

A INFLUÊNCIA DO CONTROLE OPERACIONAL NA MITIGAÇÃO DE ACIDENTES

Raíra Souza de Santana Castro¹

Mailson de Jesus Santos²

Claudia Fernandes de Souza³

Vanessa Cristine Silva Santos⁴

Diego Melo Costa⁵

Engenharia de Processos



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Devido ao manuseio de grandes quantidades de materiais perigosos, as indústrias químicas e de processo podem ser propensas a acidentes, incluindo incêndio, explosão e liberação de gases tóxicos. Tais acidentes podem causar danos devastadores nas instalações, nos seres humanos e no meio ambiente. A natureza desses acidentes é multifatorial e muitos fatores tecnológicos, organizacionais, pessoais, situacionais e ambientais contribuíram para eles (Ghasemi *et al.*, 2022). Um acidente industrial tem consequência danosas em que devido a sua extensão pode acarretar na falência ou visão negativa da sociedade sobre a empresa e levantar questionamentos sobre a sua importância. Porém, o controle operacional é de suma importância para que as ocorrências de acidentes sejam evitadas. O presente artigo usa da metodologia de pesquisa de referências bibliográficas para o embasamento da ocorrência de alguns acidentes ao longo dos anos, teve por objetivo correlacionar os acidentes com as possíveis falhas do controle operacional. A ocorrência dos acidentes está relacionada a falha em ações que poderiam mitigar/atenuar a sua ocorrência assim como a falta de cultura de segurança e disciplina operacional, logo a importância da observação e implantação de controle operacional pode assegurar que eventos catastróficos sejam atenuados.

PALAVRAS-CHAVE

Acidentes. Gerenciamento. Controle Operacional.

ABSTRACT

Due to the handling of large amounts of hazardous materials, the chemical and process industries can be prone to accidents, including fire, explosion and release of toxic gases. Such accidents can cause devastating damage to facilities, humans and the environment. The nature of these accidents is multifactorial and many technological, organizational, personal, situational and environmental factors have contributed to them (Ghasemi *et al.*, 2022). An industrial accident has harmful consequences in which, due to its extension, it can lead to bankruptcy or society's negative view of the company and raise questions about its importance. However, operational control is of paramount importance for the occurrence of accidents to be avoided. This article uses the research methodology of bibliographic references to support the occurrence of some accidents over the years, it aimed to correlate accidents with possible failures of operational control. The occurrence of accidents is related to failure in actions that could mitigate/mitigate their occurrence as well as the lack of safety culture and operational discipline, so the importance of observation and implementation of operational control can ensure that catastrophic events are mitigated.

KEYWORDS

Accidents. Management. Operational control.

1 INTRODUÇÃO

Acidentes (como acidentes químicos perigosos e incêndios) têm efeitos adversos no meio ambiente, na sociedade e na economia, pois causam grandes perdas econômicas, baixas e poluição ambiental (B. Wang, 2022).

Se investigados usando métodos apropriados, os acidentes de processo podem ser bem gerenciados na abordagem reativa ou orientada para a resposta. Esta abordagem juntamente com a abordagem proativa, como a avaliação de riscos, é reconhecida como os dois principais elementos no gerenciamento de riscos de processos (GHASEMI *et al.*, 2022).

Ruppenthal (2013) diz "Os riscos tem evoluído juntamente com a humanidade e, devido a esta associação, a eliminação total deles é praticamente impossível". Os fatores humanos são amplamente conhecidos por serem as principais causas da maioria dos acidentes em diferentes indústrias. Muitos estudos têm apontado quantitativamente o papel central dessas falhas na ocorrência de acidentes; mais de 90% em acidentes nucleares, mais de 80% em acidentes de processos químicos, 75-96% em acidentes marítimos, mais de 70% em acidentes de aviação na União Europeia, 75-96% de acidentes de trabalho em Estados Unidos, e mais de 94% dos acidentes em refinarias de petróleo e gás em países em desenvolvimento como o Irã (ZAREI *et al.*, 2019).

Os acidentes de alta visibilidade em indústrias de processo muitas vezes chamam a atenção e motivam o interesse pela segurança do sistema. Os acidentes normalmente resultam da ausência ou violação das defesas ou violação das restrições de segurança. Além disso, acidente é o termo frequentemente usado para a ocorrência de um único evento crítico ou uma sequência de eventos iniciador e críticos que causam eventos indesejados e/ou de resultado. Esses eventos de resultado podem ser lesões ou morte, danos ambientais e/ou materiais (Squillante *et al.*, 2021).

