

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DE INCIDENTE

Plataforma Petrobras 19 (P-19)



anp
Agência Nacional
do Petróleo,
Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO DE INCIDENTE

Plataforma PETROBRAS 19 (P-19)

Julho 2023

Superintendência de Segurança Operacional



anp
Agência Nacional
do Petróleo,
Gás Natural e Biocombustíveis



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**Diretor-Geral**

Rodolfo Henrique de Saboia

Diretores

Symone Christine de Santana Araújo (Diretora - Diretoria I)

Daniel Maia Vieira (Diretor – Diretoria II)

Fernando Wandscheer de Moura Alves (Diretor – Diretoria III)

Claudio Jorge Martins de Souza (Diretor – Diretoria IV)

Superintendente de Segurança Operacional

Luiz Henrique de Oliveira Bispo

Superintendente Adjunto de Segurança Operacional

Tiago Machado de Souza Jacques

Elaboração – Comissão de Investigação de Incidente

Bruna Rocha Rodrigues
 Bruno Alves de Oliveira – Investigador líder
 Caroline Pinheiro Maurieli de Moraes
 Gisely Lima Costa
 Lívia Filgueiras de França

Revisão

Daniela Goñi Coelho
 Thiago da Silva Ormonde
 Elson Meneses Correia

Aprovação

Luiz Henrique de
 Oliveira Bispo

Revisão: 0

Emissão: julho de 2023

Rev.	Descrição	Elaborado	Revisado	Aprovado	Páginas alteradas
0	Emissão Inicial	BRR BAO CPMM GLC LFF	DGC TSO EMC	LHOB	N/A

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	7
1. DESCRIÇÃO DO INCIDENTE	14
2. CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA P-19	15
2.1 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO COM CO ₂	15
2.2 HISTÓRICO DE INCIDENTES ENVOLVENDO SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO POR CO ₂ NAS INSTALAÇÕES DA OPERADORA 20	
2.3 CONFIGURAÇÃO DA SALA DOS MOTOGERADORES DIESEL AUXILIARES.....	20
3. CRONOLOGIA DE EVENTOS	22
4. ÁRVORE DE FALHAS DO EVENTO	24
4.1 FATOR CAUSAL Nº 1: LIBERAÇÃO DE CO ₂ NA SALA DOS MOTOGERADORES DIESEL AUXILIARES POR ACIONAMENTO ESPÚRIO DO SISTEMA FIXO DE CO ₂	26
4.2 FATOR CAUSAL Nº 2: PERMANÊNCIA DE PESSOAS NA SALA APÓS ALARME DE LIBERAÇÃO DO CO ₂	29
5. HIPÓTESES DESCARTADAS E INCONCLUSIVAS	30
5.1 HIPÓTESES DESCARTADAS:	30
5.2 HIPÓTESES INCONCLUSIVAS:	31
6. CAUSAS RAÍZES	32
6.1 CAUSA RAIZ Nº 1: FALHA EM PROJETO	32
6.2 CAUSA RAIZ Nº 2: FALHA EM INSPEÇÃO, TESTE E MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	38
6.3 CAUSA RAIZ Nº 3: FALHA NA AVALIAÇÃO DE PERIGOS NA PERMISSÃO DE TRABALHO.	40
6.4 CAUSA RAIZ Nº 4: FALHA NA COMUNICAÇÃO DOS RISCOS.	49
6.5 CAUSA RAIZ Nº 5: FALHA EM TREINAMENTO DE CONSCIENTIZAÇÃO (BRIEFING DE SEGURANÇA)	51
7. FATORES HUMANOS	53
8. DESVIOS E FATORES CONTRIBUINTES	57
9. RECOMENDAÇÕES.....	67
10. CONCLUSÕES.....	71
ANEXO I.....	73

SUMÁRIO EXECUTIVO

No dia 02 de agosto de 2022, a ANP recebeu, por meio do sistema SISO-Incidentes, a Comunicação Inicial de Incidente 2208/000010, a qual reportou uma fatalidade na Plataforma P-19. Segundo constava do comunicado, quatro colaboradores executavam serviço de manutenção na sala dos motogeradores diesel auxiliares, quando houve acionamento espúrio do sistema de combate a incêndio por dióxido de carbono (CO₂), levando a óbito um dos trabalhadores.

A plataforma Petrobras 19 (P-19), de propriedade da empresa Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras, é uma instalação *offshore* semissubmersível (SS), de bandeira do Panamá, construída em 1982 com a finalidade de operar como uma sonda de perfuração e convertida em unidade de produção em 1997. A plataforma P-19 está localizada a 179 km da costa de Macaé, na Bacia de Campos, Campo de Marlim, em lâmina d'água de 770 m de profundidade. Tem capacidade de abrigar até 204 pessoas a bordo. A capacidade de produção média da plataforma é de 16.000 m³ por dia de óleo e 3.000.000 Nm³ por dia de gás.

No dia do incidente, duas equipes de empresas terceirizadas trabalhavam em conjunto na sala dos motogeradores diesel auxiliares, que não estavam operando naquele momento: dois funcionários da empresa GranIHC removiam os pisos gradeados para que outros dois funcionários da empresa Engeman realizassem a limpeza do piso da sala. Ocorre que, enquanto realizavam suas tarefas, os trabalhadores foram surpreendidos pelo acionamento espúrio do sistema de proteção contra incêndio, o qual inundou rapidamente a sala com CO₂. Adicionalmente, naquele dia também ocorreu um serviço de limpeza na sala que abrigava os cilindros de CO₂, com uso de jato d'água.

Os dois funcionários da Engeman conseguiram sair da sala inundada com CO₂. Contudo, os dois funcionários da GranIHC não conseguiram abandonar a sala a tempo, tendo sido resgatados, posteriormente, pela equipe de brigadistas da plataforma. Um dos funcionários veio a falecer.

Assim que tomou conhecimento do incidente, a ANP planejou a realização de uma ação de fiscalização *in loco* na plataforma P-19, com intuito de coletar dados e informações preliminares. A ação de fiscalização foi realizada em 10/08/2022, em conjunto com outras autoridades federais, no âmbito da Operação Ouro Negro. A equipe de fiscalização era composta por cinco servidores, sendo um da ANP, dois do Ministério Público do Trabalho e outros dois do Ministério do Trabalho (fiscais do trabalho). Em decorrência do incidente, foi instaurado um processo administrativo de investigação independente, realizado por cinco servidores da ANP/SSM, sob o número 48610.219140/2022-11. O presente relatório é parte integrante do referido processo e contém a descrição dos fatos, a cronologia, as causas e conclusões do acidente, determinadas pela equipe de investigação da ANP e em conformidade com a Instrução Normativa ANP nº 06/2021.

A comissão de investigação da ANP identificou dois fatores causais, a saber: (1) Liberação na sala dos motogeradores por acionamento espúrio do sistema fixo de CO₂ e (2) Permanência de pessoas na sala dos motogeradores após alarme de liberação do CO₂.

Causas raízes:

A comissão de investigação da ANP identificou cinco causas-raiz.

A **primeira causa raiz** identificada foi falha em projeto. Em 2019 havia sido estabelecida Especificação Técnica contendo instruções para o estabelecimento da lógica de acionamento do sistema de CO₂ com “*double check*”, aplicável a todas as plataformas da Operadora. A lógica de

acionamento esperada era que a *micro switch*, ao ser energizada, abriria a válvula direcional e, após confirmação de incêndio ou fumaça no local, o operador da sala de controle então acionaria a botoeira virtual, abrindo as válvulas da cabeça dos cilindros e então liberando o CO₂. Contudo, quando da implementação dessa mudança na plataforma P-19, houve falha na alteração da lógica de acionamento, tendo sido o código alterado de forma que, ao acionar o *micro switch*, a válvula direcional e a botoeira virtual estavam sendo acionadas simultaneamente, sem que fosse de fato necessária a dupla atuação (atuação da lógica mais atuação humana). Assim, resta constatado que houve falha na falha na verificação do código e, principalmente, falha no teste, antes da efetiva implementação da modificação. Ademais, foram constatadas falhas relacionadas ao projeto do sistema fixo de CO₂, especificamente, por conta da ausência de válvula *lockout*, que impediria o acionamento espúrio do sistema; falhas relacionadas à estrutura da sala dos cilindros de CO₂, que não possui portas e parte de suas paredes eram venezianas, o que permite entrada constante de umidade no local; falha de localização dos alarmes de CO₂ na sala dos motogeradores diesel auxiliares, que não permitia visibilidade de alguns ângulos da sala; e, por fim, a sobreposição sonora dos alarmes de liberação de CO₂ e de emergência da plataforma, os quais, em caso de acionamento do sistema fixo de CO₂, tocavam ao mesmo tempo.

A **segunda causa raiz** identificada foi a falha na inspeção e teste do sistema fixo de CO₂. As inspeções dos equipamentos do sistema de combate a incêndio com CO₂ eram conduzidas pelos técnicos de segurança, que realizavam inspeções visuais e executavam apenas testes de acionamento local de algumas das válvulas, com inibição da liberação do CO₂, ações insuficientes para detecção de problemas, como corrosão, nos componentes das válvulas do sistema de CO₂, por exemplo.

A **terceira causa raiz** identificada foi falha na avaliação dos riscos na Permissão de Trabalho (PT). As Permissões de trabalho emitidas para as atividades na sala dos motogeradores

diesel auxiliares não apresentavam análise de riscos, deixando de avaliar, conseqüentemente, o fato da sala ser um local protegido por sistema fixo de CO₂. De acordo com procedimento da Operadora, essa análise mais elaborada só seria necessária caso uma pergunta da lista de verificação da análise preliminar fosse marcada. Todavia, o tipo de PT selecionada no procedimento da empresa foi a Permissão para Trabalho Rotineiro Específico (PTRE)., Constatou-se, portanto, que houve falha na análise prévia dos perigos existentes no ambiente de trabalho. Informações obtidas durante a investigação indicam que, em algumas plataformas da mesma Operadora, quando da execução de atividades em locais protegidos por sistema fixo de combate a incêndio com CO₂, a atuação desse sistema é inativada até a conclusão do serviço a ser realizado.

A **quarta causa raiz** identificada foi falha na comunicação dos riscos. Em relação à atividade de limpeza na sala dos cilindros de CO₂, não havia, na permissão de trabalho, qualquer indicação sobre o risco de formação de névoa de água por conta do uso de jato de água, nem ações no sentido de proteção desses equipamentos, como a instalação de cobertura, por exemplo, ou a adoção de procedimentos específicos, de forma a reduzir a possibilidade de danos aos componentes elétricos do sistema. Ademais, na entrada da sala dos motogeradores auxiliares, não havia sinalização sobre o perigo de asfixia por CO₂. Resta, assim, constatado que não havia adequada sinalização (também conhecida como comunicação dos riscos) nos locais protegidos por sistema fixo de combate a incêndio por CO₂.

Por fim, a **quinta causa raiz** indicada foi de falha de treinamento, incluindo treinamento de conscientização (*briefing* de chegada), simulados de emergência e comunicação dos riscos em diálogos diários de segurança. As informações obtidas apontaram que houve falha ou falta de treinamento e instruções claras sobre o sistema de combate a incêndios por CO₂ e seus alarmes.

Ficou constatado que alguns trabalhadores não tinham conhecimento suficiente sobre o alarme de CO₂, conhecendo apenas o alarme de emergência da plataforma.

Recomendações:

A equipe de investigação da ANP elaborou as seguintes recomendações:

- Verificar o código de automação, quando da ocorrência de mudanças que alterem este. Esta verificação deve ser feita por equipe multidisciplinar, minimamente incluindo um engenheiro de segurança, um engenheiro de instrumentação, e especialista nas demais áreas afetadas pela mudança considerando a Norma IEC 61131.
- Realizar *looping test* completo de sistemas instrumentados de segurança – antes do retorno operacional do sistema, sempre que realizadas mudanças nesses sistemas, considerando a Norma IEC 61511.
- Projetar e construir salas para cilindros de CO₂ fechadas (protegidas de intempéries e umidade) para novos projetos de plataformas, de forma a reduzir a possibilidade de entrada excessiva de umidade. Para as unidades em operação, avaliar e gerenciar o risco de não ser fechada.
- Instalar, preferencialmente, componentes eletrônicos com proteção IP65 ou superior em locais que pode haver penetração de umidade ou realização de atividades de limpeza com uso de jato de água.
- Instalar válvulas de *lockout* no sistema fixo de combate a incêndio por CO₂, inclusive em instalações já existentes (conforme já preconiza a NFPA 12).
- Estabelecer sistemática para que em casos de atualizações/revisões das normas e melhores práticas da indústria relacionadas aos sistemas de segurança, sejam implementadas aquelas que a própria norma preconiza ser mandatório para as

unidades já existentes. E, para que nas demais alterações nestas normas, seja realizada análise de custo e benefício.

- Instalar alarmes visuais e sonoros nos ambientes protegidos por CO₂ que sejam facilmente diferenciáveis de outros alarmes da instalação, considerando as normas e melhores práticas recomendadas da indústria.
- Avaliar a utilização de gases não asfixiantes para sistemas fixos de combate a incêndio.
- Inserir nos formulários de Permissão para Trabalho - PT, a necessidade de bloqueio (*lockout*) de sistema fixo de CO₂ em salas protegidas, em caso de manutenções, inspeções ou serviços nesses ambientes.
- Não permitir o uso ou habitação contínua de salas protegidas por sistema fixo de CO₂ que não foram projetadas para tal.
- Instalar, na entrada de locais protegidos por sistema fixo de CO₂, placas sinalizadoras do perigo do CO₂ e precauções a serem adotadas em caso de acionamento do alarme (conforme NFPA -12 *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems* ou outra melhor prática do mercado).
- Incluir, nos Estudos de Riscos da Instalação, o cenário específico de descarga espúria de CO₂ em ambientes protegidos por sistema fixo de combate a incêndio, à luz dos procedimentos e normas adotados pelo operador na realização das Análises de Risco.
- Aprimorar as instruções e frequência dos *briefings* de segurança (o briefing realizado logo após o embarque na instalação), treinamentos e simulados, para as equipes própria e contratada, nos diversos alarmes da Instalação, incluindo o sistema fixo de CO₂, que abordem os riscos presentes nos diversos locais da Unidade e nas ações de segurança relacionadas.

- Avaliar a substituição de maleta pesada de primeiros socorros por mochila, para permitir que ambas as mãos fiquem livres e acelerar a chegada à localização da vítima em ambiente com muitas escadas, com o objetivo de diminuir o tempo de resposta.
- Avaliar a inclusão na equipe de primeiros socorros de pessoas que conheçam a área, para guiar os socorristas até o local seguro próximo do local de emergência, onde são encaminhadas vítimas resgatadas, também com o objetivo de diminuir o tempo de resposta.
- Comunicar à ANP como *quase acidente* os incidentes de falha espúria no acionamento do sistema fixo de combate a incêndio por CO₂ ou outro gás asfixiante que não causarem vítimas, conforme definido no inciso XI do artigo 2º da Resolução ANP 882/2022.

1. DESCRIÇÃO DO INCIDENTE

O acionamento espúrio do sistema de combate a incêndio com CO₂ da sala dos motogeradores diesel auxiliares (chamada de “sala dos EMDs” pela equipe da plataforma) ocorreu às 09:34 do dia 02/08/2022, conforme informações da Operadora, enquanto quatro funcionários realizavam serviços em seu interior.

No dia anterior (01/08/2022) havia sido planejada a realização da limpeza da sala dos motogeradores diesel auxiliares, já que havia óleo no piso. Para que a limpeza fosse realizada, seria necessária a retirada de parte do piso gradeado para acesso ao local. Assim, dois caldeireiros da empresa GranIHC foram escalados para essa tarefa.

No dia seguinte, 02/08/2022, por volta de 09:20h, dois funcionários (jatista e auxiliar de jatista) da empresa Engeman realizavam a limpeza do piso da sala dos motogeradores enquanto dois funcionários (caldeireiros) da empresa GranIHC aguardavam para recolocar os pisos gradeados no local, quando, minutos após iniciar as atividades, foram surpreendidos pelo acionamento do alarme geral da plataforma seguido da liberação de CO₂ na sala.

Nesse momento, os dois funcionários da Engeman e um funcionário da GranIHC seguiram rapidamente por uma rota de fuga próxima, sendo que os dois colaboradores da Engeman conseguiram sair da sala.

Quanto aos funcionários da GranIHC, esses não lograram êxito em abandonar o local. O primeiro funcionário localizado foi encontrado desacordado e próximo à rota de fuga, na área do piso elevado, ainda na sala dos motogeradores. Foi resgatado por brigadistas, colocado em área segura, recebeu primeiros socorros pela equipe de socorristas, mas não recobrou a consciência, tendo falecido a bordo. O óbito foi declarado pelo resgate aeromédico às 12:12h.

O segundo funcionário localizado na sala de dos motogeradores auxiliares foi resgatado instantes após o primeiro, também por brigadistas, tendo sido encontrado desacordado e próximo a uma das portas de saída desta sala, colocado em local seguro e recebido primeiros socorros dos próprios brigadistas, com uso de máscara de oxigênio do equipamento de respiração autônomo. Conseguiu recobrar a consciência, tendo assim sobrevivido.

Ao mesmo tempo que ocorreu a inundação de CO₂ na sala dos motogeradores diesel auxiliares, ocorreu, ainda, o rompimento de mangote de um cilindro de CO₂ na sala dos cilindros, a qual acabou sendo também inundada por CO₂. Nesse momento, não havia ninguém no interior desta sala.

2. CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA P-19

A plataforma Petrobras 19 (P-19), de propriedade da empresa Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras, é uma instalação *offshore* semissubmersível (SS), de bandeira do Panamá, construída em 1982 com a finalidade de operar como uma sonda de perfuração e convertida em unidade de produção em 1997. A plataforma P-19 está localizada a 179 km da costa de Macaé, na Bacia de Campos, no campo de Marlim, em lâmina d'água de 770 m de profundidade. Tem capacidade de abrigar até 204 pessoas a bordo. A capacidade de produção média da plataforma é de 16.000 m³ por dia de óleo e 3.000.000 Nm³ por dia de gás.

2.1 Configuração do Sistema de Combate a Incêndio com CO₂

O sistema fixo de combate a incêndio com CO₂ (gás carbônico, ou dióxido de carbono) tem como objetivo extinguir o fogo através de inundação total por gás inerte na área efetiva de risco. Isso ocorre porque o CO₂ diminui a concentração de oxigênio do ambiente, eliminando a combustão. Em plataformas de petróleo, são empregados principalmente em locais nos quais o

uso de combate a incêndio por água não seria adequado, como salas contendo equipamentos elétricos ou nos quais a utilização de água traria outros riscos, como o de inundação do local.

Conforme consta em Ficha com Dados de Segurança – FDS (até julho de 2023, esta ficha era denominada FISPQ, Ficha de informações de segurança de produtos químicos), o dióxido de carbono é um gás a pressão e temperatura normais, não inflamável, presente na atmosfera em baixíssimas concentrações, comumente expressas em ppm (partes por milhão). Entretanto, quando em concentrações mais elevadas, representadas em percentuais, apresenta riscos à saúde humana, dos quais se destaca o efeito asfixiante. Em concentrações de 2 a 3% ocorrem sintomas de asfixia, sonolência e vertigem; de 3 a 5% causa respiração acelerada, dor de cabeça e ardência do nariz e garganta; até 15% causa dor de cabeça, excitação, excesso de salivação, náuseas, vômito e perda da consciência. Em concentrações mais altas, causa rápida insuficiência circulatória, podendo levar a coma e morte.

Dessa forma, a utilização de CO₂ em sistemas de combate a incêndio é padronizada por norma, como a NFPA 12 (*Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems*), que estabelece requisitos de projeto, dimensionamento, instalação, manutenção e operação desses sistemas, de forma a atenderem o objetivo a que se destinam de forma segura. Esses sistemas são bastante difundidos na indústria, pois as características e custos do CO₂ o tornam adequado para uso como agente extintor de fogo em sistemas de combate a incêndio, especialmente em locais fechados e com equipamentos elétricos.

O sistema fixo de extinção de incêndio com CO₂ da P-19 é composto por dois grupos de 60 cilindros de 45 kg, totalizando 120 cilindros de armazenamento; tubos coletores; válvulas de cabeça de cilindro; válvulas direcionais; lâmpadas de sinalização; sirenes; bicos nebulizadores e botoeiras de disparo (instaladas nas proximidades da área a proteger).

