

**Resumo técnico executivo do Relatório de
Investigação do incidente de explosão
ocorrido no FPSO Cidade de São Mateus em
11/02/2015**



anp
Agência Nacional
do Petróleo,
Gás Natural e Biocombustíveis

**Superintendência de Segurança
Operacional e Meio Ambiente (SSM)**

NOVEMBRO/2015



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

Diretora Geral

Magda Maria de Regina Chambriard

Diretores

José Gutman

Waldyr Martins Barroso

Superintendente de Segurança Operacional e Meio Ambiente

Marcelo Mafra Borges de Macedo

Equipe de Investigação de Incidentes

Alex Garcia de Almeida – Investigador Líder

Bruno Felipe Silva

Caroline Pinheiro Maurieli de Moraes

Nayara Nunes Ferreira

Thiago da Silva Pires



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

Sumário

Características do FPSO Cidade de São Mateus	4
O Acidente	4
Investigação conduzida pela ANP	16
Recomendações para a indústria	30
Recomendações adicionais.....	41
Conclusão	43

Características do FPSO Cidade de São Mateus

O FPSO Cidade de São Mateus (FPSO CDSM) é uma unidade flutuante de produção, processamento, armazenagem e transferência de petróleo que era operada pela BW *Offshore* do Brasil Ltda. (BW) nos campos de Camarupim e Camarupim Norte, ambos sob concessão da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras). Produzia principalmente gás natural oriundo de reservas não associadas, não havendo poços de óleo interligados à plataforma.

O processamento do gás na plataforma produzia de forma secundária uma fração líquida denominada como condensado de gás natural (ou apenas condensado), que era armazenada nos tanques de carga da plataforma para posterior *offloading*.

Após processamento, o gás natural era todo transferido por um gasoduto para a Unidade de Tratamento de Gás de Cacimbas (UTGC), localizada em terra.

Em 2014 a média de produção diária de gás natural do FPSO CDSM era de 2,24 MM m³/dia de gás natural e 373,2 m³/dia de condensado. Na data do acidente a plataforma tinha a capacidade de armazenar cerca de 20 dias de produção de condensado, já que o último *offloading* havia ocorrido em abril de 2014.

O Acidente

No dia 11/02/2015, aproximadamente às 11h30, durante a tentativa de drenagem de resíduo líquido do tanque de carga central número 6 (6C) com o uso de bomba alternativa (bomba de *stripping*), houve o vazamento de condensado dentro da casa de bombas do FPSO CDSM.

Após a detecção de gás, os alarmes sonoros e visuais da plataforma foram ativados e as equipes iniciaram o deslocamento dos seus postos de trabalho para seus pontos de encontro previamente definidos.

Neste momento, a estrutura de resposta da unidade foi acionada e as atividades funcionais normalmente exercidas pelas pessoas foram substituídas por funções de resposta à emergência. Assim, técnicos de segurança viraram líderes de brigada, operadores de produção viraram membros das equipes de brigada e, de maneira semelhante para demais funções, uma estrutura de resposta foi formada. Demais pessoas sem funções de resposta se

dirigiram para o refeitório (refúgio temporário), localizado dentro das acomodações, e aguardavam lá as orientações para abandono ou para retorno à rotina.

Como resposta ao incidente, três equipes diferentes foram enviadas até o local do vazamento de condensado em três momentos distintos, mesmo com a presença confirmada de atmosfera explosiva pelos três detectores de gás fixos instalados na casa de bombas. Como membros destas equipes, sempre foram utilizados membros das brigadas de incêndio e membros de um time técnico de resposta à emergência (TTRE), criado dias antes do evento e sem função claramente definida.

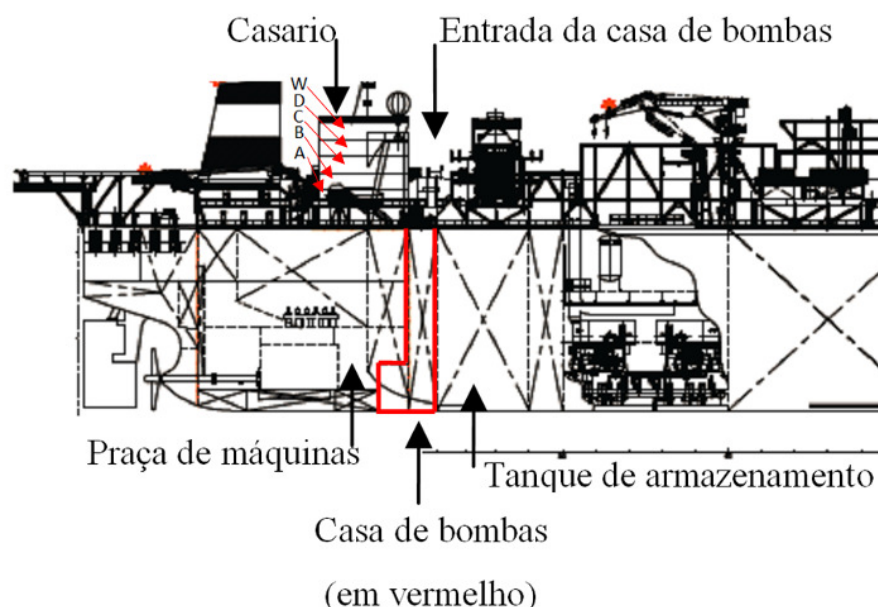


Figura 1 – Localização da casa de bombas e da praça de máquinas

A primeira equipe entrou na casa de bombas dezoito minutos após a detecção e com o objetivo de investigar a origem da detecção de gás. Esta equipe identificou o local do vazamento e que se tratava de uma situação real, tendo o seu líder se dirigido à sala de controle para descrever ao comando de resposta à emergência o que havia visto no local. Tratava-se de um vazamento em um flange a quatro pisos abaixo do *deck* principal, que naquele momento apresentava baixa vazão (na forma de filete) e formava uma pequena poça

no local, apesar do grande volume que havia vazado para os pisos inferiores da casa de bombas.

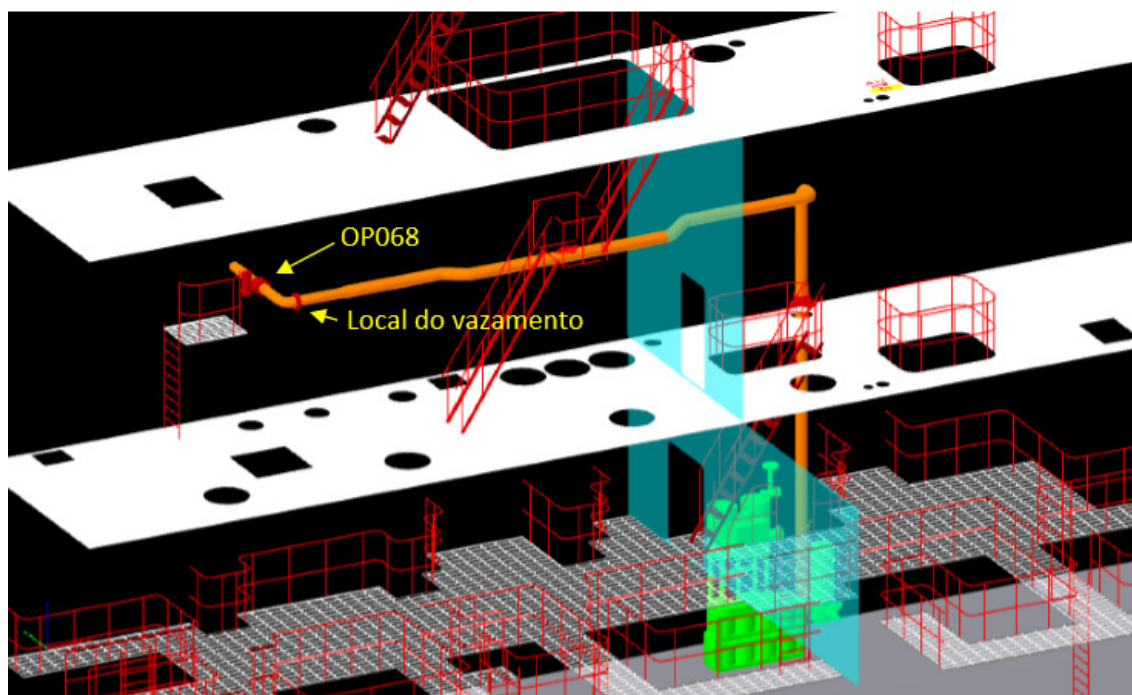


Figura 2 – Representação da posição da válvula OP-068 e local do vazamento. Em verde a bomba se *stripping*. Diversos sistemas e tubulações foram omitidas nesta visualização.

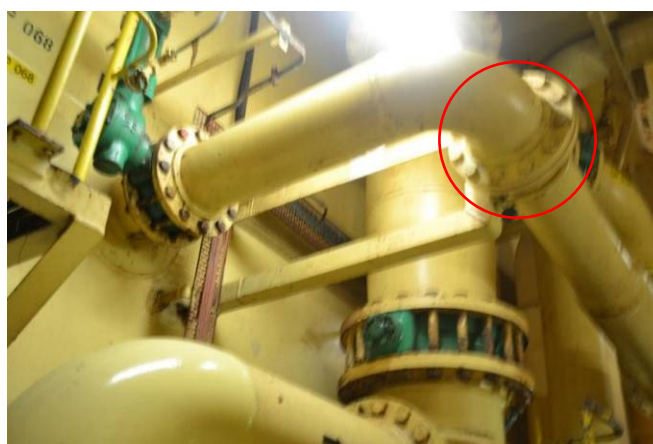


Figura 3 – Fotografia tirada antes do acidente. Em destaque o flange por onde ocorreu o vazamento.



Figura 4 - Imagem registrado pelo CFTV piso abaixo do ponto de vazamento

A segunda equipe entrou na casa de bombas cerca de nove minutos após a saída da primeira e era composta pelo líder da brigada 1 (que também era técnico de segurança da unidade e havia descido com a primeira equipe) e outros dois membros do TTRE. Esta equipe tinha por finalidade a avaliação dos serviços a serem realizados para o reparo do local de vazamento e retorno à operação normal. Durante a descida ao local de vazamento, o detector portátil de um dos integrantes da segunda equipe registrou 100% do limite inferior de explosividade (LIE).

