases inflamáveis?
6.	Os operadores foram treinados e demonstram conhecimento sobre o procedimento de resposta?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 11: Critérios para avaliação de integridade de Planos de Atendimento de Emergência.

Item	Descrição
1.	Todos os cenários estão contemplados no Plano de Atendimento a Emergência (PAE)?
2.	Foram elaborados procedimentos de resposta à emergência específicos para cada um desses cenários?
3.	Estão determinados os recursos materiais (equipamentos de combate fixos e móveis, veículos de apoio, EPI's) necessários?
4.	O PAE possui um fluxo de comunicação interna definido?
5.	Foi feita divulgação da última revisão do PAE para os profissionais envolvidos?
6.	O PAE descreve a estrutura da brigada?
7.	Os membros da brigada estão treinados conforme requisitos da NR 20 (item 20.11.8 - Curso Avançado II), ABNT 14276 (Anexo B - Curso Avançado) e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros?
8.	O PAE descreve os recursos externos disponíveis (Plano de Atendimento Mútuo, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil etc.)?
9.	O acionamento dos recursos externos está definido através de um fluxo de comunicação externa no PAE?

10.	Existe uma periodicidade definida para revisão do PAE e ele está atualizado de acordo com esse período?
11.	O PAE foi revisado após a última análise de risco realizada ou desde a última alteração significativa da instalação?
12.	Existe procedimento de verificação e atualização dos números de telefones dos contatos internos e externos descritos nos planos de comunicação do PAE?
13.	Estão definidos e sinalizados os pontos de encontro para brigadistas e funcionários e as rotas de fuga?
14.	Há procedimento para testes dos alarmes de emergência?
15.	O cronograma de simulados está sendo cumprido no prazo e engloba os cenários mais críticos da instalação?
16.	Há sistemática estabelecida para análise crítica dos simulado avaliando os pontos fortes e os pontos de melhoria incluindo plano de ação para implementação de melhorias?
17.	Há envolvimento dos órgãos do poder público como Corpo de Bombeiros, SAMU, Defesa Civil, ou Polícia no PAE da unidade de forma a integrá-los nos cenários de risco mais críticos?
18.	Existe sala de controle de emergência?
19.	Na sala de controle de emergência estão disponibilizadas as informações previstas no PAE?
20.	A quantidade normativa de brigadistas distribuídos nos turnos está sendo atendida?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Quadro 12: Critérios para avaliação de integridade de sistemas de combate a incêndios.

Item	Descrição
1.	O Sistema de Combate a Incêndio encontra-se operacional? (Motores principais e reservas, bomba jockey, sistema pressurizado, sistema no modo automático, etc.)
2.	O estado de conservação dos sistemas de detecção e combate a incêndio está adequado? (Condições gerais de pintura, corrosão, vazamentos, falta de acessórios na rede ou nos abrigos, manoplas e válvulas íntegras, abrigos de hidrantes com todos os acessórios, etc.). Inclui: tubulações da rede de água incêndio, hidrantes, canhões, sprinklers/sistema de dilúvio, sistema geradores de espuma, detecção de fumaça, bombas de incêndio, luz de emergência, botoeiras de emergência, alarmes sonoros e visuais, portas corta-fogo, extintores, caixas de incêndio, mangueiras, esguichos e acessórios,
3.	Existe plano de manutenção preventiva do sistema?
4.	O plano de manutenção está sendo cumprido conforme prazo planejado?
5.	As inspeções e manutenções são realizadas por profissionais capacitados e qualificados?
6.	A unidade possui laudo do teste de performance do sistema fixo de combate a incêndio atestando o seu correto funcionamento? Existe plano de ação para possíveis não conformidades e elas estão sendo tratadas?
7.	A unidade possui rotina de teste de funcionalidade do sistema de combate a incêndio?

Fonte: Elaboração própria, 2022.

APÊNDICE II – Análise de riscos (HazOp) do sistema de separação gás/líquido de produção de petróleo.