Este sistema cobre as seguintes áreas da P-19 – alguns deles permanentemente habitados:

- sala de rádio;
- sala de telecomunicações;
- sala de controle de lastro;
- sala do gerador diesel de emergência;
- sala de equipamentos;
- sala dos carregadores de baterias;
- sala de controle central;
- sala de painéis essenciais;
- sala de controle dos turbocompressores;
- sala da desaeradora (fundo);
- salas de painéis nº 1, 2 e 3;
- sala da desaeradora (teto);
- sala dos motogeradores diesel auxiliares.

Existem, ainda, outras baterias, que totalizam 14 cilindros, que atendem a compartimentos específicos, a saber: coifa da cozinha, casulo dos turbocompressores, casulo dos turbogeradores e casulo do compressor *booster*.

Pode ser observada na Figura 1, parte das baterias de cilindros de CO₂ da sala dos cilindros da P-19. Conforme memória de cálculo do projeto de dimensionamento da central de CO₂, a sala dos motogeradores diesel auxiliares constitui a maior sala da plataforma atendida pelo sistema de combate a incêndio com CO₂, correspondendo ao acionamento de 60 cilindros, ou seja, 2.700 kg (metade de capacidade do sistema de CO₂).



Figura 1 - Foto parcial da sala dos cilindros de CO₂.

De forma resumida, assim que há um acionamento externo (por sensibilização de sensores de fogo ou fumaça, ou ainda acionamento de botoeira), os dispositivos de acionamento do elemento iniciador do sistema instrumentado de segurança elétrico dos cilindros mestres iniciam a descarga daquele grupo de cilindros, os quais são equipados com válvulas acionadas por pressão. (válvulas piloto). Todos esses cilindros estão interligados por uma tubulação de distribuição.

Para direcionar o fluxo de CO₂, válvulas direcionais são responsáveis pelo alinhamento entre a tubulação de distribuição e a área protegida. Essa válvula direcional possui um comando elétrico composto por uma bobina solenoide com acionamento elétrico ou acionamento manual local. Instalado no comando elétrico, há uma chave de posição (ZSH). Essas cabeças de comando

elétrico, instaladas nas válvulas direcionais, contam com uma *micro switch* elétrica com o objetivo de confirmar a existência de comando para a direcional. Esse dispositivo é responsável por sinalizar que existiu a movimentação do eixo de acionamento da cabeça de comando, que pode ocorrer tanto com o comando elétrico quanto com o comando manual, diretamente no dispositivo.

O documento de especificação técnica que determinou a filosofia de segurança da plataforma P-19 indica que *“em áreas fechadas, onde o risco de incêndio é constituído predominantemente por equipamentos elétricos, serão protegidas por sistemas de inundação com gás carbônico, especificados conforme NFPA 12, acionados manualmente quando o ambiente for permanentemente assistido ou, em caso contrário, de forma automática por meios de detecção de incêndio que comandarão a liberação do gás no ambiente afetado”*.

Esse documento estabelece ainda que *“a estocagem de gás dos sistemas de CO₂ será centralizada, e deverá ser dimensionada para atender o maior ambiente. Uma rede de distribuição provida de válvulas direcionais permitirá que o gás seja descarregado somente no ambiente solicitado. A estocagem de gás consistirá em uma bateria de cilindros de alta pressão pronta para uso e uma outra, de mesma capacidade como reserva”*.

Além disso, o documento estabelece a *“necessidade de detecção confirmada (definida como oriunda de pelo menos 2 detectores), para início da descarga de CO₂ nas salas que não são permanentemente habitadas ou por meio de comando manual, através de botoeiras localizadas na parte exterior da sala. Já para as salas permanentemente habitadas, a descarga deve ser iniciada somente por comando manual. A atuação automática poderá ser inibida sem desativar a detecção de incêndio, que nesta situação passará a funcionar somente com a função de alarmar. Os solenoides de comando das válvulas piloto e das válvulas direcionais deverão ser normalmente desenergizadas, e os circuitos de comando deverão ter monitorização de linha*

*(continuidade e curto-circuito). A descarga de CO₂ deverá ser possível por acionamento manual das válvulas na bateria de cilindros de CO₂. A descarga de CO₂ deverá ser precedida por um sinal de alarme sonoro, no interior da sala, que será acionado 20 (vinte) segundos antes da liberação do gás. Cabe aqui destacar que, **para a sala dos motogeradores diesel auxiliares, devido a sua grande dimensão, o alarme é acionado 30 segundos antes da liberação do CO₂**" (grifo nosso).*

2.2 Histórico de incidentes envolvendo sistema de combate a incêndio por CO₂ nas instalações da operadora

Em função do acidente em tela, esta ANP solicitou à Operadora um levantamento de incidentes envolvendo sistema de CO₂ em todas suas instalações desde 2018.

Esse levantamento apontou que, entre 2018 e 2022, foram registradas 67 ocorrências envolvendo disparo indevido de CO₂ em mais de 15 instalações diferentes.

Diante deste dado, infere-se que incidentes envolvendo disparo indevido de CO₂ seriam eventos conhecidos e comuns em plataformas dessa Operadora, comprovando que a ocorrência de mais um disparo indevido de CO₂, em P-19 não teria sido um caso isolado; contudo, dessa vez, as consequências foram mais graves.

2.3 Configuração da Sala dos Motogeradores Diesel Auxiliares

A sala dos motogeradores diesel auxiliares (sala dos EMDs), é composta por quatro motogeradores diesel idênticos, além de possuir uma monovia e uma pequena área de carga e descarga. Entre os motogeradores, existe piso gradeado elevado, e indicação de uma das rotas de fuga por um tapete de borracha de cor verde com setas brancas (Figura 2).

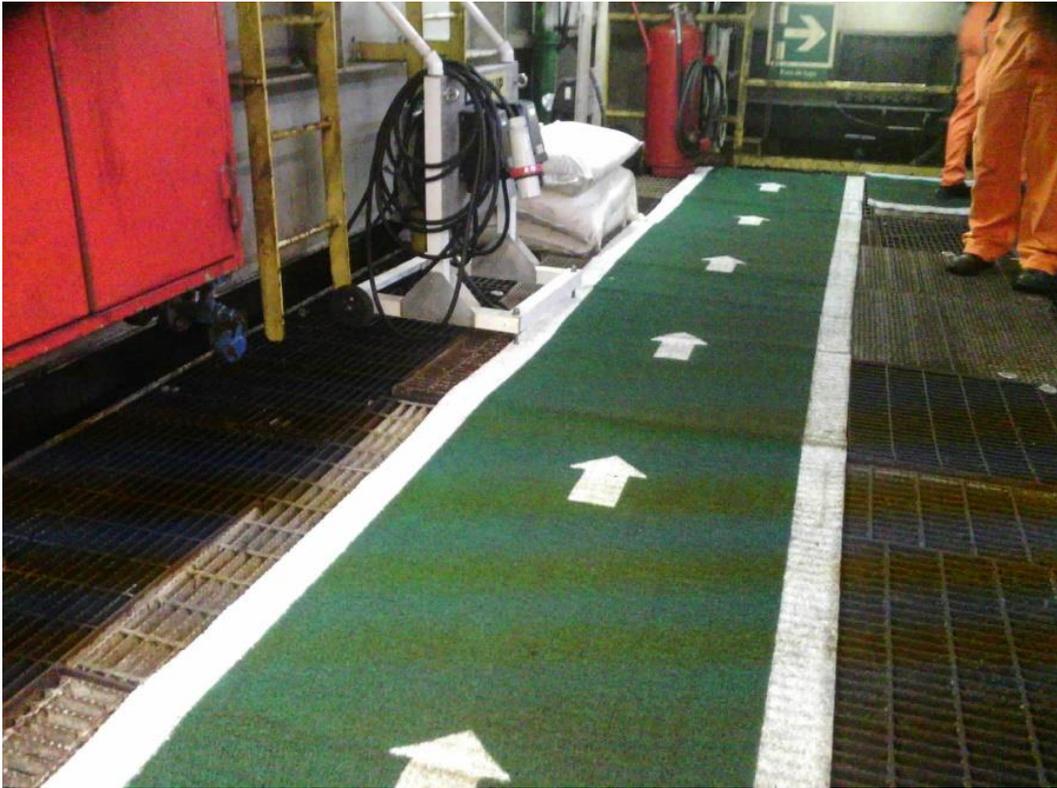


Figura 2 – Trecho de rota de fuga da sala dos motogeradores diesel auxiliares.

Na Figura 3, é apresentada uma imagem da planta baixa da sala.

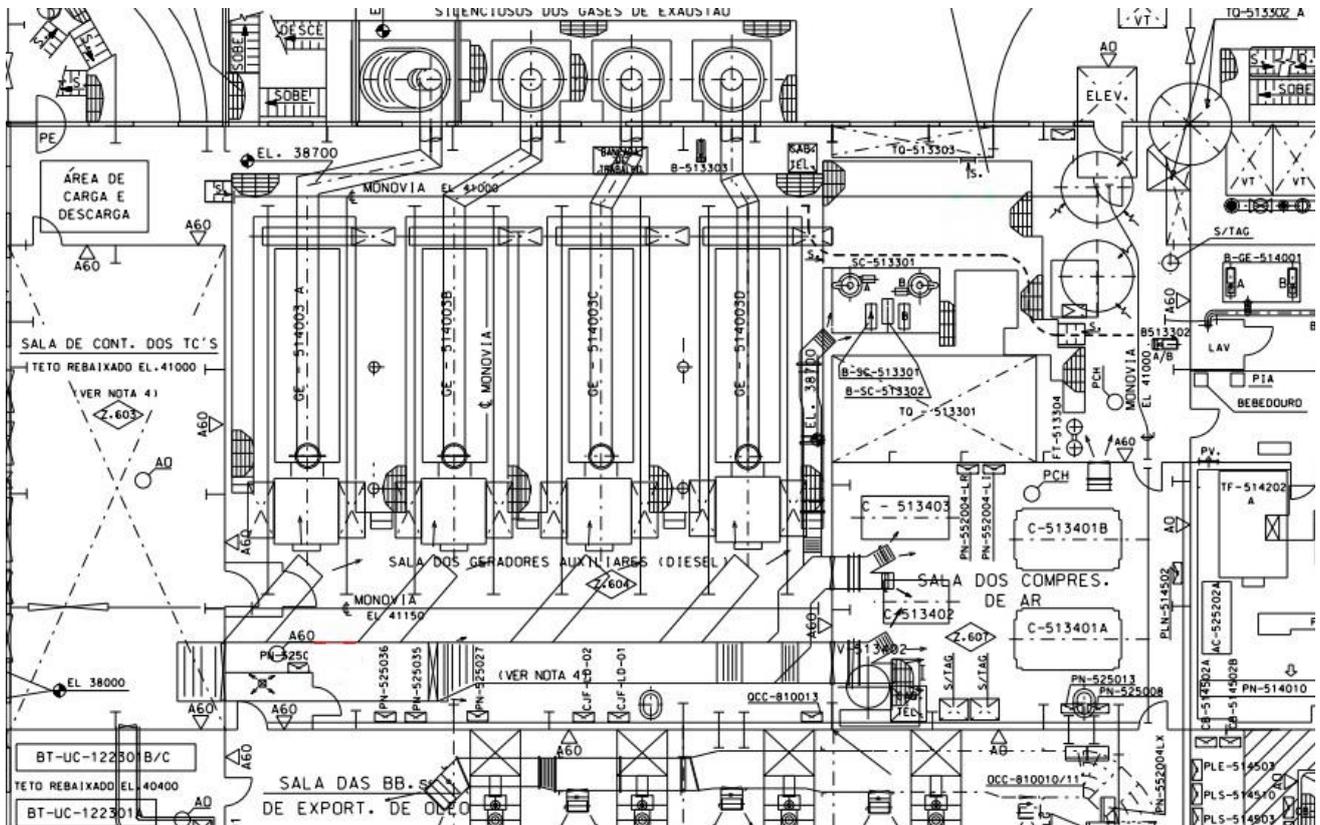


Figura 3 – Trecho da planta baixa da sala dos motogeradores diesel auxiliares (Fonte: Petrobras).

Nesta sala, existem três conjuntos de alarmes visuais e audíveis de CO₂ (composto por autofalante e giroflex de cor vermelha), além de autofalante (boca de ferro) do alarme geral da plataforma (Figura 4). No teto, existem vários aspersores de CO₂ abrangendo toda a área.



Figura 4 – Imagem de aspersor de CO₂ (à esquerda) e do conjunto de alarmes de CO₂ e geral da plataforma (à direita) na sala dos motogeradores diesel auxiliares.

A seguir serão apresentados a cronologia do acidente e os achados da investigação.

3. CRONOLOGIA DE EVENTOS

Nesta seção são apresentados os principais fatos relacionados ao acidente em questão, com base nas oitivas realizadas durante a investigação e na documentação coletada.

A cronologia resumida de eventos relativos ao acidente é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Cronologia resumida dos eventos relacionados ao acidente na plataforma P-19.

Data	Ações
15/08/2018	Emitida Especificação Técnica da lógica de acionamento de sistemas de CO ₂ para toda empresa.
27/06/2019	Aberta Gestão de Mudança para adequação de P-19 à Especificação Técnica da lógica de acionamento de sistemas de CO ₂ .
07/01/2021	Data efetiva da mudança, conforme documentação apresentada.
02/08/2022 07:00h	Realização dos DDS (diálogos diários de segurança) nas respectivas equipes.

02/08/2022 07:55h	Emitida Permissão de Trabalho para limpeza industrial na sala dos cilindros de CO ₂ com uso de lava jato, vassoura, lambaio e ferramentas manuais.
02/08/2022 08:15h	Emitida Permissão de Trabalho para limpeza industrial na área de facilidades (sala dos motogeradores diesel auxiliares) com utilização de máquina de lava jato e ferramentas manuais.
02/08/2022 08:50h	Emitida Permissão de Trabalho para remoção/ instalação de grade de piso em apoio a limpeza geral na sala dos motogeradores diesel auxiliares e posterior caldeiraria dos permutadores P-GE-514003D/P-GE-514103A (localizados na mesma sala).
02/08/2022 09:34h	Acionamento do sistema de combate a incêndio com CO ₂ , direcionando o fluxo para a sala dos motogeradores diesel auxiliares.
02/08/2022 09:34h	Rompimento do mangote conectado a um dos cilindros de CO ₂ na sala de bateria dos cilindros, localizada no <i>main deck</i> , resultando em sua inundação com CO ₂ .
02/08/2022 09:36h	Comunicado no sistema de Intercom a ocorrência e tomadas as providências.
02/08/2022 09:42h	Constatado ausente no ponto de reunião da baleeira 03.
02/08/2022 09:43h	Enviada equipe de brigada para busca na sala dos motogeradores diesel auxiliares.
02/08/2022 09:45h	Equipe de brigada identifica a primeira vítima e aciona a equipe de socorristas.
02/08/2022 09:46h	Equipe de brigada resgata a segunda vítima e iniciam as tentativas de primeiros socorros, com utilização de máscara de ar do próprio EPI.
02/08/2022 09:48h	Equipe de socorristas continua prestando atendimento à primeira vítima.
02/08/2022 10:05h	Segunda vítima chega já consciente na enfermaria.
02/08/2022 10:09h	Geplat aciona apoio para o resgate aeromédico.
02/08/2022 11:51h	Resgate aeromédico na unidade marítima.
02/08/2022 12:12h	Constatação do óbito da primeira vítima pelo médico da equipe de resgate aeromédico.

Importante registrar que, na madrugada de 03/08/2022, ocorreu novo acionamento do alarme geral da plataforma, com sinal espúrio da válvula responsável pela inundação de CO₂ do compartimento da desaeradora da unidade (topo). Entretanto, não ocorreu disparo efetivo de CO₂ porque a bateria principal de cilindros estava descarregada após o acidente ocorrido no dia

anterior. A Operadora esclareceu em carta para essa Agência que não foi realizado o alinhamento à bateria reserva de cilindros de forma proposital, visto que naquele momento não se tinha informações técnicas ou diagnóstico do que teria ocorrido e levado ao disparo acidental de 02/08/2022.

4. ÁRVORE DE FALHAS DO EVENTO

A partir das informações coletadas durante a investigação realizada pela ANP, foram determinados os fatores causais e as causas raízes do acidente. O método de investigação utilizado foi o da árvore de falhas. Foram levantadas hipóteses para o acidente, que foram descartadas ou confirmadas pelas informações coletadas. As causas raízes apontadas são correlacionadas às falhas ou desvios do sistema de gestão do operador da instalação em relação ao preconizado pelo Regulamento Técnico do Sistema de Gestão de Segurança Operacional (RTSGSO), instituído pela Resolução ANP nº 43 de 2007, regulamento vigente aplicável às instalações de produção e perfuração de petróleo e gás na data do incidente.

A técnica de investigação de árvore de falhas consiste em mapear todas as possíveis causas que podem levar a um evento indesejado, permitindo a identificação das causas raízes.

A técnica permite que as organizações identifiquem e gerenciem riscos de forma mais eficaz, melhorando a segurança e a confiabilidade do sistema.

Na Figura 5, é apresentada a árvore de falhas do evento elaborada pela comissão de investigação da ANP.

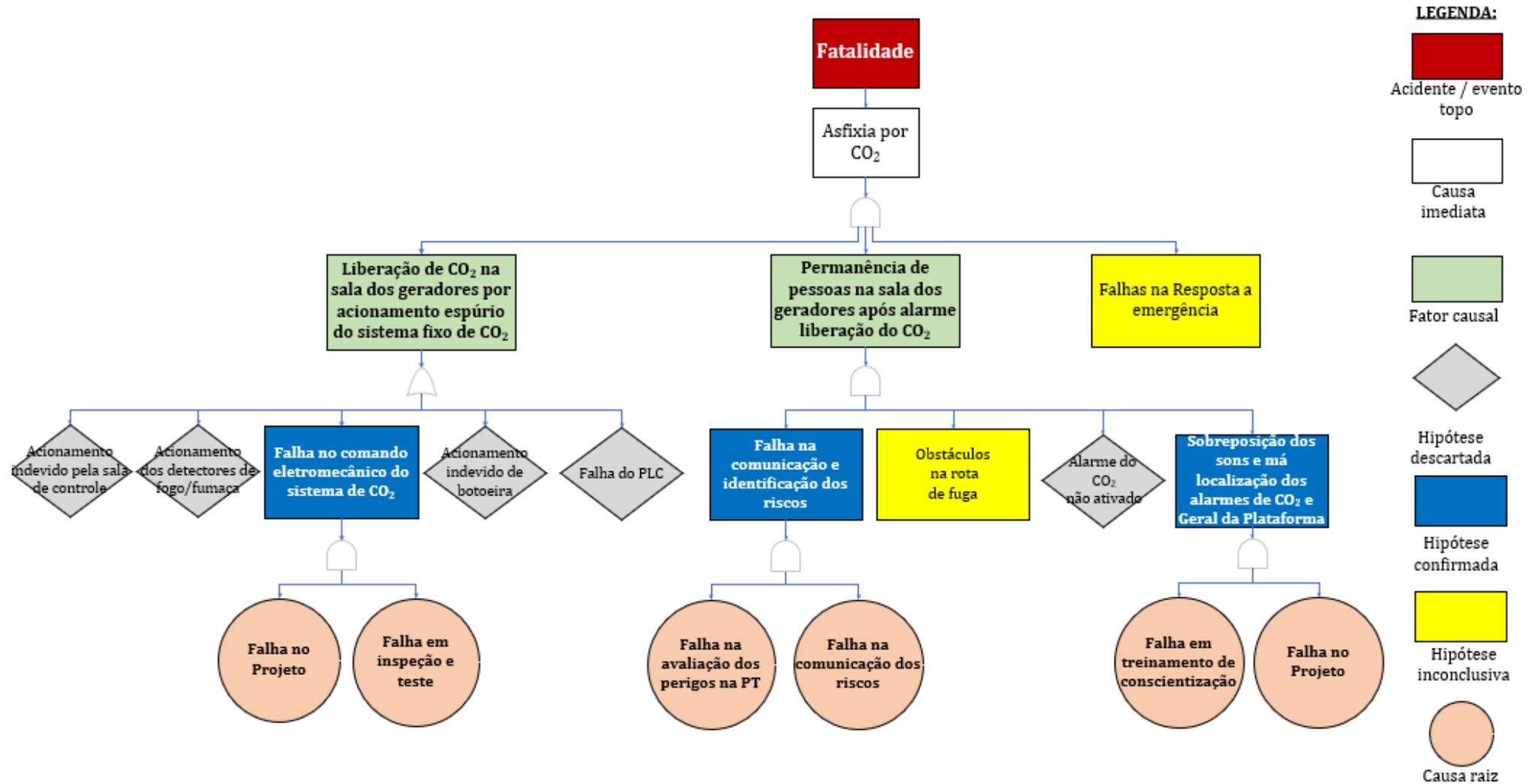


Figura 5 - Árvore de falhas do acidente.