Após o retorno da segunda equipe da casa de bombas, a situação foi considerada controlada pelo comando da equipe de resposta, embora as duas equipes de brigada ainda continuassem mobilizadas. Assim, os pontos de encontro do refeitório (refúgio temporário), da enfermaria e parte do ponto de encontro da sala de controle da praça de máquinas (ECR) foram desmobilizados. Com esta atitude, as pessoas foram expostas a riscos não controlados ao adotar atitudes típicas de situações normais enquanto se desenrolava uma emergência. Utilizavam, então, o elevador, se locomoviam fora do refúgio temporário e se preparavam para o almoço, se dirigindo aos camarotes para troca de roupas.

Por volta de 12h30, enquanto as pessoas se deslocavam no interior do casario, uma terceira equipe entrou na casa de bombas munida de mantas absorventes, mangueira de

incêndio, escada e ferramentas, tendo como objetivos limpar a poça de líquido e apertar os parafusos da conexão que apresentava vazamento, ainda na presença de atmosfera explosiva. No *deck* principal, nas proximidades da entrada da casa de bombas e com a finalidade de apoiar a terceira equipe, encontravam-se a outra equipe de brigada (ERT-2), demais membros do time técnico de resposta à emergência, os dois líderes de brigada e o comandante em cena.

Após a tentativa frustrada da terceira equipe em utilizar mantas absorventes, foi decidido utilizar a mangueira de combate a incêndio para a lavagem do local, enquanto outros membros apertavam os parafusos da conexão que apresentava o vazamento. Após o início da lavagem, houve uma solicitação de aumento da pressão de água e, enquanto ainda era feita a intervenção na conexão, às 12h38 uma forte explosão ocorreu.



Figura 5 - Imagens dos efeitos da explosão na casa de bombas

A explosão ocasionou uma onda de choque que rompeu a antepara entre a praça de máquinas e a casa de bombas em sua parte inferior, destruindo a praça de máquinas e sua sala de controle (ECR), tendo ocasionando a morte de um operador de utilidades que se encontrava em seu ponto de encontro.



Figura 6 – Sala de controle da praça de máquinas (ECR) após a explosão

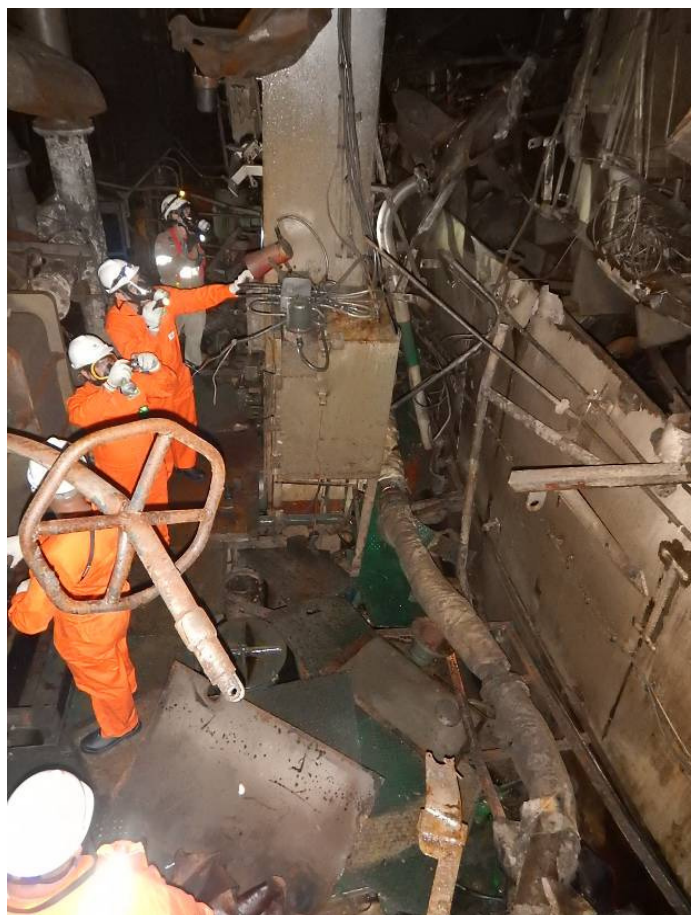


Figura 7 – Destruição ocasionada pela explosão

Ainda na praça de máquinas, a sobrepressão derrubou a porta do elevador, projetando-o até o último nível do casario e causando impacto em todos os andares dentro das acomodações. Diversas pessoas foram feridas, incluindo dois membros da equipe de socorro da enfermaria que utilizavam o elevador e ficaram feridos gravemente e presos em seus destroços.

O fluxo de ar no casario causou a suspensão de uma nuvem de partículas de lã de vidro no ar e as pessoas que lá estavam saíram desorientadas, buscando condições melhores de respiração. Também saíram para se afastar do que acreditavam serem pontos potencialmente atingíveis no caso de piora da situação, como a ocorrência de explosões subsequentes.



Figura 8 – Porta do elevador no nível da praça de máquinas (esq.) e no nível “D” (dir.) após a explosão

O casario que deveria ser o local mais seguro da unidade e era o lugar onde o maior número de pessoas estaria durante uma emergência demonstrou-se vulnerável ao cenário do acidente.

Da mesma forma, a sobrepressão causou a destruição na parte superior da casa de bombas e no teto de seu único acesso, se propagando nas imediações do *deck* principal e ocasionando o óbito imediato de quatro pessoas: dos dois líderes de brigada (que também eram os técnicos de segurança da unidade), do comandante em cena e do bombeador.



Figura 9 – Estado das linhas de incêndio da entrada da casa de bombas após a explosão

Além das vítimas fatais, o acidente também ocasionou um total de vinte e seis feridos, sendo que destes sete apresentaram ferimentos graves¹ e dezenove foram internados por um período inferior a vinte e quatro horas.

A quantidade e localização das pessoas que se feriram no momento da explosão são listadas na Tabela 1.

¹ Conforme classificação preconizada pela Resolução ANP n° 44/2009.

Tabela 1 – Quantidade de feridos no momento da explosão por ambiente

Localização dos feridos	Quantidade de feridos no ambiente
Dentro da casa de bombas*	1
Deck U – Enfermaria (casario)	1
Deck U - imediações do vestiário (casario)	2
Elevador (casario)*	2
Imediações da entrada da casa de bombas*	4
Imediações da baleeira de boreste*	2
Imediações do refeitório (casario)	4
Sala de controle central (CCR) (casario)	1
Sala de controle da Praça de Máquinas (ECR)	4
Outros lugares do casario*	3
Locais não confirmados	2

(*) Locais onde houve a ocorrência de ferimentos graves

A falta de liderança das equipes de brigada, o ferimento de membros da equipe de socorro e os danos da explosão à enfermaria da unidade ocasionaram a falência das estruturas de atendimento a feridos e de resgate de desaparecidos a bordo da unidade.

Após a explosão, as pessoas a bordo do FPSO CDSM ficaram desorientadas e a desordem se instalou a bordo. A produção da unidade foi paralisada, não sendo possível precisar se por atuação automática dos sistemas de segurança ou por comando da CCR, e o alarme de abandono da unidade passou a soar ininterruptamente.

A descida da baleeira de boreste com pessoas que não haviam sido feridas ocorreu com por volta das 14h00 após muito tumulto. Quando a baleeira estava próxima ao mar, a sua liberação também foi feita com dificuldade e por pessoa que não tinha esta atribuição previamente definida. A pessoa que navegou a baleeira para próximo ao barco de apoio também demonstrou não ter conhecimento prático de como navegar a embarcação.

O atendimento inicial de primeiros socorros foi feito apenas pela enfermeira de bordo com o material que era encontrado à mão pela plataforma, uma vez que a enfermaria havia sido atingida pelo impacto da explosão e não era considerado um local seguro.

O resgate aeromédico com o uso de aeronave ambulância (MEDVAC) designado para a área de Vitória estava indisponível (em manutenção) na data do incidente e no momento em que houve o acionamento do MEDVAC de Macaé esta estava realizando um atendimento na plataforma de Garoupa (PGP-1). Tal fato ocasionou atraso de cerca de uma hora e quarenta minutos no atendimento às vítimas no FPSO CDSM. A primeira aeronave que pousou na plataforma para o resgate de feridos era um helicóptero transporte de passageiros que havia sido adaptado no aeroporto de Vitória e não dispunha dos mesmos equipamentos existentes em uma aeronave ambulância. No total, seis vôos resgataram os feridos e parte das pessoas a bordo, sendo dois vôos realizados por aeronave ambulância e outros quatro por aeronaves de passageiros, sendo duas destas adaptadas para o resgate de feridos. Após o último vôo de resgate, apenas três pessoas restaram a bordo.

A busca pelos desaparecidos só foi iniciada no início da noite do dia 11/02/2015 já que neste momento a tripulação restante no FPSO contabilizava seis desaparecidos e houve demora na chegada de apoio externo para a busca de pessoas. A decisão de iniciar as buscas foi tomada também considerando que a elevação do nível de água na praça de máquinas, onde se encontrava um dos desaparecidos.

As pessoas fizeram então a medição de gases da praça de máquinas com o monitoramento remoto pelo detector portátil com lançamento de mangueira. Como tal detector não indicou a presença de gases, duas das três pessoas foram em busca da pessoa desaparecida tendo conseguido identificar sua posição, mas seu resgate não foi feito por dificuldade de acesso ao local.

A equipe externa de busca e salvamento, formada por bombeiros militares do estado do Espírito Santo embarcou no FPSO CDSM por volta das 23h00 e foi orientada pelo pessoal a bordo como proceder para chegar até o operador de facilidades, localizado na praça de máquinas. Nesta ocasião, o local já apresentava água próximo à entrada e a equipe de bombeiros conseguiu acessar a vítima, mas constatou que esta já se encontrava sem vida. Seu

corpo foi então levado para próximo ao heliponto, local para onde foram também destinados os demais corpos.

