



Análise de Riscos de Acidentes em Base de Armazenamento e Distribuição de Combustíveis: Impacto à Integridade Pessoal e Ambiental

Analysis of Accident Risks in Fuel Storage and Distribution Bases: Impact on Personal and Environmental Integrity

Edimar de Almeida

Universidade do Grande Rio (Unigranrio), Rio de Janeiro, Brasil.

Moacir Porto Ferreira

Doutor em Administração pela Unigranrio.

Resumo: O presente trabalho analisou os principais riscos associados às operações de recebimento, armazenamento, aditivação e distribuição de combustíveis em uma base operacional, considerando o elevado potencial de acidentes decorrente das características inflamáveis, tóxicas e voláteis desses produtos. As atividades envolvidas demandam atenção rigorosa, pois falhas estruturais, operacionais ou humanas podem resultar em incêndios, explosões ou derramamentos com impactos severos à integridade pessoal e ao meio ambiente. Para compreender essas vulnerabilidades, realizou-se uma pesquisa descritiva, bibliográfica e documental, fundamentada em dados técnicos da unidade estudada. A metodologia FMECA foi aplicada como ferramenta central de avaliação, permitindo identificar modos de falha, medir sua severidade, ocorrência e capacidade de detecção e, consequentemente, priorizar os riscos envolvidos. Os resultados evidenciaram que, embora existam controles e barreiras já estabelecidos, ainda foram encontradas situações críticas e moderadas que exigem ações de mitigação. A análise demonstrou a importância de uma abordagem sistemática de prevenção, reforçando a necessidade contínua de aprimoramento dos controles operacionais para garantir maior segurança aos trabalhadores e proteção ambiental.

Palavras-chave: análise de riscos; combustíveis; FMECA.

Abstract: This study analyzed the main risks associated with the receiving, storage, additive processing, and distribution of fuels at an operational base, considering the high potential for accidents due to the flammable, toxic, and volatile characteristics of these products. The activities involved demand rigorous attention, as structural, operational, or human failures can result in fires, explosions, or spills with severe impacts on personal safety and the environment. To understand these vulnerabilities, descriptive, bibliographic, and documentary research was conducted, based on technical data from the studied unit. The FMECA methodology was applied as a central evaluation tool, allowing the identification of failure modes, measuring their severity, occurrence, and detectability, and consequently, prioritizing the risks involved. The results showed that, although there are already established controls and barriers, critical and moderate situations were still found that require mitigation actions. The analysis demonstrated the importance of a systematic prevention approach, reinforcing the continuous need to improve operational controls to ensure greater worker safety and environmental protection.

Keywords: risk analysis; fuels; FMECA.

INTRODUÇÃO

A indústria de combustíveis exerce um papel essencial no desenvolvimento econômico e na sustentação de diversas atividades produtivas. No entanto, suas operações estão diretamente associadas a riscos significativos devido às características físico-químicas dos produtos manuseados, como inflamabilidade, toxicidade e volatilidade. Em especial, as unidades de recebimento, armazenamento e distribuição de combustíveis demandam um rigoroso controle operacional e ambiental para evitar acidentes que possam comprometer a integridade dos trabalhadores, da população vizinha e dos ecossistemas locais (Lopes, 2017).

O manuseio de substâncias como Gasolina, Etanol Anidro, Etanol Hidratado, Diesel Marítimo, Diesel S-500, Diesel S-10 e Biodiesel exige infraestrutura adequada e procedimentos técnicos bem definidos. Nessas operações, os combustíveis são recebidos por modais rodoviário e dutoviário, armazenados em tanques posicionados dentro de bacias de contenção e, posteriormente, distribuídos por meio rodoviário. A aditivação de produtos pode ocorrer antes da distribuição, adicionando uma etapa que também representa riscos específicos. Qualquer falha estrutural, técnica ou humana nessas fases pode resultar em derramamentos, explosões ou incêndios com elevado potencial destrutivo (Sa, 2015).

Além dos riscos imediatos à saúde e segurança dos trabalhadores, os impactos ambientais relacionados a vazamentos e emissões de compostos tóxicos representam um dos maiores desafios do setor. A contaminação de solos e recursos hídricos pode causar prejuízos irreversíveis à biodiversidade e comprometer o uso da água para fins humanos e industriais. Por isso, a prevenção e o gerenciamento de riscos são não apenas uma exigência legal, mas também uma responsabilidade ética e social das empresas envolvidas nesse tipo de operação (Brito, 2022).

Diante desse cenário, a análise de riscos surge como uma ferramenta estratégica na prevenção de acidentes. A aplicação de metodologias sistemáticas permite identificar os perigos presentes nas operações, avaliar a probabilidade de ocorrência e a severidade dos possíveis eventos indesejados, e propor medidas eficazes de mitigação. Essas ações contribuem para a melhoria contínua dos processos, o atendimento às normas regulatórias e o fortalecimento da cultura de segurança nas organizações (Magalhães, 2017).

Como ferramenta, este trabalho propõe a aplicação da metodologia FMEA (*Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* – Análise dos Modos de Falha, seus Efeitos e sua Criticidade) em uma base de combustíveis. Essa ferramenta permite avaliar sistematicamente os modos de falha associados às etapas operacionais e classificá-los segundo sua criticidade, facilitando a priorização de ações corretivas e preventivas.

Dessa forma, a pergunta norteadora que conduz este trabalho é: Quais são os principais riscos de acidentes associados às operações de recebimento, armazenamento, aditivação e distribuição de combustíveis em uma base operacional, e de que forma esses riscos podem afetar a integridade pessoal e o

meio ambiente? A partir da resposta a essa questão, espera-se contribuir para a construção de um sistema de gestão mais eficaz e preventivo, alinhado às melhores práticas da indústria.

A justificativa para este estudo se apoia na necessidade crescente de aprimorar os mecanismos de gestão de riscos em instalações que operam com substâncias perigosas. Considerando a natureza crítica dos combustíveis líquidos e as exigências legais ambientais e de segurança, torna-se imprescindível que as empresas adotem práticas preventivas robustas que garantam a segurança das pessoas, a preservação do meio ambiente e a confiabilidade operacional.

Essa pesquisa é de grande relevância tanto no meio acadêmico quanto na prática profissional. Representa uma oportunidade valiosa para aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação e contribuir diretamente para o aprimoramento das práticas de segurança e prevenção de acidentes na empresa. No âmbito científico, busca fomentar futuras pesquisas relacionadas à gestão de riscos em ambientes industriais sensíveis, fortalecendo a cultura da prevenção e da sustentabilidade. Para a empresa, os resultados podem auxiliar na tomada de decisões mais eficazes, promovendo a integridade das operações, a proteção ambiental e a segurança dos colaboradores.

Dessa forma, este trabalho não apenas contribui para o desenvolvimento interno da empresa, mas também oferece *insights* valiosos sobre como lidar com riscos atuais e futuros. Nesse contexto, tem como objetivo identificar os principais riscos de acidentes com potencial de comprometer a integridade física dos colaboradores e de causar danos ao meio ambiente.