Conclui-se que este acidente ocorreu devido a dois fatores causais, ou seja, ocorrências ou condições indesejadas que, caso fossem eliminadas, evitariam a ocorrência do incidente ou reduziria a sua severidade, a saber: (i) liberação indevida de CO₂ na sala dos motogeradores diesel auxiliares e (ii) permanência de pessoas na sala após alarme de liberação do CO₂.

4.1 Fator Causal nº 1: liberação de CO₂ na sala dos motogeradores diesel auxiliares por acionamento espúrio do sistema fixo de CO₂

A sala dos cilindros de CO₂ da plataforma P-19 (Figuras 6 e 7) é um local com dois acessos que não possuem portas, sem ventilação forçada e sua área é delimitada por venezianas, sem paredes, ficando exposta, portanto, a uma grande taxa de umidade, uma vez que a instalação se encontra em alto mar.

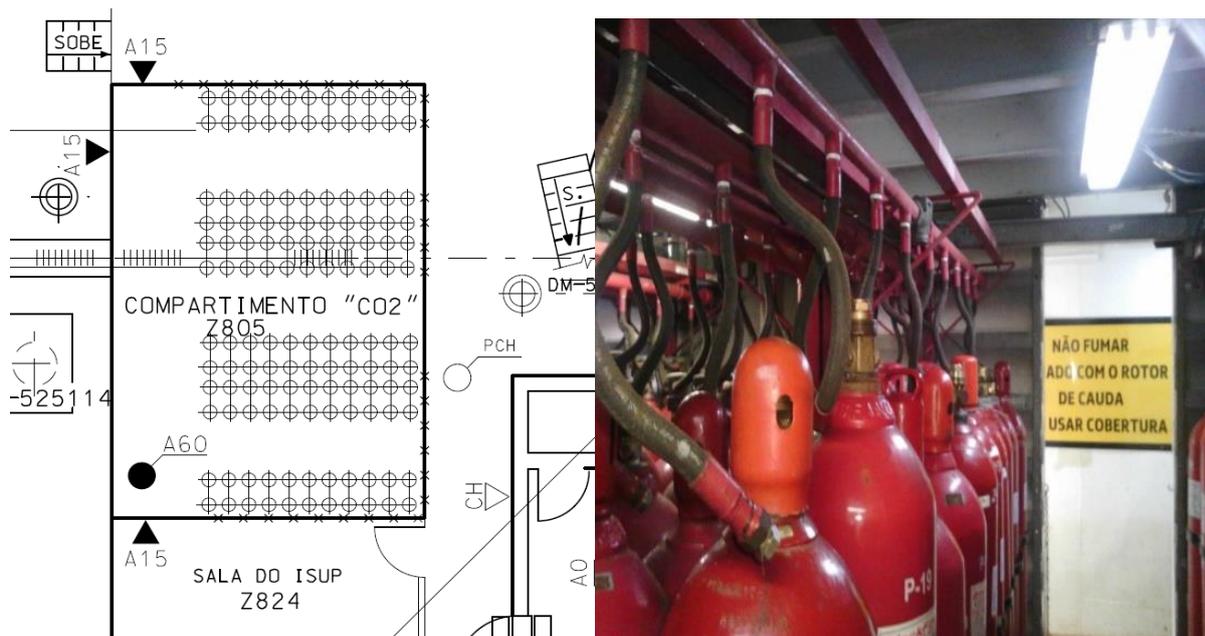


Figura 6 – Desenho parcial da planta baixa, foto de parte da sala dos cilindros de CO₂ onde pode-se ver ao fundo o uso de veneziana (nota-se que o desenho indica com um 'X' as partes do compartimento que utilizam venezianas ao invés de paredes de metal ou outro material que impeça a entrada de umidade).



Figura 7 - Foto da parte externa da sala de baterias de CO₂.

Adicionalmente, informações obtidas nas oitivas apontaram que o piso dessa sala era frequentemente lavado, com uso inclusive de lava jato, o que propicia a formação de névoa por todo o ambiente.

Foi relatado em oitiva que as chaves *micro switch* das válvulas direcionais deveriam ser substituídas a cada 5 anos, mas não foi apresentada documentação com essa diretriz.

Na Especificação Técnica do sistema de CO₂ (rev. A de 15/08/2018), consta que quinquenalmente deveria ser realizado teste de disparo, por equipe acreditada por certificadora, verificando, entre outros itens, a abertura da válvula direcional e sua temporização.

Em relação aos componentes do sistema fixo de proteção contra incêndio com CO₂ da P-19, foi confirmado junto à Operadora da instalação que não há frequência específica para troca desses solenóides, ou seja, esses **são trocados somente por defeito/falha**.

Em função da ocorrência do acidente, a Operadora encaminhou a válvula direcional XV-5425029 para laudo pericial. Durante a inspeção e testes realizados, os peritos detectaram (Figura 8) “*indícios de penetração de umidade na caixa da cabeça de comando elétrico da válvula direcional; sinais de oxidação nos terminais elétricos da micro switch; acúmulo de partículas identificadas na face superior da micro switch da ZSH-5425029; e que a atuação momentânea do*

sinal elétrico da ZSH-5425029 é suficiente para iniciar a sequência de disparo de CO₂ no compartimento dos motogeradores diesel auxiliares e que não existiram outras formas de acionamento registradas”, chegando à conclusão de que “o estabelecimento de um curto-circuito na micro switch de indicação de posição da cabeça de comando elétrico da válvula ZSH-5425029 constitui hipótese válida provável para o acionamento involuntário do sistema fixo central de combate a incêndio por CO₂, com a conseqüente descarga e inundação do compartimento dos motogeradores diesel auxiliares por CO₂”.



Figura 8 – Imagens dos terminais elétricos e componentes internos da válvula direcional e *micro switch* (Fonte: Operadora).

As normas e relatórios abaixo emitidos desde 1992 foram analisados, e em todas há a necessidades de bloqueios para que não ocorra a injeção de CO₂, quando há pessoas nas áreas e um responsável técnico como Guardião do sistema bloqueado:

- NFPA 12/2022: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
- NFPA 12/1993: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems
- Report NFPA 12 -- F97 ROP, pg. 42 1997
- NFPA 12/2000: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems

Norma ABNT NBR 12232 / 2015 - Execução de sistemas fixos automáticos de proteção contra incêndio com gás carbônico (CO₂) em transformadores e reatores de potência contendo óleo isolante.

Ainda assim, restou constatado que no sistema em questão da Plataforma P-19, não foram definidos os bloqueios mecânicos, elétricos e procedimentos de campo para as pessoas quando realizavam trabalhos nas áreas de injeção de CO₂.

4.2 Fator Causal nº 2: permanência de pessoas na sala após alarme de liberação do CO₂.

As instruções de segurança das Permissões de Trabalho relacionadas aos serviços a serem executados na sala dos motogeradores diesel auxiliares e na sala dos cilindros de CO₂ não indicavam ações a serem tomadas em caso de liberação do CO₂. Para essas atividades, o procedimento da Operadora não exige elaboração de análise de riscos da tarefa, pois as considera de baixo potencial.

Além disso, a Análise Preliminar de Riscos – APR da instalação não possui cenário específico para casos de asfixia por CO₂, nem cenário de escape e resgate de área inundada por CO₂. Entende-se que, por se tratar de sistema inserido na instalação para aumentar o nível de segurança do processo, não faria sentido avaliar o risco de sua atuação espúria, uma vez que ocorreria apenas em ações de emergência, desde que esse sistema tivesse sua confiabilidade garantida.

No decurso da investigação, ficou constatado que os trabalhadores da plataforma não tinham conhecimento suficiente sobre o alarme de CO₂, conhecendo mais a fundo apenas o alarme de emergência da plataforma.

Cabe aqui ressaltar que, por projeto, na lógica dos alarmes da P-19, o alarme de CO₂ é acionado em conjunto com o alarme de emergência da plataforma, o que pode ter confundido as pessoas que se encontravam na sala dos motogeradores, treinadas para aguardar, quando do acionamento do alarme de emergência, as orientações do sistema de comunicação interno

(*Intercom/ "boca de ferro"*) para então seguirem pela rota de fuga mais segura até o respectivo ponto de encontro.

Também ficou constatado que a porta de entrada da sala dos motogeradores auxiliares não possuía sinal de aviso de potencial presença de CO₂ e tampouco sinalização de possibilidade de morte por asfixia por CO₂, conforme recomendado pela NFPA 12. Por depoimento, foi confirmado que alguns dos trabalhadores não sabiam do risco de asfixia por CO₂ ao adentrar em alguns ambientes protegidos por este sistema.

5. HIPÓTESES DESCARTADAS E INCONCLUSIVAS

Durante o processo de investigação, foram levantadas diversas hipóteses que poderiam ter ocasionado o acidente em tela. Contudo, algumas dessas hipóteses não foram confirmadas em documentos ou durante as entrevistas. Nos casos em que não foi possível descartar a hipótese, as classificamos como hipóteses inconclusivas.

5.1 Hipóteses descartadas:

Em relação à hipótese de acionamento indevido do sistema de CO₂ pela sala de controle, nos registros de comandos, não havia evidência do acionamento de botoeira virtual do sistema de CO₂ por operador da sala de controle, descartando assim essa hipótese.

Com relação à hipótese de acionamento de detectores da sala dos motogeradores diesel auxiliares, não foram encontrados quaisquer registros de acionamento de detectores de fogo/fumaça da sala dos motogeradores diesel auxiliares, tendo sido descartada essa hipótese.

Em relação à hipótese de acionamento de botoeira da sala dos motogeradores diesel auxiliares, não foram encontradas evidências de acionamento de qualquer botoeira física da sala

dos motogeradores diesel auxiliares, encontrando-se intacta, descartando assim essa possibilidade.

Com relação à hipótese de falha do PLC (Controlador Lógico Programável), as evidências obtidas mostram que o painel estava funcionando corretamente durante todo o período anterior ao acidente, permanecendo assim após, descartando assim a possibilidade de falha.

5.2 Hipóteses inconclusivas:

Durante inspeção no local e com base nas imagens obtidas, restou constatado que havia obstáculos em rota de fuga da sala dos motogeradores diesel auxiliares. Especificamente em relação à rota de fuga, sinalizada no piso elevado da sala por um tapete de borracha com fundo verde e setas e listras brancas, havia na rota desnível entre duas áreas da sala (Figura 9), o que poderia durante uma tentativa de escape do local, provocar a queda de uma pessoa, dificultando ou até impedindo sua fuga.

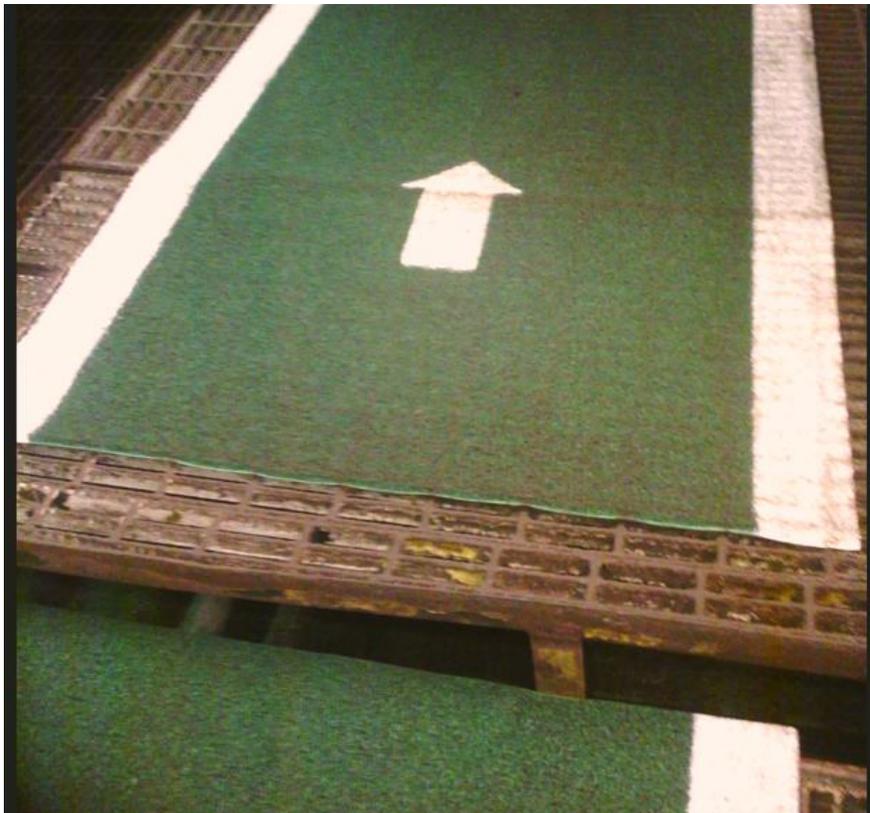


Figura 9 – Desnível em rota de fuga na sala dos motogeradores diesel auxiliares.

Importante aqui destacar que a vítima fatal foi localizada muito próxima a este desnível. Contudo, não é possível afirmar que essa vítima tenha tropeçado nesse desnível e caído no local.

Em relação à resposta a emergência, considerando os depoimentos, foi relatado que, logo após o resgate da primeira vítima para local seguro, quando da chegada da equipe de socorristas, não foram trazidos cilindro de oxigênio e máscara de respiração de imediato, e sim com certo atraso, mas que foi utilizado equipamento para monitorar os sinais vitais, o qual não registrava qualquer reação da vítima. Assim, não há evidências materiais que comprovem que a vítima estava viva quando do seu resgate e que os procedimentos adotados pela equipe de socorristas possam ter agravado a situação e, como consequência tirado alguma chance de sobrevivência. Por esse motivo, não foi apontado fator causal ligado à resposta a emergência.

6. CAUSAS RAÍZES

Após análise de todas as circunstâncias envolvidas no acidente e dos documentos solicitados e entrevistas realizadas, a equipe de investigação concluiu que ocorreram cinco causas-raiz, ou seja, falhas do sistema de gestão que possibilitaram a ocorrência ou a existência dos fatores causais do incidente investigado.

As causas-raiz, associadas a um ou mais fatores causais, serão apresentadas a seguir.

6.1 Causa raiz nº 1: Falha em projeto

A Operadora da Instalação havia constituído em 2018 um grupo de trabalho para avaliar a adequação do sistema fixo de CO₂ de suas plataformas, considerando a versão mais recente da norma NFPA 12 (Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems), a qual exige que, em locais com possibilidade de presença de pessoas atendidos por sistema de CO₂, uma segunda verificação seja realizada para, somente após essa ação, acionar a liberação do gás.

Como resultado desse grupo de trabalho, foi estabelecida Especificação Técnica contendo instruções para o estabelecimento da lógica de acionamento do sistema de CO₂ com “double check” (dupla verificação), aplicável a todas as plataformas da Operadora.

Conforme esse documento, para que o sistema de combate a incêndio com CO₂ fosse acionado, seria necessária confirmação local de fumaça ou incêndio através de detectores locais e/ou por acionamento manual de botoeira e posterior confirmação feita em tela de supervisão pelo operador da sala de controle. Após tais confirmações, seria realizado o acionamento de botoeira virtual e o disparo de alarme, a partir do qual seria iniciada a contagem do tempo para a liberação do CO₂ no local desejado.

Assim, para a plataforma P-19, foi criada Gestão de Mudança para alteração da lógica do acionamento do sistema de CO₂, passando a ser necessária uma dupla verificação. Em seu plano de ações, constava a ação “Lógica nova descarregada no PLC de F&G da P-19, com o auxílio do ECOSMAN. O mesmo fez testes de acionamento nas botoeiras, constatando seu total funcionamento”, concluída em 27/12/2019 e aprovada em 22/01/2020.

Conforme verificado no log da sala de controle de P-19 (Figura 10), não houve acionamento de qualquer sensor ou botoeira local ou virtual no momento do acidente, indicando que houve alguma falha na implementação da gestão de mudança.

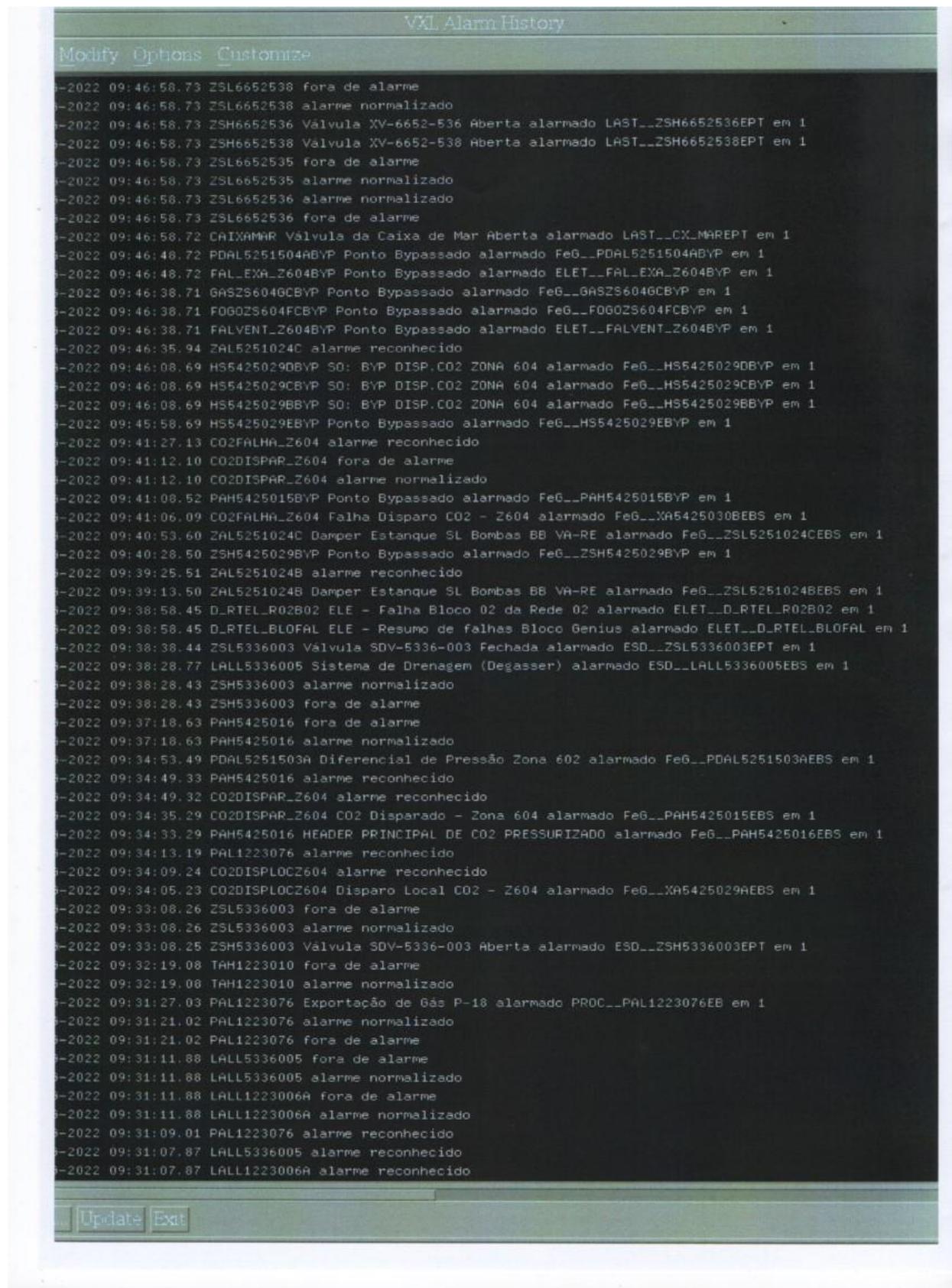


Figura 10 – Imagem completa da tela da sala de controle com os logs de alarmes da P-19 em 02/08/2022 (Fonte: Operadora).

Às 09h34min05s há indicação de disparo local CO₂ na zona 604, referente à sala dos motogeradores diesel auxiliares. Às 09h34min35s há indicação do CO₂ disparado na zona 604. Fica então evidenciado que houve o intervalo de 30 segundos entre o acionamento (espúrio) do sistema de combate a incêndio com CO₂ na zona 604 e o início da inundação do local.

Foi confirmado em reunião com a Operadora que a investigação interna constatou que houve um erro na implementação da lógica do sistema de acionamento do CO₂, sendo percebido que ao acionar a *micro switch*, a válvula direcional e a botoeira virtual seriam acionadas ao mesmo tempo com um único comando. É sabido que, pela lógica correta de acionamento do sistema, esse comando eletromecânico deveria abrir apenas a válvula direcional, sendo que a válvula da cabeça dos cilindros somente deveria ser aberta após a confirmação pela sala de controle e acionamento da botoeira virtual, após contagem do tempo.