Dentre as ações de resposta ao acidente do FPSO CDSM, o comando de crise montado pela Petrobras em sua sede em Vitória acionou especialistas na estabilidade de embarcações que simularam os efeitos no casco do navio. Em certo momento, houve a indicação de que havia risco estrutural para a unidade. Assim, durante o planejamento da equipe de resgate externa para acessar a casa de bombas e buscar desaparecidos, houve a ordem do comando de incidente para que as pessoas a bordo do FPSO CDSM abandonassem imediatamente a plataforma, pois havia risco de colapso estrutural. O abandono total da unidade tanto pelos tripulantes remanescentes como pelos bombeiros ocorreu por volta de 01h00 por meio da baleeira de bombordo.

Após horas com o aumento de nível de água dentro da casa de bombas e praça de máquinas, houve o alcance de um ponto de equilíbrio e o nível de água permaneceu inalterado.

As atividades de resposta em dias posteriores ao acidente consistiram em ações para fechar as entradas das caixas de mar com o uso de mergulhadores para permitir o esgotamento da água dentro da casa de bombas e praça de máquinas para que fosse permitida a busca pelos desaparecidos.

Os danos estruturais porventura sofridos pelo FPSO CDSM que ocasionaram a entrada de água ainda são incertos e os interlocutores da BW indicam que tais danos somente serão identificados quando a unidade for colocada em estaleiro.

Na data da emissão deste relatório, a unidade ainda se encontra em situação degradada decorrente do acidente e operações estão em curso para que a unidade tenha condições de ser colocada em segurança e que possa ser transladada para um estaleiro para reparos.

Após a conclusão das buscas, nove vítimas fatais foram constatadas.

Investigação conduzida pela ANP

A partir da informação da ocorrência do acidente, a equipe da Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente da ANP (SSM) formou duas equipes para acompanhamento do evento, com objetivo de: (i) aproximar a ANP das empresas para o pronto atendimento de qualquer demanda para o controle do evento, (ii) registrar as informações para a futura investigação do incidente e (iii) avaliar a resposta à emergência praticado pelas empresas BW Offshore e Petrobras.

As duas equipes formadas foram distribuídas da seguinte forma:

- a) Uma equipe se deslocou para Vitória (Espírito Santo), com o objetivo de acompanhar o Comando de Incidente como observadores, tendo chegado à sala de Comando de Incidente no fim da noite da data do acidente.
- b) Outra equipe foi no final da tarde para o Edifício Ventura da Petrobras, no Centro da cidade do Rio de Janeiro, para acompanhar os eventos junto ao pessoal em videoconferência com o Comando de Incidente, enquanto a primeira equipe se deslocava até a cidade de Vitória.

Outros servidores da ANP ficaram de prontidão para dar apoio às necessidades das equipes designadas para a resposta ao evento em tela.

A equipe da ANP permaneceu no comando do incidente no Espírito Santo nos dias 11, 12 e parte do dia 13/02/2015, e permaneceu acompanhando as atividades realizadas a bordo da unidade até que o evento fosse controlado, ou seja, que a unidade estivesse em condição segura. Cabe ressaltar que parte das informações analisadas pela equipe de investigação do acidente em tela é oriunda dos dados coletados desde que a ANP tomou ciência da ocorrência do evento.

Paralelamente à resposta ao acidente em questão, a ANP instaurou processo administrativo em 12/02/2015 para a investigação do evento e apuração de suas causas. Devido à impossibilidade inicial de acesso ao local do evento e às atividades de busca de desaparecidos, a primeira atividade de fiscalização *in loco* ocorreu no dia 05/03/2015.

Para entendimento do cenário criado após o vazamento e anteriormente à explosão, foram analisados os dados dos sistemas fechados de TV (CFTV) e do detector de gás portátil

encontrado junto ao corpo de uma das vítimas fatais. Foram também analisados os dados do detector de gás portátil utilizado no monitoramento à distância por mangueira após a explosão, dados do sistema supervisório, de alarme e de detecção fixa de gás, dentre outros.

Através das imagens dos registros do CFTV foi possível identificar o vazamento de grande quantidade de fluido pela câmera instalada no piso inferior do local de vazamento, além do momento em que os alarmes luminosos foram ativados e os efeitos da explosão.

A partir da análise dos dados do CFTV e do sistema supervisório, vinte e três representantes da Petrobras e da BW, envolvidos tanto na operação do FPSO CDSM, quanto na gestão da unidade e na resposta ao acidente foram convocadas pela ANP para contribuir com o esclarecimento dos fatos e das práticas adotadas a bordo do FPSO.

O resultado da análise dos dados dos detectores de gás portáteis permitiu verificar o nível de explosividade da atmosfera existente na casa de bombas durante a entrada das equipes de brigada, manutenção e limpeza, além de permitir o ajuste dos horários dos acontecimentos registrados entre os diferentes dispositivos e sistemas para o mesmo referencial.

A partir das informações coletadas, buscaram-se identificar nos dados do sistema supervisório da unidade as informações das operações que eram conduzidas pelas equipes a bordo no momento do acidente e que pudessem ter sido causas do evento.

A análise de entrevistas, de dados de sistemas supervisório, das informações coletadas em três ações de fiscalização em Vitória, sendo duas a bordo do FPSO CDSM, e da vasta documentação durante meses de trabalho permitiram que a equipe de investigação evidenciasse os fatos e causas apontados neste relatório.

A metodologia empregada para a determinação de causas raiz foi baseada nas práticas indicadas pelo *Guidelines for Investigating Chemical Process Incidents*, AIChE, 2003, amplamente utilizada ao redor do mundo, na investigação de acidentes de processo.

As causas raiz foram identificadas por meio da definição dos fatores causais do acidente e do emprego da metodologia de árvore de falhas em conjunção com o mapa de causas raiz do Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional estabelecido pela Resolução ANP nº 43/2007, conforme indicado no Sistema Integrado de Segurança Operacional (SISO).

Linha do tempo do acidente

Na Tabela 2 e Tabela 3 são apresentados os eventos determinantes para o entendimento dos fatores causais e as respectivas causas raiz do acidente.

Tabela 2 – Eventos relevantes ocorridos antes de 11/02/2015

Data	Eventos e condições que antecederam ou propiciaram a ocorrência do acidente
06/08/1998	Petrobras assina o contrato de concessão de Camarupim.
28/09/2001	Petrobras assina o contrato de concessão de Camarupim Norte.
10/08/2006	Petrobras emite a Descrição Técnica Geral (<i>General Technical Description – GTD</i>) do FPSO CDSM com previsão da possibilidade de produção de gás e óleo. Previsão de estocagem de condensado somente em caso de armazenamento de óleo.
22/12/2006	Declaração de comercialidade do campo de Camarupim.
22/01/2007	Previsão da expansão da UTG de Cacimbas, contemplada no escopo do PLANGAS.
16/04/2007	Prosafé (PRS) emite o primeiro estudo de segurança do FPSO CDSM.
14/06/2007	PRS envia para a Petrobras o relatório preliminar do HAZOP com escopo no <i>topside</i> do FPSO CDSM.
29/06/2007	Petrobras e Prosafé assinam os contratos de Afretamento e Operação e Manutenção do FPSO CDSM.
Outubro de 2007	Petrobras consulta a Prosafé sobre a possibilidade de estocar apenas condensado, sem o armazenamento de petróleo.
06/12/2007	ANP institui o Regime de Segurança Operacional pela publicação da Resolução ANP nº 43/2007 que estabelece o Regulamento Técnico do Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO).
Junho – agosto de 2008	PRS concorda em operar nos primeiros anos o FPSO Cidade de São Mateus (FPSO CDSM) com o armazenamento de condensado sem a produção de petróleo. PRS manifesta ressalva para que o condensado fosse exportado por gasoduto junto com o gás natural processado pela unidade.
21/08/2008	PRS entrega o Plano de Resposta à emergência do FPSO CDSM para a Petrobras.
02/09/2008	Petrobras declara a comercialidade do campo de Camarupim Norte.
12/12/2008	PRS emite <i>Safety Case</i> para o FPSO CDSM, que consolida todos os estudos de segurança da unidade. Este <i>Safety Case</i> estava em vigor na data do acidente.
10/06/2009	FPSO CDSM inicia a produção sem a instalação de parte dos sistemas previstos em

Data	Eventos e condições que antecederam ou propiciaram a ocorrência do acidente
	projeto, como o contador de <i>strokes</i> da bomba de <i>stripping</i> na tela do sistema supervisorio do operador de marinha. Análises de risco da unidade não foram revisadas para incorporar a mudança na forma de destinação do condensado.
05/09/2009	Gasoduto de interligação do FPSO CDSM com o ramal da UTG de Cacimbas é comissionado. A partir desta data o condensado produzido passa a ser exportado pelo gasoduto.
14/09/2009	FPSO CDSM interrompe a exportação do condensado através do gasoduto. A partir desta data, a exportação de condensado passa a ser esporádica.
17/10/2009	PRS inicia gerenciamento de mudanças com o objetivo de completar o comissionamento dos sistemas de armazenamento e lastro que estavam previstos em projeto mas não foram instalados. Este gerenciamento de mudanças não estava concluído até a data do acidente.
25/11/2010 ²	BW <i>Offshore</i> (BW) adquire a PRS, que não inicia gerenciamento das mudanças decorrentes da alteração de Operador da Instalação.
25/05/2011	BW implementa mudanças no Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional do FPSO CDSM em decorrência da aquisição da PRS. Processo formal de gerenciamento de mudanças não é utilizado.
10/12/2011	BW identifica problemas nas válvulas do sistema de armazenamento, que apresentavam passagem interna de fluido mesmo quando fechadas. Proposta de instalação de válvulas manuais a fim de estabelecer duplo bloqueio.
24/12/2012	BW planeja a entrada nos tanques 2C, 3C, 4C e 5C para reparo das válvulas e acoplamentos no interior dos tanques. Evidenciada a necessidade de reparar um problema generalizado no sistema de armazenamento, com a previsão de exportar o condensado por gasoduto durante os reparos. Em caso de problemas nesta exportação, o planejamento inclui a criação de uma opção para que a produção de condensado pudesse ser destinada ao tanque 6C, ao invés dos tanques 2C e 3C.
20/12/2013	Instalação de válvulas manuais é reavaliada, sendo priorizada a troca dos selos de vedação (<i>seat rings</i>) de algumas válvulas da casa de bombas (OP-084 e OP-085).
13/01/2014	Instalação de raquete no flange à montante da válvula OP-068 dentro da casa de bombas. Não há evidências de que esta raquete atendia à classe de pressão do sistema em que ela foi instalada. A OP-068 fica localizada entre a descarga da bomba de <i>stripping</i> e o tanque de <i>slop</i> de bombordo.