Destacam-se que a Fatores Humanos e Organizacionais (HOF) é um dos aspectos contributivos mais importantes para a causação e prevenção do acidente. A prevalência de HOF em acidentes justifica a necessidade de incorporar a análise de HOF nas investigações de acidentes, para que possam ser derivadas medidas valiosas para evitar a recorrência de acidentes semelhantes. Os feedbacks e as lições aprendidas com a análise de acidentes fornecem ajuda para melhorar o clima de segurança e prevenir acidentes. A prevenção eficaz de acidentes requer o uso de modelos de análise de acidentes que incluam o efeito do HOF (WANG *et al.*, 2011).

Segundo Ruppenthal (2013) o comportamento humano nem sempre é constante e racional pois o mesmo não segue um padrão rígido e pré-estabelecidos. E acrescenta que o fator humano pode influenciar de maneira substancial a confiabilidade, onde diversos fatores estão associados ao erro humano como: falta de atenção; condições ergonômicas inadequada; ausência de aptidões físicas ou cognitivas; falta de capacidade; falta de formação ou informação e falta de motivação.

O reconhecimento dos riscos associados ao processo produtivo ou na estrutura organizacional é de extrema importância para a correção dos desvios do sistema antes da ocorrência de uma falha, atenuando a possibilidade de ocorrência do erro humano (RUPPENTHAL, 2013).

O estudo tem por objetivo apresentar alguns acidentes que tem características semelhantes quanto a falha em controle operacional, e demonstrar as consequências em decorrência desses acidentes e assim apresentar uma possível conclusão quanto ao motivo dessas ocorrências.

O artigo é estruturado de duas partes que se complementam: na primeira parte são apresentados conceitos de segurança e alguns acidentes e na segunda parte é apresentado a discussão dos resultados e conclusões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMAS RELACIONADOS À SEGURANÇA

Os acidentes de segurança do trabalho são eventos negativos e inesperados que exercem consequências significativas nas empresas e colaboradores associados. Por um lado, afetam diretamente o desempenho da empresa ao perturbar o cronograma de produção, prejudicando ativos fixos, estoques, matérias-primas, produtos acabados e impondo multas, ações judiciais e custos de seguro saúde às empresas de acidentes.

Além dos empregados feridos no trabalho e suas famílias estão sujeitos a uma inevitável deterioração da saúde, declínio em suas habilidades práticas e menor renda atual, o que pode levar a uma redução de longo prazo na riqueza e no consumo. No geral, isso pode levar a uma menor satisfação no trabalho e, portanto, a um aumento nas demissões de funcionários. Embora existam várias maneiras de avaliar os efeitos reais dos acidentes de trabalho de segurança, esses estudos não são suficientes, em alguns casos, para evitar a ocorrência dos acidentes (DAI *et al.*, 2022).

Os sistemas relacionados à segurança implementam as funções instrumentadas de segurança necessárias para alcançar ou manter um estado seguro para a planta/processo nos sistemas críticos. Além disso, um sistema relacionado à segurança pode: (a) ser projetado para prevenir um evento perigoso (por exemplo, se os sistemas relacionados à segurança executarem suas funções instrumentadas de segurança, nenhum evento prejudicial ocorrerá); (b) ser concebidos para mitigar os efeitos de um evento prejudicial, reduzindo assim o risco, reduzindo as consequências; e (c) ser projetado para alcançar uma combinação de (a) e (b).

Além disso, a função instrumentada de segurança é a função a ser implementada pelo sistema relacionado à segurança ou outromedida de redução de risco que se destina a alcançar ou manter o estado seguro. O SIS é uma solução prática de engenharia para implementar um sistema relacionado à segurança baseado em sistemas eletrônicos programáveis (PES) (SQUILLANTE *et al.*, 2021).