DESENVOLVIMENTO

Referencial Teórico

Indústria de Combustíveis e suas Operações

Os combustíveis líquidos, como gasolina, etanol, diesel e biodiesel, são amplamente utilizados no transporte e em processos industriais devido à sua alta densidade energética. A gasolina é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, altamente inflamável e volátil. O etanol, produzido a partir da cana-de-açúcar, possui menor impacto ambiental em comparação à gasolina. O diesel é derivado do petróleo e apresenta maior densidade energética, sendo utilizado principalmente em veículos pesados. O biodiesel, por sua vez, é um biocombustível renovável obtido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais, apresentando menor emissão de poluentes (Moraes *et al.*, 2024).

O recebimento de combustíveis pode ocorrer por meio rodoviário ou dutoviário, exigindo infraestrutura adequada para garantir a segurança e a integridade dos produtos. A armazenagem é realizada em tanques específicos, geralmente dispostos em bacias de contenção para prevenir vazamentos. A aditivação é um

processo que visa melhorar as propriedades do combustível, podendo ocorrer antes da distribuição, que é feita principalmente por transporte rodoviário. Cada etapa requer procedimentos operacionais padronizados para minimizar riscos (Ottoni *et al.*, 2017).

O manuseio e transporte de combustíveis apresentam riscos significativos, como incêndios, explosões e vazamentos, que podem causar danos à saúde humana e ao meio ambiente. A exposição a vapores tóxicos, a possibilidade de contaminação do solo e recursos hídricos, e os acidentes durante o transporte são preocupações constantes. A implementação de medidas de segurança e o cumprimento das normas regulamentadoras são essenciais para mitigar esses riscos (Ottoni *et al.*, 2017).

Segurança operacional em instalações com substâncias perigosas

A segurança industrial baseia-se em princípios que visam prevenir acidentes e proteger os trabalhadores e o meio ambiente. Isso inclui a identificação de perigos, avaliação de riscos, implementação de controles adequados e promoção de uma cultura de segurança. A gestão eficaz da segurança envolve o comprometimento da liderança, treinamento contínuo e a participação ativa dos funcionários (Pavan, 2018).

Áreas classificadas são locais onde há presença de atmosferas potencialmente explosivas devido à presença de vapores inflamáveis. A prevenção de acidentes nessas áreas requer o uso de equipamentos adequados, sistemas de ventilação, controle de fontes de ignição e procedimentos operacionais rigorosos. A conformidade com normas específicas, como a NR-20, é fundamental para garantir a segurança (Grisante *et al.*, 2025).

As barreiras de contenção, como bacias de contenção e diques, são projetadas para conter vazamentos e evitar a propagação de substâncias perigosas. Sistemas de proteção adicionais incluem detectores de vazamento, sistemas de alarme e planos de emergência. A manutenção regular e a inspeção desses sistemas são essenciais para garantir sua eficácia (Grisante *et al.*, 2025).

Impactos ambientais associados a vazamentos e acidentes com combustíveis

Vazamentos de combustíveis podem causar contaminação do solo, poluição de corpos d'água, emissão de gases tóxicos e danos à fauna e flora locais. Esses impactos ambientais podem ser de longo prazo e difíceis de remediar, afetando ecossistemas inteiros e a saúde pública (Fonseca, 2018).

A legislação ambiental brasileira estabelece diretrizes para o armazenamento, transporte e manuseio de combustíveis, visando prevenir e controlar a poluição. Normas como a Resolução CONAMA nº 273/2000 e a Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) são exemplos de instrumentos legais que regulam essas atividades (Assis, 2020).

Medidas preventivas incluem a implementação de sistemas de contenção, monitoramento ambiental, treinamento de pessoal e manutenção de equipamentos. Em caso de acidentes, ações mitigadoras como a contenção do vazamento, remoção do material contaminado e recuperação ambiental são necessárias para minimizar os danos (Fonseca, 2018).

Gestão de riscos em ambientes industriais

Perigo é uma fonte potencial de dano, enquanto risco é a probabilidade de ocorrência de um evento adverso associado a esse perigo. Eventos críticos são incidentes que podem resultar em consequências significativas, como lesões graves, perdas financeiras ou danos ambientais. A gestão de riscos envolve a identificação, análise e controle desses elementos para prevenir acidentes (Brigido e Rando Junior, 2024).

Diversas metodologias são utilizadas para analisar riscos em ambientes industriais, incluindo a Análise Preliminar de Riscos (APR), a Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA) e a Análise de Modos de Falha, Efeitos e Criticidade (FMECA). Essas ferramentas auxiliam na identificação de falhas potenciais, avaliação de suas consequências e priorização de ações corretivas (DE OLIVEIRA et al., 2020).

Metodologia FMECA – *Failure Mode, Effects And Criticality Analysis*

A FMECA é uma extensão da FMEA, incorporando a análise de criticidade para priorizar as falhas com base em sua gravidade, ocorrência e detectabilidade. Originalmente desenvolvida para aplicações militares e aeroespaciais, a FMECA é amplamente utilizada em diversos setores industriais para melhorar a confiabilidade e segurança dos sistemas (De Oliveira et al., 2020).

A aplicação da FMECA envolve as seguintes etapas: identificação dos modos de falha potenciais, análise dos efeitos de cada falha, avaliação da criticidade com base em critérios estabelecidos e implementação de ações corretivas para mitigar os riscos identificados. Essa abordagem sistemática permite uma compreensão aprofundada dos riscos e a priorização de medidas preventivas (De Souza e Oliveira, 2021).

As principais vantagens da FMECA incluem a identificação proativa de falhas, a priorização de riscos e a melhoria contínua dos processos. No entanto, a metodologia pode ser limitada por sua dependência de dados precisos e pela necessidade de conhecimento especializado para sua aplicação eficaz. Além disso, a FMECA pode ser demorada e requer recursos significativos para sua implementação completa (De Souza e Oliveira, 2021).

Ferramentas da Qualidade Associadas ao FMECA

Na aplicação da metodologia FMECA, o uso de outras ferramentas da qualidade pode potencializar significativamente a precisão e a efetividade da análise de riscos. Entre as principais ferramentas complementares, destaca-se o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito, que auxilia na identificação das causas potenciais de uma falha, permitindo uma visualização abrangente dos fatores envolvidos e facilitando a etapa de identificação dos modos de falha (Brigido e Rando Junior, 2024).

Outra ferramenta relevante é a técnica dos 5 Porquês, utilizada para investigar a causa raiz de um problema. Ao aprofundar a análise dos efeitos das falhas identificadas, essa ferramenta evita conclusões superficiais, garantindo que as ações corretivas sejam mais eficazes (Moreira *et al.*, 2021). Já a Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) contribui para a priorização das falhas identificadas, podendo ser utilizada em paralelo ao cálculo do índice de criticidade do FMECA (RPN), agregando uma perspectiva qualitativa à priorização de riscos (Souza *et al.*, 2024).