² Carta UO-ES 0744/2015, de 03/08/2015

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

Data	Eventos e condições que antecederam ou propiciaram a ocorrência do acidente
27/01/2014	Troca dos selos de vedação (<i>seat rings</i>) de outras válvulas dentro da casa de bombas. Havia ainda a necessidade de reparo de outras válvulas, tanto dentro da casa de bomba, como em todo o sistema de transferência de cargas.
04/02/2014	Inclusão do tanque de <i>slop</i> de bombordo no escopo do planejamento de reparo nos tanques do sistema de carga.
01/04/2014	O condensado produzido começa a ser enviado diretamente por gasoduto (sem armazenamento) para a UTG de Cacimbas para permitir o reparo dos tanques do FPSO CDSM.
03/04/2014	O inventário de condensado armazenado nos tanques é escoado para um navio tanque (<i>offloading</i>). Último <i>offloading</i> antes do acidente.
09 a 19/04/2014	Parada programada de manutenção do FPSO CDSM. As válvulas e os acoplamentos no interior dos tanques de armazenamento não estavam no escopo e não foram reparados neste período.
24/04/2014	Implementada a mudança com a possibilidade de destinar a produção para o tanque 6C com o uso de uma linha de secagem de gás inerte, caso houvesse problemas na exportação de condensado por gasoduto durante os reparos nos tanques.
30/04/2014	Relacionadas as válvulas do sistema de transferência de cargas que deveriam ter os seus selos de vedação (<i>seat rings</i>) substituídos por material resistente aos efeitos do condensado. Algumas válvulas do sistema de transferência de cargas não foram incluídas nesta relação, como, por exemplo, a OP-068. Até a data do acidente, nem todas as válvulas do sistema de transferência de carga tiveram seus selos de vedação (<i>seat rings</i>) substituídos.
29/07/2014	Concluída a manutenção no <i>slop</i> de bombordo (<i>slop P</i>). Permanece a raquete à montante da válvula OP-068. O selo de vedação (<i>seat ring</i>) da válvula OP-068 não é substituído.
20/08/2014	Registrada na passagem de serviço do superintendente de marinha a pressão da gerência de operações da BW e da Petrobras para que houvesse o retorno à estocagem de condensado antes do fim do reparo das válvulas do sistema de armazenamento. O <i>slop</i> de bombordo ainda apresenta problemas de passagem de válvulas, mesmo após reparo das suas válvulas.
26/08/2014	Retorno do armazenamento de condensado no FPSO CDSM após o reparo dos tanques 2C e 3C (recebedores da produção). Após cerca de cinco meses, o plano de exportar condensado diretamente por gasoduto durante o reparo nos tanques é abandonado, sem a conclusão dos reparos em todos os tanques.

Data	Eventos e condições que antecederam ou propiciaram a ocorrência do acidente
06/10/2014	Petrobras envia para a ANP a atualização da Documentação de Segurança Operacional (DSO) com a alteração de Operador da Instalação para BW, após notificação da ANP.
17/10/2014	Pedido de demissão de um dos dois superintendentes de marinha do FPSO CDSM. Na folga do superintendente de marinha remanescente, o operador de marinha expatriado que estivesse a bordo respondia também por aquela função. Os operadores expatriados não tinham os requisitos para assumir o cargo de superintendente de marinha.
28/10/2014	BW requisita que o <i>offloading</i> programado para dezembro fosse postergado, por problema no sistema de medição. O <i>offloading</i> é reprogramado para fevereiro.
07/12/2014	O único superintendente de marinha restante é promovido a gerente de plataforma (OIM) de outra unidade da frota da BW.
20/12/2014	Passagem de serviço do superintendente de marinha promovido para um operador de marinha que acumula a função de superintendente de marinha.
21/12/2014	Entrada no tanque 4C para inspeção final.
25/12/2014	Tanque 5C volta a armazenar condensado.
Início de janeiro de 2015	Início do esvaziamento do <i>slop</i> de bombordo e de novas tentativas de esvaziamento dos tanques de <i>slop</i> de boreste e 6C, simultaneamente, para entrada para manutenção. Tentativas anteriores de esvaziar os tanques de <i>slop</i> de boreste e 6C (desde novembro de 2014) com o uso da bomba de <i>stripping</i> demonstraram-se infrutíferas devido à comunicação entre os tanques de <i>slop</i> e entre o tanque de <i>slop</i> de bombordo e o tanque 6C. Estas informações não foram registradas na passagem de serviço.
12/01/2015	Drenos direcionados para o tanque 4C enquanto os dois tanques de <i>slop</i> estivessem indisponíveis. Neste momento, o tanque de carga 4C passa a ser o único tanque destinado para água produzida e drenos.
17/01/2015	Início do aquecimento para tentar vaporizar condensado do tanque 6C por dificuldade de esvaziamento com o uso da bomba de <i>stripping</i> . Os vapores eram continuamente ventados pelo <i>vent riser</i> durante o dia.
21/01/2015	Passagem de serviço entre os operadores de marinha expatriados que acumulavam a função de superintendente de marinha. O problema de comunicação entre os <i>slop</i> de bombordo e <i>slop</i> de boreste não foi migrado do relatório de passagem de serviço anterior.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

Data	Eventos e condições que antecederam ou propiciaram a ocorrência do acidente
23/01/2015	Água do tanque de <i>slop</i> de bombordo é transferida para o tanque 6C com o uso da bomba de <i>stripping</i> .
31/01/2015	Provável interrupção de aquecimento do tanque 6C.
31/01/2015	Identificação de problema de passagem de gás entre os tanques 3C e 6C na entrada da linha de gás inerte.
31/01/2015	Embarque de novo superintendente de marinha para assumir a função a bordo do FPSO Cidade de São Mateus após um mês e meio sem pessoa que atendesse a esta função.
05, 09 e 10/02/2015	Tentativa de esvaziamento do tanque 6C para o <i>slop</i> de bombordo com o uso da bomba de <i>stripping</i> .
10/02/2015	Constatação de ineficiência da transferência entre os tanques 6C e <i>slop</i> P na utilização do <i>header</i> central com o uso da bomba de <i>stripping</i> . O problema é discutido entre o superintendente de marinha e o OIM do FPSO CDSM no final do dia. O OIM lembra problemas anteriores nas válvulas entre o tanque de <i>slop</i> P e o <i>header</i> central.

Tabela 3 – Eventos relacionados com a perda de contenção, a explosão e os danos decorrentes do acidente ocorridos em 11/02/2015

Hora	Evento
8:33 ³	Troca de turma. O OIM que discutiu a ineficiência da transferência do tanque 6C para o tanque de <i>slop</i> de bombordo com o superintendente de marinha desembarca e um novo OIM embarca no FPSO CDSM. O helicóptero que traz o novo OIM é o mesmo que leva o OIM que desembarca. Das dez pessoas embarcadas nesta troca de turma, sete tiveram funções nas ações de resposta à emergência, das quais quatro faleceram. As outras três foram as últimas a abandonar a unidade, sendo certo que duas delas possuíam função primordial na estrutura de resposta à emergência.
09:00:31	Início de bombeio utilizando o <i>header</i> central e a bomba de <i>stripping</i> para transferência do conteúdo do tanque 6C para o <i>slop</i> de bombordo, como nos dias

³ Horários apresentados na forma hora:minuto são oriundos de dados alheios aos registros de sistemas de detecção (fixa ou portátil), de válvulas e de CFTV, tal qual depoimentos, quadro de faina (quadro contendo as tarefas diárias da equipe de marinha) e outros registros. Todos os dados que apresentam o formato hora:minuto:segundo são oriundos de registros dos sistemas supracitados.

Hora	Evento
	anteriores.
9:30 – 10:40	Videoconferência entre o pessoal da gerência operacional do escritório em Vitória-ES e o pessoal de bordo. Participam o OIM que entrava de serviço, os Superintendentes de marinha, de produção e de manutenção, além do técnico de segurança e do planejador de manutenção.
11:26:41	Diminuição de 32 para 10% de abertura da válvula de alimentação de vapor que movimenta a bomba de <i>stripping</i> .
11:27:22	Registro manual ⁴ na Interface Homem Máquina (IHM ou tela do painel de controle do operador de marinha) do fechamento da sucção da bomba de <i>stripping</i> . Iniciada a mudança do <i>header</i> central para o <i>header</i> de boreste.
11:27:48	Fechamento da descarga da bomba de <i>stripping</i> por meio do fechamento da válvula localizada na entrada do tanque de <i>slop</i> de bombordo.
11:29:50	Abertura da sucção da bomba de <i>stripping</i> pelo <i>header</i> de boreste, admitindo líquido do tanque 6C.
11:30:30	Percentual de abertura da válvula de alimentação de vapor que movimenta a bomba de <i>stripping</i> é colocada a 0% através da tela do sistema supervisorio do operador de marinha.
11:30:33 ⁵	Abertura da descarga da bomba de <i>stripping</i> por meio da abertura da válvula localizada na entrada do tanque de <i>slop</i> de bombordo.
11:31:42	Deteção confirmada de gás na casa de bombas pelo detector 73AB370. Alarme de nível alto (10% LIE) na IHM. Conforme Matriz de Causa e Efeito, dentre outras ações automáticas, alarmes sonoros e visuais na CCR são acionados.
11:31:56	Deteção confirmada de gás na casa de bombas. Detector 73AB370 indica 20% LIE (nível muito alto). Conforme Matriz de Causa e Efeito, dentre outras ações automáticas, alarmes sonoros e visuais em toda plataforma são acionados, a exaustão da casa de bombas é interrompida, os <i>dampers</i> do módulo <i>Electrical Power Module</i> (M80) são fechados e o sistema de HVAC (ventilação e ar condicionado) do M80 entra em modo de recirculação. A planta de produção continua em operação, pois a parada da produção dependia de uma ação manual de acordo com uma avaliação do comando da emergência.