A taxa de lesões ocupacionais e acidentes de trabalho em locais de construção é a mais alta em comparação com todos os outros locais de trabalho, por exemplo. Embora tenham sido alcançadas melhorias substanciais na segurança do trabalho, ainda é um desafio gerenciar e controlar os riscos dessas atividades no local de trabalho. Os acidentes na indústria da construção muitas vezes têm consequências graves para os trabalhadores, suas famílias e o público. Esta indústria às vezes registra quase seis vezes mais mortes por hora trabalhada e duas vezes mais lesões incapacitantes, como a maioria das outras indústrias (ABUKHASHABAH *et al.*, 2020).

Segundo Thayana (2019), a justiça social tem como papel principal “a proteção dos trabalhadores contra doenças gerais ou profissionais e contra acidentes de trabalho”. A obrigação em promover um ambiente seguro de trabalho foi acordada na Declaração da Filadelfia de 1944 e posteriormente na Declaração sobre Justiça Social para uma Globalização Justa em 2008.

O reconhecimento de que é necessário um ambiente seguro para o exercício da atividade laboral também está adotado na agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, de 2015, no seu objetivo 8 que tem o compromisso com o trabalho digno e crescimento econômico.

Segundo o Tribunal Superior do Trabalho (TST) em 2015, esse compromisso é importante diante dos dados alarmantes em relação á acidente do trabalho onde de acordo com as estatísticas levantadas a cada 15 segundos ocorre a morte de um(a) trabalhador(a) decorrente de acidente de trabalho ou doença relacionado a atividade profissional.

O TST (2020), relata que o alto índice de morte ou lesões do trabalho provoca impactos humanitários e sociais, além de exercer um forte reflexo na economia.

Segundo o levantamento do TST (2020), a parte mais atingida são as mãos correspondendo a 24% e dessas notificações 15% tem as máquinas e equipamentos como agente causador seguido dos agentes químicos que corresponde a 14%. As primeiras leis que garantiam a proteção do trabalhador têm sua origem indicada na Inglaterra, França, Alemanha e Itália. Porém é na Inglaterra que se tem os primeiros relatos de garantia de repouso semanal e delimitação das horas trabalhadas.

O processo de avaliação de risco é dividido em duas partes: análise de risco e avaliação de risco. A análise de risco inclui principalmente estimativa de frequência, estimativa de consequências e exibição do perfil de risco. Esta seção apresenta o processo de análise de risco, que é dividido em três partes: modelos de análise de consequências, modelos de probabilidade de escalonamento e modelos de análise de danos. Esses modelos são a base do cálculo de (1) a mortalidade humana no acidente; (2) a frequência do acidente primário no processo dominó; e (3) a aplicação da teoria de campo e as etapas do processo MCS, que combinam a frequência e mortalidade do acidente de dominó e geram o perfil de risco. O resultado da análise quantitativa de risco pode ser usado para conduzir a avaliação de risco, que consiste na redução e validação de risco (HE; WENG, 2020).

A segurança do trabalho visa garantir que o trabalhador tenha um ambiente saudável e seguro para o exercício das suas atividades. Arelado a Segurança do Trabalho estão as NR que são Normas Regulamentadoras que descreve requisitos mínimos para que o trabalhador tenha a saúde e segurança resguardada durante o exercício da sua atividade.

O CCPS (2019), define a Segurança de Processos como “é sobre gerenciar a integridade de sistemas operacionais por meio da aplicação de princípios de design inerentemente seguros, engenharia e praticas de disciplina operacional. Isso lida com prevenção e mitigação de acidentes que tem potencial de perda de controle de um material perigoso ou energia. Essa perda de controle pode levar a consequências severas com incêndios, explosões e/ou efeitos tóxicos, podendo resultar em perda de vidas, ferimentos graves, danos materiais extensos, impactos ambientais e perda de produção associada a impactos financeiros e de reputação.

Grangeia (2020) descreve que a indústria química possui processos cujos sistemas e tecnologia associados podem falhar, representando perigos com potencial impacto aos empregados, á comunidade vizinha e ao meio ambiente.

2.2 CONTROLE OPERACIONAL

O controle operacional tem sua importância no gerenciamento da execução das tarefas dentro da empresa. Ele tem por objetivo garantir que o trabalho será executado de forma segura, seguindo parâmetros determinados para um bom resultado. A sua observação tem como resultado a diminuição de custos, aumento da produtividade, eliminação de paradas na produção e de possíveis incidentes ou acidentes durante a execução das atividades.