O brainstorming estruturado também exerce papel fundamental na fase inicial da FMECA, pois promove a participação de uma equipe multidisciplinar para levantar possíveis falhas, riscos e soluções. Isso enriquece a análise e reduz a possibilidade de omissão de riscos relevantes. Após a análise, o Diagrama de Pareto pode ser aplicado para evidenciar quais falhas representam a maior parte dos problemas, permitindo foco nas causas mais impactantes e contribuindo para uma alocação mais eficiente de recursos (Fernandes e Regattieri, 2023).

Por fim, o fluxograma de processo é essencial para mapear detalhadamente todas as etapas do processo analisado. Ele orienta a equipe na identificação de pontos críticos onde os modos de falha podem ocorrer, sendo uma base estrutural para a condução sistemática da FMECA. A integração dessas ferramentas com a FMECA resulta em uma abordagem mais robusta, assertiva e alinhada com os princípios da melhoria contínua e da gestão de riscos em ambientes industriais (Costa *et al.*, 2023).

Matriz de Aceitabilidade de Risco

A matriz de aceitabilidade de risco é uma ferramenta amplamente utilizada em análises de risco industrial, permitindo avaliar e classificar os níveis de risco associados a determinados eventos acidentais com base em duas variáveis principais: a probabilidade de ocorrência e a severidade das consequências (Campos e Chaebo, 2025).

A ocorrência representa a chance de um evento indesejado ocorrer, considerando fatores como frequência de exposição, histórico operacional, falhas humanas ou mecânicas e condições ambientais. A severidade está relacionada à gravidade dos impactos que o evento pode gerar, abrangendo danos à integridade física de pessoas, ao meio ambiente, às instalações e à continuidade operacional da empresa. Já a detecção representa a capacidade do sistema em identificar uma falha antes que ela resulte em um evento indesejado (Silva, 2022).

Incêndio em poça, incêndio em nuvem e explosão de nuvem de vapor

Em instalações que operam com combustíveis líquidos inflamáveis, como gasolina, etanol e diesel, é fundamental compreender os diferentes tipos de eventos que podem ocorrer em situações de vazamento e liberação de produtos. Entre os principais, destacam-se o incêndio em poça, o incêndio em nuvem e a explosão de nuvem de vapor, cada um com características, causas e consequências específicas (Oliveira, 2021).

O incêndio em poça ocorre quando há vazamento de líquidos inflamáveis que se acumulam sobre uma superfície, geralmente dentro de uma bacia de contenção ou em áreas pavimentadas. Ao entrar em contato com uma fonte de ignição, forma-se uma poça em chamas que queima continuamente enquanto houver combustível disponível. Esse tipo de incêndio é comum em tanques de armazenamento, bases de distribuição e áreas de transferência de produtos. Embora o fogo permaneça relativamente estático, pode gerar intensa radiação térmica, comprometendo a integridade de estruturas próximas e oferecendo riscos significativos aos trabalhadores e ao meio ambiente (Batista, 2021).

O incêndio em nuvem ocorre quando vapores inflamáveis, liberados devido a vazamentos de combustível líquido ou gasoso, se misturam com o ar e entram em ignição antes de se dissiparem. Diferente do incêndio em poça, esse tipo de fogo não está restrito ao solo e pode se propagar rapidamente através do ar, formando uma frente de chamas em movimento. Trata-se de um fenômeno extremamente perigoso, pois pode atingir áreas extensas em curto intervalo de tempo e causar queimaduras severas, danos materiais e risco de propagação para outras instalações (Batista, 2021).

Já a explosão de nuvem de vapor é uma das ocorrências mais graves em ambientes industriais com substâncias inflamáveis. Esse evento acontece quando uma nuvem de vapor inflamável, formada a partir de um grande vazamento, entra em ignição após alcançar uma concentração ideal na atmosfera. A combustão rápida e confinada resulta em uma violenta liberação de energia, acompanhada de ondas de choque que podem destruir estruturas, romper tubulações e lançar fragmentos a longas distâncias. A severidade da explosão depende de fatores como o volume da nuvem, o tipo de combustível envolvido e o grau de confinamento do ambiente (Da Silva e Cheung, 2025).

A compreensão desses fenômenos é essencial para o planejamento de análises de risco, elaboração de planos de emergência e definição de medidas preventivas em instalações que lidam com combustíveis. A adoção de sistemas de detecção de vazamentos, monitoramento de atmosferas inflamáveis, manutenção preventiva e barreiras de contenção são medidas fundamentais para minimizar a probabilidade de ocorrência e mitigar os impactos desses eventos (Da Silva e Cheung, 2025).

Aspectos Metodológicos

O método científico é um conjunto de procedimentos que permitem o estabelecimento de conhecimentos científicos, isto é, conhecimentos que são verdadeiros e passíveis de serem comprovados (De Carvalho, 2021).

O presente estudo pode ser claramente categorizado como uma pesquisa descritiva, uma vez que empreende a coleta de dados por meio de uma observação sistemática, com o intuito de desvelar minuciosamente o real do risco na empresa. Além disso, sua natureza não se restringe meramente à descrição, adentrando o âmbito explicativo e analítico, ao identificar as raízes do problema, esclarecendo suas causas subjacentes. Acrescenta-se a isso uma abordagem de cunho intervencionista, ao propor um leque de ações destinados a minimizar os riscos nos processos da empresa em análise.

Simultaneamente, qualifica-se como uma pesquisa bibliográfica e documental, uma vez que se apoia em documentos da literatura e dados específicos da empresa. Adicionalmente, este estudo adquire a classificação de um estudo de caso, dada a sua abordagem abrangente ao examinar um determinado processo da empresa em questão e relatar um problema tangível.

A pesquisa se concentrará em uma única empresa de armazenamento e distribuição de combustíveis, propondo ações de melhoria e minimização de falhas cabíveis. No estudo de caso será apresentada a empresa, a aplicação das ferramentas para identificar os principais riscos, propor as ações de melhorias e demonstrada a aplicação da metodologia FMECA para colaborar no plano de ação.

Estudo de Caso

A Empresa

A Base de Duque de Caxias está situada na Avenida Presidente Antônio Carlos, no bairro Campos Elísios, município de Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro. Sua principal função é realizar as operações de recebimento, armazenamento e distribuição de combustíveis, desempenhando um papel estratégico no abastecimento da região.

Entre os produtos movimentados na unidade estão Gasolina A, Gasolina Premium, Etanol Anidro, Etanol Hidratado, Diesel Marítimo, Diesel S-500, Diesel S-10 e Biodiesel, todos armazenados e manuseados conforme rigorosos padrões de segurança e qualidade.