⁴ O bombeador é quem aciona o fechamento da válvula OP-041 em painel localizado dentro da casa de bombas, no nível do *deck* principal. O horário apontado é referente à inclusão manual da informação de posição da válvula feita no IHM.

⁵ Até este evento, o referencial de horário adotado é o de registros do sistema supervisorio para válvulas e bombas (*cargo & ballast*). Após este evento, o referencial de horário adotado é o de registros do sistema do Circuito Fechado de TV (CFTV). Não foi possível compatibilizar os dois referenciais e não é possível afirmar se a sequência de abertura da descarga e a redução a 0% da bomba ocorreu antes ou depois da primeira detecção.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

Hora	Evento
11:35:37	Detector 73AB370 tem seu limite de detecção extrapolado (100% do LIE) ⁶ .
11:36:44	Todos os três detectores de gás localizados no fundo da casa de bombas (73AB326, 73AB327 e 73AB370) indicam a presença de gás.
11:38:12	Todos os três detectores de gás da casa de bombas têm seus limites de detecção extrapolados.
11:40 – 11:42	Reunião de <i>time out</i> com a participação do OIM, dos superintendentes de marinha, produção e manutenção, e demais pessoas do comando da crise. Decide-se enviar uma equipe à casa de bombas para investigação, parar as bombas de lastro e fechamento das válvulas do sistema de transferência de carga.
11:44	Alarmes são silenciados para melhorar comunicações durante a emergência.
11:44:04	O detector de gás 73AB326 é inibido ⁷ pelo operador da CCR.
11:44:06	O detector de gás 73AB370 é inibido pelo operador da CCR.
11:44:19	O detector de gás 73AB327 é inibido pelo operador da CCR, ficando os três sensores inibidos.
11:45 ⁸	A base de operações da BW em Vitória (ES) é informada do alarme de gás. Representante da Petrobras a bordo informa à Central de Emergências da Petrobras.
11:49	Conclusão da reunião nos pontos de encontro.
11:49	Primeira equipe entra na casa de bombas, mesmo com detecção de gás confirmada naquele ambiente. Na primeira equipe havia dois membros da brigada e um membro do time técnico de resposta à emergência.
11:54	Saída da primeira equipe da casa de bombas.
11:56	O líder da brigada recolhe os detectores de gás e se dirige à sala de controle para conversar com o OIM. Reporta que havia vazamento de líquido, na forma de gotejamento, formando uma poça de aproximadamente dois metros quadrados abaixo do flange.
12:00:42	O detector de gás 73AB326 é retirado da inibição.

⁶ A faixa de medição dos detectores fixos de gás situa-se entre 0 e 100% do limite inferior de explosividade. Acima deste valor, significa que a concentração de gás se encontra dentro da faixa de explosividade.

⁷ Inibição dos detectores mantém o alarme visual na tela da IHM, mas não provoca os efeitos previstos na Matriz de Causa e Efeito, em caso de nova detecção.

⁸ Situações referentes a um mesmo evento foram registradas tanto nos sistemas automatizados quanto no quadro de status da emergência. Para o alinhamento de horários entre os dois tipos de registros, os horários do quadro de status foram reajustados.

Hora	Evento
12:01:41	O detector de gás 73AB326 indica nível muito alto de gás. Esta indicação permanece até o momento da explosão.
12:02	Redução de pressão do <i>slop</i> de bombordo por ação de membro do time técnico de resposta à emergência.
12:03	Ar condicionado (HVAC) do módulo <i>Electrical Power Module</i> (M80) foi posto em operação normal ⁹ , desfazendo ação automática da Matriz de Causa e Efeito.
12:03	Envio da segunda equipe para avaliar a manutenção requerida, mesmo com detecção confirmada de gás naquele ambiente.
12:07	Segunda equipe entra na casa de bombas, mesmo com detecção confirmada de gás naquele ambiente. Na segunda equipe havia um membro da brigada e dois membros do time técnico de resposta à emergência.
12:10:21	Primeira medição de gás do detector portátil ¹⁰ (16% do LIE) de uma das vítimas membro do time técnico de resposta à emergência durante a avaliação da segunda equipe.
12:11:51	O detector portátil de gás mede 100% do LIE.
12:11:51 – 12:12:41	Segunda equipe solicita, via rádio, ferramentas (chaves) e escada.
12:12:41 – 12:15:41	Subida da segunda equipe para respirar ar fresco.
12:15 – 12:20	Líder da brigada e membro do time técnico de resposta à emergência conversam com o OIM na CCR.
12:20 – 12:27	Dois membros do time técnico de resposta à emergência providenciam mantas absorventes do kit SOPEP.
12:20 – 12:27	OIM liga para o gerente de operações e informa sobre o vazamento em forma de gotejamento.
12:20 – 12:27	Desmobilização parcial dos pontos de encontro para almoço.
12:27:21	Descida da terceira equipe, mesmo com detecção confirmada de gás naquele ambiente, com mantas absorventes do kit SOPEP, mangueira de combate a

⁹ Durante a emergência, após constatado aumento de temperatura dentro do M80, através do supervisor na CCR, foi enviado um técnico para reabrir os *dampers*, desfazendo uma ação automática oriunda da Matriz da Causa e Efeito. Dentro deste módulo estão painéis elétricos de sistemas de produção e geração de energia principal.

¹⁰ Detector portátil (número de identificação 247010610) encontrado pela Polícia Civil do Espírito Santo junto ao corpo de uma das vítimas.

Hora	Evento
	incêndio, escada e ferramentas (chaves). As mantas absorventes e a mangueira tinham o objetivo de limpeza do local. A escada e as ferramentas seriam para o reparo na conexão pela qual houve o vazamento.
12:28:21	O detector de gás portátil mede 100% do LIE.
12:28:21 – 12:38:05	A terceira equipe era composta por três membros da brigada de emergência e dois membros do time técnico de resposta à emergência. As ferramentas e a escada foram utilizadas na tentativa de reparo. As mantas foram utilizadas sem sucesso. Houve a conexão de um novo trecho de 15 metros de mangueira de incêndio, foi iniciada a limpeza com jato d'água. Foi solicitado aumento de pressão da mangueira de combate a incêndio.
12:38:05	Explosão.
12:38 – 12:46	Observam-se três mortes no <i>deck</i> principal, feridos e desaparecidos, danos à praça de máquinas e danos ao casario, incluindo a enfermaria. Dentre mortos e desaparecidos, encontravam-se o único comandante em cena e todos os dois líderes das equipes de brigada.
12:46	Representante da Petrobras a bordo informa à Central de Emergências e ao Gerente Setorial de Operações de Produção da Petrobras o agravamento da situação e solicita apoio aeromédico.
12:46 – 13:00	Gerente Setorial de Operações de Produção da Petrobras informa sobre o agravamento do acidente ao Gerente de Operações do FPSO CDSM BW. OIM liga para o gerente de operações BW para pedir apoio aeromédico.
13:00 – 14:00	Desligamento da bomba de incêndio pelo superintendente de produção, pois o rompimento das linhas de incêndio na entrada da casa de bombas inundava a casa de bombas e áreas próximas. Ouvido, pelo rádio, pedido de socorro de pessoa desaparecida.
14:00	Descida da baleeira de boreste.
14:00 – 14:53	Identificação da existência de nove desaparecidos. Saída por meios próprios da casa de bombas de um membro da brigada, único integrante da terceira equipe a sair com vida deste local.
14:53	Pouso do primeiro helicóptero no FPSO CDSM. O helicóptero era para transporte de passageiros e foi adaptado para resgate.
14:53 – 15:25	Solicitação do OIM para reservar lanternas e rádios, pois se sabia que bombeiros embarcariam. Resgate de duas pessoas de dentro dos destroços do elevador, no último piso superior do casario. Estas pessoas eram do time médico e da maca, liderado pela enfermeira. Por efeito da explosão, o elevador havia sido projetado contra o último nível superior do casario.

Hora	Evento
15:25	Pouso do segundo helicóptero no FPSO CDSM. O helicóptero era do tipo MEDVAC. Este MEDVAC decolou da plataforma PGP-01, na Bacia de Campos, pois estava em atendimento médico no momento do seu acionamento. O MEDVAC dedicado para a região da Bacia do Espírito Santo estava indisponível, pois passava por manutenção.
15:44	Pouso do terceiro helicóptero no FPSO CDSM. O helicóptero era do tipo MEDVAC.
16:18	Pouso do quarto helicóptero no FPSO CDSM. O helicóptero era para transporte de passageiros e foi adaptado para resgate.
16:35	Pouso do quinto helicóptero no FPSO CDSM. O helicóptero era regular, para desembarque de passageiros.
16:50	Pouso do sexto helicóptero no FPSO CDSM. O helicóptero era regular, para desembarque de passageiros.
16:50 – 19:00	Observação de que havia elevação do nível de água na praça de máquinas de fonte desconhecida.
19:00	Localização de operador de utilidades na sala de controle da praça de máquinas, sem possibilidade de acesso para resgate.
23:00	Pouso do helicóptero da Marinha do Brasil com a equipe de bombeiros militares do estado do Espírito Santo.
23:22	Uso do detector de gás portátil com mangueira para monitorar o ambiente da praça de máquinas. Indicação de 7,8 % LEL.
23:22 – 01:00	Observação da existência de mais um corpo no <i>deck</i> principal.
	Resgate pelos bombeiros do corpo de operador de utilidades na sala de controle da praça de máquinas.
	Reunião dos bombeiros e pessoal de bordo para traçar estratégia para entrada na casa de bombas em busca dos quatro desaparecidos.
	Pessoal a bordo recebe ordem do comando de crise da Petrobras, via FPSO Cidade de Vitória, para abandono imediato da unidade por risco de dano estrutural.
12/02/2015 01:00	Abandono da unidade pela baleeira de bombordo, sem a localização dos quatro desaparecidos.

