



**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS**

**ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 -**

RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO



ÍNDICE

- 1 - Sinopse
- 2 - Introdução
- 3 - Análise das Explosões
 - 3.1 - Movimentação freqüente de água nos tanques de drenagem de emergência
 - 3.2 - Manutenção no tanque de drenagem de emergência de popa boreste
 - 3.3 - Operação de esgotamento do tanque de drenagem de emergência de popa bombordo
 - 3.4 - Primeira explosão
 - 3.5 - Segunda explosão
- 4 - Análise do Naufrágio
 - 4.1 - Alagamento da coluna e flutuador
 - 4.2 - Admissão de água de lastro em proa bombordo
 - 4.3 - Submersão contínua da plataforma
 - 4.4 - Evacuação e abandono da plataforma
 - 4.5 - Tentativas de salvamento da plataforma
 - 4.6 - Impacto ambiental
- 5 - Conclusões e recomendações
- 6 - Anexos
 - Anexo 1** - Plataforma P-36
 - Anexo 2** - Metodologia de Análise
 - Anexo 3** - Cronologia dos eventos com relação causal com o acidente
 - Anexo 4.a** - Fluxograma de Processos dos Tanques de Drenagem de Emergência
 - Anexo 4.b** - Fluxograma de Processo dos Tanques de Drenagem de Emergência na Ocasão da Primeira Explosão
 - Anexo 5** - Tempo Decorrido e Pressão no Tanque versus Abertura da Válvula
 - Anexo 6** - Coluna de Popa Boreste
 - Anexo 7** - Conveses e parte superior da Coluna
 - Anexo 8** - Coluna e parte do Flutuador de Popa Boreste
 - Anexo 9** - Quarto nível da Coluna de Popa Boreste

1 - Sinopse

O acidente ocorrido com a plataforma P-36, instalada no campo de Roncador, na Bacia de Campos, levou a **Agência Nacional do Petróleo (ANP)** e a **Diretoria de Portos e Costas (DPC)** do Comando da Marinha do Brasil a constituírem uma **comissão conjunta de investigação** com o objetivo de examinar as causas do acidente e, em consequência, adquirir subsídios para implementar medidas corretivas e regulamentações visando à melhoria das práticas e procedimentos operacionais na execução de atividades marítimas de exploração e produção de petróleo e gás natural.

A análise das causas mais prováveis do acidente permitiu identificar o evento crítico como sendo a operação de esgotamento de água do tanque de drenagem de emergência da coluna de popa bombordo, iniciada na noite do dia 14 de março de 2001. A água contaminada com resíduos oleosos presente no tanque seria bombeada para o manifolde (header) de produção da plataforma que recebe o fluxo de petróleo e gás natural proveniente dos poços produtores. Daí, juntamente com produção de hidrocarbonetos, escoaria para a planta de processo. Entretanto, dificuldades operacionais para a partida da bomba de esgotamento desse tanque permitiram que houvesse fluxo reverso de óleo e gás pelas linhas de escoamento dos tanques e sua entrada no outro tanque (popa boreste) através de válvula presumivelmente danificada ou parcialmente aberta. A partida da bomba após 54 minutos fez diminuir o fluxo reverso de hidrocarbonetos e a água bombeada passou a entrar no tanque de popa boreste. A pressurização contínua deste tanque levou a seu rompimento mecânico cerca de duas horas após o início da operação de esgotamento do outro tanque, caracterizando o evento relatado como sendo a primeira explosão, ocorrido às 0 h 22 min do dia 15 de março de 2001.

Os fluidos do tanque rompido e de linhas e demais equipamentos também danificados passaram a ocupar o compartimento do quarto nível da coluna. Houve escapamento de gás para os conveses superiores através de aberturas nesse compartimento e por linhas de suspiro e ventilação rompidas. Cerca de 20 minutos após o rompimento do tanque, houve a explosão do gás que atingira a área do convés do tank top e segundo convés junto à coluna. Estava, assim, caracterizado o evento relatado como a ocorrência da segunda explosão, quando foram vitimadas onze pessoas da brigada de incêndio da plataforma.

A análise realizada permitiu que fossem identificadas várias não conformidades relativas a procedimentos regulamentares de operação, manutenção e projeto, destacando-se aquelas referentes à movimentação freqüente de água nos tanques de drenagem de emergência, à operação de esgotamento do tanque de popa bombordo e à classificação da área de risco em torno desses tanques.

O colapso mecânico do tanque de drenagem de emergência de popa boreste, seguido imediatamente pelo rompimento da linha de recalque de água salgada que passava pelo quarto nível, iniciou o alagamento da coluna. A migração de água para a parte inferior da coluna se deu quando a água no compartimento do quarto nível atingiu os dampers do sistema de ventilação que deveriam fechar automaticamente; porém, devido a falha no funcionamento de seus atuadores, permitiram a passagem de fluidos.

A quantidade de líquido no interior da coluna e em parte do flutuador provocou o adernamento da plataforma que foi intensificado com a progressão da água para o tanque de lastro da coluna de popa boreste e para a caixa de estabilidade contígua. Esses espaços foram inundados porque as elipses de acesso aos mesmos haviam sido deixadas abertas desde o dia anterior ao acidente para possibilitar a inspeção do reparo de trinca verificada na caixa de estabilidade.

Para compensar a inclinação da plataforma ocasionada pela entrada de água na coluna avariada, passou-se a admitir água no tanque de lastro situado no lado diametralmente oposto. Essa medida acelerou o aumento indesejável do calado da plataforma.

A submersão contínua foi intensificada pelo alagamento da coluna avariada, da inundação do tanque de lastro de popa boreste, da caixa de estabilidade contígua e da admissão deliberada de água de lastro nos tanques de proa bombordo.

A evacuação de 138 pessoas consideradas não essenciais às operações de emergência foi iniciada à 1 h 44 min de 15 de março e durou cerca de 2 h 30 min, tendo sido utilizados guindaste e cesta de transferência para tal finalidade. Às 6 h 03 min do mesmo dia, após esgotadas as possibilidades de manter a plataforma nivelada, a equipe que permanecera a bordo para operações de emergência abandonou a unidade.