Mapeamento das etapas do processo

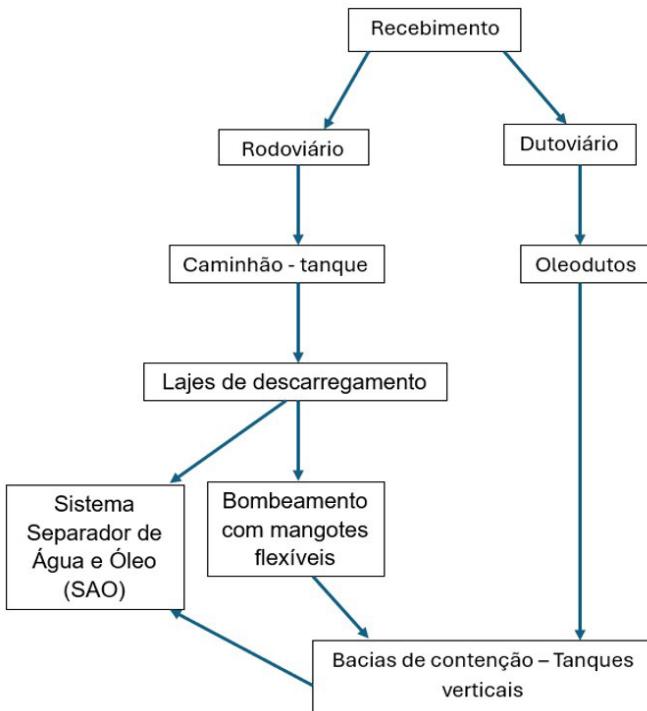
Os combustíveis são recebidos na Base por dois meios principais: rodoviário e dutoviário. O recebimento rodoviário é realizado por caminhões-tanque, enquanto o dutoviário ocorre através de oleodutos provenientes da Refinaria Duque de Caxias (REDUC), garantindo o suprimento contínuo dos produtos.

A Base dispõe de três lajes de descarregamento de caminhões-tanque, sendo uma localizada próxima à praça de bombas e as outras duas situadas na área das plataformas de carregamento. As operações de descarga são conduzidas por meio de bombeamento, utilizando mangotes flexíveis com engate rápido, o que assegura maior eficiência e segurança durante o processo. Todos os tipos de combustíveis comercializados podem ser recebidos na Base por via rodoviária.

As áreas de descarga possuem piso de concreto impermeabilizado e são cercadas por canaletas de contenção, que direcionam eventuais vazamentos para o Sistema Separador de Água e Óleo (SAO). Essas áreas contam ainda com cobertura metálica, com exceção da estrutura próxima à praça de bombas.

Após o recebimento, os produtos são direcionados para 11 tanques verticais de armazenamento, todos localizados no interior de bacias de contenção com piso de concreto e drenagem direcionada ao SAO (Fluxograma 1). Os tanques são construídos em chapas de aço carbono ASTM A-283 Grau C e apresentam solda de baixa resistência entre o teto e o costado, assegurando robustez e confiabilidade estrutural durante a operação.

Fluxograma 1 – Etapas do processo.



Fonte: autor.

Para a execução da análise de risco, a Base de Duque de Caxias foi segmentada em diferentes sistemas operacionais, de modo a facilitar a identificação

e a avaliação dos potenciais perigos em cada etapa do processo. A divisão foi estabelecida conforme as áreas e funções específicas de cada setor, abrangendo todo o fluxo de recebimento, armazenamento e movimentação de combustíveis (tabela 1).

Tabela 1 – Sistemas considerados na análise de risco da Base de Duque de Caxias.

Sistema	Descrição
Sistema 1 – Recebimento de produto porduto	Inicia-se no ponto B, localizado no interior da antiga MEGA, passando pela estação de medição até os tanques de armazenamento. Responsável pela recepção dos combustíveis provenientes da Refinaria Duque de Caxias (REDUC) por meio de oleodutos.
Sistema 2 – Plataforma e laje de descarregamento de caminhões-tanque	Compreende as plataformas de carregamento e descarregamento, além da laje destinada à descarga de caminhões-tanque, onde ocorre a transferência rodoviária de produtos.
Sistema 3 – Bacia de tanques (armazenamento)	Área destinada ao armazenamento dos combustíveis, composta por tanques verticais situados dentro de bacias de contenção com piso de concreto e drenagem direcionada ao Sistema Separador de Água e Óleo (SAO).
Sistema 4 – Tubulações entre a praça de bombas e a plataforma (galeria subterrânea)	Conjunto de linhas de transferência instaladas em galeria subterrânea, responsáveis pelo transporte interno dos combustíveis entre a praça de bombas e as plataformas.
Sistema 5 – Praça de bombas	Setor responsável pelo bombeamento e controle de fluxo dos combustíveis, interligando os tanques de armazenamento às plataformas de carregamento e descarregamento.
Sistema 6 – Sistema automático de adição e marcação / Abrigo de resíduos	Área onde ocorre a adição automática de aditivos e marcadores aos combustíveis, além do abrigo destinado ao armazenamento de resíduos, aditivos e marcadores.
Sistema 7 – Sistema Separador de Água e Óleo (SAO)	Responsável pela separação e tratamento dos efluentes oleosos gerados nas operações da base, garantindo conformidade ambiental e segurança operacional.

Fonte: autor.

Brainstorming de perigos e causas

Para a realização da análise de risco, foi conduzido um brainstorming com toda a equipe cujo objetivo foi identificar os possíveis acidentes (perigos) e suas respectivas causas em diferentes áreas operacionais. O levantamento permitiu mapear eventos accidentais potenciais, desde transbordamentos, vazamentos e rupturas até incêndios e explosões, bem como suas origens, como falhas operacionais, problemas em equipamentos, corrosão, sobre pressões e descargas elétricas (tabela 2). Esse exercício fornece uma visão ampla dos riscos presentes

na operação, servindo como base para ações preventivas e mitigadoras em cada área analisada.

Tabela 2 – Perigos x Principais causas.

Área / Sistema	Perigos	Principais causas
Tanques de Armazenamento	Transbordamento, colapso, furos, rupturas, incêndios e explosões.	Falha em vent, sobre pressão por enchimento rápido ou aumento de temperatura, vaporização de água (boilover), despreendimento de gás, vácuo por esvaziamento rápido ou redução de temperatura, corrosão, falhas operacionais e elétricas (descarga atmosférica, eletricidade estática).
Plataforma de Carregamento/Descarregamento de Caminhões-Tanque	Incêndio ou explosão devi- do a vazamento, incêndio/ explosão no tanque do caminhão, derramamento tóxico, transferência indevi- da de produto.	Transbordamento, falha nas con- xões, colisão, movimentação indevi- da, ignição por eletricidade estática, falha no controle da transferência, falha operacional.
Área de Bombas	Vazamentos e ignição do produto bombeado.	Falhas em gaxetas e lacres mecâni- cos, manutenção inadequada.
Tubulações	Vazamentos, furos, ruptu- ras, perda de vedação.	Corrosão interna e externa, sobre pressão, dilatação térmica de líqui- do confinado, impacto mecânico.

Fonte: autor.

Categorização da severidade, ocorrência e detecção

A matriz de aceitabilidade de risco foi desenvolvida com base na metodologia FMEA, adaptada para contemplar três parâmetros fundamentais na análise de falhas: severidade, ocorrência e detecção. Esses critérios, combinados de forma multiplicativa, resultam em um índice numérico denominado Número de Prioridade de Risco (RPN – Risk Priority Number), que representa a criticidade de cada modo de falha identificado. O objetivo principal dessa estrutura é permitir uma avaliação quantitativa e padronizada dos riscos, fornecendo subsídios técnicos para a priorização de ações de mitigação, monitoramento ou eliminação dos perigos mais significativos.