SENAI CETIQT		HAZOP												
Unidade:	Estação de Separação A													
Sistema:	Sistema de Separação Líquido/Gás													
Subsistema:														
Sistema:														
DESVIO	POSSÍVEIS CAUSAS	POSSÍVEIS EFEITOS	Detecções / Salvaguardas	Freq.	Pessoas		Instalação e produção		Meio ambiente		Reputação		Recomendações / Observações	Cenário
					Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco	Sev.	Risco		
Pressão Maior	Bloqueio indevido de válvula HV-001 (entrada do vaso separador de produção SG-001)	Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	PIT/PAH-001 (D) PIT/PAHH-001 para os poços por pressão muito alta na entrada do SG-001 (SP) Plano de Atendimento a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.1
Pressão Maior	Falha espúria da SDV-001 (entrada do vaso de produção SG-001)	Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	PIT/PAH-001 (D) PIT/PAHH-001 para os poços por pressão muito alta na entrada do SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.2

Pressão Maior	Fechamento indevido de válvula manual na saída de gás do SG-001 (HV-002 ou HV-003 ou HV-004)	Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas, vaso Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	PIT/PAH-002 (D) PIT/PAHH-003 fecha a SDV-001 e desliga os poços por pressão muito alta no SG-001 (SP) PSV-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.3
Pressão Maior	Falha fechada da PV-002	Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas, vaso Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	PIT/PAH-002 (D) PIT/PAHH-003 fecha a SDV-001 e desliga os poços por pressão muito alta no SG-001 (SP) PSV-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.4
Pressão Maior	Falha no sistema de controle de pressão (malha PIT-002/PV-002)	Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas, vaso Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	PIT/PAHH-003 (D) PIT/PAHH-003 fecha a SDV-001 e desliga os poços por pressão muito alta no SG-001 (SP) PSV-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.5

Pressão Menor	Falha aberta da PV-002	Envio de líquido para a sucção do compressor Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	PIT/PAL-002 (D) LIT/LAHH-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito alto no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.6
Pressão Menor	Falha no sistema de controle de pressão (malha PIT-002/PV-002)	Envio de líquido para a sucção do compressor Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	LIT/LAHH-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito alto no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.7
Nível Maior	Falha fechada da LV-003	Envio de líquido para a sucção do compressor Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	LIT/LAH-003 (D) LIT/LAHH-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito alto no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.8

Nível Maior	Falha no sistema de controle de nível (malha LIT-003 / LV-003)	Envio de líquido para a sucção do compressor Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	LIT/LAHH-002 (D) LIT/LAHH-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito alto no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.9
Nível Maior	Fechamento indevido de válvula manual na linha de saída de líquido do SG-001 (HV-006 ou HV-008 ou HV-009)	Envio de líquido para a sucção do compressor Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	LIT/LAH-003 (D) LIT/LAHH-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito alto no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.10
Nível Menor	Falha aberta da LV-003	Envio de gás para o sistema de tratamento água/óleo Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas, teto de tanque Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	LIT/LAL-003 (D) LIT/LALL-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito baixo no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.11

Nível Menor	Falha no sistema de controle de nível (malha LIT-003 / LV-003) ▼	Envio de gás para o sistema de tratamento água/óleo Ruptura de juntas, flanges, conexões, linhas, teto de tanque Perda de contenção de fluido (óleo e gás) Acidentes pessoais Incêndio / explosão	LIT/LALL-002 (D) LIT/LALL-002 fecha a SDV-001 e desliga os poços por nível muito baixo no SG-001 (SP) Plano de Atendimento a a Emergência (SM) Sistema de Combate a Incêndio (SM)	B	IV	M	III	T	III	T	IV	M		1.12
-------------	--	--	---	---	----	---	-----	---	-----	---	----	---	--	------

APÊNDICE III – Checklist de auditoria dos elementos críticos do sistema de separação gás/líquido de produção de petróleo e lista de recomendações