A análise dos eventos marcantes relativos ao alagamento da plataforma conduziu à identificação de várias não conformidades quanto a procedimentos regulamentares de operação e manutenção, destacando-se a não observância de estanqueidade e compartimentagem em áreas críticas para a preservação da estabilidade da unidade. Além disso, cabe destacar a ineficácia das ações para conter o alagamento ou efetuar o desalagamento antes da plataforma ser inteiramente abandonada.

Após o abandono da plataforma, foram efetuadas diversas tentativas de salvamento da unidade, particularmente a injeção de nitrogênio e ar comprimido nos compartimentos alagados para expulsão da água. Contudo, não houve êxito em manter a unidade estabilizada e sua submersão lenta e progressiva teve continuidade até às 11 h e 40 min do dia 20 de março quando foi a pique.

A análise efetuada pela Comissão de Investigação ANP/DPC permitiu constatar deficiências no sistema de gestão operacional das atividades marítimas de petróleo e gás natural da Petrobras, na condução das atividades específicas à plataforma P-36, caracterizadas por não conformidades identificadas quanto a procedimentos regulamentares de operação e manutenção. Além disso, os planos de contingência para acidentes de grande proporção e os esquemas de resposta a emergência de grande risco necessitam ser imediatamente aprimorados, bem como a revisão de critérios de projetos de engenharia em unidades flutuantes de produção para assegurar maior proteção intrínseca.

O acidente foi causado por uma série de fatores que, isoladamente, não seriam suficientes para determiná-lo. O exame desses fatores levou à classificação de alguns deles como críticos e determinantes, sendo o critério para essa classificação o de que a ausência de qualquer um deles interromperia a seqüência dos eventos que resultaram no desfecho verificado.

2 - Introdução

A plataforma de produção P-36 encontrava-se instalada no Campo de Roncador, na Bacia de Campos. Esse campo foi descoberto em 1996 e se estende por uma área de 111 km², em lâminas d'água de 1500 a 1900 metros. Suas reservas totais foram estimadas em 2,6 bilhões de barris de óleo equivalente, enquanto que as reservas provadas alcançam 1,7 bilhão de barris de óleo e 27,6 bilhões de metros cúbicos de gás.

Devido à grande extensão do campo, seu elevado volume de petróleo e gás "in situ" e as limitações de capacidade de processamento das unidades de produção marítimas, o campo de Roncador está sendo desenvolvido em três módulos, sendo que o primeiro módulo foi projetado para ter 28 poços interligados individualmente a uma unidade estacionária de produção, precisamente a plataforma P-36, instalada em lâmina d'água de 1360 metros. Esse módulo entrou em produção em maio de 2000 e a P-36 tinha a capacidade de processar 180.000 barris/dia de petróleo e comprimir 7,2 milhões de metros cúbicos/dia de gás natural. O óleo tratado na P-36 era transferido para um navio petroleiro de grande porte, a unidade P-47, instalada em lâmina d'água de 815 metros e com capacidade para estocar 2 milhões de barris. O escoamento do óleo era feito através de um navio aliviador, enquanto que o gás era transferido para terra através de gasodutos.

O acidente com a plataforma P-36 teve início em 15 de março de 2001, às 0 h 22 min, quando ocorreu uma primeira explosão na coluna de popa boreste, seguida 17 min depois por uma grande explosão na parte superior da coluna e em áreas próximas, culminando com a morte de onze funcionários da Petrobras. No dia 20 de março de 2001, às 11 h 41 min, a plataforma submergiu completamente e afundou em seguida.

A plataforma pode ser visualizada no [Anexo 1](#), onde encontram-se destacados alguns componentes relacionados com o acidente.

No momento do acidente a plataforma P-36 estava produzindo cerca 84.000 barris de petróleo e 1.300.000 metros cúbicos de gás, por dia, oriundos de 6 poços interligados à mesma. A interligação dos demais poços estava prevista para ser concluída em 2005.

Nessa ocasião o contingente embarcado era composto de 175 pessoas, sendo 85 tripulantes. O restante encontrava-se a bordo para executar atividades de comissionamento e manutenção de vários sistemas da plataforma.

Com a finalidade de investigar as causas do acidente da P-36 e, em consequência, adquirir subsídios para a implementação de medidas corretivas e regulamentações visando à melhoria das práticas e procedimentos operacionais referentes a atividades marítimas de exploração e produção de petróleo e gás natural, a Agência Nacional do Petróleo (ANP) e a Diretoria de Portos e Costa (DPC) da Marinha do Brasil resolveram constituir uma comissão conjunta de investigação ANP/DPC, conforme Portaria Conjunta nº 1, de 29 de março de 2001, modificada pelas Portaria nº 2, de 27 de abril de 2001, e Portaria nº 3, de 31 de maio de 2001.

A análise realizada pela comissão se baseou em depoimentos obtidos no inquérito administrativo da Capitania dos Portos do Rio de Janeiro e informações obtidas junto à Petrobras, bem como na interpretação dos documentos de engenharia e manuais de operação. Particularmente relevantes

foram os resultados da investigação decorrentes da interação dos membros da Comissão com equipes técnicas da Petrobras responsáveis pelo projeto e operação da plataforma e com a própria Comissão de Sindicância da Petrobras.

A investigação levada a cabo transcorreu de acordo com a seqüência de análise esquematizada na figura do **Anexo 2** e descrita abaixo:

- * cronologia dos eventos com relação causal com o acidente;
- * análise das causas das explosões;
- * análise das causas do naufrágio;
- * recomendações.

Os eventos com relação causal com o acidente foram criteriosamente identificados e sua descrição, em ordem cronológica, encontra-se apresentada no **Anexo 3**. A análise das causas das explosões e do naufrágio teve como foco a seleção dos eventos marcantes e, em seguida, a identificação de não conformidades com regras e procedimentos regulamentares de operação, manutenção e projeto.