Constata-se que nos países em desenvolvimento, a atenção às questões de saúde e segurança nesses locais de trabalho é muito baixa, a maioria das tarefas é executada manualmente, a exposição ocupacional a riscos é muito alta e a manutenção de registros é de baixa qualidade quando medida por padrões internacionais. Existem cerca de 10,3 milhões de trabalhadores apenas no setor privado da Arábia Saudita, por exemplo, enquanto o número de lesões e acidentes na indústria da construção é muito maior do que em qualquer outra indústria do país.

Por exemplo, em 2014, o número relatado de acidentes e lesões ocupacionais no setor privado foi de 69.241 – a indústria da construção foi responsável por mais de 51% desses acidentes e lesões. Um dos principais fatores para esta alta percentagem de acidentes e lesões na indústria da construção é o ambiente de trabalho dinâmico em constante mudança, onde é típico ter várias equipes trabalhando em tarefas diferentes na mesma zona e mudando à medida que o projeto avança (ABUKHASHABAH *et al.*, 2020).

2.3 ESTUDO DE PERIGO E OPERABILIDADE (HAZOP)

Dentre as diferentes técnicas prescritas pelas normas de segurança relacionadas à segurança funcional das indústrias de processo para identificação e análise de perigos, o estudo Hazard and Operability (HAZOP) tem sido a técnica mais utilizada para o desenvolvimento de defesas. algoritmos para controle relacionado à segurança de plantas/processos industriais (SINGLE *et al.*, 2019).

Um estudo HAZOP geralmente é conduzido por uma equipe interdisciplinar de representantes de áreas especializadas, como operação de plantas, engenharia de plantas e engenharia de controle de processos. Dentro dos estudos HAZOP, os processos são examinados de forma crítica e sistemática para determinar desvios da intenção do projeto da planta de processo. Posteriormente, possíveis causas, consequências e salvaguardas de desvios são discutidas pelos especialistas em brainstorming guiado, enquanto suas descobertas são incluídas em um relatório. O grau de completude dos resultados depende do conhecimento, experiência e nível de treinamento dos profissionais. Além disso, é um processo centrado no ser humano e, portanto, propenso a erros humanos (SQUILLANTE *et al.*, 2021).

2.4 ALGUNS ACIDENTES RELATADOS AO LONGO DOS ANOS

2.4.1 O Maior Acidente da REDUC 1972

No dia 30 de março de 1972 na refinaria localizada em Duque de Caxias (RJ) três esferas de armazenamento de GLP explodiram devido a um vazamento. Esse acidente ficou conhecido como “O Fim do Mundo” devido a sua grande proporção, (ALVES, 2019).

O efeito BLEVE ocorreu devido abertura de uma válvula pelo operador para a retirada da água proveniente do processo de armazenamento e o mesmo se ausentou do local antes que se verificasse a saída total da água e assim ocorresse o fechamento

da válvula. Devido ao não fechamento da válvula após a saída da água, ocorreu o vazamento do GLP que em temperatura ambiente congelou a válvula o que dificultou posteriormente o fechamento da mesma.

Desse acidente teve-se como resultado 42 vítimas fatais e mais de 40 feridos, todos trabalhadores da área da REDUC, além de danos a instalações, dentre outros.

2.4.2 Vila Socó 1984

Conhecido como o acidente de Alemoa, no dia 24 de fevereiro de 1984 moradores da Vila Socó perceberam o vazamento de gasolina em um dos oleodutos da Petrobras que liga a Refinaria Presidente Bernardes (RPBC) ao terminal de Alemoa.

Segundo Ferreira (2014), o acidente pode ter ocorrido por falta de comunicação entre funcionários da Refinaria Presidente Bernardes em Cubatão, com as pessoas responsáveis pela operação de um dos terminais da estatal, localizado no Porto de Santos. Pois uma válvula que deveria estar aberta para recebimento do combustível se encontrava fechada o que ocasionou a sobrepessão e conseqüentemente a ruptura da tubulação.

A tubulação era localizada em local de mangue que ficava à frente de uma vila que era constituída de palafitas, construções que são caracterizadas por serem feitas de madeira, plásticos e restos de materiais de construção e que são construídas sobre uma região alagadiça.