Fatores causais e causas raiz do acidente

Fator causal (FC) é qualquer ocorrência negativa ou condição indesejada que, caso fosse eliminada, evitaria a ocorrência do incidente, ou reduziria sua severidade. Por sua vez, a **Causa Raiz (CR)** é a ausência, negligência ou deficiência dos sistemas gerenciais que possibilitaram a ocorrência de falhas de equipamentos/sistemas; e/ou erros humanos determinantes para a ocorrência do incidente investigado.

O evento considerado foi o vazamento de condensado seguido de explosão na casa de bombas do FPSO CDSM que ocasionou a morte de nove pessoas, vinte e seis feridos, sendo sete graves, danos à instalação, inundação parcial e interrupção da produção de dois campos de produção por tempo indeterminado, sem danos ao meio ambiente.

Para o acidente do FPSO Cidade de São Mateus, a Figura 10 representa a seqüência de fatores causais identificados nesta investigação. Para melhor entendimento do público não conhecedor do SGSO, as causas raiz foram relatadas tanto em aspecto geral (causas imediatas), como relacionadas aos requisitos do SGSO (causas raiz), com o respectivo item de gestão infringido indicado entre colchetes. A árvore de falhas com todos as causas imediatas e causas raiz é apresentada na Figura 2Figura 11.

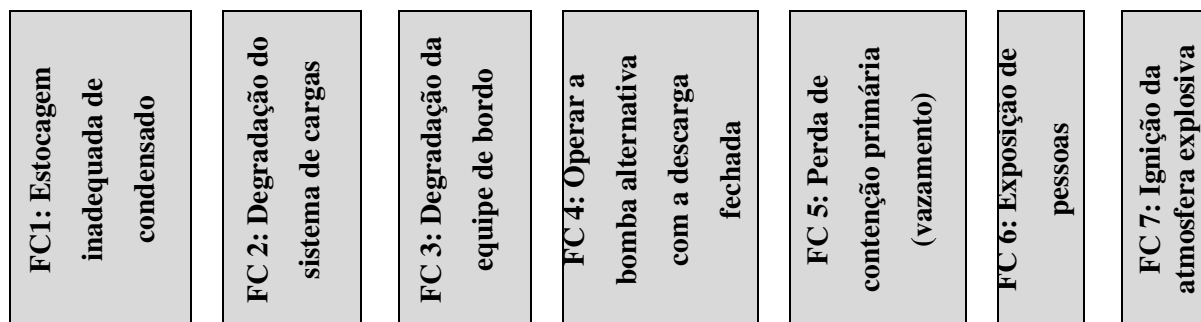


Figura 10 – Fatores causais do acidente de explosão ocorrido no FPSO Cidade de São Mateus em 11/02/2015

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

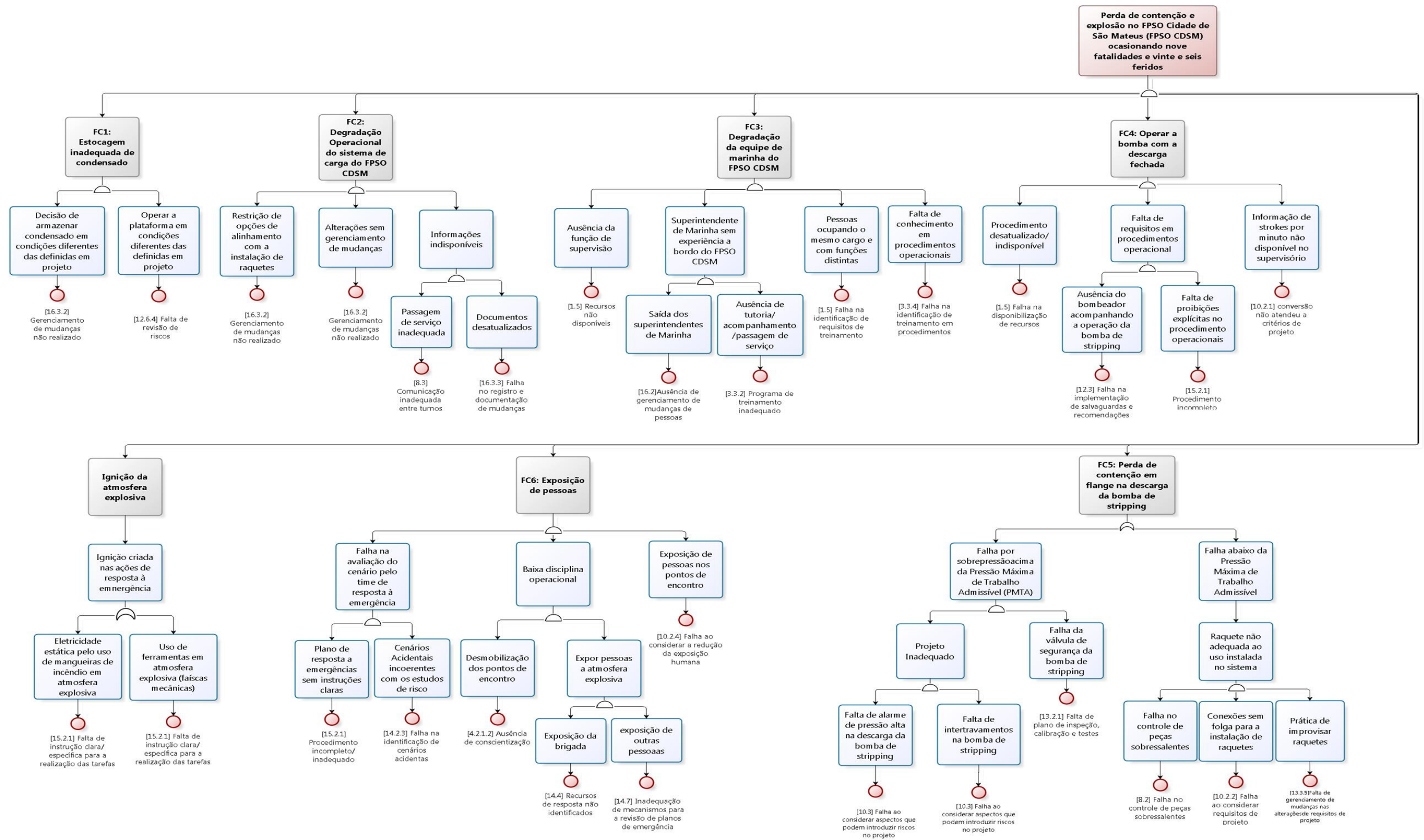


Figura 11 - Árvore de Falhas do acidente no FPSO Cidade de São Mateus



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

Recomendações para a indústria

A partir das Causas Raiz identificadas, a equipe de investigação da ANP identificou as recomendações consideradas necessárias para evitar a recorrência de acidentes semelhantes. Os Fatores Causais e suas Causas Raiz são relacionados às respectivas recomendações conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Recomendações para a indústria

Fator Causal	Causa	Recomendação
FC01: Estocagem inadequada de condensado	CR01: [16.3] Gerenciamento de mudanças não realizado	R01: Garantir que o gerenciamento de mudanças seja prática realizada em todas as fases do ciclo de vida de uma unidade, incluindo o seu projeto, construção e comissionamento. R02: Acompanhar continuamente se, durante a fase operacional, os parâmetros de processo e composição do fluido estão em conformidade com os limites estabelecidos na fase de projeto. R03: Garantir a disponibilidade das informações necessárias para o cumprimento do SGSO, incluindo os dados necessários para a elaboração de estudos técnicos.
	CR02: [12.6.4] Falta de revisão de riscos no início da operação	R04: Revisar os estudos de risco da plataforma, antes do início da operação, de forma a considerar as mudanças implementadas e as características da unidade construída. Esta revisão deve considerar a participação das equipes de projeto e de operação da unidade (tripulantes e pessoal de escritório) e fiscalização do concessionário, no caso de unidades afretadas. Esta revisão deve ser evidenciada.



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

		R05: O concessionário deve participar dos estudos de risco das plataformas de produção afretadas e aprová-los. Tal aprovação deve ser feita por nível gerencial compatível com o delineamento de recursos para a plena implementação das necessidades apontadas por estes estudos.
FC 02: Degradação do sistema de armazenamento do FPSO CDSM	CR03: Restrição de alinhamentos com a instalação de raquetes / [16.3.2] Gerenciamento de mudanças não realizado	R06: Planejar ações, anteriormente à implementação de mudanças temporárias, até o retorno à condição definitiva do sistema. Este planejamento deve constar no processo de gerenciamento de mudanças. R07: Reavaliar o processo de gerenciamento de mudanças sempre que houver alteração de premissas, escopo, finalidade ou planejamento considerados.
	CR04: Passagem de serviço inadequada / [8.3] Comunicação inadequada entre turnos	R08: Estabelecer procedimento escrito de passagem de serviço que garanta, no mínimo, formato do registro escrito, bem como o acesso e conhecimento de mudanças, isolamentos e condições operacionais dos sistemas afetos a cada função, antes de assumir o trabalho a bordo. Este procedimento deve definir as funções para as quais não deve existir desembarque simultâneo e para quais funções deve existir diálogo entre substituto e substituído.
	CR05: Documentos desatualizados / [16.3.3] Falha nos registros e documentação da mudança	R09: Criar mecanismos para a atualização dos sistemas de controle de documentação técnica, incluindo procedimentos, desenhos e fluxogramas dentre outros, de forma que as informações de equipamentos e processos sejam fidedignas à condição atual em campo, mesmo durante mudanças.
	CR06: Alterações sem o gerenciamento de	R10: Identificar, estabelecer e implementar meios para garantir que a força de trabalho tenha capacitação teórica e prática na execução de procedimentos de gerenciamento de mudanças,



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

	mudanças / [16.3.2] Gerenciamento de mudanças não realizado	garantindo a reciclagem periódica.
FC 03: Degradação da equipe de marinha do FPSO CDSM	CR07: Ausência dos superintendentes de marinha / [16.2] Ausência do gerenciamento de mudança de pessoas	R11: Garantir a aplicação do processo de gerenciamento de mudanças de pessoas, incluindo os casos de redução, aumento e acúmulo de funções, entrada e saída de pessoas.
	CR08: Ausência de tutoria/acompanhamento / [3.3.2] Dimensionamento inadequado do programa de treinamento	R12: Implementar processo de tutoria e acompanhamento de novas pessoas como parte do processo de gerenciamento de pessoas, antes da efetivação da mudança.
	CR09: Ausência da função de supervisão / [1.5] Recursos não disponíveis	R13: O Concessionário e o Operador da Instalação devem garantir os recursos humanos para a implementação da estrutura organizacional necessária para o cumprimento do SGSO. R14: O concessionário deve garantir a implementação dos requisitos de segurança de contratos de afretamento e/ou operação e manutenção estabelecidos para o cumprimento das cláusulas de segurança dos contratos de concessão.