CARACTERÍSTICAS DA PLATAFORMA

Nome	“PETROBRAS-36”
BANDEIRA	ITÁLIA
Nº IMO	8916566
Indicativo Internacional	ICOL
Nome do armador	PETROBRAS
Nome do operador	PETROBRAS
Ano da construção	1994
Nome anterior	SPIRIT OF COLUMBUS
Sociedade Classificadora	REGISTRO ITALIANO NAVALE (RINA) e AMERICAN BUREAU OF SHIPPING (ABS)
País de Registro	ITÁLIA
Porto de Inscrição	MACAÉ – RIO DE JANEIRO
Comprimento Total	112,776 M
Largura	77 M
Arqueação Bruta	34.481
Altura	120 M
Peso bruto	34.600 Ton

3 - Análise das Explosões

A análise realizada pela Comissão de Investigação apontou a operação de esgotamento do tanque de drenagem de emergência da coluna de popa bombordo como o fator crítico diretamente relacionado com as explosões ocorridas na plataforma P-36. O fluxograma do [Anexo 4.a](#) ilustra o arranjo hidráulico dos tanques de drenagem de emergência e seu sistema de escoamento.

Os eventos marcantes com relação causal com o incidente são descritos a seguir, assim como a caracterização das não conformidades constatadas.

3.1 - Movimentação freqüente de água nos tanques de drenagem de emergência

Análise

A água contaminada com resíduos oleosos que estava nos tanques de drenagem de emergência não teve sua origem inequivocamente confirmada, podendo ser oriunda de:

- * transbordamento de água do vaso de dreno aberto através de seu suspiro atmosférico devido a entupimento da bomba de descarga deste vaso ou defeito no controlador de nível do mesmo (a água penetrando na linha de suspiro atmosférico da plataforma escoaria por gravidade para os tanques de drenagem de emergência);
- * esgotamento do tanque de resíduos oleosos (waste oil tank) através de uma derivação para o vaso de dreno fechado e daí para o tanque de drenagem de emergência;
- * drenagem da água utilizada nos testes hidrostáticos dos equipamentos da planta de processo sendo direcionada para os tanques mencionados.

As informações sobre as sondagens volumétricas dos tanques de drenagem de emergência, contidas no Livro de Registro de Lastro, demonstram que havia freqüente movimentação de água contaminada com resíduos oleosos nesses tanques. Os depoimentos e a interação com as equipes da Petrobras também contribuíram para essa conclusão.

Identificação de não conformidades

A principal não conformidade identificada diz respeito ao armazenamento de grande quantidade de água contaminada nos tanques de drenagem de emergência durante parte considerável do período em que a plataforma esteve em produção, contrariando o Manual de Operações da Planta de Processo da Plataforma (Operating Manual – Process – ET 3010.38-1200-941-AMK-924 e DE-3010.38-5336-943-AMK-033). De acordo com esse manual, a condição desses tanques em operação normal é permanecer isolados, só devendo ser utilizados para o esgotamento emergencial de grandes volumes de petróleo dos vasos de processo ou em situação de emergência que exigisse o armazenamento de grandes volumes de água de produção em seu interior.

Além disso, foram identificadas as seguintes não conformidades relativas a procedimentos regulamentares de operação e manutenção:

* erros sistemáticos na sondagem volumétrica manual e inoperância dos indicadores de nível dos tanques de drenagem de emergência;

* entupimento do vaso de dreno aberto, que recebe a água que escoava pelas bandejas dos equipamentos da plataforma.

3.2 - Manutenção no tanque de drenagem de emergência de popa boreste

Análise

A bomba de esgotamento do tanque de drenagem de emergência de popa boreste foi retirada para reparo no dia 10 de fevereiro, quando parte considerável da capacidade do tanque estava preenchida com água contaminada, não tendo mais retornado a operação. Posteriormente, a linha de suspiro atmosférico desse tanque foi vedada com flange cego para evitar o ingresso de água em seu interior, proveniente do vaso de dreno aberto devido ao entupimento de sua linha de descarga, conforme pode ser visto no [Anexo 4.b](#) e [Anexo 9](#).

O isolamento da linha de suspiro alterou as características de projeto do tanque, já que esse equipamento foi construído para operar à pressão atmosférica e, dessa maneira, ficou sujeito a ser indevidamente pressurizado. Tal procedimento somente poderia ter sido efetuado após prévio esgotamento do tanque, seguido do isolamento da rede de admissão. Cabe ressaltar que tal procedimento foi determinante para permitir a pressurização posterior do tanque e sua conseqüente ruptura.

Identificação de não conformidades

A seguinte não conformidade relativa a procedimentos regulamentares de operação pode ser caracterizada:

* Isolamento da linha de suspiro do tanque sem que sua linha de admissão fosse também isolada.

3.3 - Operação de esgotamento do tanque de drenagem de emergência de popa bombordo

Análise

A operação de esgotamento do tanque de bombordo teve início às 22 h 21 min do dia 14 de março de 2001, consistindo da seguinte seqüência de ações:

- * verificação do fechamento da válvula de admissão do tanque de boreste;
- * abertura da válvula na linha do manifolde de produção para alinhamento do tanque de bombordo com este equipamento; e
- * acionamento da bomba de esgotamento do tanque de bombordo.

Houve dificuldades operacionais para dar partida na bomba de esgotamento, o que só veio a ocorrer 54 min após o início da operação. Durante esse período ocorreu fluxo reverso de hidrocarbonetos para as linhas de escoamento dos tanques de drenagem de emergência.

A válvula de admissão do tanque de boreste permitiu a passagem de fluidos para seu interior, presumivelmente por estar parcialmente aberta ou ter sido danificada. Em consequência, como o tanque tinha seu suspiro bloqueado, conforme descrito anteriormente, houve a pressurização contínua do mesmo decorrente da entrada de óleo e gás proveniente do manifolde de produção.

Após 54 min ocorreu a partida da bomba, diminuindo sensivelmente o fluxo reverso de hidrocarbonetos, porém não interrompendo a pressurização do tanque de boreste porque a água bombeada se dirigiu para este equipamento.

O bombeamento de água ocorreu durante 67 min.

A ilustração desse cenário pode ser observada no [Anexo 4.b](#).

Cabe salientar que essa transferência de carga foi suficiente para provocar o início do adernamento da plataforma.

Identificação de não conformidades

A operação acima relatada caracterizou-se como uma não conformidade crítica relativa a procedimentos regulamentares de operação e processo, constituindo-se em causa determinante do acidente.