Foi verificado que um operador fez um alinhamento inadequado para realizar a transferência de gasolina para uma tubulação que se encontrava fechada, o que causou sobrepessão e ruptura da tubulação o que ocasionou o derramamento de cerca de 700 mil litros de gasolina pelo mangue.

2.4.3 Piper Alpha 1988

O acidente ocorrido na plataforma petrolífera no Mar do Norte, a aproximadamente 190 km a nordeste de Aberdeen, na Escócia, que era operada pela Occidental Petroleum. Esse acidente foi resultado de diversas falhas sistêmicas e que teve como resultado a morte de 167 pessoas, perda de bilhões de dólares e perda da plataforma.

O início do evento se deu quando foi identificado um vazamento de hidrocarbonetos leves na área das bombas. Os trabalhadores da plataforma realizaram uma manutenção na unidade de produção de gás. Assim foi necessário a remoção de uma válvula de alívio da linha de descarga da bomba, porém não concluíram o serviço.

Porém essa intervenção não foi comunicada corretamente ao turno seguinte. Essa falta de comunicação foi crucial para ocorrência desse acidente, visto que a bomba primária apresentou falha de operação e foi necessário o acionamento da bomba reserva porém os mesmos desconheciam que a bomba havia sido retirada para serviço de manutenção, o que ocasionou a liberação de gás natural produzindo uma nuvem de gás inflamável que encontrou uma fonte de ignição o que deu início ao desastre.

2.4.4 Explosão em Torre de Destilação – 2000

O acidente ocorreu em janeiro de 2000 em Taiwan. Segundo Ferreira (2013) evidências encontradas indicam que a explosão teve seu início na torre de destilação quando um trabalhador ligou a furadeira elétrica e provocou a explosão de uma nuvem de vapor de tolueno.

Decorrente dessa explosão ocorreu um efeito em cadeia pois a torre de destilação se rompeu espalhando o solvente provocando o incendio. Nesse acidente ocorreu o BLEVE que resultou na ruptura da estrutura da fábrica e tubulações. Em sequência ocorreram sucessivas explosões que atingiram tambores de armazenamento de solventes orgânicos.

2.4.5 Ultracargo 2015

Um dos acidentes mais intrigante devido a demora para que o seu fogo fosse extinto, o que ocorreu apos nove dias. O incendio se iniciou no dia 2 de abril e foi extinto no dia 9 de abril de 2015.

Santos (2019) relata que de acordo com o MPF (Ministério Público Federal) o fogo foi ocasionado por um erro operacional nas tubulações de sucção e descarga que operavam fechadas, causando a explosão de uma válvula. Ainda é ressaltado que houve riscos para os trabalhadores e ao patrimônio no entorno. Tendo como resultado 6 tanques de combustíveis atingidos, contaminação ambiental e nenhuma fatalidade. Em consequência da temperatura alta atingida foi necessário a ajuda do Governo Federal e a importação de produtos para o controle das chamas.

2.5 NR 20 – SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS

A Norma Regulamentadora nº 20 foi originalmente editada pela portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978, sob o título “Combustíveis líquidos e inflamáveis”, de forma a regulamentar o inciso II do artigo 200 da CLT, conforme redação dada pela Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1997, (Subsecretaria de Inspeção do Trabalho -SIT). Segundo o Guia Trabalhista esta norma trata dos requisitos mínimos para saúde e segurança do trabalhador que esteja exposto a um ambiente laboral e desempenha atividades como extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis e líquidos combustíveis.

A norma regulamentadora tem como função estabelecer e fomentar leis e procedimentos técnicos a serem empregados, para que se possa garantir ao trabalhador um ambiente seguro e que o possa resguardar de possíveis acidentes e riscos ocupacionais.

A SIT considera a NR 20 uma norma especial, visto que a mesma regulamenta a execução do trabalho com inflamáveis e combustíveis, englobando o processo de atividades, instalações e equipamentos utilizados, mesmo que não se estabeleça uma ligação com setores ou atividades econômicas específicas.

A Norma Regulamentadora 20 (2018), exige que empresas que se enquadrem nas atividades descritas pela norma devem providenciar as seguintes documentações a fim de operar de forma segura, a citar: Projeto de instalação; procedimentos operacionais; plano de inspeção e manutenção; análises de riscos; plano de prevenção e controle de vazamento, derramamento, incêndios e explosões com identificação de fontes de emissão fugitivas; certificado de capacitação dos trabalhadores; análise de acidentes; plano de resposta á emergências.