	CR10: Pessoas com mesmo cargo desempenhando funções distintas / [3.3.2] Falha na identificação de requisitos de treinamento/capacitação	R15: Estabelecer objetivamente requisitos para a garantia da capacitação mínima para cada cargo, com avaliação teórica e prática obrigatória, sem prejuízo do programa regular de capacitação, da verificação de cumprimento de procedimentos e da reciclagem periódica. R16: Garantir que todos ocupantes do mesmo cargo tenham condições de exercer todas as funções previstas para o seu cargo.
	CR11: Falta de treinamento em procedimentos operacionais / [3.3.4] Falha na identificação de treinamento/capacitação em procedimentos operacionais	R17: Estabelecer programa de treinamento contínuo em procedimentos operacionais, sendo a frequência de reciclagem em procedimentos críticos diferenciada.
FC04: Operar a bomba de <i>stripping</i> com sua descarga fechada	CR12: Procedimento desatualizado/indisponível / [1.5] Falha na disponibilização de	R18: Garantir que alterações no gerenciamento da segurança operacional oriundas de aquisições, trocas e fusões de Operadores de Instalação sejam avaliadas em processo de gerenciamento de mudanças. O processo de gerenciamento de mudanças deve considerar existência, migração, atualização, disponibilização e aplicabilidade de procedimentos operacionais, bem como

	recursos	estabelecer prazos e responsabilidades. R19: Planejar e prover os recursos necessários para a implementação de procedimentos operacionais, garantindo que estes estejam atuais, disponíveis e adequados. Os recursos incluem estrutura operacional a bordo e nos escritórios, considerando que a estrutura a bordo tenha foco na operação e a estrutura técnico-administrativa em terra tenha dimensão compatível com o nível de atividades da unidade.
	CR13: Falha na implementação de recomendações e salvaguardas de análises de risco e estudos de segurança / [12.6.3] Falha na implementação de ações corretivas	R20: Implementar todas as salvaguardas (Elementos Críticos de Segurança Operacional) previstas nas análises de risco e estudos de segurança antes do início da operação. A implementação de todas as salvaguardas deve ser verificada durante a auditoria de Elementos Críticos de Segurança Operacional. R21: Definir os responsáveis para garantir a disponibilidade e integridade de salvaguardas. Garantir que estes responsáveis tenham conhecimento dos riscos envolvidos em caso de degradação de salvaguardas. R22: Monitorar continuamente, em nível gerencial adequado, a disponibilidade e integridade de todas as salvaguardas, considerando as informações prestadas pelos seus responsáveis. R23: A implementação das recomendações oriundas de análises de risco e estudos de segurança devem ser gerenciadas por nível hierárquico competente, com definição de responsáveis e prazos compatíveis com nível de risco. R24: Estabelecer indicadores de desempenho que monitorem a implementação de todas as práticas



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

		do SGSO a serem acompanhados periodicamente pelos Operadores de Instalação e Concessionários. Resultados periódicos deste monitoramento devem fazer parte de reuniões da análise crítica, para estabelecimento de ações corretivas e preventivas quando constatado desempenho insuficiente.
	CR14: Procedimento operacional incompleto e ausência de instruções claras / [15.2.1] Procedimento incompleto	R25: Os procedimentos operacionais devem estabelecer instruções e proibições claras a serem observadas por todos que os utilizam como critério de controle de riscos operacionais. R26: Garantir a integridade e clareza das informações na tradução de procedimentos operacionais. R27: Estabelecer em procedimento escrito os limites e valores de parâmetros operacionais manipuláveis a serem considerados na operação dos sistemas para o controle de riscos operacionais. Estes procedimentos devem ser considerados como Procedimentos Críticos Operacionais.
	CR15: Informações de <i>strokes</i> não disponível no sistema supervisorio / [10.2.1] Não atendimento a critérios de projeto	R28: Todos os sistemas necessários para o início da operação da unidade devem estar aderentes ao projeto, completamente instalados, comissionados e disponíveis antes do início da operação. A adequação destes sistemas deve ser verificada durante a auditoria da Prática de Gestão nº10: Projeto, Construção, Instalação e Desativação do SGSO antes do início da operação.
FC05: Perda de contenção em flange na descarga	CR16: Falta de plano para inspeções, calibração e testes para garantir	R29: Incluir as informações de Equipamentos e Sistemas Críticos oriundas de estudos de segurança nos sistemas informatizados de gerenciamento de integridade antes do início da operação. Os Procedimentos Críticos relacionados à manutenção, inspeção e teste também devem

da bomba de stripping	confiabilidade mínima para a válvula de segurança da bomba de stripping / [13.2.1] Falta de plano de inspeção, calibração e testes	ser incluídos. R30: Atualizar os sistemas previamente existentes em navios convertidos para plataformas, por ocasião da conversão, considerando os mesmos critérios de projeto e filosofia de segurança da planta de processamento. R31: Bombas alternativas para transferência de hidrocarbonetos devem ter sua descarga protegida por sistemas de intertravamento e alarme. R32: Contemplar em planos de manutenção e com periodicidade definida, inspeção e teste todos os sistemas de alívio de pressão, alarme e intertravamento.
	CR17: Falta de intertravamentos na bomba de stripping / [10.3] Falha ao considerar aspectos que podem introduzir risco no projeto	R20, R30, R32
	CR18: Falta de alarme de pressão alta na descarga da bomba de stripping / [10.3] Falha ao considerar aspectos que podem	R28, R30, R32



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

	introduzir risco no projeto	
	CR19: Falha no controle de peças sobressalentes / [8.2] Falha no controle de informações	R24 R33: Conscientizar o pessoal envolvido na operação de plataformas sobre o impacto da gestão de estoque na segurança operacional, visando a melhoria da disciplina operacional. R34: Estudos para a identificação de inventário mínimo devem ser incluídos no projeto das instalações e este inventário deve estar disponível durante toda fase operacional.
	CR20: Sistema sem folga para a instalação de raquetes / [10.2.2] Falha ao considerar requisitos em projeto	R23, R30
	CR21: Improvisação de raquetes / [13.3.5] Falta de gerenciamento de mudanças nas alterações de requisitos de projeto	R09 R35: Não fabricar a bordo peças, incluindo raquetes, que requeiram certificados de qualidade do material. R36: Tratar através de gerenciamento de mudanças a reposição ou instalação de peças, incluindo raquetes, que tenham características distintas das especificações de projeto.
FC06: Exposição de pessoas	CR22: Falta de instruções claras no procedimento de	R37: Os procedimentos de resposta à emergência, nos diversos níveis de resposta, devem estabelecer instruções e proibições claras, completas e não conflitantes.

	resposta à emergência / [15.2.1] Procedimento incompleto/inadequado	R38: Proibir a exposição de pessoas, inclusive da brigada, a atmosferas explosivas. R39: Definir em documento específico as responsabilidades e interfaces de todas as organizações envolvidas nas ações de resposta à emergência.
	CR23: Cenários acidentais no PRE da operadora da instalação não contemplam os cenários dos Estudos de Risco da unidade / [14.2.3] Falha na identificação de cenários acidentais	R40: Estabelecer critérios em procedimento para a migração dos cenários de risco identificados nas análises de risco e nos estudos de segurança para os planos de resposta à emergência. Além dos cenários selecionados, os procedimentos devem conter cenários que representam desafios para as ações de resposta, como fatalidades, múltiplos ferimentos, dentre outros, mesmo que com riscos considerados toleráveis ou na região de ALARP. R41: Estabelecer periodicamente simulados de emergência que englobem todos os cenários acidentais identificados, incluindo os cenários com múltiplos feridos e fatalidades. Tais simulados devem contemplar o acionamento de recursos externos à plataforma de forma que a estrutura de resposta seja efetivamente testada e que medidas corretivas decorrentes dos simulados garantam a melhoria contínua das ações de resposta de todos os entes envolvidos.
	CR24: Desmobilização dos pontos de encontro / [4.2.1.4] Ausência de conscientização	R42: Conscientizar periodicamente todo pessoal de bordo sobre os riscos envolvidos nos cenários contemplados no procedimento de resposta à emergência da unidade. R43: Proibir a liberação das pessoas às atividades normais antes do controle total da emergência. R44: Avaliar os refúgios temporários e enfermaria(s) na fase de projeto para proteger contra os efeitos de sobrepressão.
	CR25: Falha na	R45: Considerar no projeto das unidades a redução da exposição de pessoas em pontos de