Embora a configuração hidráulica do sistema de escoamento dos tanques de drenagem de emergência permitisse que seu conteúdo fosse bombeado para a planta de processo através do manifolde de produção, o procedimento regulamentar de esgotamento de água prescrevia que a operação fosse feita através do caisson de produção com o descarte subsequente da água no mar. A opção de retirar a água do tanque via manifolde de produção contrariou requisitos operacionais prescritos no Manual de Operações da Planta de Processo da Plataforma (ET 3010.38-1200-941-AMK-924).

Foram também identificadas as seguintes não conformidades quanto a procedimentos regulamentares de operação e manutenção:

- * operação realizada sem a supervisão do Coordenador da Plataforma ou do Supervisor de Produção (não foi possível constatar se a válvula na linha do manifolde de produção, que, conforme depoimentos, exigia senha para sua abertura controlada, fora aberta com autorização do Coordenador da Plataforma);

- * falha mecânica ou fechamento incompleto da válvula de admissão do tanque de boreste.

Embora não possa ser caracterizada como uma não conformidade, a seguinte deficiência de projeto foi constatada:

- * vulnerabilidade do esquema de ligação dos tanques de drenagem de emergência com o manifolde de produção por não apresentar nenhuma proteção adicional ou redundância no caso de falha simples de uma das válvulas de admissão dos tanques.

3.4 - Primeira explosão

Análise

O tanque de drenagem de emergência de popa boreste foi pressurizado durante 121 min até atingir uma pressão de cerca de 10 bar, recebendo aproximadamente 13 metros cúbicos de óleo, 1460 metros cúbicos de gás e 64 metros cúbicos de água, expressos nas condições básicas de pressão e temperatura. Esses resultados foram obtidos por simulação matemática realizada pela ANP, considerando uma abertura da válvula de admissão de 24 % em área para que o tanque atingisse a pressão supracitada em 67 min após o funcionamento da bomba do tanque de bombordo, conforme pode ser visto no [Anexo 5](#).

Por volta de 0h 22 min do dia 15 de março de 2001, ao atingir a pressão de cerca de 10 bar, relatada por equipe técnica da Petrobras como sendo sua pressão de ruptura, o tanque se rompeu, liberando água, óleo e gás para o interior da coluna. Não foi considerado na simulação o aumento do volume interno do tanque decorrente da deformação mecânica antes do rompimento.

As características desse evento têm correspondência com os depoimentos do pessoal de bordo que relatou ter ouvido um baque surdo e intenso vindo do lado de popa boreste da plataforma.

O colapso da estrutura do tanque provocou a transferência dos fluidos do seu interior para o compartimento do quarto nível, além do rompimento da tubulação de 18 polegadas de água salgada que passava junto ao mesmo, dando início ao alagamento da coluna. Como consequência o anel de incêndio foi despressurizado, levando à parada automática (shut down) da planta de processo. Houve também rompimento de linhas de suspiro atmosférico de tanques localizados abaixo do terceiro nível da coluna.

O gás liberado do tanque atingiu a área interna do convés do tank top e do convés principal através do sistema de ventilação da coluna e das linhas rompidas dos suspiros dos tanques localizados abaixo do quarto nível, ativando os sensores de gás. A liberação de gás foi confirmada instantes após a "primeira explosão" pela detecção de gás em duas tomadas de ar de ventilação, uma para a coluna de popa boreste e outra para a área interna do convés do tank top e em outros sensores localizados no convés principal.

As áreas da plataforma que foram ocupadas pelo gás liberado do tanque de drenagem de emergência encontram-se representadas no [Anexo 6](#) e no [Anexo 7](#).

Como as áreas do terceiro e quarto nível não foram classificadas como zona de risco, conforme demonstrado nos desenhos de engenharia DE-3010.38-5400-947-AMK-120 Rev B e DE-3010.38-1200-200-AMK-008 Rev F, o gás liberado após o rompimento não foi imediatamente detectado no compartimento do tanque. Pela mesma razão, os hidrocarbonetos não foram contidos nessa área por não haver dispositivos adequados de contenção e equipamentos à prova de explosão.

Identificação de não conformidades

A análise efetuada conduziu à identificação da seguinte não conformidade quanto a procedimentos de projeto:

* inadequação da classificação da área em torno do tanque de drenagem de emergência.

3.5 - Segunda explosão

Análise

Com o rompimento do tanque de boreste, o compartimento do quarto nível foi preenchido por água, petróleo e gás natural. Em seguida, a equipe da plataforma encarregada da resposta à emergência se dirigiu ao local do acidente. A escotilha de acesso do terceiro para o quarto nível foi aberta para vistoria dos compartimentos inferiores, tendo sido constatada presença de névoa branca sem calor e chama, sendo a inspeção prejudicada pela falta de iluminação na área. A abertura dessa escotilha permitiu o escapamento de gás para os conveses superiores pelo interior da coluna. O fluxo ascendente de gás pela coluna também se deu pelas linhas de suspiro e ventilação rompidas.

Cabe ressaltar que o sistema de ventilação da coluna foi automaticamente interrompido devido ao alarme de gás no convés principal. Os dampers de ventilação que intercomunicam os compartimentos da coluna não fecharam automaticamente como projetado.

Às 0h 39 min do dia 15 de março de 2001 ocorreu a segunda explosão provocada por ignição do gás natural liberado da coluna que atingiu as áreas do convés do tank top e segundo convés. Essa explosão foi de grande intensidade, vitimando onze pessoas da Petrobras responsáveis pela resposta à emergência e provocando grandes danos materiais em áreas extensas dos conveses mencionados.

Logo após a segunda explosão, o sistema de geração elétrica principal da plataforma foi automaticamente desligado e o sistema de geração de emergência entrou automaticamente em funcionamento.

Identificação de não conformidades

A análise efetuada conduziu à identificação de não conformidade quanto a procedimentos regulamentares de resposta a emergências, particularmente no que tange a:

* sistema de comunicação e coordenação deficientes entre a equipe de resposta à emergência e o comando da plataforma.

4 - Análise do naufrágio

A análise efetuada procurou identificar os elementos críticos relativos à progressiva perda de estabilidade e afundamento da plataforma bem como avaliar a eficácia das ações de salvamento da unidade.

Os eventos marcantes com relação causal com o naufrágio são apresentados a seguir, assim como a caracterização das não conformidades constatadas.