A definição dos valores numéricos atribuídos a cada parâmetro foi realizada de forma criteriosa, levando em consideração não apenas a experiência operacional e dados históricos da base, mas também referências técnicas consolidadas, como as normas ISO 31010:2019 (Gestão de riscos – Técnicas de avaliação de riscos). A lógica utilizada para a construção da matriz parte do princípio de que o risco aumenta de maneira proporcional ao agravamento das consequências, à elevação da probabilidade de ocorrência e à dificuldade de detecção da falha antes que seus efeitos se concretizem.

A severidade foi definida como o grau de impacto que uma falha pode gerar sobre a segurança das pessoas, o meio ambiente, os ativos físicos e a continuidade operacional. Os valores atribuídos variam de 1 a 10, representando níveis crescentes de gravidade. Eventos classificados como de baixa severidade correspondem a situações de impacto mínimo ou facilmente reversível, enquanto níveis moderados indicam danos localizados, mas controláveis. A categoria alta abrange eventos que podem causar prejuízos significativos à operação ou risco à integridade física de pessoas, e a severidade extrema é reservada a cenários de consequências catastróficas, como incêndios de grande porte, explosões ou fatalidades. Essa escala foi elaborada de forma progressiva e não linear, refletindo o comportamento exponencial dos danos em eventos envolvendo produtos inflamáveis e processos energizados, nos quais pequenos aumentos na severidade real resultam em impactos muito mais expressivos.

O segundo parâmetro, denominado ocorrência, representa a probabilidade de uma falha ou evento adverso vir a acontecer, considerando as condições operacionais, o histórico de falhas e o tempo de exposição do sistema. A categorização foi estruturada em níveis de improbabilidade, ocasionalidade e repetitividade, sendo os valores crescentes de acordo com a frequência esperada. Eventos classificados como improváveis receberam valores baixos, pois correspondem a situações excepcionais, de raríssima ocorrência. Já eventos ocasionais possuem uma chance intermediária de ocorrer, enquanto falhas repetidas ou regulares refletem condições de processo onde as não conformidades são observadas com frequência significativa. Essa graduação numérica segue uma lógica de progressão aritmética controlada, garantindo que o aumento da frequência de ocorrência impacte o resultado do risco de forma proporcional, sem gerar distorções excessivas entre categorias adjacentes.

Por fim, o critério de detecção foi incluído para representar a capacidade do sistema de identificar falhas antes que estas gerem consequências. Trata-se de um fator inversamente proporcional ao controle operacional — quanto menor a capacidade de detectar a falha, maior será o valor numérico atribuído e, consequentemente, mais elevado será o risco resultante. O intervalo de valores foi distribuído de modo a refletir os diferentes graus de confiabilidade dos mecanismos de monitoramento. Situações classificadas como “sempre detectadas” correspondem a sistemas dotados de alarmes automáticos, instrumentos calibrados e barreiras de segurança eficazes, o que justifica a atribuição de valores baixos. Já falhas “regularmente detectadas” representam condições de monitoramento razoável, mas dependentes de inspeções humanas ou verificações periódicas. Nos casos em que a falha é “provavelmente não detectada”, há uma probabilidade significativa de o evento ocorrer sem aviso prévio, enquanto a categoria “normalmente não detectada” caracteriza ausência quase total de controle preventivo ou sistema de alerta. Por esse motivo, os valores numéricos atribuídos a esse parâmetro apresentam uma progressão acentuada, quase exponencial, refletindo a importância do controle e monitoramento na prevenção de acidentes.

A combinação dos três parâmetros – severidade, ocorrência e detecção – é realizada de forma multiplicativa ($RPN = S \times O \times D$), resultando em um valor que permite classificar o risco em quatro níveis distintos de aceitabilidade. Valores baixos representam riscos improváveis, considerados aceitáveis diante dos controles existentes; valores intermediários indicam riscos que demandam monitoramento e mitigação parcial; e valores mais elevados correspondem a riscos moderados ou críticos, que exigem a adoção imediata de medidas corretivas, revisão de procedimentos ou eliminação completa da causa. A definição das faixas de classificação (verde, amarela, laranja e vermelha) foi realizada com base em critérios técnicos e práticos, garantindo que os limites numéricos refletem não apenas o resultado matemático, mas também o nível real de exposição ao risco observado nas operações.

O modelo proposto assegura uma avaliação quantitativa consistente, permitindo que cada risco seja analisado sob uma perspectiva integrada que considera tanto a gravidade das consequências quanto a probabilidade de ocorrência e a eficiência dos mecanismos de detecção. Dessa forma, a matriz de aceitabilidade de risco elaborada contribui para o aprimoramento do processo decisório, priorizando intervenções em áreas mais vulneráveis e assegurando a manutenção de padrões elevados de segurança operacional e ambiental.

Matriz de aceitabilidade de risco (severidade x ocorrência x detecção)

Neste estudo, foi adotado um modelo de matriz tridimensional, que considera três parâmetros principais: severidade, ocorrência e detecção. Essa abordagem amplia a análise tradicional de risco (baseada apenas em severidade e probabilidade), incluindo o fator de detecção. Assim, o risco (R) é calculado por meio da relação $R = S \times O \times D$, onde:

- S = Severidade (grau de impacto do evento);
- O = Ocorrência (frequência ou probabilidade de o evento ocorrer);
- D = Detecção (probabilidade de o evento ser identificado antes de causar consequências).

A definição dos níveis de severidade, ocorrência e detecção foi realizada com base nos seguintes critérios:

- Severidade: Representa a gravidade das consequências caso o evento venha a ocorrer. Variou de baixa a extrema, considerando impactos à segurança das pessoas, ao meio ambiente, à integridade das instalações e à continuidade operacional.
- Ocorrência: Refere-se à frequência ou probabilidade de o evento acontecer, variando de improvável a normalmente não detectada, conforme a frequência observada ou esperada em condições normais de operação.
- Detecção: Expressa a capacidade do sistema em identificar e agir sobre uma falha antes da ocorrência do evento indesejado, sendo

classificada desde “sempre detectada” (alta capacidade de prevenção) até “normalmente não detectada” (baixa capacidade de prevenção).

Interpretação dos Resultados

A combinação dos três fatores gera valores numéricos que permitem classificar o risco em quatro faixas de aceitabilidade, conforme representado na matriz (tabela 3):

- Risco improvável (verde escuro): Corresponde a situações de baixa severidade, ocorrência rara e/ou alta capacidade de detecção. São riscos considerados toleráveis, não requerendo ações adicionais imediatas.
- Risco aceitável (verde claro): Indica condições com baixo impacto ou probabilidade moderada. Devem ser monitorados periodicamente para garantir que o nível de risco não se eleve.
- Risco moderado (amarelo): Exige mitigação e monitoramento contínuo, podendo demandar ajustes operacionais, treinamentos ou reforço de controles preventivos.
- Risco crítico (vermelho): Representa situações com alto potencial de dano, baixa detectabilidade e/ou elevada probabilidade. Necessitam de medidas corretivas imediatas para eliminação ou mitigação do risco identificado.

Tabela 3 – Matriz de aceitabilidade de risco (severidade x ocorrência x detecção).