Estudo de Risco: HAZOP-001		Sistema: Sistema de separação gás / líquido			
Perigo/Desvio: Pressão maior (P+)		Cenários: 1.1 e 1.2		Equipamento:	PIT-001
Barreira P.1	Itens Avaliados	Categoria	Resposta	Potencial de Degradação	Recomendação / Plano de ação
Sistema de Intertravamento	Os sistemas de intertravamento estão inseridos nos planos de inspeção e manutenção da instalação, incluindo os instrumentos que compõem os intertravamentos e os testes da lógica?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Intertravamento	O plano de inspeção e manutenção está sendo cumprido?	A	Parcial	Médio	Cumprir o plano de manutenção do PIT-001.
Sistema de Intertravamento	Possui evidência da realização de testes periódicos de funcionamento do intertravamento ?	A	Não	Alto	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do PIT-001 e registrar.
Sistema de Intertravamento	Os testes de intertravamento estão sendo executados conforme frequência estabelecida no plano de manutenção?	A	Parcial	Médio	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do PIT-001 e registrar.
Sistema de Intertravamento	O teste foi avaliado por um grupo multidisciplinar (operação e manutenção)?	C	Não	Baixo	Revisar procedimento de teste considerando a participação da operação e manutenção durante os testes.
Sistema de Intertravamento	Os testes são feitos por pessoas capacitadas ?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Intertravamento	O instrumento está operativo (sem sinal de falha) no supervisão?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Intertravamento	Existe procedimento escrito ou instrução de trabalho que inclua as diretrizes para os testes de funcionamento do intertravamento?	B	Não	Médio	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas.
Sistema de Intertravamento	As pessoas envolvidas na operação foram treinadas e possuem registro de treinamento no procedimento/instrução de trabalho para os testes de funcionamento do intertravamento?	B	Não	Médio	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas.

Sistema de Intertravamento	Os procedimentos ou instruções de trabalho são periodicamente revisados?	C	Não	Baixo	Estabelecer rotina de revisão ou revalidação periódica dos procedimentos/instrução de trabalho.
-----------------------------------	---	---	-----	-------	---

Estudo de Risco: HAZOP-001		Sistema: Sistema de separação gás / líquido			
Perigo/Desvio: Pressão maior (P+)		Cenários: 1.3, 1.4 e 1.5		Equipamento:	PIT-003
Barreira P.2	Itens Avaliados	Categoria	Resposta	Potencial de Degradação	Recomendação / Plano de ação
Sistema de Intertravamento	Os sistemas de intertravamento estão inseridos nos planos de inspeção e manutenção da instalação, incluindo os instrumentos que compõem os intertravamentos e os testes da lógica?	A	Não	Alto	Criar plano de manutenção e inspeção para o PIT-003 (SG-001) e para SDV-001
Sistema de Intertravamento	O plano de inspeção e manutenção está sendo cumprido?	A	Não	Alto	Cumprir o plano de manutenção do PIT-003 e SDV-001
Sistema de Intertravamento	Possui evidência da realização de testes periódicos de funcionamento do intertravamento ?	A	Não	Alto	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do PIT-003 e registrar
Sistema de Intertravamento	Os testes de intertravamento estão sendo executados conforme frequência estabelecida no plano de manutenção?	A	Não	Alto	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do PIT-003 e registrar
Sistema de Intertravamento	O teste foi avaliado por um grupo multidisciplinar (operação e manutenção)?	C	Não	Baixo	Revisar procedimento de teste considerando a participação da operação e manutenção durante os testes
Sistema de Intertravamento	Os testes são feitos por pessoas capacitadas ?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Intertravamento	O instrumento está operativo (sem sinal de falha) no supervisão?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Intertravamento	Existe procedimento escrito ou instrução de trabalho que inclua as diretrizes para os testes de funcionamento do intertravamento?	B	Não	Médio	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas
Sistema de Intertravamento	As pessoas envolvidas na operação foram treinadas e possuem registro de treinamento no procedimento/instrução de trabalho para os testes de funcionamento do intertravamento?	B	Não	Médio	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas

Sistema de Intertravamento	Os procedimentos ou instruções de trabalho são periodicamente revisados ?	C	Não	Baixo	Estabelecer rotina de revisão ou revalidação periódica dos procedimentos/instrução de trabalho
-----------------------------------	--	---	-----	-------	--