4.1 - Alagamento da coluna e flutuador

Análise

O colapso mecânico do tanque de drenagem de emergência de popa boreste, seguido imediatamente pelo rompimento do trecho da linha de recalque de água salgada que passava junto a este tanque no quarto nível, ocasionou o início do alagamento da coluna. As causas determinantes desse incidente foram:

- * água e óleo provenientes do tanque colapsado invadiram o compartimento do quarto nível;
- * bombas de água salgada localizadas em popa boreste e proa boreste, acionadas automaticamente pela despressurização do anel de incêndio, alimentaram continuamente o alagamento através da tubulação rompida; e
- * toda a água remanescente na rede de água salgada e no anel de incêndio escoou por gravidade para o compartimento do quarto nível.

A partir do instante em que o nível de água nesse compartimento atingiu a altura dos dampers do sistema de ventilação da coluna, a água migrou para a parte inferior da coluna através da abertura existente devido ao não fechamento automático desses dampers (seus atuadores apresentavam problemas de funcionamento). Os compartimentos imediatamente invadidos foram as salas de bombas, de propulsores e de equipamentos do sistema de injeção de água.

Devido à quantidade de líquido no interior da coluna de popa boreste, a plataforma adernou, adquirindo banda (inclinação transversal) para boreste e trim (inclinação longitudinal) pela popa. Contudo, a plataforma já teria iniciado o adernamento antes do rompimento do tanque de drenagem de emergência de popa boreste devido à transferência de cargas do tanque de popa bombordo e do manifolde de produção para esse tanque.

No dia anterior ao acidente, as elipses de acesso ao tanque de lastro na coluna de popa boreste e à caixa de estabilidade localizada acima do flutuador, junto a essa coluna, haviam sido abertas para possibilitar a inspeção do reparo da trinca verificada nesta caixa. Essa inspeção estava programada para ocorrer no dia seguinte.

É importante registrar que a abertura do tanque de lastro e da caixa de estabilidade mencionados permitiu que o alagamento da parte inferior da coluna progredisse para esses espaços abertos, uma vez que eles tinham intercomunicação com a sala de bombas já inundada. Esse alagamento contribuiu decisivamente para o adernamento acelerado da plataforma.

A figura do [Anexo 8](#) ilustra os compartimentos da coluna e flutuador que foram alagados.

Em seguida à falha da bomba de água salgada da coluna avariada e ao isolamento da rede de água salgada, o alagamento prosseguiu através da caixa de mar conectada à sucção desta bomba. Essa caixa permaneceu aberta após o desligamento da bomba porque sua válvula de admissão foi projetada para ser mantida no estado em que se encontrava quando de uma falha do equipamento (sistema fail set).

Identificação de não conformidades

Foram constatadas não conformidades relativas a procedimentos de manutenção e operação, conforme relatado a seguir:

- * falha no funcionamento dos dampers do sistema de ventilação da coluna, decorrente de defeito em seus atuadores eletro-hidráulicos;

- * elipses de acesso ao tanque de lastro de popa boreste e à caixa de estabilidade contígua mantidas abertas por tempo além do necessário à realização de inspeção e reparo, alterando a compartimentagem da plataforma considerada nos estudos de estabilidade intacta e em avaria, contrariando os procedimentos do Manual de Operação – Item Casco e Estrutura – Estanqueidade à água;

Embora não possa ser caracterizada como uma não conformidade, a utilização do sistema “fail set” para a válvula da caixa de mar impossibilitou qualquer atuação do operador no sentido de modificar seu estado após a falha, uma vez que o sistema não dispunha de alternativas que permitissem contornar a restrição imposta.

4.2 - Admissão de água de lastro em proa bombordo

Análise

Ao constatar a inclinação da plataforma causada pela entrada de água na coluna avariada, a coordenação da unidade determinou que os tanques de lastro situados na coluna diametralmente oposta (proa bombordo) fossem carregados com água do mar a fim de restabelecer as condições operacionais da plataforma. É importante registrar que a ação tomada para corrigir a inclinação da plataforma acelerou o aumento indesejável de seu calado.

A admissão de água de lastro em proa bombordo, efetuada por gravidade, só cessou quando os tanques estavam completamente cheios. Nesse momento, a plataforma continuava sendo inundada por água do mar através da caixa de mar aberta na coluna avariada.

Registre-se que não foi tomada nenhuma medida adicional para conter o alagamento da coluna de popa boreste ou efetuar o seu desalagamento, bem como transferir água de lastro entre colunas intactas para manter a plataforma nivelada com a menor alteração possível de calado. Por outro lado, ações dessa natureza seriam dificultadas porque duas bombas de recalque de água salgada (popa e proa bombordo) estavam inoperantes.

Identificação de não conformidades

No que tange ao controle de estabilidade de uma unidade flutuante em condições de avaria, as seguintes não conformidades puderam ser identificadas:

- * ineficácia das ações para conter o alagamento na coluna avariada, efetuar o seu desalagamento, ou promover a movimentação de água de lastro entre colunas não avariadas; e

- * coordenação e treinamento deficientes de pessoal nas ações de controle de estabilidade em emergência.

A seguinte não conformidade quanto a procedimentos de manutenção também foi identificada:

- existência de duas bombas de recalque de água salgada fora de operação por problemas de manutenção.

4.3 - Submersão contínua da plataforma

Análise

A submersão da plataforma foi intensificada em decorrência dos seguintes fatores:

- * alagamento dos compartimentos da coluna avariada e salas adjacentes do flutuador;
- * inundação do tanque de lastro de popa boreste e caixa de estabilidade contígua; e
- * admissão de água de lastro nos tanques de proa bombordo.

Como o tanque de lastro e a caixa de estabilidade tinham um volume bem elevado (cerca de 1.500 metros cúbicos), a inundação dos mesmos devido a suas elipses de acesso terem sido mantidas abertas contribuiu decisivamente para a aceleração da submersão contínua da plataforma. Esse processo chegou à seu ponto crítico quando o nível do mar atingiu a abertura do paiol de amarras. Tais fatos estão demonstrados por simulações efetuadas por equipe técnica da Petrobras e examinadas por esta Comissão.