Contudo, quando da implementação da gestão de mudança, por erro técnico, foi dada a essa *micro switch* função de acionar tanto a válvula direcional quanto a botoeira virtual e, conseqüentemente, a abertura da válvula da cabeça dos cilindros.

O regulamento técnico do sistema de gerenciamento da segurança operacional das instalações marítimas de perfuração e produção de petróleo e gás natural estabelece, em sua prática de gestão nº 10, que o Operador deverá “Atender aos critérios de projeto e considerar as normas, os padrões da indústria e boas práticas de engenharia no planejamento do projeto, construção, instalação e desativação da Instalação”.

Cabe observar que apesar de ter sido informado que foi realizado o teste na botoeira após alteração da lógica, a boa prática para mudanças de lógica no PLC é fazer o *loop test* completo, ou seja, testar o iniciador, executor e atuador do sistema instrumentado de segurança ao mesmo tempo, e não de forma parcial.

Dessa forma, resta constatado **ausência de sistema formal de verificação e aprovação do código** e, principalmente, **falha no procedimento de teste do sistema**, antes da efetiva implementação da modificação de sistema crítico de segurança, **contrariando o requisito 10.2.1 do RTSGSO**.

A estrutura da Plataforma P-19 foi construída em 1982 como uma Sonda de Perfuração, tendo sido convertida em 1997 em Plataforma de Produção. Durante o projeto de conversão, conforme documentação apresentada pela Operadora, o sistema de combate a incêndio com CO₂ foi desenvolvido com base na norma NFPA-12 vigente em 1997. Naquele período, algumas questões de segurança para esse sistema ainda não eram requisitos da NFPA. Caso disso é a ausência de dispositivo de *lockout* para o banco de baterias de CO₂. Esse requisito passou a ser exigido pela NFPA 12 a partir dos anos 2000.

Em relação ao projeto do sistema de combate a CO₂ de P-19, a sala da bateria de CO₂ é abrigada, porém não tem paredes e nem portas, sendo separada dos demais ambientes da plataforma por venezianas, permitindo assim a entrada constante de umidade em seu interior, o que pode ter ocasionado a aceleração da corrosão na *micro switch* ZSH 5425029.

Pelo projeto da plataforma P-19, em caso de acionamento do sistema de combate a incêndio com CO₂, os alarmes de emergência e do acionamento do CO₂ foram comissionados para tocarem ao mesmo tempo.

Além da sobreposição sonora dos alarmes, a localização dos alarmes visuais (giroscópios) (Figura 11) de CO₂ dificultava e, em alguns pontos, a depender do local dentro da sala onde a pessoa se encontrava até impedia a visualização. Isso porque a sala dos motogeradores diesel auxiliares contém grande quantidade de equipamentos e estruturas - quatro grandes motogeradores diesel; dutos de ar; monovia, vigas, entre outros.



Figura 11 – Imagem dos equipamentos que compõem os alarmes de CO₂ (vermelhos) e de emergência na sala dos motogeradores diesel auxiliares da P-19.

O regulamento técnico do sistema de gerenciamento da segurança operacional das instalações marítimas de perfuração e produção de petróleo e gás natural estabelece, em sua prática de gestão nº 10, que o Operador deverá *“considerar, na fase de projeto, a redução da exposição humana às consequências de eventuais falhas de equipamentos ou sistemas, que porventura possam ocorrer durante a operação”* e *“fatores humanos e relativos ao ambiente de trabalho sejam levados em consideração na fase de projeto da Instalação e em suas revisões subsequentes nas fases de projeto, construção, instalação e desativação”*. O regulamento também estabelece que o Operador deve se certificar da adequação e disponibilidade dos recursos de resposta a emergência.

Dessa forma, resta constatado que houve **falha no projeto da sala dos cilindros de CO₂, no posicionamento e lógica de acionamento dos alarmes**, com a sobreposição dos alarmes de emergência e de CO₂, assim como a má localização do alarme visual, contrariando assim **os requisitos 10.3 “a” e “b”, do RTSGSO.**

6.2 Causa raiz nº 2: Falha em inspeção, teste e manutenção preventiva.

O laudo de avaliação técnica da válvula direcional XV-5425029 apontou sinais de oxidação nos terminais elétricos e acúmulo de partículas na face superior da *micro switch* da ZSH-5425029.

Foi verificado durante a investigação, que não existia lista de tarefa de manutenção (LTM) para estes componentes, e tampouco eram realizadas inspeções por profissionais com qualificação técnica, como técnicos de instrumentação.

No lugar disso, eram executadas rotinas apontadas em listas de verificação (LV) com verificação e inspeção visual apenas da integridade das mangueiras dos cilindros, dos pesos destes e testes de acionamento local das válvulas, com inibição da liberação do CO₂ (Figura 12). Ficou constatado, tanto por oitivas quanto por documentos obtidos junto à Operadora, que tais verificações eram realizadas por técnicos de segurança, que realizavam inspeções visuais dos cilindros de CO₂ e de toda tubulação do sistema fixo de CO₂, além de verificar a integridade dos magotes e das cabeças de atuação.

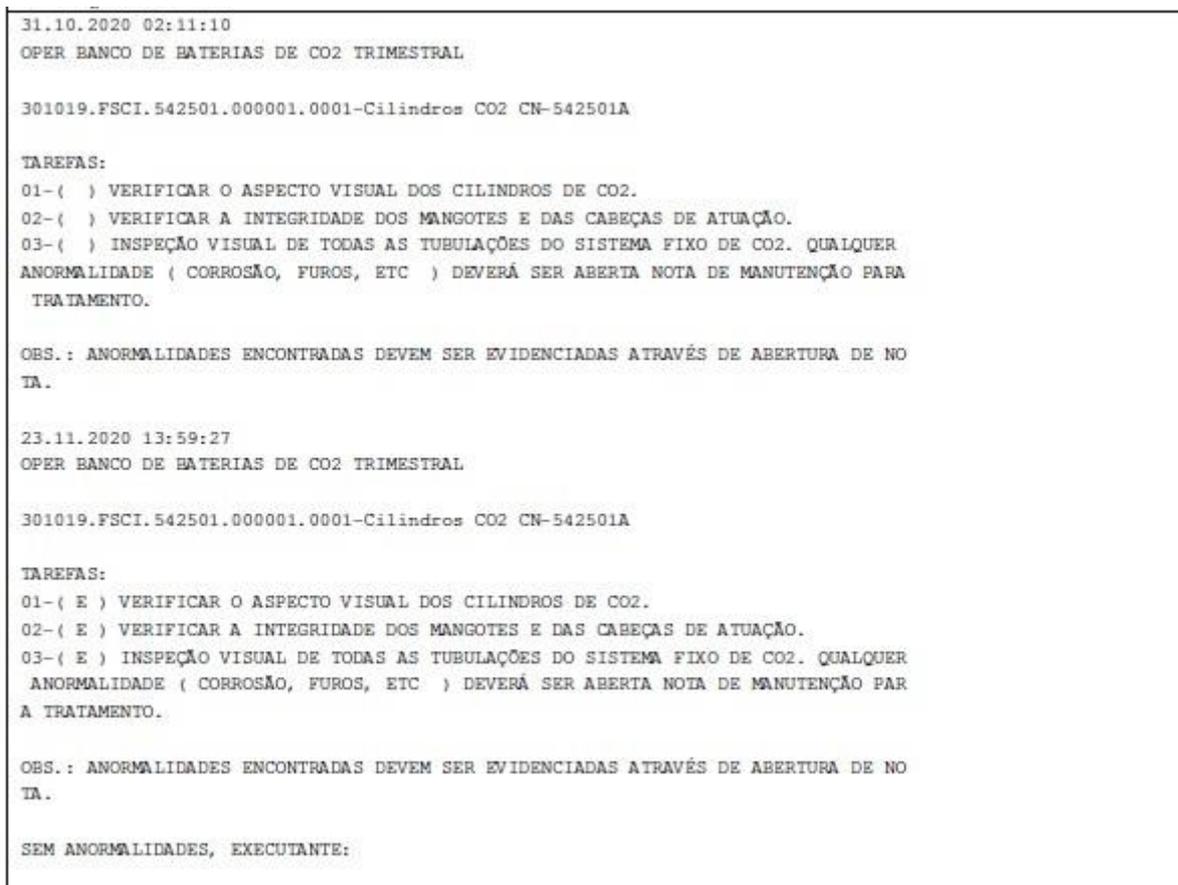


Figura 12 – Imagem da lista de verificação trimestral de banco de baterias da Instalação (fonte Operadora).

Durante as oitivas, foi confirmado que as inspeções dos equipamentos do sistema de combate a incêndio fixo com CO₂ eram realizadas pelos técnicos de segurança. Também foi informado em oitiva que era de conhecimento da gestão que, a partir de 2020, por exigência da Marinha do Brasil, a inspeção do sistema deveria ser realizada por empresa especializada credenciada pela Sociedade de Classe. Ou seja, a inspeção dos componentes do sistema fixo de combate a incêndio deveria ser realizada por 3ª parte.

Conforme informado pela Operadora da Instalação, as válvulas eram trocadas somente por falha do componente após acionamento ou tentativa de acionamento, e não por identificação de defeito após inspeção.

O regulamento técnico do sistema de gerenciamento da segurança operacional das instalações marítimas de perfuração e produção de petróleo e gás natural estabelece, em sua

prática de gestão nº 13 estabelece que o Operador deverá *“Estabelecer planos e procedimentos para inspeção, teste e manutenção, a fim de buscar a integridade mecânica dos seus sistemas, estruturas, Equipamentos e Sistemas Críticos de Segurança Operacional. Tal documentação deverá estar alinhada com recomendações dos fabricantes, normas, padrões e boas práticas de engenharia”*.

Dessa forma, resta constatado que houve falha nas inspeções, pois as instruções eram incompletas e insuficientes para detecção de problemas nos componentes das válvulas do sistema de CO₂, não atendendo assim boas práticas de engenharia, **contrariando o requisito 13.2.1 do RTSGSO**. Além das instruções de trabalho serem incompletas e insuficientes, eram realizadas por técnicos que não possuem competência técnica para tal.

6.3 Causa raiz nº 3: Falha na avaliação de perigos na Permissão de Trabalho.

A prática de gestão nº 17 do RTSGSO estabelece que *“o Operador da Instalação deverá estabelecer um sistema de permissão de trabalho e outros meios de controle para gerenciar atividades em áreas de risco. Na elaboração deste sistema deverá considerar: a necessidade da análise prévia das condições de segurança para execução de tarefas, bem como dos perigos existentes no ambiente de trabalho”*.

Cabe aqui destacar que a importância da Permissão de Trabalho (PT) está em garantir a segurança dos trabalhadores e a integridade do meio ambiente frente aos riscos da tarefa a ser executada, estabelecendo medidas preventivas e de controle. De acordo com procedimento da Petrobras, existem tipos diferentes de PT. A PTRE é um tipo específico de PT de uma das tarefas que estavam sendo executadas no momento do acidente, que a Operadora define como ‘Permissão para Trabalho Rotineiro Específico’. A diferença entre a PT e a PTRE é que enquanto a PT é uma autorização dada por escrito para execução de trabalhos de manutenção, montagem, desmontagem, construção, inspeção e reparo de equipamentos, sistemas ou estruturas (piso,

guarda-corpo, etc) perfeitamente definidos e delimitados, a serem realizados nas áreas operacionais, a PTRE é emitida para trabalho frequente, realizado de forma sistemática, em equipamentos, sistemas e estruturas previamente definidas e cujo risco não se altera ao longo do tempo.

A Permissão de Trabalho do local onde houve vítimas do acidente indicava que ocorreria serviço de limpeza da sala dos motogeradores diesel auxiliares. Ao prestarem depoimentos, testemunhas informaram que essa atividade iniciou na tarde do dia 01/08/2022, mas que, devido à necessidade da retirada de trechos de pisos elevados gradeados, a atividade de limpeza não foi concluída, tendo sido postergada para o dia seguinte. Este fato foi comprovado por PTRE 6430 emitida em 31/07/2022 e utilizada em 01/08/2022 (Figura 13).

BR PETROBRAS		PERMISSÃO DE TRABALHO ROTINEIRO ESPECÍFICO			NÚMERO
		TRABALHO A FRIO			DATA
UNIDADE	P-19	ÁREA EMITENTE	SUPERVISORES DE MANUTENÇÃO - CP	LIMITE INÍCIO	30 min
ETAPA	570/426/2020	ETAPA LIBRA	N/A	HORÁRIO PROGRAMADO:	07:30 - 19:00
EQUIPAMENTO	PISO LOWER DECK	LOCALIZAÇÃO	LD 604 - SALA DOS EMD'S		
REQUISITANTE	[REDACTED]	MATRÍCULA	[REDACTED]	EMPRESA	ENGEAMAN MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS
<p>DESCRIÇÃO DO SERVIÇO</p> <p>- ENGEAMAN - LIMPEZA INDUSTRIAL. ÁREA DA FACILIDADES: SALA DOS EMD'S, COM UTILIZAÇÃO MÁQUINA DE LAVA JATO E FERRAMENTAS MANUAIS.</p>					
<p>DESCRIÇÃO DA TAREFA</p> <p>Limpeza de pisos, anteparas e tubulações das áreas operacionais com uso de pistola de lava-jato; Aplicação de desengraxante com lambão; Aplicação de água aquecida com pistola de jato;</p>					
<p>INSTRUÇÕES</p> <p>1- Esta permissão autoriza a execução do Trabalho Rotineiro de Baixo Risco (PTRE), definido no Padrão PE-1PBR-00210 - Permissão para Trabalho; 2- A PTRE só poderá ser impressa através dos documentos já aprovados e disponibilizados no APLAT; 3- Quaisquer alterações no ambiente ou nas áreas adjacentes determinam a suspensão da atividade, até nova reavaliação; 4- A PTRE não contempla trabalhos com alto potencial de risco, conforme definido no Padrão PE-1PBR-00210 - Permissão para Trabalho; 5 - Imprimir a LV de pós montagem / utilização de andaime e anexar na PTRE; 6 - Para a realização de trabalhos sobre andaime, atender o padrão PE-1PBR-00220 Trabalhos em Altura e AndAIMES</p>					
<p>RISCOS IDENTIFICADOS NA ANÁLISE</p> <p>1 - Contato por produtos químicos e água aquecida 2 - Queda de mesmo nível / obstáculos no local 3 - Postura inadequada; 4 - Queda de diferente nível</p>					

Figura 13 - Trecho da PTRE 6430 de tarefa similar à do dia do acidente na sala dos motogeradores nos dias anteriores ao acidente.

De posse da informação da necessidade de retirada dos pisos gradeados, foi aberta PT a frio nº 6510 em 02/08/2022 (Figura 14) para que fosse realizada a retirada dos pisos gradeados

da sala dos motogeradores diesel auxiliares. Nota-se que, diferentemente da permissão do dia anterior, esta não é uma PTRE, e sim uma PT – apesar de ambas serem para trabalho a frio.

BR PETROBRAS		PERMISSÃO PARA TRABALHO A FRIO		NÚMERO	006510 / 2022
				DATA	02/08/2022
UNIDADE	P-19	ÁREA EMITENTE	SUPERVISORES DE MANUTENÇÃO - OP	LIMITE INÍCIO	30 min
				HORÁRIO PROGRAMADO:	07:00 - 19:00
ETAPA	121/312/2022	ETAPA LIBRA	N/A		
EQUIPAMENTO	ZONA 604/605 SALA EMD'S SALA COMP		LOCALIZAÇÃO	LD 604 - SALA DOS EMD'S	
REQUISITANTE	[REDACTED]	MATRÍCULA	[REDACTED]	EMPRESA	GRANIHC SERVICES S/A
TRABALHO A EXECUTAR					
GRANIHC - ECOP-CALDEIRARIA - REMOÇÃO/INSTALAÇÃO DE GRADE DE PISO EM APOIO A E LIMPEZA GERAL NA SALA DOS EMD'S E POSTERIOR CALDEIRARIA DOS PERMUTADORES P-GE-514003-D / P-GE-514003-A . COM USO DE FERMENTAS MANUAIS.					
LV					
EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL					
EPI's OBRIGATÓRIOS (CAPACETE, BOTA, PROT. AURIC. E UNIFORME); ÓCULOS SEGURANÇA CONTRA IMPACTO; LUVA VAQUETA; DUPLA PROTEÇÃO AURICULAR					
RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS DE SEGURANÇA (Indicadas pelo Profissional de Segurança)					
PROCEDIMENTO ESPECÍFICO					
Permanência do operador no local de trabalho? () Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não			Verificação periódica? (<input checked="" type="checkbox"/>) Sim () Não		
			Caso sim, verificar de <u>6</u> em <u>6</u> Horas		
OBSERVAÇÕES					
Atenção para não danificar as redes de plugue fusível.					
QUESTIONÁRIO DE PT					
() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	Foram providenciados Tamponamentos de drenos, ralos, vents e outras aberturas próximas ao local do trabalho?	() Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não () Não	O trabalho a ser realizado é caracterizado como uma mudança?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	O equipamento foi drenado e/ou lavado e/ou limpo e/ou ventilado ?
() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	As manobras, bloqueios e isolamentos foram executados conforme o plano de isolamento?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	Foram realizadas inspeções prévias nos equipamentos elétricos (luminárias, quadros, painéis, conexões, cabos, etc) e os cabos elétricos estão suspensos?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	As mangueiras de ar comprimido possuem engates rápidos compatíveis e os mesmos estão travados
() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	O equipamento está corretamente sinalizado com etiquetas de advertência ?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	As mangueiras de ar comprimido possuem engates rápidos compatíveis e os mesmos estão travados	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	Caso o equipamento esteja acoplado a equipamento elétrico (ex. motor elétrico), foram tomadas precauções quanto à energização acidental do equipamento ?
() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	Existem recursos disponíveis para neutralizar/controlar vazamentos ?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	O local foi isolado, sinalizado e o pessoal desnecessário afastado ?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	Caso necessário inibir sensores do sistema de detecção de fogo e gás, foram definidas salvaguardas para suprir a inibição?
(<input checked="" type="checkbox"/>) Sim () Não () Não	O local foi isolado, sinalizado e o pessoal desnecessário afastado ?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	A execução deste trabalho pode causar Risco de Perda de Produção?	() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	
() Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) Não () Não		() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não		() Sim () Não (<input checked="" type="checkbox"/>) Não	
CIÊNCIA DE PT					
Nome	Matrícula	Assinatura	Nome	Matrícula	Assinatura
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Figura 14 – Trecho da PT 6510 da tarefa da sala dos motogeradores onde houve vítimas.

Concomitantemente a essas atividades, ocorria na sala dos cilindros de CO₂ (MD805 – Cilindros de CO₂) atividade de limpeza, conforme PTRE 6516 de 02/08/2022 (Figuras 15 e 16), sendo realizada por outros dois funcionários da empresa Engeman (jatista e auxiliar de jatista). Quando do acionamento espúrio do sistema de CO₂ na sala dos motogeradores diesel auxiliares, ocorreu rompimento do mangote de um dos cilindros, levando a inundação por CO₂ também na sala dos cilindros, não habitada no momento.

BR PETROBRAS **PERMISSÃO DE TRABALHO ROTINEIRO ESPECÍFICO** **TRABALHO A FRIO** NÚMERO 006516 / 2022 DATA 02/08/2022

UNIDADE P-19 ÁREA EMITENTE COORDENAÇÃO DA EMBARCAÇÃO LIMITE INÍCIO 30 min HORÁRIO PROGRAMADO: 07:00 - 14:00

ETAPA 576/426/2020 ETAPA LIBRA N/A

EQUIPAMENTO CONVÉS PRINCIPAL MAIN DECK LOCALIZAÇÃO MD 805 - CILINDROS CO2

REQUISITANTE [REDACTED] MATRÍCULA [REDACTED] EMPRESA ENGEMAN MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO
- ENGEMAN - LIMPEZA INDUSTRIAL - NA SALA DOS CILINDROS PRÓXIMO A SALA DA ENGEMAN NO MAIN DECK, COM USO DE LAVA JATO, VASSOURA, LAMBAIO E FERRAMENTAS MANUAIS.