3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada ao estudo foi revisão bibliográfica onde foi realizado um estudo exploratório, bibliográfico e qualitativo. No levantamento exploratório foi possível o levantamento de acidentes com características semelhantes e que tenham sido provocados por erros operacionais ou falhas nesse controle. No levantamento bibliográfico foi reunido material teórico que serviu de embasamento para verificação das informações quanto aos acidentes, suas consequências e a repercussão na sociedade sobre os mesmos. Já a análise qualitativa foram verificados métodos que poderiam ser aplicados a cada acidente e o que o aprendizado dessas ocorrências refletiu na atenuação de outros acidentes com as mesmas características.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do acontecimento de alguns acidentes muitas lições são aprendidas a fim de que acidentes com as mesmas características ou de características semelhantes não se repitam. A ocorrência de um acidente nunca se dar de uma forma aleatório ou de forma inesperada. É encontrado relatos nas bibliografias que antes da ocorrência de um acidente muitos incidentes ou quase acidentes já haviam acontecido e as suas causas em muitas vezes não foram relatados e nem se quer tratados.

O procedimento operacional é um orientador para que a ocorrência de um acidente de chegue a acontecer.

O seu controle se faz necessário para que seja identificado quais os gargalos, onde estão mais incidentes as falhas e o quanto ele está obsoleto diante da realidade operacional da empresa.

O acidente ocorrido na Reduc em 1972 se deu quando um operador se ausentou antes do encerramento da operação de retirada da água de uma esfera de GLP. Ao deixar a válvula aberta além da água que era necessária a retirada houve o vazamento de GLP que ao encontrar uma fonte de ignição provocou a explosão de 3 esferas de armazenamento de GLP, o que ocasionou a morte de 42 pessoas além de 40 feridos.

Ao realizar esse desvio operacional e se ausentar antes do término da retirada da água do fundo da esfera, o operador assumiu o risco de provocar o acidente. O trabalho de um único operador também pode ser um agravante para que esse tipo de acidente possa ocorrer, visto que vários são os fatores que podem induzir a

ausência do trabalhador do seu posto operacional, como: mal súbito, distração por diversos motivos, dentre outros.

O acidente ocorrido na Vila Socó em 1984 é um grande exemplo do quanto a comunicação entre setores quanto a operação é importante. A falha na comunicação entre os trabalhadores da Refinaria Presidente Bernardes e os responsáveis pelos terminais no Porto de Santos, ocasionou a sobrepressão na tubulação devido a válvula que deveria está aberta não estava. O que ocasionou um dos grandes acidentes e diversas mortes.

Já o acidente ocorrido na plataforma petrolífera Piper Alpha em 1988 demonstra a importância do registro e comunicação de qualquer mudança ou manutenção em um turno. Toda alteração nos equipamentos mesmo que momentânea deve ser registrada e comunicada a todos que estão diretamente ligado ao processo e também para a sua verificação de forma fácil quando solicitada.

O acidente ocorrido na Torre de destilação em Taiwan em 2000, mostra o total desconhecimento do trabalhador na execução da sua atividade, associado também a liberação de um serviço usando uma furadeira numa área onde havia produtos inflamáveis.

A não supervisão dos serviços principalmente em áreas de grande probabilidade de incêndio é o que reforça o questionamento se a falha está no trabalhador ao desconhecer o procedimento operacional e os riscos ao qual está exposto ou está ligada à uma cultura fraca de segurança dentro da empresa.

O acidente da Ultracargo em 2015 chamou a atenção por sua grande proporção e por erros de execução e assim suas consequências tomaram proporções maiores do que as esperava. Esse acidente segundo as investigações foi ocasionado devido ao erro operacional em se operar as tubulações de descarga e sucção fechadas o que resultou no rompimento da válvula. Um das consequências que também contribuíram para a duração desse acidente foi o tipo de agente extintor inadequado para as substâncias que estavam em chamas.

É compreendido que não basta ter um procedimento operacional robusto dentro de uma empresa, é imprescindível que o mesmo tenha controle, que seja de conhecimento de todos, que todos os incidentes/ quase-acidentes sejam tratados com seriedade para se evitar ou atenuar as consequências de um acidente.