Estudo de Risco: HAZOP-001		Sistema: Sistema de separação gás / líquido			
Perigo/Desvio: Nível maior (N+) e Nível menor (N-)		Cenário: 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11 e 1.12	Equipamento:	LIT-002	
Barreira P.3	Itens Avaliados	Categoria	Resposta	Potencial de Degradação	Recomendação / Plano de ação
Sistema de Intertravamento	Os sistemas de intertravamento estão inseridos nos planos de inspeção e manutenção da instalação, incluindo os instrumentos que compõem os intertravamentos e os testes da lógica?	A	Parcial	Médio	Criar plano de manutenção e inspeção para a SDV-001
Sistema de Intertravamento	O plano de inspeção e manutenção está sendo cumprido?	A	Parcial	Médio	Cumprir o plano de manutenção da SDV-001
Sistema de Intertravamento	Possui evidência da realização de testes periódicos de funcionamento do intertravamento ?	A	Parcial	Médio	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do LIT-002 e registrar
Sistema de Intertravamento	Os testes de intertravamento estão sendo executados conforme frequência estabelecida no plano de manutenção?	A	Parcial	Médio	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do LIT-002 e registrar
Sistema de Intertravamento	O teste foi avaliado por um grupo multidisciplinar (operação e manutenção)?	C	Não	Baixo	Revisar procedimento de teste considerando a participação da operação e manutenção durante os testes
Sistema de Intertravamento	Os testes são feitos por pessoas capacitadas ?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Intertravamento	O instrumento está operativo (sem sinal de falha) no supervísório?	A	Não	Alto	Reestabelecer a funcionalidade do LIT-002
Sistema de Intertravamento	Existe procedimento escrito ou instrução de trabalho que inclua as diretrizes para os testes de funcionamento do intertravamento?	B	Não	Médio	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas
Sistema de Intertravamento	As pessoas envolvidas na operação foram treinadas e possuem registro de treinamento no procedimento/instrução de trabalho para os testes de funcionamento do intertravamento?	B	Não	Médio	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de

					intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas
Sistema de Intertravamento	Os procedimentos ou instruções de trabalho são periodicamente revisados ?	C	Não	Baixo	Estabelecer rotina de revisão ou revalidação periódica dos procedimentos/instrução de trabalho

Estudo de Risco: HAZOP-001		Sistema: Sistema de separação gás / líquido			
Perigo/Desvio: Pressão maior (P+)		Cenário: 1.3, 1.4 e 1.5		Equipamento:	PSV-001
Barreira P.4	Itens Avaliados	Categoria	Resposta	Potencial de Degradação	Recomendação / Plano de ação
Sistema de Alívio	O estado de conservação do sistema de alívio está adequado? Aspectos verificados: corrosão, vazamento aparente, integridade, etc.	B	Sim	Baixo	
Sistema de Alívio	Existe plano de inspeção e manutenção do sistema de alívio? O plano está sendo cumprido?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Alívio	O plano permite a rastreabilidade (equipamentos identificados) das inspeções e das manutenções?	A	Não	Alto	Identificar através de TAG a válvula de alívio em campo para garantir o cumprimento do plano de manutenção
Sistema de Alívio	Existe laudo ou projeto de engenharia atualizado, que especifique as pressões de calibração dos dispositivos de alívio?	A	Sim	Baixo	
Sistema de Alívio	Os sistemas de alívio estão desobstruídos (sem bloqueio ou com bloqueio utilizando Dispositivo de Segurança Contra Bloqueio Inadvertido)? Referência: NR-13, item 13.6.2.	A	Parcial	Médio	Instalar Dispositivo de Segurança Contra Bloqueio Inadvertido mantendo a válvula de alívio sempre aberta