DESCRIÇÃO DA TAREFA
Limpeza de pisos, anteparas e tubulações das áreas operacionais com uso de pistola de lava-jato;
Aplicação de desengraxante com lambaio;
Aplicação de água aquecida com pistola de jato;

INSTRUÇÕES
1- Esta permissão autoriza a execução do Trabalho Rotineiro de Baixo Risco (PTRE), definido do Padrão PE-1PBR-00210 - Permissão para Trabalho;
2- A PTRE só poderá ser impressa através dos documentos já aprovados e disponibilizados no APLAT.
3- Quaisquer alterações no ambiente ou nas áreas adjacentes determinam a suspensão da atividade, até nova reavaliação.
4- A PTRE não contempla trabalhos com alto potencial de risco, conforme definido no Padrão PE-1PBR-00210 - Permissão para Trabalho;
5- Imprimir a LV de pós montagem / utilização de andaime e anexar na PTRE.
6 - Para a realização de trabalhos sobre andaime, atender o padrão PE-1PBR-00220 Trabalhos em Altura e Andaimos

RISCOS IDENTIFICADOS NA ANÁLISE
1 - Contato por produtos químicos e água aquecida
2 - Queda de mesmo nível / obstáculos no local
3 - Postura inadequada;
4 - Queda de diferente nível

Figura 15 – Trecho da PTRE 6516 da tarefa na sala da bateria de cilindros de CO₂.

BR PETROBRAS **PERMISSÃO DE TRABALHO ROTINEIRO ESPECÍFICO** **TRABALHO A FRIO** NÚMERO 006516 / 2022 DATA 02/08/2022

RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS DA OPERAÇÃO

Permanência do operador no local de trabalho? () Sim (X) Não Verificação periódica? (X) Sim () Não Caso sim, verificar de ___ em ___ Horas

RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS DE SEGURANÇA
- Posicionamento seguro
- NÃO jogar água nas válvulas de comando

OBSERVAÇÕES
Atenção para não danificar as redes de plugue fusível.

PROCEDIMENTO ESPECÍFICO

CIÊNCIA DOS EXECUTANTES DO TRABALHO

Nome	Matricula	Assinatura	Nome	Matricula	Assinatura
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]			

Figura 16- Trecho da PTRE 6516 da tarefa na sala da bateria de cilindros de CO₂.

A PTRE emitida para a realização do serviço de limpeza do piso da sala dos motores diesel auxiliares e a PT para remoção/recolocação dos pisos gradeados não

possuíam análise de perigos realizado por equipe multidisciplinar (análise de perigo nível 2, APN-2, conforme procedimento da Operadora), uma vez que o sistema de gestão da Operadora considera essas atividades de baixo risco, entendendo não ser necessário elaborar análise de risco.

De acordo com procedimento da empresa (Figura 17), essa análise mais elaborada (APN-2) só seria necessária caso uma pergunta da lista de verificação fosse marcada como “sim” (lista denominada como APN-1, análise de perigos nível 1, pela Operadora). Todavia, esta lista/análise APN-1 não foi realizada, apesar do tipo de PT selecionada no procedimento da empresa ter sido a Permissão para Trabalho ordinária, que exigia por procedimento a APN-1.. Isso demonstra que a falta de avaliação de perigo não foi originada somente pelo emissor da PT, mas pelo grupo que o planejou (geralmente, o planejamento das PTs é feito por gestores da plataforma no dia anterior ao serviço, em uma reunião que analisa a simultaneidade das tarefas). Não foi informado o motivo da ausência da APN-1, todavia, interpreta-se que este mesmo serviço já era considerado como rotineiro e, portanto, necessitaria somente de uma PTRE – e a emissão de PTRE no dia anterior para o mesmo serviço demonstra isso.

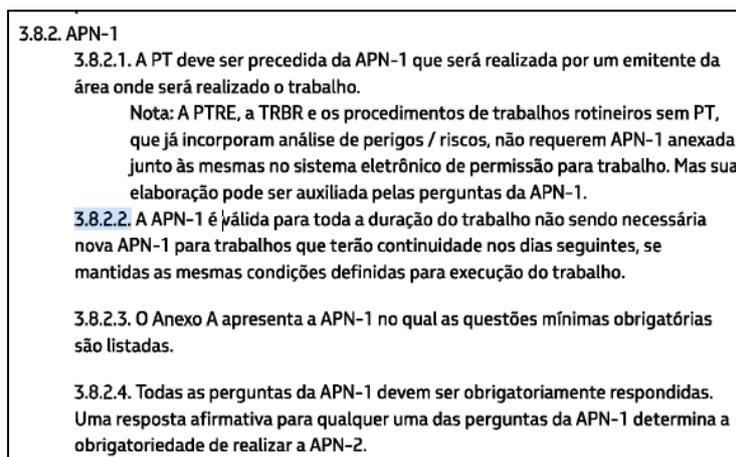


Figura 17 – Trecho do procedimento de permissão de trabalho da Operadora.

Abaixo, observa-se do trecho do anexo deste procedimento de permissão de trabalho (Figura 18) que PTRE é utilizado para trabalhos rotineiros frequentes – sendo isto um indício da

“institucionalização” da frequência de limpeza de óleo vazado dos motogeradores auxiliares e a frequência de limpeza das salas de bateria de CO₂. Esta frequência será discutida na seção sobre desvios e fatores contribuintes deste acidente.

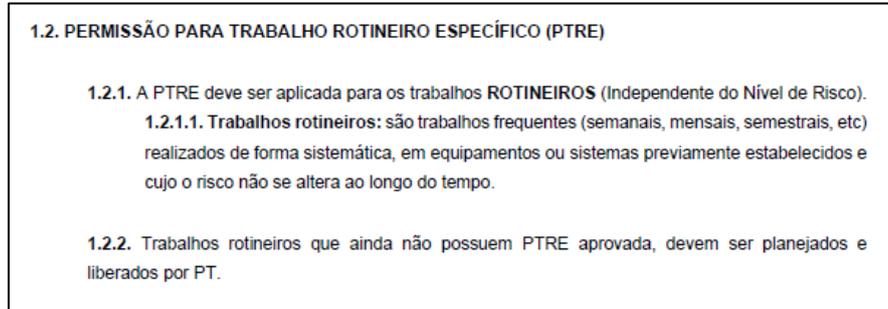


Figura 18 - Anexo do procedimento de permissão de trabalho da Operadora.

Com isso, a PT emitida para o serviço na sala dos motogeradores possuía somente a lista de verificação abaixo (Figura 19):

QUESTIONÁRIO DE PT			
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	Foram providenciados Tamponamentos de drenos, ralos, vents e outras aberturas próximas ao local do trabalho?	<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> N/A	O trabalho a ser realizado é caracterizado como uma mudança?
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	As manobras, bloqueios e isolamentos foram executados conforme o plano de isolamento?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	O equipamento foi drenado e/ou lavado e/ou limpo e/ou ventilado ?
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	O equipamento está corretamente sinalizado com etiquetas de advertência ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	Foram realizadas inspeções prévias nos equipamentos elétricos (luminárias, quadros, painéis, conexões, cabos, etc) e os cabos elétricos estão suspensos?
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	Existem recursos disponíveis para neutralizar/controlar vazamentos ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	As mangueiras de ar comprimido possuem engates rápidos compatíveis e os mesmos estão travados
<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> N/A	O local foi isolado, sinalizado e o pessoal desnecessário afastado ?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	Caso o equipamento esteja acoplado a equipamento elétrico (ex: motor elétrico), foram tomadas precauções quanto à energização acidental do equipamento ?
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> N/A	A execução deste trabalho pode causar Risco de Perda de Produção?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/> N/A	Caso necessário inibir sensores do sistema de detecção de fogo e gás, foram definidas salvaguardas para suprir a inibição?

Figura 19 – Trecho da lista de verificação da permissão de trabalho da Operadora.

Apesar de estas atividades serem de baixo risco, o local de sua realização também deve ser considerado quando da avaliação dos perigos envolvidos.

Sobre o local ou ambiente, outro trecho observado nesta PT é que existe uma resposta negativa do emitente à pergunta “necessário verificação de presença de gás inflamável ou tóxico?”, conforme Figura 20.

ANÁLISE AMBIENTAL	
Controlado presença líquido inflamável ou corrosivo?	() Sim () Não (/) N/A
Controlado presença sólido combustíveis?	() Sim () Não (/) N/A
Necessário verificação de presença de gás inflamável ou tóxico?	() Sim (/) Não
TAG:	
HC <u> </u> CO <u> </u> H2S <u> </u> Outros <u> </u>	

Figura 20 – Trecho da lista de verificação da permissão de trabalho da Operadora.

Nota-se que a pergunta direciona o emissor a pensar somente em gases que possam estar no início do serviço no ambiente e não existe pergunta que faça o emitente pensar na possibilidade de mudança de condições ou na presença de CO₂ – que, de fato, não é inflamável, nem tóxico – mas é letal por ser asfixiante em alta concentração. Ao verificar o procedimento de permissão de trabalho da Operadora, verificou-se que este campo é descrito de forma ambígua, ou seja, não são feitas orientações claras sobre o preenchimento do campo “análise ambiental” neste procedimento. O mais próximo que se pôde localizar sobre o tema segue no trecho abaixo (Figura 21):

<p>3.11. CONDIÇÕES ESPECIAIS DE TRABALHO</p> <p>3.11.1. As seguintes condições especiais de trabalho devem ser consideradas no processo de emissão da PT: trabalho em altura, trabalho em espaços confinados, trabalho em ambiente com presença de H₂S, operações de mergulho e trabalho sobre o mar.</p> <p>Nota: Trabalhos em espaços confinados não são classificados como rotineiros, não sendo aplicável PTRE, salvo nas situações previstas no PE-1PBR-00216.</p> <p>3.11.2. Trabalhos em altura também devem atender o PE-1PBR-00218 e, onde aplicável, os padrões PE-1PBR-00219 e PE-1PBR-00220.</p> <p>3.11.3. Trabalhos no interior de espaços confinados também devem atender o PE-1PBR-00214.</p> <p>3.11.4. Trabalhos em áreas com presença de H₂S também devem atender o PE-1PBR-00217.</p> <p>3.11.5. Trabalhos com operações de mergulho também devem atender o PE-1PBR-00221.</p> <p>3.11.6. Trabalhos sobre o mar também devem atender o PE-1PBR-00222.</p>
--

Figura 21–Trecho do procedimento de permissão de trabalho da Operadora.

Além disso, mesmo sendo certo que pelo tipo de PT emitida, a identificação de perigos do tipo APN-1 deveria ter sido realizada, repara-se que a APN-1 (Figura 22) também não possui qualquer pergunta sobre o risco de a tarefa ser executada em sala protegida por sistema fixo de combate a incêndio por gás asfixiante e/ou CO₂. A figura abaixo mostra as perguntas que deveriam ter sido analisadas no preenchimento da APN-1.

PE-1PBR-00210 - ANEXO A - APN-1

		ANÁLISE DE PERIGO NÍVEL 1 (APN-1)		Data	
Instalação		Área emitente			
Equipamento		Localização			
Trabalho a executar					
QUESTÃO				SIM	NÃO
1. A execução deste trabalho implica em alteração nas condições operacionais, de forma não prevista em análise de risco e procedimento pré-estabelecido, que possa acarretar parada de sistemas de segurança ou provocar emergência?					
2. Durante a execução deste trabalho pode haver contato com temperatura extrema em equipamentos ou sistemas sem proteção térmica?					
3. Durante a execução deste trabalho haverá intervenção em circuito de controle ou de proteção de painéis elétricos essenciais?					
4. Durante a execução deste trabalho haverá intervenção em circuito pertencente a sistema de no-break ou de corrente contínua crítico que causará a indisponibilidade do sistema?					
5. A execução deste trabalho pode interferir na segurança operacional de outras áreas de operação?					
6. Este trabalho será executado no interior de espaços confinados?					
7. Este trabalho será executado em altura acima de 2m e com risco de queda, conforme NR-35, de forma não prevista em análise de risco e procedimento de trabalho rotineiro pré-estabelecido? NOTA: Trabalhos rotineiros cujos cuidados já estejam cobertos por PTRE ou TRBR específica, não necessitam APN2 adicional. Nesse caso a resposta para esse item é "NÃO".					
8. Este trabalho será executado sobre o mar?					
9. Este trabalho será executado em local com risco de presença de H ₂ S, de forma não prevista em análise de risco e procedimento de trabalho rotineiro pré-estabelecido? NOTA: Trabalhos rotineiros cujos cuidados já estejam cobertos por PTRE ou TRBR específica, não necessitam APN2 adicional. Nesse caso a resposta para esse item é "NÃO".					
10. O trabalho envolverá chama aberta (solda, corte, esmerilhamento) em área classificada ou em equipamento classe A ou em equipamento classe B interligado a equipamento classe A?					
11. Os equipamentos/ferramentas utilizados na execução deste trabalho e/ou a realização do mesmo oferecem riscos de gerar centelhas, faíscas ou eletricidade estática quando forem utilizados em área classificada, de forma não prevista em análise de risco e procedimento de trabalho rotineiro pré-estabelecido? NOTA: Trabalhos rotineiros cujos cuidados já estejam cobertos por PTRE ou TRBR específica, não necessitam APN2 adicional. Nesse caso a resposta para esse item é "NÃO".					
12. Este trabalho envolve o uso de fonte de radiação ionizante?					
13. O trabalho envolverá a abertura de equipamento ou linha, ou será realizado em equipamentos e sistemas pressurizados, de forma que sejam necessárias medidas de segurança adicionais à Matriz de Risco e Plano de Isolamento do PE-1PBR-00212? • Exemplos de trabalhos com riscos não totalmente cobertos pelos documentos do PE-1PBR-00212: - abertura de equipamento com possibilidade de pressão trapeada; - abertura de equipamento com sulfeto de ferro e possibilidade de combustão espontânea. NOTA: Trabalhos cujos cuidados sejam cobertos pelos documentos do PE-1PBR-00212, não necessitam APN2 adicional. Nesse caso a resposta para esse item é "NÃO".					
14. O trabalho será realizado em equipamento ou sistema elétrico, com possibilidade de choque elétrico ou formação de arco elétrico, de forma que sejam necessárias medidas de segurança adicionais à Matriz de Risco, Plano de Isolamento ou Matriz de Trabalho Energizado do PE-1PBR-00213? NOTA: Trabalhos cujos cuidados sejam cobertos pelos documentos do PE-1PBR-00213, não necessitam APN2 adicional. Nesse caso a resposta para esse item é "NÃO".					
15. O trabalho envolve operações de mergulho?					
16. O trabalho é de hidrojateamento?					
17. Durante a execução do trabalho pode haver aproximação do executante com partes móveis expostas de máquinas ou equipamentos?					
INSTRUÇÕES DE PREENCHIMENTO					
1. A APN-1 deve ser respondida integralmente.					
2. Uma resposta "SIM" para qualquer uma das perguntas acima indica a obrigatoriedade de realização da APN-2.					
RESPONSÁVEL PELA ANÁLISE (ÁREA EMITENTE)					
Nome:				Matrícula	

Figura 22 – Ficha para preenchimento da análise preliminar de perigos nível 1 (APN-1), esta é um anexo do procedimento de PT da operadora na data do acidente.

A sala dos motogeradores diesel auxiliares da P-19 possui uma série de equipamentos e estruturas em seu interior, dentre os quais quatro motogeradores diesel de grande porte, sendo protegida por sistema de combate a incêndio por CO₂.

Durante as oitivas, foi relatado que em algumas plataformas da mesma Operadora, quando da execução de atividades em locais protegidos por sistema de combate a incêndio com CO₂, a ativação desse sistema é inativada até a conclusão do serviço a ser realizado.

Dessa forma, resta constatado que o sistema de permissão de trabalho implementado pela operadora levou à **falha na análise prévia dos perigos existentes no ambiente de trabalho, contrariando assim o requisito e 17.2.1.3 do RTSGSO.**

6.4 Causa raiz nº 4: Falha na comunicação dos riscos.

A comunicação adequada dos riscos envolvidos nas atividades de limpeza em locais protegidos por sistema fixo de CO₂ e contendo equipamentos elétricos sensíveis é fundamental para garantir a segurança dos trabalhadores e a integridade dos equipamentos. Existem diversas falhas na comunicação que podem colocar em risco a vida das pessoas e o patrimônio das empresas.

Uma das principais falhas na comunicação do risco ocorrida neste acidente, foi a falta de sinalização na porta de entrada de ambientes protegidos por CO₂ (Figura 23), com placa de aviso de risco de morte por asfixia, conforme recomendado pela NFPA 12 (Figura 24). Cabe observar que essa sinalização é independente de resultado de análise de risco, a sinalização é normativa e teria ajudado na percepção de risco dos trabalhadores, tanto emitentes da PT quanto executores. Por depoimento, foi confirmado que alguns dos trabalhadores não sabiam do risco de asfixia por CO₂ ao adentrar em alguns ambientes protegidos por este sistema.



Figura 23 – Porta de entrada da sala de motogeradores, sem placa de sinalização.

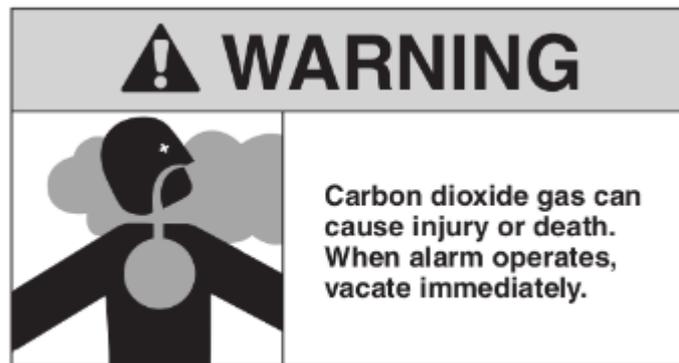


FIGURE 4.3.2.3.1 Sign in Every Protected Space.

Figura 24 – Placa que deve ser colocada na entrada das salas protegidas por CO₂, conforme NFPA 12.

Além disso, a falta de comunicação também ocorreu no planejamento dos serviços de limpeza da sala protegida por CO₂ (sala dos motogeradores) e da sala de bateria de cilindros de CO₂. Entende-se que, talvez, não deveriam ocorrer ao mesmo tempo, o que deveria ter sido discutido na reunião de simultaneidades, geralmente realizada um dia antes dos serviços das PTs serem executados.

Diante dos fatos apresentados, resta constatado que não houve adequada comunicação/sinalização dos riscos envolvidos nas atividades realizadas quando da ocorrência do acidente, através de mecanismos de comunicação recíproca e sinalização considerada em

códigos e padrões relativos a aspectos de ambiente de trabalho e fatores humanos **contrariando o requisito 4.2.1.1 RTSGSO** (*“ Nas fases de projeto, construção, instalação e desativação, deverão ser identificados e considerados códigos e padrões relativos aos aspectos de ambiente de trabalho e de fatores humanos”*).

Apesar da ausência de comunicação da equipe estar relacionada também à falha de identificação dos perigos, descrito na causa raiz anterior, foi também determinante para a falha na identificação deste perigo a ausência de sinalização já indicada em norma NFPA 12. Se esta existisse, os emitentes da PT e os executores da tarefa teriam identificado que a sala era protegida por CO₂ e possuía risco de morte para quem a adentra.

6.5 Causa raiz nº 5: Falha em treinamento de conscientização (briefing de segurança)

As entrevistas realizadas apontaram que há falha ou a falta de treinamento e instruções claras sobre sistema de combate a incêndio por CO₂ e seus alarmes. Ficou constatado que alguns trabalhadores não tinham conhecimento suficiente sobre o alarme de CO₂, conhecendo mais a fundo apenas o alarme de emergência da plataforma (provavelmente devido aos exercícios simulados).

Durante a investigação desta causa raiz, foram considerados quatro níveis de treinamento relacionados no RTSGO: o treinamento de conscientização (conhecido como “briefing” de chegada na plataforma), treinamento geral (o que incluiria possíveis problemas na qualidade do treinamento mandatório CBSP – curso básico de segurança de plataforma), e o simulado de emergência (que é fortemente dependente da qualidade do plano de resposta a emergência). Importante aqui constar que, nos simulados de emergência realizados pela Operadora em P-19, era ressaltado para todos a bordo sobre a necessidade de aguardar as instruções transmitidas pelo sistema interno de comunicação (boca de ferro) para que fosse estabelecida a rota mais segura até os respectivos pontos de encontro.

Durante as oitivas, foi informado pelos trabalhadores que estavam no interior da sala dos motogeradores auxiliares que, ao escutarem o alarme geral da plataforma, ficaram aguardando as instruções da “boca de ferro”. Contudo, nesse curto período de aguardo dentro da sala, perceberam o início da inundação pelo CO₂ (que chamaram de fumaça branca).

A prática nº 3 do RTSGSO estabelece que o Operador deverá considerar treinamento de conscientização para toda a força de trabalho, bem como para visitantes, sempre que houver ingresso em instalações cobertas pelo regulamento. Apesar do briefing de segurança ser bastante amplo, espera-se que esse treinamento tenha, como parte de seu conteúdo, informações sobre todos os tipos de alarmes da plataforma, além de instruções claras para as ações a serem adotadas para cada um.