Identificação de não conformidades

O fato do tanque de lastro e caixa de estabilidade mencionados terem sido mantidos abertos caracterizou uma não conformidade crítica relativa a procedimentos regulamentares de operação em áreas que exigem estanqueidade e compartimentagem, em desacordo com o Manual de Operação (MA-3010.38-1320-915-NBD-909-01) – Item de Estabilidade em Avaria, constituindo causa determinante para o naufrágio.

Além disso, a ineficácia das ações para conter o alagamento ou efetuar o desalagamento pode ser identificado como uma não conformidade relativa a procedimentos operacionais de controle de estabilidade em avaria.

4.4 - Evacuação e abandono da plataforma

Análise

Desde o momento da constatação do alagamento da plataforma, foram adotadas medidas para mantê-la nivelada a fim de facilitar a evacuação das pessoas embarcadas. A partir de 1 h 44 min de 15 de março de 2001 foram evacuadas 138 pessoas consideradas não essenciais para realizar as operações de emergência. A evacuação se deu através da utilização de guindaste e cesta de transferência, terminando às 4h 20 min do mesmo dia, não sendo utilizadas as baleeiras disponíveis.

A equipe de combate a emergência que permaneceu a bordo efetuou tentativas de alcançar áreas danificadas pela explosão a fim de localizar vítimas e avaliar as conseqüências e extensão do acidente.

A decisão de abandonar a plataforma foi tomada após terem sido esgotadas as possibilidades de mantê-la nivelada devido a perda total do sistema de controle operacional da unidade. A plataforma possuía, naquele momento, uma inclinação em torno de 6 graus, portanto, inferior ao limite estabelecido pelo Código MODU-89 para o abandono da unidade através da utilização de baleeiras.

O abandono final foi feito por helicópteros, tendo sido concluído às 6 h 03 min de 15 de março de 2001. A partir deste momento, todas as operações subseqüentes objetivando o salvamento da plataforma foram comandadas pela coordenação gerencial da Petrobras em sua unidade de Macaé.

4.5 - Tentativas de salvamento da plataforma

Análise

Com a progressão da inclinação da plataforma, confirmou-se a indicação de que estariam total ou parcialmente alagados os seguintes compartimentos na coluna de popa boreste e áreas adjacentes do flutuador: sala de propulsores, sala de bombas, sala de equipamentos do sistema de injeção de água, tanque de lastro e caixa de estabilidade contígua, além do quarto nível.

Às 8h 15 min do dia 15 de março, o nível do mar atingiu a entrada do paiol de amarras de popa boreste, com a plataforma adernada em torno de 20 graus, iniciando o processo de alagamento progressivo pela entrada de água para os compartimentos ainda vazios através dos suspiros então já submersos.

O aumento acentuado do calado médio associado ao adernamento da plataforma possibilitou a entrada de água pelos suspiros próximos à coluna avariada.

As primeiras inspeções submarinas com veículo de controle remoto, e outras evidências, demonstraram que não havia avaria externa na coluna de popa boreste e no flutuador.

O adernamento da plataforma prosseguiu em decorrência do alagamento lento e progressivo, atingindo 21 graus em torno das 15h do mesmo dia.



P-36 adernada

No amanhecer do dia 16 de março constatou-se que a plataforma havia afundado mais 20 cm e que a provável entrada de água se dava pela caixa de mar aberta.

Objetivando reverter o quadro e reflutuar a plataforma, a coordenação da Petrobras decidiu injetar nitrogênio através da caixa de estabilidade junto a coluna avariada para expulsar a água dos compartimentos alagados. No mesmo dia, duas embarcações equipadas para injeção de nitrogênio e ar comprimido haviam sido deslocadas para o local do acidente e iniciaram a operação de bombeamento de nitrogênio nessa noite.

No dia 17 de março, além de prosseguir com a injeção de nitrogênio, decidiu-se injetar ar comprimido em outros tanques da plataforma.

Equipe especializada, contratada da empresa holandesa Smit Tak, assumiu as operações de salvamento, enquanto a equipe da Petrobras coordenou o apoio a essas operações.

De acordo com o acompanhamento efetuado, a plataforma permaneceu estabilizada ao longo desse dia. Às 18 horas, a equipe especializada decidiu parar o bombeamento, pois considerava que havia sido injetado um volume suficiente para preenchimento dos compartimentos alagados.

Ao amanhecer do dia 18 de março a equipe especializada embarcou na plataforma com objetivo de tamponar suspiros. Logo em seguida decidiu reiniciar o bombeamento de nitrogênio, não obtendo sucesso na reconexão das mangueiras necessárias para esse fim.

No dia 19 de março, as tentativas de injeção de nitrogênio e ar comprimido foram novamente frustradas em decorrência da dificuldade encontrada pelos mergulhadores em efetuar as conexões. A plataforma, contudo, permaneceu adernada com pequena variação de calado, mantendo a inclinação de 25 graus conforme demonstra o registro da evolução da situação emitido pelo barco de apoio.

Por problemas técnicos para efetuar o mergulho, também não chegou a ser executada a alternativa de fazer furos na parte lateral inferior dos tanques do flutuador para facilitar a colocação das mangueiras de ar comprimido ou nitrogênio.

Na madrugada do dia 20 de março, o barco de apoio constatou o agravamento da situação, tendo a plataforma atingido 30 graus de inclinação às 2h 45 min.



P-36 na manhã do dia 20 de março

Com esse cenário a equipe especializada concluiu que a única alternativa disponível seria o corte das amarras e das linhas de produção (risers) com emprego controlado de explosivos, não havendo, contudo, tempo hábil para implementar essa linha de ação.

Durante toda a manhã do dia 20 de março, o afundamento da plataforma ocorreu de modo contínuo e, em torno das 11h 40 min, a plataforma submergiu totalmente.



4.6 - Impacto ambiental

Análise

À época do acidente, a plataforma P-36 tinha estocado a bordo e em suas linhas e vasos de produção cerca de 1200 m³ de óleo diesel e 350 m³ de petróleo bruto.

Com o afundamento da mesma, esses fluidos começaram a vazar no oceano, a uma distância aproximada de 150 km da costa, tendo cerca de 350 m³ de óleo aflorado nas primeiras 24 h após o afundamento, segundo "Comunicação de Derramamento de Substância Poluente", de 21/03/2001, da Petrobras, em cumprimento à Portaria ANP no14, art 30, de 01/02/2000.