Estudo de Risco: HAZOP-001		Sistema: Sistema de separação gás / líquido			
Perigo/Desvio: Pressão maior (P+), Pressão menor (P-), Nível maior (N+) e Nível menor (N-)		Cenário: Todos		Equipamento:	Plano de Atendimento a Emergência
Barreira M.1	Itens Avaliados	Categoria	Resposta	Potencial de Degradação	Recomendação / Plano de ação
PAE	Todos os cenários estão contemplados no Plano de Atendimento a Emergência (PAE)? Foram elaborados procedimentos de resposta à emergência específicos para cada um desses cenários?	A	Parcial	Médio	Abrir revisão no PAE incluindo o cenário de envio de gás para o sistema de tratamento água/óleo
PAE	Estão determinados os recursos materiais (equipamentos de combate fixos e móveis, veículos de apoio, EPI's) necessários?	A	Sim	Baixo	
PAE	O PAE possui um fluxo de comunicação interna definido?	A	Sim	Baixo	
PAE	Existe evidência de divulgação da última revisão do PAE para os profissionais envolvidos?	A	Sim	Baixo	
PAE	O PAE descreve a estrutura da brigada ?	A	Sim	Baixo	
PAE	Existe treinamento para membros da brigada conforme requisitos da NR 20 (item 20.11.8 - Curso Avançado II), ABNT 14276 (Anexo B - Curso Avançado) e Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros?	A	Parcial	Médio	Treinar toda a Brigada de emergência
PAE	O PAE descreve os recursos externos disponíveis (Plano de Atendimento Mútuo, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil etc.)? O acionamento dos recursos externos está definido através de um fluxo de comunicação externa?	A	Sim	Baixo	
PAE	Existe uma periodicidade definida para revisão do PAE e ele está atualizado de acordo com esse período? O PAE foi revisado após a última análise de risco realizada ou desde a última alteração significativa da instalação?	A	Não	Alto	Abrir revisão no PAE conforme legislação estadual
PAE	Existe procedimento de verificação e atualização dos números de telefones dos contatos internos e externos descritos nos planos de comunicação do PAE?	B	Parcial	Baixo	Abrir revisão no PAE atualizando os telefones de contato
PAE	Estão definidos e sinalizados os pontos de encontro para brigadistas e funcionários e as rotas de fuga ?	B	Sim	Baixo	
PAE	Há procedimento para testes dos alarmes de emergência?	A	Parcial	Médio	Abrir revisão no PAE incluindo o procedimento de teste de alarme de emergência
PAE	Existe evidência de realização periódica de simulados englobando, inclusive, o cenário mais crítico da instalação?	A	Parcial	Médio	Incluir no cronograma de simulados o cenário de envio de gás para o sistema de tratamento água/óleo
PAE	Foi realizada uma análise crítica do simulado avaliando os pontos fortes e os pontos de melhoria? Os pontos de melhoria foram registrados e ações corretivas foram implementadas?	A	Não	Alto	Criar indicadores de acompanhamento do cronograma de simulados e de atendimento das recomendações do plano de ação

PAE	Há envolvimento dos órgãos do poder público como Corpo de Bombeiros, SAMU, Defesa Civil, ou Polícia no PAE da unidade de forma a integrá-los nos cenários de risco mais críticos?	C	Sim	Baixo	
PAE	Existe sala de controle de emergência ? Na sala de controle de emergência estão disponibilizadas as informações previstas no PAE?	C	Não	Baixo	Criar uma sala de controle de emergência
PAE	A quantidade normativa de brigadistas distribuídos nos turnos está sendo atendida?	A	Não	Alto	Adequar o número de brigadistas entre os turnos

Estudo de Risco: HAZOP-001		Sistema: Sistema de separação gás / líquido			
Perigo/Desvio: Pressão maior (P+), Pressão menor (P-), Nível maior (N+) e Nível menor (N-)		Cenário: Todos		Equipamento:	SCI (Sistema de Combate a Incêndio)
Barreira M.2	Itens Avaliados	Categoria	Resposta	Potencial de Degradação	Recomendação / Plano de ação
SCI	O Sistema de Combate a Incêndio encontra-se operacional ? (Motores principais e reservas, bomba jockey, sistema pressurizado, sistema no modo automático, etc.)	A	Sim	Baixo	
SCI	O estado de conservação dos sistemas de detecção e combate a incêndio está adequado? (Condições gerais de pintura, corrosão, vazamentos, falta de acessórios na rede ou nos abrigos, manoplas e válvulas íntegras, abrigos de hidrantes com todos os acessórios, etc.). Inclui: tubulações da rede de água incêndio, hidrantes, canhões, sprinklers/sistema de dilúvio, sistema geradores de espuma, detecção de fumaça, bombas de incêndio, luz de emergência, botoeiras de emergência, alarmes sonoros e visuais, portas corta-fogo, extintores, caixas de incêndio, mangueiras, esguichos e acessórios,	A	Parcial	Médio	Corrigir pontos de vazamento e corrosão no sistema de combate a incêndio
SCI	Existe plano de manutenção preventiva do sistema? O plano está sendo cumprido?	A	Parcial	Médio	Corrigir pontos de vazamento e corrosão no sistema de combate a incêndio
SCI	As inspeções e manutenções são realizadas por profissionais capacitados e qualificados ?	A	Sim	Baixo	
SCI	A unidade possui laudo do teste de performance do sistema fixo de combate a incêndio atestando o seu correto funcionamento? Existe plano de ação para possíveis não conformidades e elas estão sendo tratadas?	A	Sim	Baixo	
SCI	A unidade possui rotina de teste de funcionalidade do sistema de combate a incêndio?	A	Sim	Baixo	