Severidade	Detecção	Sempre detectada				Regularmente detectada		Provavelmente não detectada		Normalmente não	
		Improváveis	Ocasional	Repetidas	Regulares	Repetidas	Regulares	Repetidas	Regulares	Repetidas	Regulares
Baixa	Baixa	1	2	3	4	6	8	12	16	24	32
Moderada	Moderada	3	6	9	12	18	24	36	48	72	96
Alta	Alta	7	14	21	28	42	56	84	112	168	224
Extrema	Extrema	10	20	30	40	60	80	120	160	240	320

Risco improvável (Dark Green)

Risco aceitável (Light Green)

Risco moderado - requer mitigação / monitoramento (Yellow)

Risco crítico - requer mitigação / eliminação (Red)

Fonte: autor.

Essa metodologia possibilitou uma avaliação sistemática e comparativa dos perigos identificados em cada sistema da base (tanques, tubulações, plataformas de carregamento, etc.), auxiliando na definição de prioridades de intervenção e na tomada de decisão quanto à implementação de controles adicionais. Dessa forma, a matriz de aceitabilidade de risco constitui uma ferramenta essencial no processo de gestão de riscos industriais, garantindo maior confiabilidade operacional e segurança nas atividades de recebimento, armazenamento e distribuição de combustíveis.

Matriz de risco (FMECA)

A matriz de risco, desenvolvida com base na metodologia FMECA, foi elaborada por uma equipe multidisciplinar composta por profissionais das áreas Operacional, Engenharia e Segurança do Trabalho. O objetivo foi identificar e avaliar os principais efeitos de risco dos sistemas apresentados na Tabela 1, bem como os principais perigos descritos na Tabela 2. A matriz completa encontra-se disponível no Anexo A.

Resultados

A aplicação da metodologia FMECA na Base de Armazenamento e Distribuição de Combustíveis de Duque de Caxias permitiu identificar e avaliar de forma sistemática os riscos associados às principais etapas operacionais da unidade. Foram analisados os sete sistemas principais, abrangendo desde o recebimento de produtos até o Sistema Separador de Água e Óleo (SAO). Além disso, foram analisados os principais riscos oriundos da etapa de *Brainstorming* com a equipe.

No total, a análise identificou 14 efeitos potenciais de falha, cada um deles foi avaliado quanto à sua severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D), resultando no cálculo do valor atribuído ao risco. A categorização dos riscos seguiu a matriz de aceitabilidade adotada, que classifica os valores conforme o grau de criticidade obtido a partir da combinação dos três parâmetros.

Entre os efeitos de falha identificados na análise, constatou-se que apenas um risco apresentou valor inicial elevado, sendo classificado como crítico: a liberação de vapores do tanque. Essa condição recebeu tal classificação devido ao seu potencial de alto risco de explosões, aliado ao histórico de ocorrências anteriores e à forma de detecção predominantemente visual, o que aumenta a vulnerabilidade operacional. Como medidas de mitigação, foram propostas a instalação de um sistema de aterramento, capaz de reduzir significativamente o risco de explosão, e a implementação de um alarme de detecção antecipada, que permite uma resposta mais rápida diante de anomalias. Com a adoção dessas ações corretivas, o risco foi reavaliado e passou a ser considerado aceitável, evidenciando a efetividade das medidas preventivas sugeridas.

Foram identificados cinco efeitos de falha com a classificação inicial de riscos moderados, sendo eles: acúmulo de eletricidade estática durante o carregamento de caminhões-tanque, falha no recebimento de produto por duto (do ponto B até os tanques de armazenamento), falha na plataforma e laje de descarregamento de caminhões-tanque, falha na bacia de tanques (armazenamento) e falha nas tubulações entre a praça de bombas e a plataforma (galeria subterrânea). Para todos esses modos de falha, foram definidas ações de mitigação adequadas, que contribuíram para reduzir o nível de risco e reclassificá-los como aceitáveis, assegurando maior confiabilidade e segurança operacional nas atividades.

Os outros oito efeitos de falha foram classificados como riscos aceitáveis, não havendo necessidade de implementação imediata de ações de mitigação. Ainda assim, todos os riscos identificados, independentemente de apresentarem ou não

medidas corretivas associadas, permanecerão sob monitoramento contínuo pelas áreas responsáveis, garantindo o acompanhamento das condições operacionais e a manutenção da segurança dos processos.

Vale ressaltar que, entre todas as possíveis falhas identificadas, apenas uma não contava com barreiras de controle previamente implementadas. As outras 13 falhas já possuíam múltiplos mecanismos de controle e prevenção para minimizar os riscos associados. Coincidentemente, a única falha sem controles existentes foi justamente aquela que atingiu o nível crítico de risco, evidenciando a importância da adoção de medidas preventivas eficazes para garantir a segurança operacional.

Dessa forma, a aplicação da metodologia FMECA se mostrou uma ferramenta eficaz para a identificação, avaliação e mitigação de riscos na Base de Duque de Caxias, permitindo uma visão detalhada dos pontos críticos do processo, possibilitando a redução dos riscos a níveis aceitáveis para minimização de acidentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida neste estudo permitiu compreender, de forma ampla e sistemática, os principais riscos operacionais associados às atividades de recebimento, armazenamento, aditivação e distribuição de combustíveis em uma base de distribuição. A aplicação da metodologia FMECA mostrou-se uma ferramenta eficaz na identificação e priorização dos modos de falha, permitindo avaliar de maneira objetiva a severidade, a ocorrência e a capacidade de detecção de cada evento potencialmente perigoso.

Os resultados obtidos demonstraram que, apesar da existência de barreiras físicas e procedimentais consolidadas, ainda havia vulnerabilidades que poderiam representar riscos significativos tanto à integridade física dos colaboradores quanto ao meio ambiente.

A partir da análise de criticidade, foi possível estabelecer uma hierarquização dos riscos, direcionando ações mitigadoras para contenção de danos em caso de ocorrência dos eventos elencados. Essa mitigação é essencial para fortalecer o sistema de gestão da segurança operacional, garantindo a continuidade das operações com níveis aceitáveis de risco.

Verificou-se ainda que a integração da FMECA com outras ferramentas como o *Brainstorming*, potencializa a identificação dos potenciais riscos e contribui para o desenvolvimento de ações corretivas mais eficazes. Tais ferramentas favorecem uma abordagem multidisciplinar, estimulando a participação ativa das equipes e promovendo uma cultura organizacional voltada para a melhoria contínua e a prevenção de falhas.

Do ponto de vista ambiental, a análise reforça a importância de sistemas de contenção, separação e tratamento de efluentes oleosos, bem como de práticas rigorosas de manutenção preventiva e controle de integridade de equipamentos. Essas medidas não apenas reduzem a probabilidade de eventos acidentais, mas

também asseguram o cumprimento das exigências legais e o compromisso da empresa com a sustentabilidade e responsabilidade socioambiental.

Portanto, conclui-se que a aplicação da metodologia FMECA na gestão de riscos de uma base de combustíveis é uma ferramenta estratégica para o fortalecimento da segurança operacional. A sistematização dos riscos, aliada à análise de criticidade, fornece subsídios técnicos para decisões mais assertivas e para a implementação de ações preventivas que minimizem a probabilidade de acidentes e seus impactos.