5 CONCLUSÃO

O controle operacional se faz necessário para que a ação de mitigação ou atenuação de um acidente.

Na avaliação realizada nos acidentes listados nesse estudo, foi verificado que essas ações não foram observadas pelas empresas detentora das plantas afetadas, onde a ação de inspecionar os riscos e manter o controle operacional tem a finalidade de expor os riscos inerentes as atividades, por meio dessa observação tem-se a possibilidade de atuar na correção desses riscos. Associado a inspeção está a disciplina operacional que é a base para a segurança que alinhada a cultura da empresa

faz com que o reconhecimento de eventos anteriores sirva de aprendizado para que novos acidentes não ocorram.

Diante do exposto percebe-se que os maiores fatores para a ocorrência desses acidentes estão diretamente ligados a falha na cultura de segurança, falta de controle operacional, falha na disciplina operacional e em sistemas robustos de segurança que são necessários para que uma empresa tenha um programa eficaz de segurança.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. **O dia em que a REDUC explodiu**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://diariodorio.com/o-dia-em-que-a-reduc-explodiu/>. Acesso em: 4 de jan. 2022.

ANALYTICSBRASIL. **Analyticsbrasil.com.br**. 2018. Disponível em: <https://www.analyticsbrasil.com.br/blog/nr-20-seguranca-e-saude-no-trabalho-com-inflamaveis-e-combustiveis>. Acesso em: 4 de jan. 2022.

C174 – **Convenção sobre a Prevenção de Acidentes Industriais Maiores**. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236693/lang--pt/index.htm. Acesso em: 4 de jan. 2022.

DENNY, D. M. T. Muito além do fogo. **Ambiente Legal**. Disponível em: <http://www.ambientelegal.com.br/muito-alem-do-fogo/>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

DINIZ, A. **O fim de Piper Alpha**. 2017. Disponível em: <https://www.rsem.com.br/aprendendo-com-a-experiencia-relembrando-o-acidente-de-piper-alpha/>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

FATOS AMBIENTAIS. Disponível em: <https://engenhariambiental.wixsite.com/blogdosengenheiros/single-post/2013/05/01/fatos-ambientais>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

FERREIRA, L.C. **Fogo infernal deixa 93 mortos em Cubatão**. Disponível em: <https://f5.folha.uol.com.br/saiunonp/2014/10/1531855-fogo-infernal-deixa-93-mortos-em-cubatao.shtml>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

GUIA TRABALHISTA. **Norma Regulamentora 20** - segurança e saúde no trabalho com Inflamáveis e combustíveis. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr20.htm>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

G1 Santos. MP divulga laudo e pede multa de R\$ 3,6 bilhões do Incêndio na Ultracargo. **G1 Globo**, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/11/mp-divulga-laudo-e-pede-multa-de-r-36-bilhoes-por-incendio-na-ultracargo.html>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

FERREIRA, C. **Caso 007:** O maior acidente da REDUC. 1972. Disponível em: <http://inspecaoequipto.blogspot.com/2013/05/caso-007-o-maior-acidente-da-reduc-1972.html>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

FERREIRA, C. Caso 015: Desastre da Vila Socó. **Inspecaoequipto Blogspot.** Disponível em: <http://inspecaoequipto.blogspot.com/2013/05/caso-015-desastre-da-vila-soco.html>. Acesso em: 5 de jan. 2022.

FERREIRA, C. **Caso 47:** Explosão em torre de destilação. Disponível em: <http://inspecaoequipto.blogspot.com/2013/11/caso-047-explosao-em-torre-de.html>. Acesso em: 6 de jan. 2022.

JUSTIÇA DO TRABALHO. Tribunal Superior do Trabalho. **Pandemia reforça importância da saúde e da segurança no trabalho.** Disponível em: <https://www.tst.jus.br/saude-e-seguranca-do-trabalho>. Acesso em: 6 de jan. 2022.

JUSTIÇA DO TRABALHO. Tribunal Superior do Trabalho. **A cada 15 segundos, um trabalhador morre de acidentes ou doenças relacionadas com o trabalho.** Disponível em: https://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/programa/-/asset_publisher/OSUp/content/a-cada-15-segundos-um-trabalhador-morre-de-acidentes-ou-doencas-relacionadas-com-o-trabalho. Acesso em: 7 de jan. 2022.