Este derramamento foi combatido através do recolhimento de parte do óleo e dispersão química e mecânica da outra parte.

5 - Conclusões e recomendações

A investigação realizada acerca do acidente da plataforma P-36 conduziu à identificação de não conformidades quanto a procedimentos regulamentares de operação, manutenção e projeto. As operações efetuadas em desacordo com Manuais da plataforma e que estão criticamente relacionadas com o acidente foram:

- * movimentação freqüente de água contaminada com resíduos oleosos nos tanques de drenagem de emergência;
- * isolamento da linha de suspiro do tanque de drenagem de emergência de popa boreste;
- * operação de esgotamento do tanque de drenagem de emergência de popa bombordo via manifolde de produção; e
- * permanência de elipses abertas de acesso ao tanque de lastro de popa boreste e caixa de estabilidade contígua.

No que diz respeito a procedimentos de manutenção, a falha no fechamento dos dampers do sistema de ventilação da coluna de popa boreste caracterizou-se como uma não conformidade crítica, por impossibilitar o isolamento de áreas estanques, permitindo seu alagamento.

A análise da documentação de engenharia disponível permitiu identificar como crítica a inadequação da classificação da área de risco em torno dos tanques de drenagem de emergência.

A ineficácia das medidas para conter o alagamento ou proceder ao desalagamento da coluna de popa boreste, após o rompimento do tanque de drenagem de emergência, demonstraram falhas no esquema operacional de controle de estabilidade de unidade flutuante, em condições de avaria.

O quadro delineado evidencia deficiências no sistema de gestão operacional das atividades marítimas de petróleo e gás natural da Petrobras na condução das atividades específicas à plataforma P-36.

Tendo em vista as conclusões apresentadas, a Comissão de Investigação ANP/DPC recomenda que sejam adotadas as seguintes medidas:

a) Aprimoramento do sistema de gestão operacional

Revisão e aplicação do sistema de gestão de modo a assegurar estrita observância de procedimentos regulamentares , inclusive efetuando a revisão da definição de responsabilidades relativas à manutenção, operação e segurança.

b) Revisão de critérios de projeto

Efetuar a revisão de regras e procedimentos aplicáveis a projetos de forma a assegurar proteção intrínseca de sistemas e componentes críticos de unidades marítimas.

c) Classificação de áreas de risco

Estabelecer critérios adicionais para aplicação simultânea de normas relativas à classificação de Zonas de Risco.

d) Ações simultâneas de comissionamento, manutenção e operação

Estabelecer critérios para identificar limites para atividades de comissionamento concomitantes com a operação e manutenção de unidades marítimas.

e) Dimensionamento e capacitação de pessoal

Reavaliar o dimensionamento e a qualificação das equipes de operação e manutenção de unidades marítimas, bem como daquelas responsáveis pela resposta a emergências de grande risco.

f) Gerenciamento de projetos de conversão de unidades

Implementar regras e procedimentos para compatibilizar sistemas originais e as alterações de projeto de modo a garantir a segurança operacional e a proteção ambiental.

g) Código Internacional de Gerenciamento de Segurança

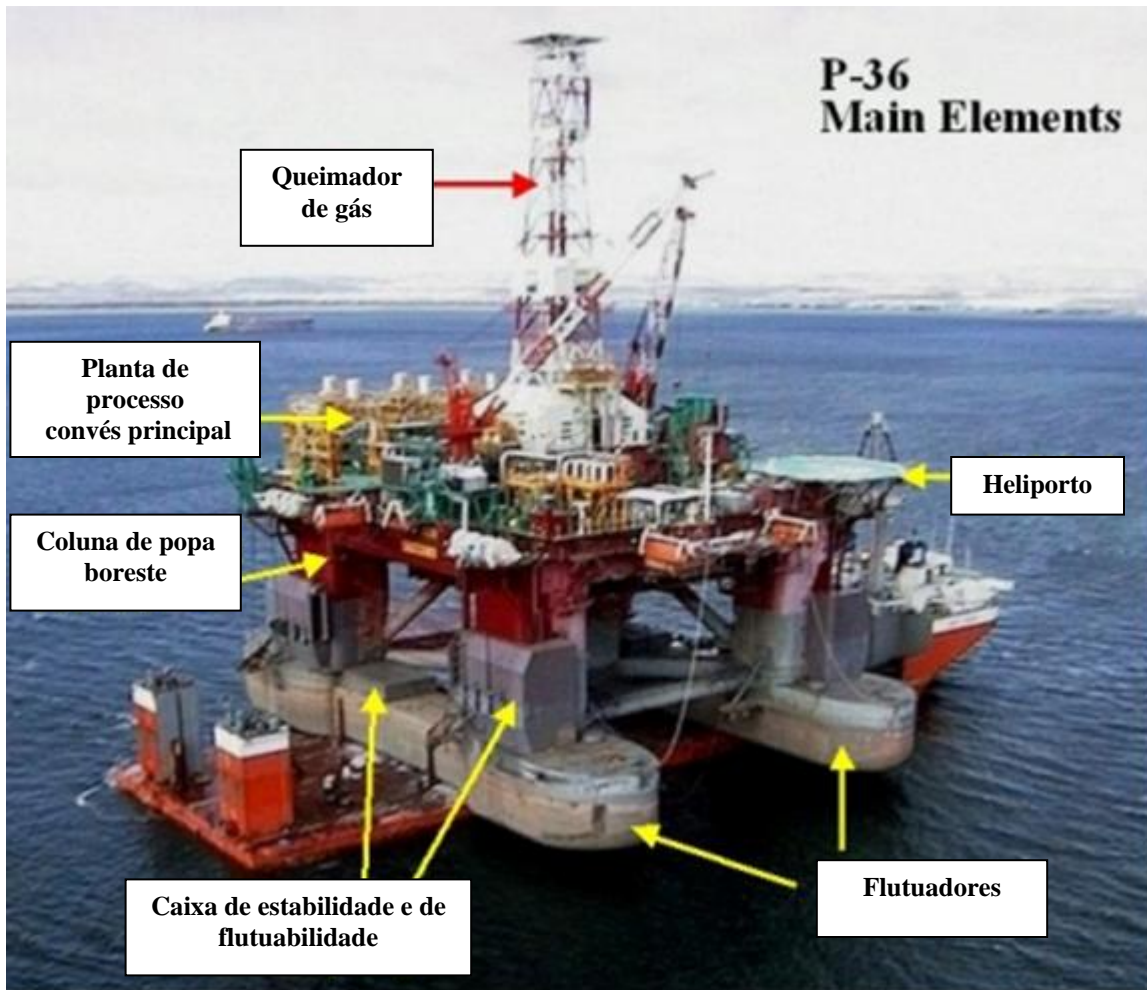
Avaliar a conveniência de antecipar a adoção do Código Internacional de Gerenciamento de Segurança, aprovado pela Resolução A 741(18) da Organização Marítima Internacional (IMO), para unidades marítimas.