APÊNDICE IV: Plano de ação da Auditoria de Barreiras

Quadro 13: Recomendações da auditoria de barreiras em ordem de prioridade.

Barreira	Recomendação	Potencial de Degradação
PIT-001	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do PIT-001 e registrar.	Alto
PIT-003	Criar plano de manutenção e inspeção para o PIT-003 (SG-001) e para SDV-001.	Alto
PIT-003	Cumprir o plano de manutenção do PIT-003 e SDV-001.	Alto
PIT-003	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do PIT-003 e registrar.	Alto
LIT-002	Reestabelecer a funcionalidade do LIT-002.	Alto
PSV-001	Identificar através de TAG a válvula de alívio em campo para garantir o cumprimento do plano de manutenção.	Alto
PAE	Abrir revisão no PAE conforme legislação estadual.	Alto
PAE	Criar indicadores de acompanhamento do cronograma de simulados e de atendimento das recomendações do plano de ação.	Alto
PAE	Adequar o número de brigadistas entre os turnos.	Alto
PIT-001	Cumprir o plano de manutenção do PIT-001.	Médio
PIT-001	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas.	Médio
PIT-003	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas	Médio
LIT-002	Criar plano de manutenção e inspeção para a SDV-001.	Médio
LIT-002	Cumprir o plano de manutenção da SDV-001.	Médio
LIT-002	Realizar os testes de funcionamento do intertravamento do LIT-002 e registrar	Médio
LIT-002	Elaborar procedimento para os testes de funcionalidade dos instrumentos de intertravamento crítico e treinar pessoas envolvidas.	Médio
PSV-001	Instalar Dispositivo de Segurança Contra Bloqueio Inadvertido mantendo a válvula de alívio sempre aberta.	Médio
PAE	Abrir revisão no PAE incluindo o cenário de envio de gás para o sistema de tratamento água/óleo.	Médio
PAE	Treinar toda a Brigada de emergência.	Médio
PAE	Abrir revisão no PAE incluindo o procedimento de teste de alarme de emergência.	Médio
PAE	Incluir no cronograma de simulados o cenário de envio de gás para o sistema de tratamento água/óleo.	Médio
SCI	Corrigir pontos de vazamento e corrosão no sistema de combate a incêndio	Médio
PIT-001	Revisar procedimento de teste considerando a participação da operação e manutenção durante os testes.	Baixo
PIT-001	Estabelecer rotina de revisão ou revalidação periódica dos procedimentos/instrução de trabalho.	Baixo
PIT-003	Revisar procedimento de teste considerando a participação da operação e manutenção durante os testes.	Baixo
PIT-003	Estabelecer rotina de revisão ou revalidação periódica dos procedimentos/instrução de trabalho.	Baixo
LIT-002	Revisar procedimento de teste considerando a participação da operação e manutenção durante os testes.	Baixo
LIT-002	Estabelecer rotina de revisão ou revalidação periódica dos procedimentos/instrução de trabalho.	Baixo
PAE	Abrir revisão no PAE atualizando os telefones de contato.	Baixo
PAE	Criar uma sala de controle de emergência.	Baixo