LYRA, C.; LUCIO, G.; RODRIGUES, L.G. Incêndio provoca explosões em área industrial de santos, SP. **G1 Globo**, 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2015/04/incendio-atinge-industria-no-bairro-alemoa-em-santos-litoral-de-sp.html>. Acesso em: 7 de jan. 2022.

OIT – Organização Internacional do Trabalho. **Segurança e saúde no trabalho.** Disponível em: https://www.ilo.org/lisbon/temas/WCMS_650864/lang--pt/index.htm. Acesso em: 8 de jan. 2022.

OLIVER, R. História da segurança do trabalho. **Prolifeengenharia.** Disponível em: <https://prolifeengenharia.com.br/historia-da-seguranca-do-trabalho/>. Acesso em: 8 de jan. 2022.

SANTOS, D. **Revista Incendio:** assinado acordo para reparo de danos causados por incêndio da Ultracargo em 2015. Disponível em: <https://revistaincendio.com.br/assinado-acordo-para-reparo-de-danos-causados-por-incendio-da-ultracargo-em-2015/>. Acesso em: 8 de jan. 2022.

THAYANA. **Segurança e saúde no trabalho baseada em princípios.** Disponível em: <https://onsafety.com.br/seguranca-saude-no-trabalho-baseada-em-principios/>. Acesso em: 8 de jan. 2022.

ABUKHASHABAH, E.; SUMMAN, A.; BALKHYOUR, M. Occupational accidents and injuries in construction industry in Jeddah city. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 8, p. 1993-1998, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2020.06.033>

DAI, Y.; TONG, X.; WANG, L. Workplace safety accident, employee treatment, and firm value: Evidence from China. **Economic Modelling**, v. 115, p. 105-960, 2022. <https://doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2022.105960>

GHASEMI, F.; GHOLAMIZADEH, K.; FARJADNIA, A.; SEDIGHIZADEH, A.; KALATPOUR, O. Human and organizational failures analysis in process industries using FBN-HFACS model: Learning from a toxic gas leakage accident. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 78, p. 104-823, 2022. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2022.104823>

HE, Z.; WENG, W. A dynamic and simulation-based method for quantitative risk assessment of the domino accident in chemical industry. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 144, p. 79-92, 2020. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2020.07.014>

SINGLE, J. I.; SCHMIDT, J.; DENECKE, J. State of research on the automation of HAZOP studies. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 62, p. 103-952, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2019.103952>

SQUILLANTE, R.; DIAS, J. C.; MOSCATO, L. A.; JUNQUEIRA, F.; MIYAGI, P. E.; SANTOS FILHO, D. J. A framework for synthesis of safety-related control design to avoid critical faults and pathogenic accidents in the process industries. **Safety Science**, v. 139, p. 105-168, 2021. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2021.105168>

WANG, B. Using an evidence-based safety approach to develop China's urban safety strategies for the improvement of urban safety: From an accident prevention perspective. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 163, p. 330-339, 2022. <https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2022.05.037>

WANG, Y. F.; FAGHIH ROOHI, S.; HU, X. M.; XIE, M. Investigations of Human and Organizational Factors in hazardous vapor accidents. **Journal of Hazardous Materials**, v. 191, n. 1-3, p. 69-82, 2011. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2011.04.040>

ZAREI, E.; YAZDI, M.; ABBASSI, R.; KHAN, F. A hybrid model for human factor analysis in process accidents: FBN-HFACS. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 57, p. 142-155, 2019. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2018.11.015>

Data do recebimento: 28 de Setembro de 2022

Data da avaliação: 5 de Outubro 2022

Data de aceite: 5 de Outubro de 2022

1 Doutorando em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes – UNIT/SE. E-mail: rairac6@gmail.com

2 Engenharia de Segurança do Trabalho, Faculdade Educar. E-mail: maisseg.consultoria@hotmail.com

3 Especialista em Gerenciamento de Segurança de Processo, Faculdade Jardins.
E-mail: claudiafernandes22@yahoo.com.br

4 Doutorando em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes – UNIT/SE.
E-mail: cristinevanessa@outlook.com

5 Professor, Doutor em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes – UNIT/SE.
E-mail: diego_costa@unit.br