	minimização da exposição de pessoas a riscos durante a resposta a emergências / [10.2.4] Não considerou a redução da exposição humana às consequências de eventuais falhas de sistemas e estruturas	encontro aos riscos oriundos dos cenários acidentais ou de possíveis escalonamentos. Os pontos de encontro devem ser identificados no plano de resposta da unidade. R46: Definir pontos de encontro alternativos em caso de risco do ponto de encontro primário ser afetado. Os pontos de encontro alternativos devem ser identificados no plano de resposta da unidade.
	CR26: Exposição da brigada / [14.4] Recursos de resposta não identificados	R38 R47: Garantir que todas as funções envolvidas na resposta à emergência, inclusive em terra, tenham treinamento teórico periódico nos procedimentos de resposta à emergência. R48: Contemplar no projeto das unidades os sistemas e procedimentos para a resposta a todos os cenários acidentais a serem considerados no procedimento de resposta à emergência da unidade. R49: Definir no plano de resposta à emergência os recursos materiais e humanos disponíveis, em termos quantitativos e qualitativos, para a resposta de cada cenário acidental e em todos os níveis de resposta.
	CR27: Exposição de demais pessoas fora da brigada à atmosfera	R19, R38, R42

	explosiva / [14.7] Inadequação dos mecanismos para revisão dos planos de resposta à emergência	
FC07: Ignição da atmosfera explosiva	CR28: Fonte de ignição introduzida pela ação de pessoas dentro de atmosfera explosiva / [15.2.1] Falta de instruções claras/específicas para a realização das tarefas	R38 R50: Proibir o uso de mangueiras não condutoras em ambientes onde uma atmosfera inflamável estiver presente e não houver chama. R51: Revisar os procedimentos relacionados à resposta à emergência e às práticas de trabalho seguro, considerando as possíveis fontes de ignição identificadas em normas existentes. R52: Realizar atividades de conscientização periódicas para toda a força de trabalho sobre as possíveis fontes de ignição. R53: Garantir a disponibilidade de ferramentas adequadas para uso em atividades normais de manutenção em áreas classificadas.

Recomendações adicionais

Ao longo do processo de investigação, foram identificadas demais situações em que ações preventivas são necessárias tanto para que incidentes operacionais sejam evitados/melhor mitigados, como facilitar os processos futuros de investigação de incidentes. Estas medidas são apresentadas a seguir:

R54: O concessionário deve participar da elaboração dos procedimentos de resposta à emergência das plataformas de produção afretadas e aprová-los. Tal aprovação deve ser feita por nível gerencial compatível com o delineamento de recursos para a plena implementação das necessidades apontadas por estes procedimentos.

R55: O Operador de Instalação deve estabelecer estrutura organizacional e recursos no Brasil que possuam pessoa(s) responsável(is) pela segurança operacional, de modo a criar uma equalização de forças entre as decisões relacionadas com as atividades operacionais e a gestão de riscos de segurança operacional e garantir que os riscos sejam considerados no processo decisório da empresa com importância idêntica às avaliações técnico-econômicas.

R56: Estabelecer estrutura organizacional no Brasil para o comando de resposta à emergência, a ser exercida pelo Concessionário e/ou pelo Operador da Instalação. As pessoas integrantes desta estrutura devem ser previamente definidas e possuir autoridade e capacitação para o acionamento de recursos necessários.

R57: Garantir a disponibilidade de no mínimo uma aeronave aeromédica dedicada por bacia sedimentar em que o concessionário possua operações em curso. No caso de indisponibilidade da aeronave aeromédica, deve ser providenciada uma aeronave aeromédica equivalente.

R58: Garantir que todos os parâmetros indicados em sistemas supervisório sejam registrados e passíveis de consulta posterior.

R59: Instalar nas salas de controle das plataformas sistema fechado de vídeo (CFTV). As imagens devem ser passíveis de consulta posterior.

R60: Considerar, nos procedimentos de resposta à emergência, conflitos entre as atribuições para a operação de baleeiras e outras funções de resposta, de forma a minimizar os prejuízos ao abandono em caso de ferimento de pessoas.



Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Superintendência de Segurança Operacional e Meio Ambiente – SSM

R61: Avaliar, para cada função de resposta à emergência, a pertinência de atender a esta função nos dias de embarque e desembarque, considerando o impacto de fatores humanos na avaliação e execução de atividades de resposta à emergência.

Conclusão

A ocorrência de grandes acidentes demonstra que, quando em sincronia, as falhas gerenciais resultantes de um sistema de gerenciamento de riscos mal implementado ou inexistente resultam em grandes perdas.

O acidente ocorrido a bordo do FPSO CDSM demonstrou que os cenários identificados nos estudos de risco eram efetivamente reais e que a implementação de salvaguardas e recomendações de análises de risco teriam sido úteis para atingir o objetivo de controlar os riscos operacionais. Também ficou demonstrado que a postura burocrática de identificação e registro de riscos sem a adoção dos requisitos de um sistema de gerenciamento de segurança operacional não se ajusta às demandas da cultura de segurança para as operações em águas jurisdicionais brasileiras.

Tal qual indicam os requisitos da Resolução ANP n° 43/2007 e outras referências no tema de segurança, as atividades relacionadas à operação de plataformas devem ser monitoradas proativamente no que tange à implementação de sistemas de gerenciamento de riscos.

Neste sentido, não estabelecer métodos para a identificação de falhas latentes do sistema de gerenciamento de segurança e nem estabelecer suas respectivas ações de melhoria contínua consistem em mera passividade da gestão que, portanto, aguarda a ocorrência de acidentes e opera em desacordo com a legislação vigente no país. Esta legislação e os termos dos contratos de concessão estabelecem responsabilidades sobrepostas no que tange à segurança operacional, tanto para o concessionário quanto para o operador da instalação, sendo estas indelegáveis e mandatórias.

Como resultado da investigação, evidenciou-se que decisões gerenciais tomadas pela Petrobras, Prosafe e BW *Offshore*¹¹ (operadora da instalação), ao longo do ciclo de vida do FPSO CDSM, introduziram riscos de forma não gerenciada à operação da plataforma. Esta condição criou as condições necessárias para a ocorrência deste acidente maior.

¹¹ Inicialmente a Operadora da Instalação era a Prosafe que posteriormente foi adquirida pela BW *Offshore*. Vide linha do tempo.

Na fase de projeto, os critérios de projeto e a filosofia de segurança adotados para a planta de processamento não foram empregados no sistema de transferência de carga existente previamente à conversão da unidade.

Ainda durante a conversão, a decisão de estocar condensado nos tanques de carga foi tomada em contrariedade a requisitos mandatórios do projeto da unidade, que previam que o condensado fosse armazenado junto com óleo cru.

Na fase de instalação e comissionamento, o sistema de controle do sistema de transferência de carga não foi comissionado completamente.

Já durante a fase operacional, o comissionamento continuou incompleto, a manutenção de salvaguardas e de recomendações provenientes de análises de risco não foram gerenciadas e operou-se com procedimentos desatualizados e incompletos.

A presença de hidrocarbonetos aromáticos no condensado armazenado causou ataque químico ao material dos selos de vedação das válvulas de bloqueio do sistema de transferência de carga, acelerando a degradação generalizada do sistema de transferência de carga. Na tentativa de corrigir este problema, decidiu-se manter a operação do FPSO CDSM e realizar mudanças significativas no sistema, com isolamento de tanques e linhas, alterações de direcionamento de fluxos, utilização de tubulações alternativas e a instalação de raquetes.

Enquanto as restrições operacionais resultantes da operação de um sistema degradado eram incluídas no sistema físico, a equipe de marinha, responsável pela operação dos sistemas de armazenamento, era submetida a sobrecarga de pessoal e ausência de funções chave, sendo também degradada ao longo do tempo.

Foi observado que a bomba de *stripping* foi operada com a descarga fechada em dias anteriores ao acidente. O vazamento de condensado foi supostamente ocasionado por este tipo de operação.

O vazamento ocorreu através de um flange que possuía uma raquete instalada e era localizado à montante de uma válvula diretamente ligada a um tanque de *slop*. Há evidências que a raquete instalada não atendia a requisitos de especificação e à classe de pressão da tubulação onde foi instalada.

A investigação evidenciou que a exposição de pessoas durante as ações de resposta foi oriunda de um procedimento de resposta à emergência inadequado, sem previsão de cenários identificados em estudos de risco e dos respectivos recursos de resposta.

Não foi possível determinar a fonte de ignição da explosão, no entanto, a equipe de investigação determinou uma fonte como a mais provável. Esta fonte de ignição foi introduzida no local de vazamento pela ação da equipe de resposta. O uso de mangueiras de incêndio não condutoras com jato d'água dentro de atmosfera explosiva é fato marcante da falta de entendimento dos riscos envolvidos e da possibilidade de geração de carga eletrostática, tal qual indicam normas e demais boas práticas de engenharia.

Os procedimentos de resposta à emergência, nos seus diferentes níveis, eram desconexos e não garantiam a disponibilidade de recursos para atendimento aos cenários acidentais descritos nos planos, como, por exemplo, o atendimento a múltiplos feridos ou a contínua disponibilidade de resgate aeromédico.

As causas apontadas e as evidências encontradas pela ANP demonstram falta de estruturação da Petrobras e BW para o gerenciamento da segurança operacional do FPSO CDSM. O processo de investigação do acidente identificou 28 (vinte e oito) Causas Raiz, todas correlacionadas com os requisitos já estabelecidos pela Resolução ANP nº 43/2007, de 06/12/2007 (SGSO). Além disso, 61 (sessenta e uma) recomendações, estabelecendo requisitos adicionais, foram indicadas pela equipe de investigação da ANP. Tais recomendações têm como objetivo evitar a recorrência de acidentes semelhantes e são direcionadas a toda indústria atuante no segmento de produção de petróleo e gás natural *offshore* e suas implementações são mandatórias.

A falta de requisitos mínimos de gestão de riscos, tal qual apresentada neste relatório, causou o acidente do FPSO CDSM no dia 11/02/2015. Espera-se que as situações, condições e recomendações apresentadas pela ANP neste relatório indiquem à indústria do petróleo a importância do aprimoramento contínuo dos requisitos de segurança e da pró-atividade típicas de uma boa cultura de segurança, que, além de garantir a proteção humana e do meio ambiente, atendem os requisitos para uma indústria socialmente responsável.