Sobre os exercícios simulados, há de se observar que apesar de serem programados de forma a contemplar todos os cenários previstos no Plano de Emergência da Instalação, devendo refletir os cenários de grandes emergências dos estudos de risco análise de risco, também há a previsão no RTSGO de que deve ser estabelecido um programa de treinamento que contemple os procedimentos de alarme e evacuação.

Assim, resta constatado que houve **falha em treinamento de conscientização para a força de trabalho, contrariando o requisito 3.3.5.1 do RTSGSO**, assim como **falha no treinamento quanto aos procedimentos de alarme e evacuação, contrariando o requisito 14.3.2 do RTSGSO**. Não foi possível constatar evidências quanto à qualidade do treinamento geral (CBSP).

7. FATORES HUMANOS

Os Fatores Humanos podem ser definidos como fatores que podem influenciar o que as pessoas fazem. Eles incluem fatores organizacionais, tecnológicos e individuais – também conhecidos como *fatores influenciadores de desempenho*. Para entender como tais fatores influenciaram a ocorrência do acidente, os investigadores da ANP seguiram boas práticas de investigação de fatores humanos emanadas pela associação internacional de óleo & gás¹, incluindo a definição da equipe de investigação, planejamento das oitivas, coleta de evidências, análise e discussão sobre os resultados e recomendações.

Fazer esta investigação com diretivas de fatores humanos significou que todas as vezes que os investigadores se depararam com qualquer indício de erro humano, eles não se satisfizeram a tê-lo como causa e sim a investigar ainda mais profundamente para entender o contexto que levou àquelas decisões e ações, baseando suas conclusões em evidências.

Entender o contexto em que uma equipe estava inserida é, portanto, entender os fatores humanos. Além de todo o contexto já descrito nos capítulos anteriores, faz-se necessária uma complementação sobre alguns dados demográficos e o clima organizacional em que os funcionários estavam inseridos.

A plataforma estava inserida, no momento do acidente, no campo de Marlim, que passou por renovação do contrato de concessão com o órgão regulador ANP, em 2015, no qual foi estabelecido projeto de revitalização do campo, com a troca de sete plataformas antigas (acima

¹ Relatório IOGP 621 - Desmistificando Fatores Humanos: Construindo confiança na investigação de Fatores Humanos, disponível em <https://www.iogp.org/bookstore/product/iogp-report-621prt-desmistificando-fatores-humanos-construindo-confianca-na-investigacao-de-fatores-humanos-demystifying-human-factors-building-confidence-in-human-factors-investigation-portugues/>, acessado em 21/03/2023

da vida útil de projeto e em estado avançado de degradação mecânica) pela instalação de duas novas plataformas de produção² : a FPSO Anita Garibaldi e FPSO Anna Nery.

A plataforma estava, portanto, prevista para entrar em processo de descomissionamento. Havia uma previsão comunicada em 2022 da Petrobras à ANP sobre o envio do plano de descomissionamento da instalação (PDI) no primeiro trimestre de 2023. Cinco meses após o acidente, com a plataforma ainda interditada, a Petrobras comunicou que decidiu iniciar o processo de descomissionamento. Todavia, até a data da publicação deste relatório, ainda não havia protocolado o pedido oficial de descomissionamento junto ao órgão regulador. Cabe observar que foi declarado em reunião que não existe processo de venda da plataforma e a previsão é que seja sucateada. O processo de descomissionamento dura aproximadamente entre 18 a 24 meses, depende da permanência de pessoas a bordo para procedimentos de despressurização e limpezas de poços e linhas, o que faz com que o sistema fixo de CO₂ permaneça necessário.

Além disso, em 2021 a Petrobras anunciou na mídia a tentativa de um processo de venda de 50% de participação nas concessões do campo de Marlim do campo, onde a plataforma P-19 se encontra – todavia no mesmo ano, houve o anúncio, também na mídia, da desistência da venda por parte da Petrobras³ - este processo não chegou a ser oficializado junto ao órgão regulador ANP. Todavia, como mencionado anteriormente, a plataforma continuou em processo de descomissionamento, com substituição desta por plataformas novas.

² Plano atual de desenvolvimento do Campo de Marlim: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/gestao-de-contratos-de-e-p/fase-de-producao/pd/marlim.pdf>

³ Notícia na mídia da desistência do processo de venda, disponível em <https://petronoticias.com.br/petrobras-volta-atras-em-processo-de-venda-e-mantera-marlim-em-seu-portfolio/>

Cabe observar que, em processos de venda e descomissionamento de plataformas, seja por anúncio formal ou da mídia, é sabido que a força de trabalho passa a perceber o declínio de recursos e que precisa procurar uma outra plataforma ou outro local de trabalho para solicitar a transferência. Apesar dos funcionários Petrobras possuírem certa estabilidade, o processo de escolha e transferência é desgastante e com pouco suporte organizacional. Cabe acrescentar que a força de trabalho destas plataformas descomissionadas no campo de Marlim não pode ser aproveitada nas plataformas novas a serem instaladas por estas novas serem apenas duas substituindo algumas plataformas (ou seja, não haveria espaço físico para todos os trabalhadores). Outro motivo é que essas novas plataformas são afretadas (casos em que a operadora da instalação não é a mesma empresa da Operadora da Concessão e a maioria dos funcionários em regime de embarque são da operadora da instalação).

Outras informações gerais e demográficas sobre os funcionários da plataforma que podem ser relevantes: a plataforma possuía no dia do acidente 156 tripulantes, sendo todos brasileiros que possuem o Português como primeira língua. A plataforma possuía 148 homens e 8 mulheres. Havia 119 contratados a bordo, e 37 eram funcionários próprios da Petrobras. Destes, faziam parte a equipe de liderança composta por 1 GPLAT (Gerente de plataforma), 1 COPROD (coordenador de produção), 1 COEMB (coordenador de embarcação), 1 COMAN (coordenador de manutenção), 2 Supervisores de produção, 2 supervisores de elétrica e instrumentação e 1 supervisor de mecânica. Esta plataforma possuía na data do acidente o posto o operador de sala de controle (denominado como P1) trabalhando de forma remota (controlando o supervisão do escritório em Macaé). Na data do acidente o operador de facilidades ainda operava na plataforma, e somente após o acidente passou a ser também remoto. Parte do planejamento de permissão de trabalho (PT) era feita em terra, em uma célula de planejamento chamada CPP (célula de planejamento e programação), esta carrega as PTs no sistema APLAT, que é o módulo de administração de plataforma, e só então passa por análise da

equipe de bordo. A emissão de PTs era dividida por zonas da plataforma: a equipe responsável pela emissão de PTs na sala de motogeradores auxiliares era a equipe de manutenção, e a equipe responsável pela emissão de PTs na sala de cilindros de CO₂ era a equipe de embarcação. A equipe de socorristas era composta pelo técnico de enfermagem (funcionário Petrobras, que fazia cobertura de férias, ou seja, não era um funcionário fixo da P-19 e socorristas da área de hotelaria. O líder da equipe de socorristas relatou não ter dormido bem na noite anterior ao acidente, por ter tido pressentimento negativo. Todavia, cabe relatar que há indícios de sobrecarga de trabalho deste profissional, uma vez que além de desempenhar as funções determinadas no contrato como técnico de enfermagem, ainda possuía a função de fiscalizar a equipe de hotelaria. Houve relatos de falta de membros da equipe de liderança durante a pandemia. Houve relatos que todos tinham conhecimento que os simulados de emergência eram realizados aos sábados. O *briefing* de segurança completo não precisa ser realizado a partir do segundo embarque na plataforma. Há conhecimento da gestão da empresa de que existem salas constantemente habitadas protegidas por sistema fixo de CO₂ (após o acidente a empresa dispôs de máscaras nestas salas).

Ao analisar este contexto e os fatores influenciadores de desempenho através de uma classificação reconhecida pelo mercado (mais informações no Anexo I), chegou-se à conclusão de que a quantidade de fatores organizacionais foi maior que a de fatores tecnológicos e individuais, como pode ser visto no gráfico abaixo (Figura 25).

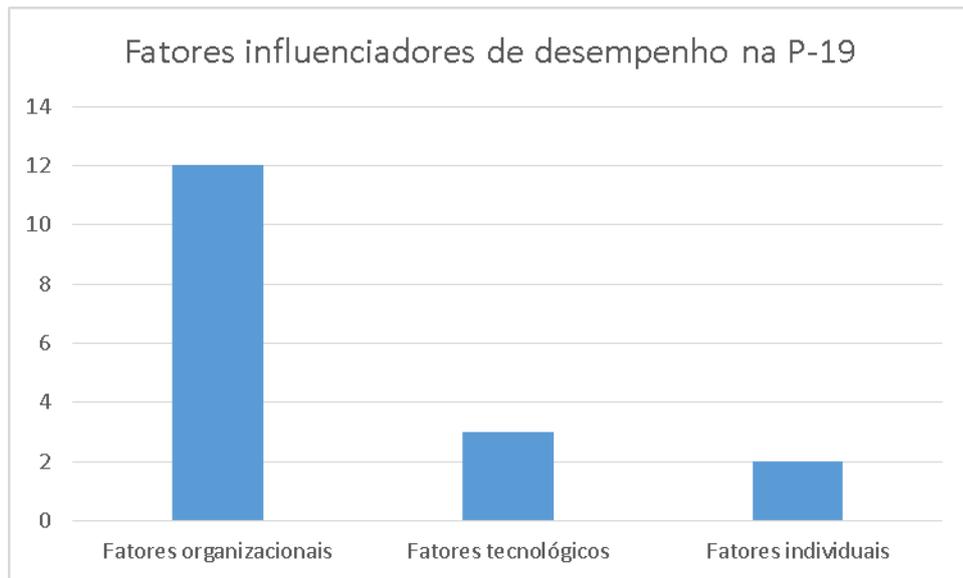


Figura 25 – Fatores influenciadores de desempenho.

De acordo com esta classificação foi observado ainda, que dentre os fatores organizacionais, os mais frequentes foram: falha no projeto; alocação inadequada de tarefas e controle inadequado de qualidade. A explicação de como cada fator foi classificado e como esses resultados podem ser usados em projetos e análises de risco, estão dispostos no Anexo I.

8. DESVIOS E FATORES CONTRIBUINTES

Nesse item são abordados demais desvios em relação ao preconizado pelo RTSGSO identificados pela comissão de investigação que, no entanto, não foram considerados causas para o acidente em tela.

As manutenções a serem realizadas nos equipamentos da sala dos cilindros de CO₂ eram registradas através de Notas de Manutenção. Restou constatado através de Nota de Serviço Cliente, aberta em 04/03/2019 e realizada em 11/03/2019, que *“mangotes necessita (sic) de ser substituídos, passado nº para GEPLAT, COMAM para providência a substituição dos mesmo (sic) a mais de 2 anos, mas ainda não chegou na unidade”*.

Foi constatado na Nota de Serviço Cliente (inspeção trimestral), aberta em 01/06/2019 e executada em 01/07/2019, a *“necessidade de substituição de alguns mangotes de cilindros de CO₂, tendo sido solicitado ao SUEIN/COMAN”*.

Nota de Serviço Cliente, aberta em 02/12/2018 e executada em 21/12/2018, já relatava *“enviado nota para COMAN e GEPLAT a respeito dos mangotes que estão ressecados e vencidos de acordo com normas, mas Plataforma ainda não providenciou a compra dos mesmo para serem substituídos”*.

Nota de Serviço Cliente aberta em 17/09/2017 e executada em 25/09/2017 relatava *“aguardando a chegada dos mangotes para a substituição dos mesmos, pois estão muito ressecados e está faltando 1 mangote”*.

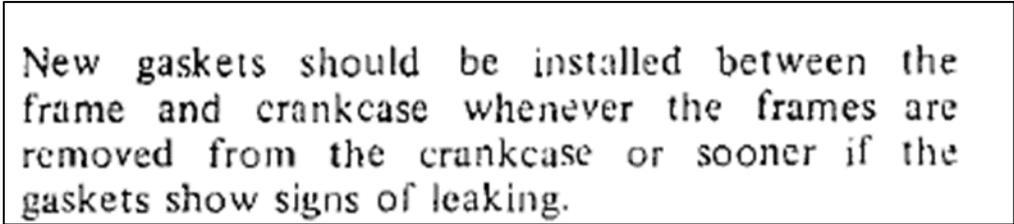
Dessa maneira, ficou evidenciado que era de conhecimento das lideranças de bordo a necessidade de substituição dos mangotes de cilindros de CO₂, desde pelo menos o ano de 2017, sem que fosse providenciado o material necessário para a troca.

O Regulamento técnico do SGSO, em seu item 1.5 estabelece que *“O Operador da Instalação deverá planejar e prover os recursos necessários para a implementação e o funcionamento do sistema de gerenciamento da segurança operacional e para atendimento dos demais requisitos estabelecidos neste Regulamento Técnico”*.

Importante aqui relembrar que, quando do acionamento do sistema de CO₂, houve o rompimento de um dos mangotes de um dos cilindros do banco de baterias acionado no acidente, que levou a sala dos cilindros também ter sido inundada por CO₂. Este não foi um fator causal para o acidente, uma vez que não teve influência nos fatos que resultaram no evento acidental, contudo evidenciou falha no envolvimento dos gestores da unidade que não proveram recursos para que a substituição dos mangotes fosse realizada em tempo adequado.

Ademais, como já apontado na causa raiz nº 3, apesar de a operadora alegar que os demais componentes do sistema de CO₂ possuíam planos de inspeção/manutenção que consideravam as normas e definições dos próprios fabricantes, especificamente em relação às válvulas e seus dispositivos acionadores restou comprovado que esses componentes somente eram mantidos em caso de falha, ocasião em que seriam substituídos.

Importante aqui destacar que a sala possui quatro motogeradores diesel de mesmo modelo. Durante as oitivas foi relatado que os motogeradores diesel auxiliares comumente vazavam óleo, o que chamavam de “suar”, exigindo constantemente a necessidade de se enviar equipes de limpeza para a sala dos motogeradores diesel auxiliares para o recolhimento do óleo derramado e limpeza do piso. Contudo, no documento “*Engine Maintenance Manual (Turbocharged)*” é indicado que “novas juntas devem ser instaladas entre o quadro e o cárter sempre que os quadros forem removidos do cárter ou se as juntas apresentam sinais de vazamento”, em tradução livre (Figura 26).



New gaskets should be installed between the frame and crankcase whenever the frames are removed from the crankcase or sooner if the gaskets show signs of leaking.

Figura 26 - Recorde de parte do documento “*Engine Maintenance Manual (Turbocharged)*”.

O próprio documento indica a forma como todo o conjunto dever ser desmontado para então realizar a substituição das vedações, tarefa relativamente complexa e demorada.

Em Ordem de Manutenção preventiva de 02/02/2021, para manutenção do motor diesel MD-514003A, consta uma extensa lista de tarefas a serem executadas. Conforme consta nesse documento, devido ao motor estar inoperante no momento pelo fato de o permutador estar aberto para realização de teste hidrostático e inspeção, impossibilitando ligar o equipamento, e também devido à falha no gerador, várias tarefas não puderam ser executadas, dentre as quais

“verificar se há vazamentos de diesel nas entradas dos bicos injetores, com o motor em marcha lenta” e “verificar fixação e vazamentos (selos e mangueiras) da bomba de óleo lubrificante do filtro centrífugo”. Já em 13/04/2022, foi emitida ordem de manutenção corretiva para realização de limpeza do permutador do gerador 514003B. Essa ordem não apresenta a lista de tarefas similar à da preventiva (como costumam ser as ordens de manutenção corretivas), limitando-se apenas à tarefa de limpeza do permutador. Cabe aqui destacar que essas foram as duas únicas ordens de inspeção apresentadas pela Operadora a partir de 2018. Ainda assim, pode-se evidenciar inúmeras passagens de serviço das equipes de manutenção, produção e embarcação relatando constantes procrastinações de resoluções dos problemas nos motogeradores auxiliares.

Dessa forma, há comprovação de falta de priorização de recursos para funcionamento do sistema de gerenciamento da segurança operacional, **contrariando o requisito 1.5 do RTSGSO – “O Operador da Instalação deverá planejar e prover os recursos necessários para a implementação e o funcionamento do sistema de gerenciamento da segurança operacional e para atendimento dos demais requisitos estabelecidos neste Regulamento Técnico”.**

Ademais, não há comprovação suficiente de que esses motogeradores fossem adequadamente mantidos, **contrariando o requisito 13.2.1 do RTSGSO – “O Operador da Instalação terá como atribuição estabelecer planos e procedimentos para inspeção, teste e manutenção, a fim de buscar a integridade mecânica dos seus sistemas, estruturas, Equipamentos e Sistemas Críticos de Segurança Operacional. Tal documentação deverá estar alinhada com recomendações dos fabricantes, normas, padrões e boas práticas de engenharia”.** Adicionalmente, o item 13.4 do RTSGSO também foi contrariado, uma vez que o

problema foi diversas vezes relatado sem a devida solução – demonstrando que os resultados das inspeções não foi adequadamente monitorado.

Durante a investigação, foi evidenciado que os técnicos de segurança eram os responsáveis pela inspeção do sistema de combate a incêndio por CO₂. Esses técnicos não são os profissionais mais qualificados para este tipo de inspeção, na qual é necessário abrir e inspecionar visualmente um componente elétrico. Com isso, o Operador além de não utilizar a empresa especializada credenciada, **também contrariou o requisito 3.2.2 do RTSGSO ao não identificar o nível de competência, habilidade e conhecimento específico para executar as tarefas afetas a uma função.**

Durante a auditoria realizada pela Operação Ouro Negro, ficou constatado que a sala dos motogeradores diesel auxiliares não possuía indicação adequada das rotas de fuga. A Operadora havia, inclusive, instalado, a título de experiência, uma espécie de tapete de borracha em parte do piso elevado como forma de indicar uma das rotas de fuga da sala.

Em depoimentos colhidos foi relatado que este tapete dificultou o resgate de uma das vítimas. Dessa maneira, ficou evidenciado que foi **contrariado o requisito 4.2.1.1 do RTSGSO – “Nas fases de projeto, construção, instalação e desativação, deverão ser identificados e considerados códigos e padrões relativos aos aspectos de ambiente de trabalho e de fatores humanos”.**

Durante a avaliação do mangote de um dos cilindros de CO₂ que se rompeu durante o acionamento do sistema de combate a incêndio, foi identificado que havia falha na instalação dos cilindros com os mangotes ao duto central, uma vez que pelo projeto deveria formar um ângulo de 90° e, na prática, estavam instalados formando um ângulo de aproximadamente 45°, gerando assim ponto de concentração de tensão. Em relação à manutenção das mangueiras de conexão dos cilindros ao duto, a prática até então utilizada era a substituição das mangueiras por

demanda detectada nas inspeções visuais periódicas (trimestrais ou anuais) apontando algum dano visível. Os registros de tais substituições não eram lançados através de operações dentro da Ordem de Serviço. Isto demonstra a falta de requisitos de garantia da qualidade na execução de procedimentos de manutenção, **contrariando o requisito 13.3.1 do RTSGSO - “Documentar todas as atividades relacionadas com integridade mecânica desenvolvidas a bordo.”**.

Em relação à limpeza da sala de bateria de cilindros de CO₂, foi constatado que eram frequentes. Há de se relatar que é incomum que esse tipo de limpeza seja realizada neste tipo de sala em outras plataformas, o que deveria ter indicado aos gestores que emitiam as PTs, ou consultores de segurança especializados nas normas e padronização dos procedimentos da empresa, sobre o desvio de projeto desta sala que continha venezianas ao invés de paredes e ainda possuía duas entradas sem portas – levando a condições de corrosão dos componentes elétricos deste sistema crítico de segurança. Isto demonstra falta de consideração de padrões boas práticas de engenharia na aquisição de itens de instalação e equipamentos, na aquisição e suprimento de venezianas para abrigar os cilindros de CO₂, mesmo com indicadores como o tipo de permissão de trabalho emitido, demonstrando a falta de monitoramento dos tipos emitidos de permissão de trabalho por parte de consultores e especialistas em segurança na Operadora, **contrariando tanto o requisito 10.2.3 do RTSGSO - “O Operador da Instalação deverá considerar, durante a aquisição de itens de instalação e equipamentos, o atendimento aos padrões, normas e boas práticas de engenharia relacionadas aos assuntos de Segurança Operacional”** quanto o 17.3.1 Monitorar o desempenho das atividades em conformidade com os requisitos estabelecidos em procedimentos aprovados, nas permissões de trabalho e nas informações e documentação correlata..