REFERÊNCIAS

ASSIS, Adriana Helfenberger Coleto. **Análise ambiental e gestão de resíduos**. Editora Intersaber, 2020.

BATISTA, Camillo Júnior Abel. Manual de prevenção e combate a incêndios. Editora Senac São Paulo, 2021.

BRIGIDO, R.; RANDO JUNIOR, E. L. **Diagrama de Ishikawa: aplicações e impactos na gestão da qualidade em diversos setores**. Caderno Progressus, Curitiba, v. 4, n. 8, p. 38–48, 2024.

BRITO, Elisabete da Conceição Silva Fernandes de. Sistema de gestão de riscos químicos. 2022. Tese de Doutorado.

CAMPOS, Bruna Ribeiro Diniz; CHAEBO, Gemael. Reflexões conceituais em gestão de riscos. Revista de Gestão e Secretariado, v. 16, n. 2, p. e4664-e4664, 2025.

COSTA, C. E. S.; ESPÍRITO SANTO, E. D.; ROCHA, L. A. **Aplicação das ferramentas de qualidade: controle estatístico de processos e diagrama de Ishikawa na determinação da qualidade de um processo produtivo de limão**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, São Paulo, v. 9, n. 5, maio 2023.

DA SILVA, Vinícius Souza; CHEUNG, Andrés Batista. **Avaliação da ação gerada por explosão em ambiente interno**. 2025.

DE CARVALHO, Maria Cecilia M. **Construindo o saber: metodologia científica-fundamentos e técnicas**. Papirus Editora, 2021.

DE OLIVEIRA, Ângela Antunes Dias; MANEA, Silvio; RABELLO, Ana Paula de Sá Santos. **Métodos de Priorização dos Resultados da FMECA**. 2020.

DE SOUZA Pereira, Paulo Apicelo; OLIVEIRA, Helton Luiz Santana. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO BASEADA EM RISCO NUMA EMPRESA DE COMÉRCIO E DISTRIBUIÇÃO DE COMBUSTÍVEIS. 2021

FERNANDES, P. T. dos S.; REGATTIERI, C. R. **Implementação das ferramentas 5W2H e Diagrama de Ishikawa para redução de perdas de produtos com**

defeitos na produção de sacaria Raschel. Revista Interface Tecnológica, Taquaritinga, SP, v. 20, n. 2, p. 907–917, 2023

FONSECA, Adelle Candeia da. **Mapeamento de impactos ambientais causados por postos de distribuição de combustíveis em João Pessoa-PB.** 2018.

GRISANTE, Letícia Adrielly Dias et al. **Segurança Em Ambientes Com Substâncias Químicas Perigosas: Uma Revisão De Literatura.** RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 6, n. 2, p. e626191-e626191, 2025.

LOPES, Carla Roberta Simionato. **Riscos no trabalho em postos de combustíveis.** 2017.

MAGALHÃES, Wagner Galvão de. **Análise de risco de uma empresa prestadora de serviço dentro de uma indústria petroquímica no Paraná.** 2017.

MOREIRA, M. de M. A. C. et al. Ferramentas da qualidade: uma revisão de diagrama de Ishikawa, 5W2H, ciclo PDCA, DMAIC e suas interrelações. Anais do Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - SIPGEM, São Carlos, SP, 2021.

MORAES, Kalyson et al. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS. 2024.

OLIVEIRA, Milton Cristian de et al. Revisão bibliográfica das principais normas e legislação para o armazenamento e transporte de combustíveis: etanol e derivados de petróleo. 2021.

OTTONI, Cristiano Citi et al. Automação Dos Processos De Recebimento, Armazenamento E Distribuição De Combustíveis. 2017.

PAVAN, Rafaella Loschi Grant. Desafios da distribuição de combustíveis. Paco Editorial, 2018.

SA, Adonai Química. EAR-Estudo De Análise De Riscos. 2015.

SILVA, Robercy Alves da. Introdução à gestão de riscos. 2022.

SOUZA, E. M. A. de et al. Análise da implantação de ferramentas da qualidade na gestão de acidentes em uma empresa industrial: estudo de caso aplicando o Ciclo PDCA e o Diagrama de Ishikawa. Revista Delos, v. 17, n. 60, p. e2153, 2024

ANEXO A

ANÁLISE DE RISCOS - FMEA (Análise Crítica de Modo de Falhas e Efeitos)																	
Processo: Sistemas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7				Documentação: Rev. 0				Objetivo: Mapear e mitigar principais riscos eminentes na Base Duque de Caxias				Data: 10/2025					
Item	Efeito	AVALIAÇÃO DOS RISCOS						IR	Classificação do Risco	CONTROLE DOS RISCOS			CONCLUSÃO				
		Modo de Falha	Efeito da Falha	Racional de análise	Causa da Falha	Racional de análise	Controle existente			Racional de análise	Ação Recomendada	Seriedade	Ocorrência	Deteção	IR	Acabar S/N	Racional de aceitação ou novas ações
1	# Liberação de: - gasolina A - gasolina premium - diesel S-500 - diesel S-10 - diesel marítimo - etanol anidro - etanol hidratado	# Ruptura ou furto do duto.	# Inundação em poça # Incêndio em nuvens # Explosão de nuvens de vapor	7	Risco de explosão eminente	# Falha de material ou no processo construtivo. # Contaminação. # Subpressão durante operação. # Falha operacional - alinhamento do tanque. # Inversão de procedimento no fluxo de EMEF em duto. # Subpressão durante confinamento de produto na linha.	1	Histórico de vivência	14	Risco aceitável	NA	0	5	NA	NA	NA	NA
2	# Acúmulo de eletricidade estática no carregamento de CT	# Falha no sistema de aterramento	# Reservatório de produto fora de especificação (condutividade)	10	Incêndio e explosão do tanque de CT	# Falha no sistema de aterramento de produtos de acordo com a especificação (condutividade)	1	Histórico de vivência	20	Risco moderado	# Baterias de alarme da emergência # As plataformas estão equipadas com alarmes passando a ter sistemas de monitoramento com canáleas direcionadas para o SAG. # Redes de aspiração para a remoção de Válvulas de fecho das linhas de CT. # Sistema de monitoramento por câmeras	7	1	2	14	S	As ações tomadas diminuem o impacto da explosão e de possíveis feridos
Item	Efeito	AVALIAÇÃO DOS RISCOS						IR	Classificação do Risco	CONTROLE DOS RISCOS			CONCLUSÃO				
		Modo de Falha	Efeito da Falha	Racional de análise	Causa da Falha	Racional de análise	Controle existente			Racional de análise	Ação Recomendada	Seriedade	Ocorrência	Deteção	IR	Acabar S/N	Racional de aceitação ou novas ações
3	# Ruptura do tanque e/ou tubulação	# Grande liberação de: - gasolina A - gasolina premium - diesel S-500 - diesel S-10 - diesel marítimo - etanol anidro - etanol hidratado - biodiesel	# Contaminação de solo # Incêndio em poça # Explosão de nuvens de vapor	10	Alto risco de explosão eminente	# - Falha de material ou no processo construtivo # Contaminação. # subpressão durante operação. # rápido aumento de temperatura...)	1	Histórico de vivência	10	Risco aceitável	NA	0	5	NA	NA	NA	NA
4	# Falha em válvulas, flanges, conexões e acessórios	# Pequena liberação de: - gasolina A - gasolina premium - diesel S-500 - diesel S-10 - diesel marítimo - etanol anidro - etanol hidratado - biodiesel	# Incêndio em poça	3	Baixo risco de explosão eminente	# Vida útil dos equipamentos/utensílios	2	Histórico de vivência	6	Risco aceitável	NA	0	5	NA	NA	NA	NA
5	# Liberação de vapores de tanque	# Falha na vedação de câmara de vapor # Falha na vedação da boca de medição # Falha no leito do tanque # Falha no sistema de pressão e vácuo	# Incêndio em tanque	10	Alto risco de explosão eminente	# Falha do equipamento	4	Histórico de vivência	2	Controle de detecção e visual	NA	3	4	1	12	S	Com o sistema de aterramento sempre substancialmente em uso e o alarme auxiliar na antecipada.