Em relação às ações de resposta a emergência, restou constatado que a equipe de socorristas, quando da mobilização para atendimento à primeira vítima localizada, não levou de imediato o oxímetro e o cilindro de oxigênio, sendo necessário, após o início dos procedimentos de primeiros socorros no local, solicitar que alguém fosse à enfermaria buscar tais equipamentos. Ficou constatado que o plano de resposta a emergência (PRE) da P-19 não possuía cenário específico de acionamento do sistema fixo de CO₂ com pessoas dentro da sala protegida. Isso porque o PRE da Petrobras continha um procedimento geral, que serviria para todas as plataformas, e anexos que deveriam ter procedimentos específicos para cada uma das plataformas. Todavia, o cenário de liberação de CO₂ que havia no procedimento geral continha a informação de que seria aplicável somente à plataforma P-35, e por modo falha diferente daquela ocorrida no acidente, conforme demonstra o trecho da PRE na Figura 27. Tampouco havia instrução de resposta específica para este ou outros cenários na plataforma P-19 (no anexo específico, só foi localizada resposta específica para um cenário somente, o de ‘queda de homem ao mar’, no anexo ‘PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE RESPOSTA’ do PRE).

Quadro 6 – Cenários de Emergência

Item	Hipótese Acidental	Cenários de Emergência
CE-1	Vazamento de óleo / derivados / produtos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • De óleo e derivados (Cenários descritos no PEI da Unidade, incluindo sistema submarino); • De produtos químicos na Unidade Marítima e sistemas submarinos
CE-2	Vazamento de Gás	<ul style="list-style-type: none"> • Liberação de gás decorrente de perda de contenção por falhas em equipamentos/acessórios e/ou queda de objeto/carga; • Liberação de gás decorrente de perda de contenção por falhas em equipamentos/acessórios e/ou queda de objeto/carga em sistemas submarinos.
CE-2.1	Vazamento de gases nocivos à saúde (CO/CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Vazamento no sistema de gás inerte com sucção pelos dutos de admissão de ar para ventilação e ar condicionado do casario, cozinha e praça de máquinas - aplicável somente para a P-35;

Figura 27 – cenário de vazamento de CO₂ estava informado como não aplicável à P-19.

Além disso, também ficou constatado que o a lista de materiais de recurso de resposta do PRE não possuía o oxímetro nem cilindro de oxigênio na enfermaria, somente no helideck (Figuras 28 e 29 respectivamente). As informações sobre esses recursos se encontram no documento ‘Características das Plataformas de Produção’ anexo ao PRE.

Material de Enfermaria	Quantidade
AMBU	03 unid
Desfibrilador	01 unid
Locais para atendimento de vítimas	Capacidade de Atendimento
Enfermaria Principal	01 pessoa
Enfermaria Secundária (sala anexa à enfermaria)	02 pessoas
Área de Triagem (área abaixo do heliponto)	20 pessoas

Figura 28 – Recursos de resposta a emergência localizados na enfermaria.

Recursos Materiais do Helideque	
Material de combate a incêndio	Quantidade
Canhão monitor fixo de água e espuma	03 unid
Extintor portátil de CO ₂ de 6 kg	03 unid
Extintor de pó químico de 50 kg	02 unid
Líquido Gerador de Espuma - LGE	670 l
Roupa de aproximação e combate a incêndio ou capa 7/8 p/ bombeiro	03 unid
Máscara tipo balaclava	03 unid
Luva de bombeiro	03 pares
Bota de bombeiro	03 pares
Capacete de bombeiro	03 unid
Protetor auricular	03 unid
Ferramentas	Quantidade
Machado de bombeiro p/ salvamento (superior a 3 kg)	01 unid
Pé de cabra de no mínimo 1 m	01 unid
Tesourão corta-vergalhão de no mínimo 0,60 m	01 unid
Serra manual para metais	01 unid
Alicate universal isolado de 8 (oito) polegadas	01 unid
Chave de fenda de 10 (dez) polegadas	01 unid
Corta-cinto	02 unid
Lanterna portátil	03 unid
Material de apoio	Quantidade
Balança com capacidade mínima para 150 kg, com certificado de aferição válido	01 unid
Peias metálicas ou de nylon específicas para amarração de aeronaves, cujos engates sejam compatíveis com as búrcas	04 unid
Calços	03 pares
Escada articulada ou de apoio, com altura compatível com as dimensões do maior helicóptero a operar a bordo	01 unid
Lona de sinalização de helideque interdito, conforme Anexo 5-H da NORMAM-27	01 unid
Material de salvamento	Quantidade
Kit portátil de primeiros socorros	01 unid
Macas rígidas flutuantes com imobilizador de cabeça	03 unid
Ampola portátil de oxigênio	02 unid
Máscaras para kit portátil de oxigênio	02 unid

Figura 29 – Recursos de resposta a emergência no helideck da P-19.

Por se tratar de equipamentos fundamentais para atendimento a vítima de asfixia, constata-se falha no procedimento de resposta a emergência, **contrariando o requisito 14.3.3.h do RTSGSO – “O Plano deve também contemplar equipamentos e materiais de resposta”**. Também constatado falha de previsão do cenário de resposta a emergência, este talvez correlacionado com o fato de não haver análise de risco e premissa de que as normas NFPA estavam adequadamente implementadas.

Além disso, a equipe de socorristas era composta por técnico de enfermagem e pessoas pertencentes ao contrato de hotelaria – e por serem todos parte da tripulação que circula apenas no casario precisaram esperar alguém que conhecia a área para chegar ao local onde se encontrava a vítima. Isto **contraria o requisito 14.2.3 a) – “O Operador da Instalação será responsável por avaliar a capacidade de resposta a cada cenário acidental”**, devido à falta de avaliação da capacidade de resposta à cada cenário acidental, uma vez que para cenários com atendimento imediato da vítima pela equipe de socorristas fora do casario deveria haver equipe de socorristas que conhecem e a planta por trabalharem na planta. Também contraria o **requisito 3.2.2 – “O Operador será responsável por dimensionar o programa de treinamento de acordo com a classificação de funções e as tarefas afetas ao cargo”**, por não identificar os níveis de habilidade e conhecimentos específicos para a função dos socorristas, que os habilita a executar as tarefas afetas ao cargo.

Por fim, a ocorrência de 67 incidentes de acionamento espúrio do sistema de combate a incêndio por CO₂ nesta e em outras plataformas do sistema Petrobras demonstra que a empresa não teve capacidade de aprender com a investigação dos incidentes anteriores e implementar ações que minimizem a possibilidade de recorrência, o que contraria o requisito **9.3.2 A equipe de investigadores deverá elaborar o relatório de investigação do incidente, que deverá conter, além do disposto na legislação pertinente, as informações consideradas relevantes para posterior implementação de ações que visem impedir ou minimizar a possibilidade de recorrência do mesmo.**

9. RECOMENDAÇÕES

- Verificar o código de automação, quando da ocorrência de mudanças que alterem este. Esta verificação deve ser feita por equipe multidisciplinar, minimamente incluindo um engenheiro de segurança, um engenheiro de instrumentação, e especialista nas demais áreas afetadas pela mudança considerando a Norma IEC 61131.
- Realizar *looping test* completo de sistemas instrumentados de segurança – antes do retorno operacional do sistema, sempre que realizadas mudanças nesses sistemas, considerando a Norma IEC 61511.
- Projetar e construir salas para cilindros de CO₂ fechadas (protegidas de intempéries e umidade) para novos projetos de plataformas, de forma a reduzir a possibilidade de entrada excessiva de umidade. Para as unidades em operação, avaliar e gerenciar o risco de não ser fechada.
- Instalar, preferencialmente, componentes eletrônicos com proteção IP65 ou superior em locais que pode haver penetração de umidade ou realização de atividades de limpeza com uso de jato de água.
- Instalar válvulas de *lockout* no sistema fixo de combate a incêndio por CO₂, inclusive em instalações já existentes (conforme já preconiza a NFPA 12).
- Estabelecer sistemática para que em casos de atualizações/revisões das normas e melhores práticas da indústria relacionadas aos sistemas de segurança, sejam implementadas aquelas que a própria norma preconiza ser mandatório para as unidades já existentes. E, para que nas demais alterações nestas normas, seja realizada análise de custo e benefício.

- Instalar alarmes visuais e sonoros nos ambientes protegidos por CO₂ que sejam facilmente diferenciáveis de outros alarmes da instalação, considerando as normas e melhores práticas recomendadas da indústria.
- Avaliar a utilização de gases não asfixiantes para sistemas fixos de combate a incêndio.
- Inserir nos formulários de Permissão para Trabalho - PT, a necessidade de bloqueio (*lockout*) de sistema fixo de CO₂ em salas protegidas, em caso de manutenções, inspeções ou serviços nesses ambientes.
- Não permitir o uso ou habitação contínua de salas protegidas por sistema fixo de CO₂ que não foram projetadas para tal.
- Instalar, na entrada de locais protegidos por sistema fixo de CO₂, placas sinalizadoras do perigo do CO₂ e precauções a serem adotadas em caso de acionamento do alarme (conforme NFPA -12 *Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems* ou outra melhor prática do mercado).
- Incluir, nos Estudos de Riscos da Instalação, o cenário específico de descarga espúria de CO₂ em ambientes protegidos por sistema fixo de combate a incêndio, à luz dos procedimentos e normas adotados pelo operador na realização das Análises de Risco.
- Aprimorar as instruções e frequência dos *briefings* de segurança (o briefing realizado logo após o embarque na instalação), treinamentos e simulados, para as equipes própria e contratada, nos diversos alarmes da Instalação, incluindo o sistema fixo de CO₂, que abordem os riscos presentes nos diversos locais da Unidade e nas ações de segurança relacionadas.
- Avaliar a substituição de maleta pesada de primeiros socorros por mochila, para permitir que ambas as mãos fiquem livres e acelerar a chegada à localização da vítima em ambiente com muitas escadas, com o objetivo de diminuir o tempo de resposta.

- Avaliar a inclusão, na equipe de primeiros socorros, de pessoas que conheçam a área, para guiar os socorristas até o local seguro próximo do local de emergência, onde são encaminhadas vítimas resgatadas, também com o objetivo de diminuir o tempo de resposta.
- Comunicar à ANP como *quase acidente* os incidentes de falha espúria no acionamento do sistema fixo de combate a incêndio por CO₂ ou outro gás asfixiante que não causarem vítimas, conforme definido no inciso XI do artigo 2º da Resolução ANP 882/2022.

Na Tabela 2, é apresentado um resumo dos achados da investigação relacionados às causas-raiz e respectivas recomendações.

Tabela 2 – Quadro resumo dos achados da investigação relacionados às causas-raiz.

Fator causal	Causa raiz	Recomendação	Requisito do RTSGSO
Liberação de CO ₂ na sala dos motogeradores diesel auxiliares por acionamento espúrio do sistema fixo de CO ₂ .	Falha em projeto.	Verificar o código de automação, quando da ocorrência de mudanças que alterem este; Esta verificação deve ser feita por equipe multidisciplinar, minimamente incluindo um engenheiro de segurança, um engenheiro de instrumentação, e especialista nas demais áreas afetadas pela mudança considerando a Norma IEC 61131.	10.2.1
		Projetar e construir salas para cilindros de CO ₂ fechadas (protegidas de intempéries e umidade) para novos projetos de plataformas, de forma a reduzir a possibilidade de entrada excessiva de umidade. Para as unidades em operação, avaliar e gerenciar o risco de não ser fechada.	10.3.a
		Instalar, preferencialmente, componentes eletrônicos com proteção IP65 ou superior em locais que pode haver penetração de umidade ou realização de atividades de limpeza com uso de jato de água.	10.2.3
		Instalar válvulas de lockout no sistema fixo de combate a incêndio por CO ₂ , inclusive em instalações já existentes (conforme já preconiza a NFPA 12).	10.2.2
		Estabelecer sistemática para que em casos de atualizações/revisões das normas e melhores práticas da indústria relacionadas aos sistemas de segurança, sejam implementadas aquelas que a própria norma preconiza ser mandatório para as unidades já existentes. E, para que nas demais alterações nestas normas, seja realizada análise de custo e benefício.	10.3.c
		Instalar alarmes visuais e sonoros nos ambientes protegidos por CO ₂ que sejam facilmente	

		diferenciáveis de outros alarmes da instalação, considerando as normas e melhores práticas recomendadas da indústria.	
	Falha em inspeção, teste e manutenção preventiva.	Realizar <i>looping test</i> completo de sistemas instrumentados de segurança – antes do retorno operacional do sistema, sempre que realizadas mudanças nesses sistemas, considerando a Norma IEC 61511.	13.2.1
Permanência de pessoas na sala após alarme de liberação do CO ₂ .	Falha na avaliação de perigos na Permissão de Trabalho.	Inserir nos formulários de Permissão para Trabalho - PT, avaliação da necessidade de bloqueio (lockout) de sistema fixo de CO ₂ em salas protegidas.	17.2.1.2
	Falha na comunicação dos riscos.	Instalar, na entrada de locais protegidos por sistema fixo de CO ₂ , placas sinalizadoras do perigo do CO ₂ e precauções a serem adotadas em caso de acionamento do alarme.	4.2.1
	Falha em projeto	Instalar alarmes visuais e sonoros com temporização adequada e sem sobreposição de som, considerando as normas e melhores práticas recomendadas da indústria.	10.3.b
	Falha em treinamento de conscientização (briefing de segurança)	Aprimorar as instruções e frequência dos briefings de segurança, treinamentos e simulados, para as equipes própria e contratada, nos diversos alarmes da Instalação, incluindo o sistema fixo de CO ₂ , que aborde os riscos presentes nos diversos locais da Unidade e nas ações de segurança relacionadas.	3.3.5.1

Por fim, na Tabela 3, é apresentado um resumo dos achados da investigação relacionados aos fatores contribuintes e respectivas recomendações.

Tabela 3 – Quadro resumo dos achados da investigação relacionados aos fatores contribuintes.

Desvios e fatores contribuintes	Recomendações	Requisito do RTSGSO
Permanência contínua de pessoas em locais protegidos por sistema fixo de combate a incêndio por CO ₂ .	Não permitir o uso ou habitação contínua de salas protegidas por sistema fixo de CO ₂ que não foram projetadas para tal.	4.2.1.1
Ausência de cenário específico de descarga de CO ₂ em alta concentração na Análise de Riscos da Instalação.	Incluir, nos Estudos de Riscos da Instalação, o cenário específico de descarga espúria de CO ₂ em ambientes protegidos por sistema fixo de combate a incêndio, à luz dos procedimentos e normas adotados pelo operador na realização das Análises de Risco.	12.6.4
Falha no procedimento de resposta a emergência.	Avaliar a substituição de maleta pesada de primeiros socorros por mochila, para permitir que ambas as mãos fiquem livres e acelerar a chegada à localização da vítima em ambiente com muitas escadas.	14.3.3.h
Falha na avaliação da capacidade de resposta a cada cenário acidental.	Avaliar a inclusão na equipe de primeiros socorros de pessoas que conheçam a área, para guiar os socorristas até o local seguro próximo do local de emergência, onde são encaminhadas vítimas resgatadas, com o objetivo de diminuir o tempo de resposta.	14.2.3.a
Comunicação de incidentes	Comunicar à ANP como quase acidente os incidentes de falha espúria no acionamento do sistema fixo de combate a incêndio por CO ₂ ou outro gás asfixiante que não causarem vítimas, conforme definido no inciso XI do artigo 2º da Resolução ANP 882/2022.	9.2

10. CONCLUSÕES

O acidente de acionamento espúrio do sistema fixo de CO₂ em local com presença de pessoas na plataforma P-19, que culminou na morte por asfixia de uma vítima, é um acidente que poderia ter sido evitada se as melhores práticas da indústria e o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional da ANP tivessem sido seguidos corretamente.

Cabe destacar que se tratou de um acidente causado pelo acionamento espúrio de um sistema de segurança, o sistema de combate a incêndio por CO₂. Ou seja, este sistema de segurança, apesar de projetado para ser salvaguarda de cenário de risco, acabou por introduzir riscos adicionais à operação de unidades de produção de petróleo e gás, em função das suas falhas combinadas com falhas de outras práticas de gestão. Aplicando-se o princípio da hierarquia de controle dos riscos, as medidas mais efetivas seriam aquelas que atuassem no sentido da eliminação do risco. Assim, a adoção de sistemas de combate a incêndio com agentes não asfixiantes é medida de redução de riscos necessária para evitar a recorrência de eventos como o acidente em tela, e que deve ser avaliada pela indústria.

A investigação indicou como causas do acidente: falha na implementação de gestão de mudanças; falhas no projeto do sistema fixo de CO₂ e de posicionamento dos alarmes de CO₂ e geral da instalação; falha em inspeção e teste; falha em avaliação e comunicação dos riscos envolvidos em atividades de limpeza nesses locais e falha em treinamento de conscientização.

Adicionalmente, apesar de não terem sido causas do acidente, durante o curso da investigação também foram identificadas falhas relativas a: falta de recursos para substituição dos mangotes de CO₂, códigos e padrões relativos aos aspectos de ambiente de trabalho e de fatores humanos não considerados na fase de projeto, falha no estabelecimento de requisitos de

garantia da qualidade na execução dos procedimentos de manutenção, falha em identificar o nível de competência, habilidade e conhecimento específico para executar as tarefas afetas à função de inspeção e manutenção dos componentes associados ao sistema fixo de CO₂, falta de consideração de padrões boas práticas de engenharia na aquisição de itens de instalação e equipamentos, assim como a falta de monitoramento dos tipos emitidos de permissão de trabalho por parte de consultores e especialistas em segurança na Operadora, e falhas no Plano de Resposta a Emergência, o qual não contemplava equipamentos e materiais de resposta, não avaliou corretamente a capacidade de resposta a cenário acidental no caso de atendimento de acidentado por asfixia, e por não terem sido devidamente identificados os níveis de habilidade e conhecimento específicos para a função dos socorristas.

Importante destacar o erro na lógica de automação como fator contribuinte, principalmente para ambientes altamente automatizados como as plataformas de produção de óleo e gás. Isso destaca a importância de equipes de verificação nas mudanças de lógica e, principalmente, a importância de execução do teste completo (*loop test*) nos sistemas instrumentados de segurança.

Por fim, a ocorrência de 67 incidentes de disparo espúrio de CO₂ em mais de 15 instalações da Operadora entre 2018 e 2022 é motivo de alerta. Tais incidentes, ocorrendo de forma reiterada, indicam situação de complacência e normalização de riscos conhecidos, sem que ações eficazes sejam aplicadas a fim de assegurar que a operação dessas unidades se mantivesse segura. A Operadora deve adotar medidas como melhorias no processo de manutenção e treinamento para os funcionários e adotar medidas para fortalecer a cultura de segurança e o nível de conscientização da força de trabalho a respeito dos riscos existentes em suas instalações. A colaboração entre empresas, órgãos reguladores e outras partes interessadas também pode ser fundamental para reduzir o risco de incidentes futuros.

Anexo I

Entender se os fatores humanos encontrados na investigação foram majoritariamente organizacionais, tecnológicos ou individuais é importante para projetistas, consultores e gestores, para auxiliar na escolha de normas tanto para projeto de plataformas quanto para sua estrutura organizacional. Quais fatores influenciaram certas tarefas também deve ser considerado em métodos como a análise de confiabilidade humana, que considera fatores humanos em análise de risco das tarefas. Os dados de frequência de fatores humanos deste relatório pode ser inclusive incorporado em banco de dados para subsidiar futuras análises de risco.

Para guiá-los no entendimento de como as causas e fatores contribuintes descritos anteriormente estão relacionadas a fatores humanos, foi escolhida uma classificação específica e reconhecida nesse tema (também conhecida por taxonomia). O objetivo da escolha de uma taxonomia foi o de utilizá-la como lista de verificação ao final da investigação, para garantir que todos os aspectos foram verificados. A escolha da taxonomia CREAM⁴ (*Cognitive Reliability and Error Analysis Method*) foi feita para facilitar a comparação deste acidente com outros de mesma complexidade em um banco de dados pré-existente⁵, e também porque ela pode ser traduzida para outras, como Petro-HRA, SPAR-H e HEART. No **Erro! Fonte de referência não encontrada.** o leitor pode encontrar todas as 53 categorias desta taxonomia⁶.

⁴ A taxonomia foi proposta no livro de mesmo nome, do autor Erik Honnagel (1993). A tradução para Português é método de análise de erros e confiabilidade cognitiva. A taxonomia também é usada no método CREAM de análise de confiabilidade humana.

⁵ Multi-Attribute Technological Accidents Dataset (MATA-D), disponível em <https://datacat.liverpool.ac.uk/1018/>, acessado em 21/03/2023

⁶ Para uma descrição completa do significado de cada fator, o leitor deve consultar o livro CREAM, de Erik Hollnagel (1993).