Item	Efeito	AVALIAÇÃO DOS RISCOS						CONTROLE DOS RISCOS			CONCLUSÃO									
		Modo de Falha	Efeito da Falha	Racional de análise	Causa da Falha	Racional de análise	Controle existente	Racional de análise	IR	Classificação do Risco	Ação Recomendada	Solução	Detecção	IR	Açar S/N	Racional de aceitação ou novas ações				
		O que pode dar errado?	Quais as consequências?	Justificar tecnicamente a ocorrência da severidade	Quais as possíveis causas e efeitos da falha?	Justificar tecnicamente a classificação da severidade	Detecção	Quais os controles e procedimentos que preveem a necessidade ou auxiliam na deteção da ocorrência da falha ou efeitos?												
6	# Liberação de efluentes tóxicos	# Transbordamento da SÁO	# Contaminação do solo e águas pluviais	10	Contaminação ambiental grave	# Falha operacional (valvula das áreas de contenção aberta)	1	Histórico de violência	1	# A abertura das válvulas das áreas de contenção é realizada após avaliação de supervisão de Batalhão.	# As válvulas de contenção são manter fechadas para evitar contaminação e cedendo individualmente.	10	Risco aceitável	NA	0	S	NA.			
7	# Falha no recebimento de produto por duto (ponto B -- estação de medição -- tanques)	# Vacumeto em flange/conexão do duto	# Emisión de vapores inflamáveis e risco de incêndio/explosão	10	Alto risco de explosão eminente	# Junta danificada, aperto inadequado, fiação por trânsito.	1	Histórico de violência	1	# Inspeções visuais, bateria de procedimentos de treinamento.	# Monitoramento por parau e alarmes de perda de pressão.	10	Risco aceitável	NA	0	S	NA.			
8	# Falha no recebimento de produto por duto (ponto B -- estação de medição -- tanques)	# Rupturamento de duto devido ao impacto ou corte	# Liberação excessiva de produto, grande volume de vapor, potencial VOFIC	10	Alto risco de explosão eminente	# Comenda interna/exterior, impacto mecânico, falha de suporte.	1	Histórico de violência	4	# Procedimentos de engate, inspeção pré-uso, bloqueio de bombas durante engate.	# Provavelmente não detectada rapidamente, dependendo do intervalo contínuo de inspeção e vigilância local.	40	Risco moderado	Instalação de programa de inspeção por UTIn-line, inspeção preventiva, procedimento cardíaco em trechos.	10	1	10	S	Com a instalação de sistema de inspeção a detecção melhora significativamente previamente.	
9	# Falha na plataforma e laje de descarcamento de caminhões tanque	# Falha em conexões/mangueira (vazamento por engate deslocado)	# Vazamento localizado, vazamento de vapor, risco de inundação contínua	3	Baixo risco de explosão eminente	# Engate mal conectado, junta danificada, desgaste do mangueira.	4	Histórico de violência	4	# Procedimentos de engate, inspeção pré-uso, bloqueio de bombas durante engate.	# Controle de detecção manual	24	Risco moderado	Instalação de sensores de H2S/Chlorocarbono nos pontos críticos de conteúdo.	3	4	1	12	S	Com a instalação dos sensores a detecção ocorre efetivamente para preventivamente.
10	# Falha na base de tanques (arrastamento)	# Transbordamento de tanque para a base	# Contaminação ambiental grave	10	Contaminação ambiental grave	# Falha em sensor de nível que pode resultar em operação durante encherimento.	2	Histórico de violência	1	# Sistema SAO, procedimento de encherimento, bacia de contenção.	# Regulamente detectada via alarmes de nível.	20	Risco moderado	Instalação de sensores de nível em segunda instância.	10	1	1	10	S	Com a instalação de sensores de nível em segunda instância aumenta a chance de detecção.
11	# Falha em tubulações entre prédios de transformadores (que causam danos ou sucide)	# Falha de bomba de transformador (parada súbita)	# Danos a bombas, rompimento por sobre pressão, risco de explosão de produto.	7	Risco de ruptura da tubulação	# Danos a bombas, rompimento por sobre pressão, risco de explosão de produto.	2	Histórico de violência	2	# Acionar de rotina de manutenção preventiva, extração de filtro.	# Filtros, rotinas de limpeza e purga.	42	Risco moderado	Instalação de válvulas de alívio.	7	2	1	14	S	Com a instalação das válvulas de alívio aumenta a chance de contenção.
12	# Falha na praça de bombas	# Falha de bomba (parada súbita)	# Interrupção de fluxo, pressurização ou despressurização, rompimento ou transbordamento em pontos e juntas.	3	Impacto operacional e pode provocar riscos e efeitos em cadeia	# Falha elétrica, desgaste mecânico, operação fora de curva.	2	Histórico de violência	1	# Plano de manutenção preventiva, alterar a temperatura e vibração.	# Filtros, rotinas de limpeza e purga.	6	Risco aceitável	NA	0	S	NA.			
13	# Falha na praça de bombas	# Vazamento em seta medidor/gancho da bomba	# Vazamento localizado	3	Baixo risco de explosão eminente	# Desgaste do seta, instalação incorreta, pressão excessiva.	1	Histórico de violência	1	# Inspeção visual, manutenção preventiva e programada, contenção local.	# Sensor detectado em grande parte das válvulas de retenção.	6	Risco aceitável	NA	0	S	NA.			
14	# Falha no sistema automático de ativação marcação e atirgo de resíduos	# Vazamento no abrigo de aditivos/resíduos (parafernáleos)	# Contaminação local, risco químico ao pessoal e ambiente.	7	Risco de exposição e de contaminação ambiental	# Embalsamento de óleo com baixa taxa em válvula de retenção, contenção insuficiente.	1	Histórico de violência	2	# Bacias de contenção de óleo com capacidade de manuseio, EPI.	# Controle de detecção manual	12	Risco aceitável	NA	0	S	NA.			