Utilizando-se da taxonomia CREAM foram encontrados os seguintes fatores influenciadores (seguidos de resumo das evidências):

FATORES ORGANIZACIONAIS:

- **Comunicação**

- o **Falha de comunicação:** (a) Falta de comunicação do emissor ao executantes nas reuniões de planejamento e de emissão de PT sobre risco de CO₂; (b) falta de comunicação que levou a falta de planejamento entre as equipes que coordenaram a limpeza da sala dos motogeradores auxiliares e as equipes que coordenaram a limpeza da sala de baterias do fixo de CO₂ – os serviços não deveriam ocorrer ao mesmo tempo; (c) falha de comunicação na equipe de socorristas, levando a esquecimento do cilindro de O₂ e oxímetro na primeira descida ao local da vítima.

- o **Falta de informação:** (a) Ficou constatado que a porta de entrada da sala dos motogeradores auxiliares não possuía sinal de aviso de potencial presença de CO₂ e tampouco sinalização de possibilidade de morte por asfixia por CO₂, conforme recomendado pela NFPA 12; (b) Nos simulados de emergência realizados na plataforma, a instrução passada era de que as pessoas, ao ouvirem o disparo do alarme, deviam aguardar no local o pronunciamento na boca de ferro sobre o que está ocorrendo e qual ação deverão adotar, aguardando as instruções para qual rota de fuga seguir para seus pontos de encontro.

- **Organização**

- o **Falha na manutenção:** (a) *Micro switches* do sistema fixo de combate a incêndio não eram inspecionados; (b) vazamento de óleo dos geradores de diesel auxiliares era sistêmico com frequentes solicitações de compra de material não efetivadas.

o **Controle de qualidade inadequado:** (a) quanto à mudança na lógica do sistema de CO₂ implementada em função da adequação à versão mais recente da norma NFPA-12, houve falha na avaliação dos perigos e do impacto global nas atividades, antes da implementação da modificação; (b) não foi feito *loop test* completo do sistema instrumentado de segurança (sistema fixo de combate a incêndio por CO₂) após implementação de mudança da lógica, apenas parcial; (c) não foi feita verificação da lógica em um sistema formal de verificação e aprovação; (d) falha na instalação dos cilindros com os mangotes ao duto central, uma vez que pelo projeto deveria formar um ângulo de 90° e, na prática, estavam instalados formando um ângulo de aproximadamente 45°.

o **Falha no projeto:** (a) ausência de válvula de bloqueio/*lockout* para ser fechada, isolando o sistema de CO₂ durante atividades de manutenção; (b) falhas relacionadas à estrutura da sala dos cilindros de CO₂, que era mantida aberta expondo os componentes à umidade constante; (c) localização dos alarmes de CO₂ na sala dos geradores diesel auxiliares não permitia visibilidade de alguns ângulos da sala; (d) os alarmes de emergência e do acionamento do CO₂ foram comissionados para tocarem ao mesmo tempo.

o **Alocação de tarefas inadequada:** (a) os testes e a inspeção visual do sistema fixo de CO₂ do sistema era alocada para técnicos de segurança, profissionais que não possuem competência técnica necessária para abrir e inspecionar visualmente os componentes elétricos; (b) por exigência da Marinha do Brasil desde 2020, as inspeções dos equipamentos do sistema de combate a incêndio com CO₂ deveriam ser realizadas por empresa especializada credenciada pela Sociedade de Classe, (c) equipe de socorristas não conhece a planta industrial, apenas o casario, sendo necessário esperar por alguém que os guie ao local, diminuindo o seu tempo de resposta.

- **Treinamento**

- o **Habilidade/experiência insuficiente:** (a) de todos os integrantes das equipes dentro da sala dos motogeradores auxiliares, o que conseguiu alcançar uma saída alternativa mais rápida de fuga foi o membro que já trabalhava na P-19 há mais de 10 anos. Esta não era sinalizada como rota de fuga, mas ele sabia que a porta ia para um lugar aberto. Os outros dois sobreviventes o seguiram. O funcionário que não sobreviveu tentou sair pela mesma porta que entrou na sala, sinalizada como rota de fuga;

- o **Conhecimento insuficiente:** (a) falha de avaliação do perigo de asfixia por CO₂ na Permissão de Trabalho, talvez ocasionada por procedimento incompleto e por falta de sinalização na porta de entrada; (b) categoria da permissão de trabalho não precisou de técnico de segurança, deixando de ter a opinião de tal profissional no processo; (c) falha de treinamento, incluindo treinamento de conscientização (*briefing* de segurança na chegada da plataforma), simulados de emergência e comunicação dos riscos em diálogo diários de segurança.

Condições ambientais:

- **Condições ambientais adversas:** o disparo de CO₂ deixa a sala com visibilidade completamente impedida. O ambiente fica completamente branco de forma muito repentina, sendo impossível enxergar nem um palmo à frente, não dá para enxergar nem chão, nem parede. Talvez sinais luminosos teriam sido visualizados.

- **Condições de trabalho**

- o **Demanda excessiva:** (a) falha no planejamento e disponibilização de recursos necessários para a implementação de manutenções corretivas do vazamento dos motogeradores de emergência e troca de mangotes dos cilindros de CO₂.

o **Layout inadequado do local de trabalho:** (a) desnível (degrau) em rota de fuga, apesar de não ser possível afirmar que a vítima tenha tropeçado nesse desnível, ela foi encontrada caída próxima ao local; (b) Em depoimentos colhidos, foi relatado que o tapete de borracha com marcações da rota de fuga, que estaria em fase de teste, dificultou o resgate da vítima – o teste ocorria para tentar substituir a marcação do piso gradeado que não permitia uma visualização precisa da direção da seta; (c) a sala dos motogeradores diesel auxiliares não possuía indicação adequada das rotas de fuga.

o **Suporte inadequado da equipe:** (a) a equipe de socorristas desceu no primeiro momento sem o cilindro de Oxigênio - é inconclusivo se houve uma inadequada comunicação na distribuição de tarefas dentro da equipe de socorristas ou mesmo falha de comunicação do tipo de evento pelo comandante do incidente para a equipe de socorristas.

FATORES TECNOLÓGICOS:

- **Equipamento**

o **Falha de equipamento:** Houve um acionamento espúrio do sistema fixo de CO₂ provavelmente por curto de um *micro switch*, que corroeu devido à umidade excessiva constante e diária e, talvez, por névoa causada pelo lava-jato a vapor – houve um acionamento espúrio que possui relação com a falta de manutenção/inspeção do *micro switch*, a falha no código, falta de paredes.

- **Procedimentos**

o **Procedimento inadequado:** (a) Na Especificação Técnica do sistema de CO₂ consta que quinquenalmente deveria ser realizado teste de disparo, por equipe acreditada por certificadora, verificando, entre outros itens, a abertura da válvula direcional e sua temporização; (b) procedimento de permissão de trabalho subestima atividades de limpeza, pois apesar de serem consideradas de baixo risco, o local onde serão realizadas também deve ser

considerado quando da avaliação dos perigos envolvidos; (c) procedimento de permissão de trabalho da Operadora está incompleto e ambíguo sobre o preenchimento de todos os campos contidos numa PT, como, por exemplo, não descreve como deve ser preenchido o campo de análise ambiental. Além disso, possui lista de verificação que inclui gases inflamáveis ou tóxicos, entretanto não inclui gases asfixiantes como CO₂ e N₂.

- **Interface humana-máquina permanente**

- o **Problemas de acesso:** (a) a limitação de acesso, devido a esforço e localização, fez com que fosse necessária uma equipe de caldeiraria para deslocar o chão gradeado da sala dos motogeradores para que a equipe de limpeza pudesse acessar o óleo a ser coletado.

FATORES INDIVIDUAIS:

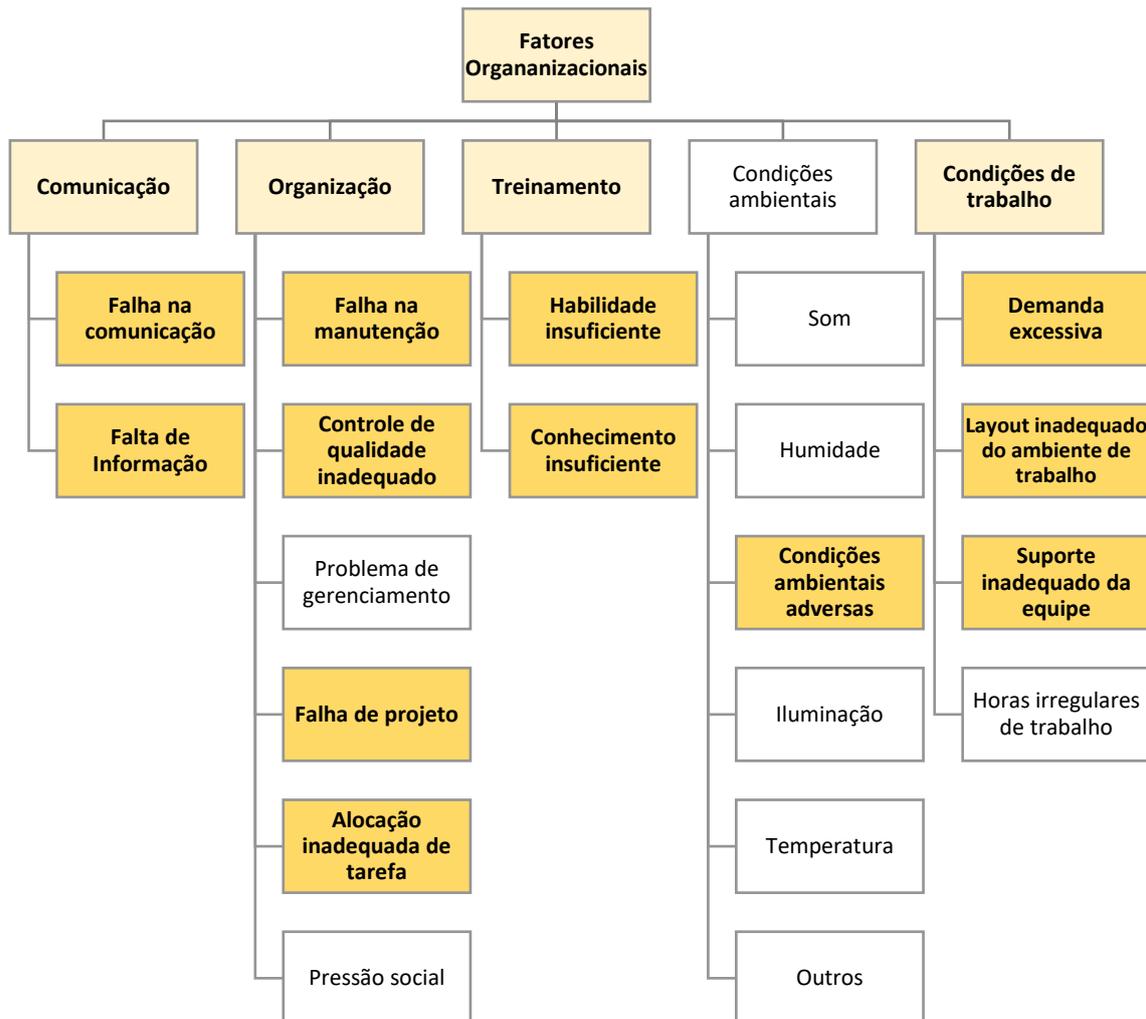
- **Fatores individuais temporários**

- o **Fadiga:** A velocidade de resposta da equipe de socorristas pode ter sido impactada pela fadiga de seu líder, que teve dificuldades de dormir na noite anterior ao acidente.

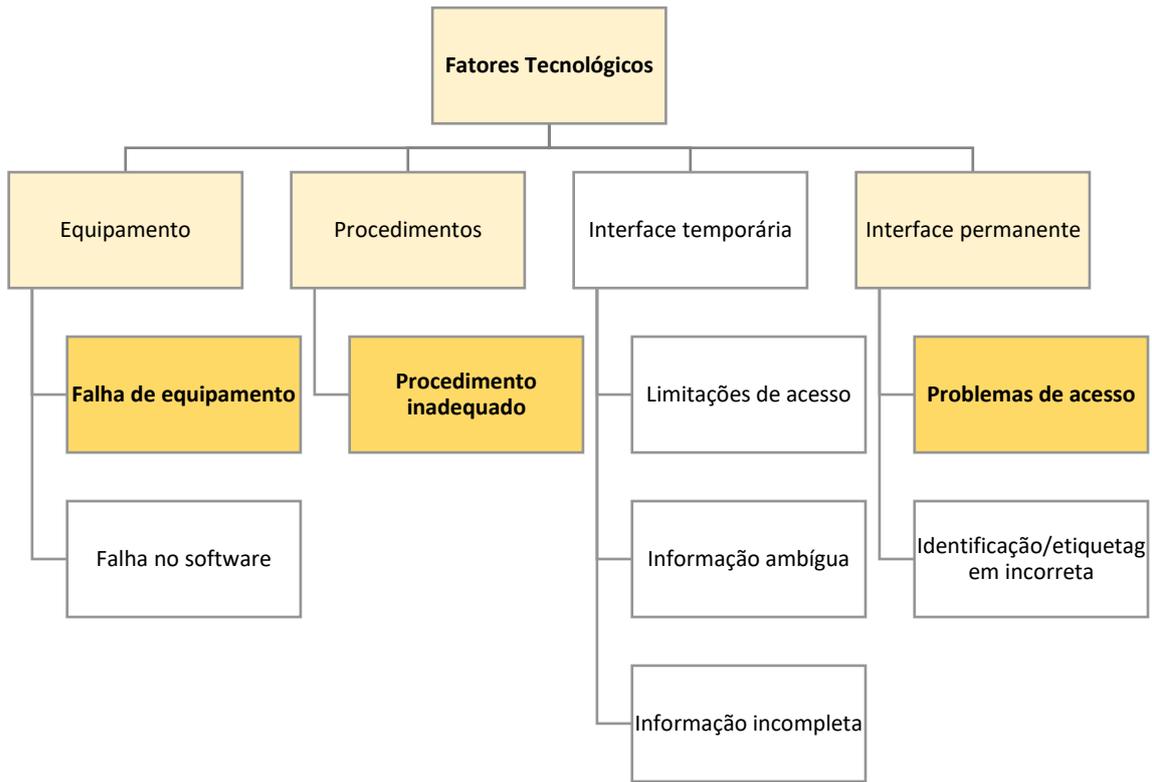
- **Fatores Individuais Permanentes**

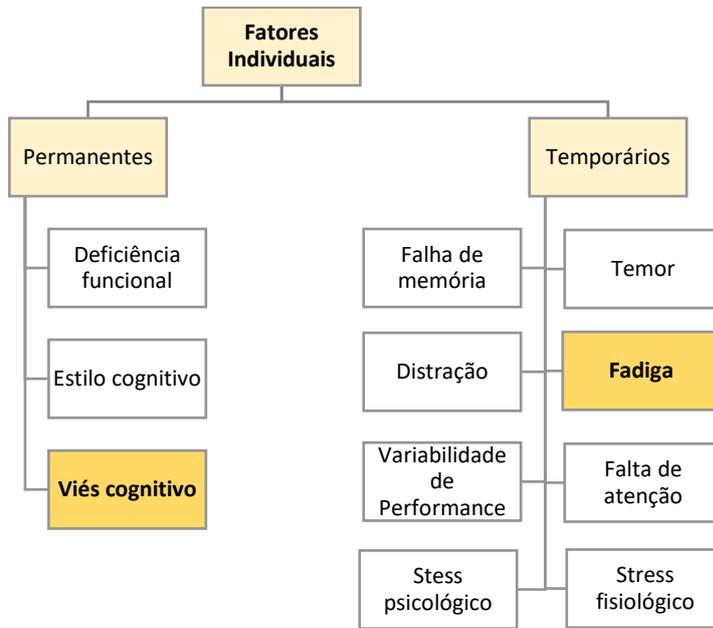
- o **Viés cognitivo:** (a) a constante limpeza do chão da sala de cilindros do sistema fixo de CO₂ é algo muito incomum em outras plataformas e a alta emissão de PTs para esse fim deveria ter sido um indicador de que algo estava errado com o projeto desta sala, que é separada dos demais ambientes da plataforma por venezianas e possui duas aberturas onde deveriam ter portas, permitindo assim a entrada constante de umidade e resíduos em seu interior; (b) houve relatos que, durante a pandemia, era solicitado que, ao alarme de emergência de um simulado, todos fossem para os camarotes ao invés de irem para seus pontos de encontro, para evitar aglomeração.

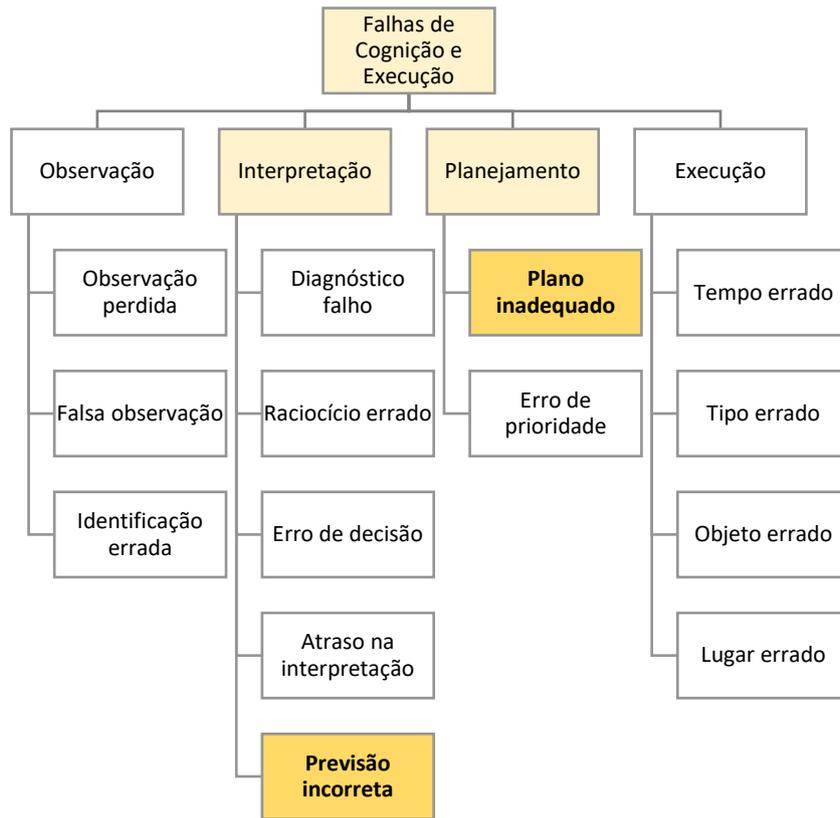
Estes fatores influenciadores acima podem ter levado aos modos de erro cognitivo, como erro de interpretação (previsão incorreta quanto ao funcionamento da lógica da mudança no PLC), e erro de planejamento dos serviços de limpeza, que neste caso – sem as devidas salvaguardas e com as salvaguardas existente degradadas – não deveriam ocorrer ao mesmo tempo.



Segue abaixo quatro diagramas com todos os 53 fatores humanos considerados na taxonomia utilizada. Aqueles em retângulos amarelo e com o texto em negrito foram identificados neste acidente.







Existem outros três fatores organizacionais que a equipe de investigação entende que podem ter contribuído para o incidente, mas não foram possíveis de serem classificados pela taxonomia CREAM. São fatores organizacionais mais abrangentes aos quais a empresa regulada está submetida, como sua estratégia e estrutura organizacional, assim como aspectos culturais e regulatórios do país. Para estes, foi utilizada a taxonomias presente em SOTERIA⁷ - mas que possivelmente pode ser traduzida para outras taxonomias como a utilizada em STAMP⁸. Os fatores são: **ambiente regulatório, visão, estratégia e metas organizacionais, e lima organizacional da força de trabalho**: Abaixo, as explicações alinhadas ao contexto já descrito no capítulo de Fatores Humanos.

⁷ Socio-Technical Risk Analysis (SoTeRiA) Framework, disponível em <https://soteria.npre.illinois.edu/research/organizational/>

⁸ Systems-Theoretic Accident Model and Processes, disponível em <http://sunnyday.mit.edu/accidents/safetyscience-single.pdf>

Ambiente regulatório devido à renovação do contrato de concessão do Campo de Marlim com o órgão regulador ANP com substituição da P-19 por novas plataformas. **Visão, estratégia e metas organizacionais** porque a plataforma estava entrando em processo de descomissionamento, e também passou por anúncio de venda alguns anos antes (que veio a ser desfeito). **Clima organizacional da força de trabalho** porque em processos de venda e descomissionamento de plataformas, a força de trabalho fica desmotivada e à procura de uma transferência para uma nova instalação ou novo ambiente de trabalho.