h) Resposta a emergências de grande risco

Elaboração de plano de emergência e implementação de esquema de resposta a situações que envolvam grande risco à salvaguarda de vidas humanas, segurança da navegação, proteção ambiental e propriedade.

**ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 -
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO**

**Anexo 1
Plataforma P-36**

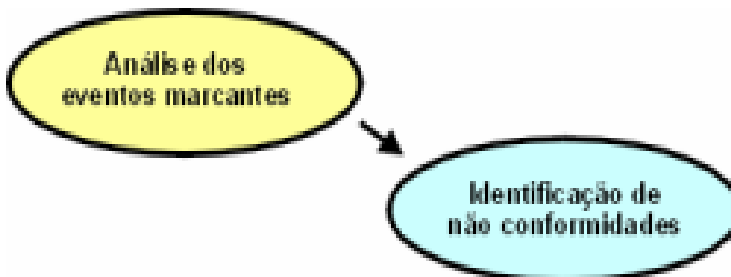


**ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 –
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO**

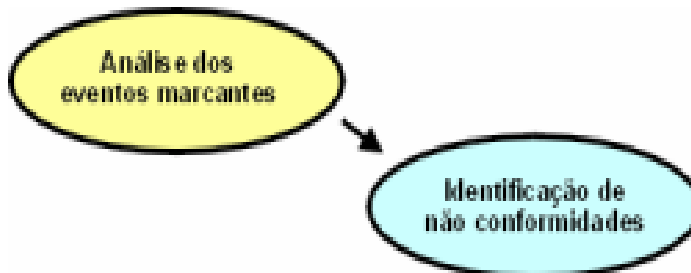
**Anexo 2
Metodologia de Análise**

* **Cronologia dos eventos com relação causal com o acidente**

* **Análise das causas das explosões**



* **Análise das causas do naufrágio**



* **Recomendações**

ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 -
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

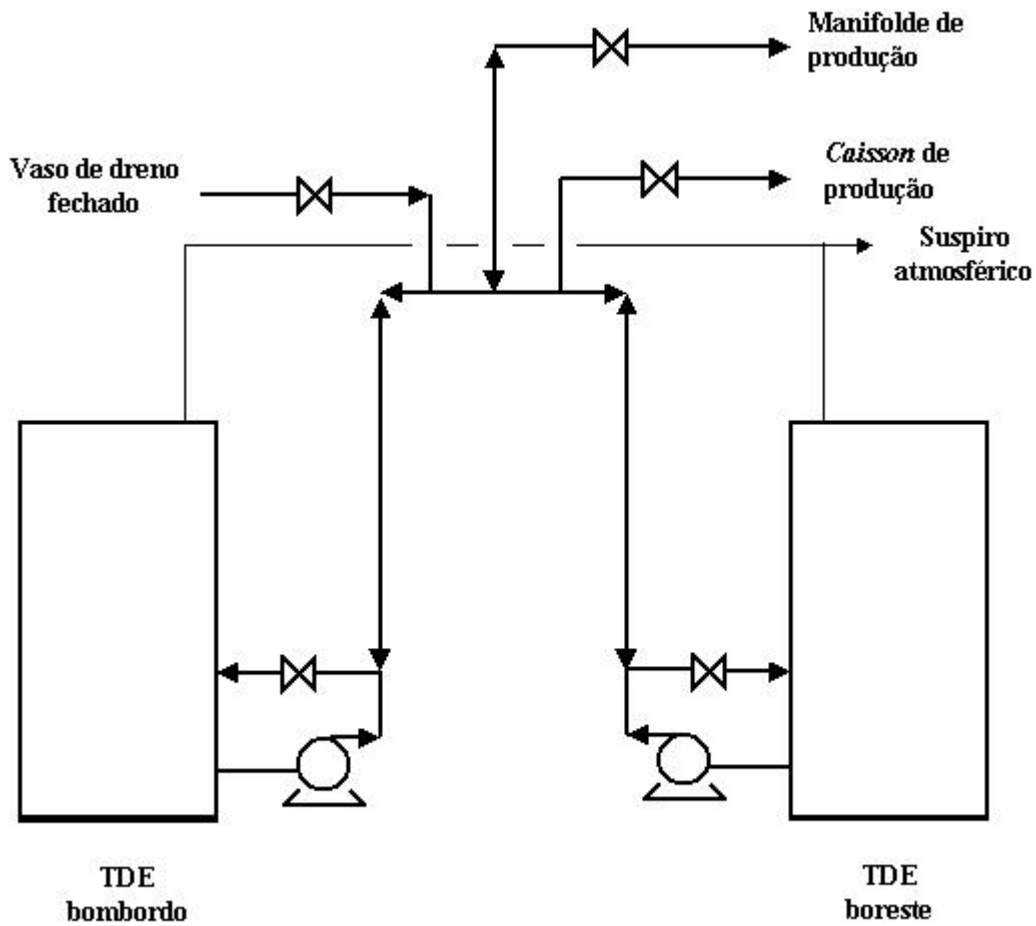
Anexo 3

Cronologia dos eventos com relação causal com o acidente

DATA	HORA	EVENTO
-	-	Transbordamento do vaso de dreno aberto com alimentação de água contaminada para os TDE's e presença de grande volume de água nos TDE's de bombordo e boreste.
-	-	Movimentação freqüente de água contaminada com resíduos oleosos nos TDE's.
10/02/2001		Retirada para manutenção da bomba de esgotamento do TDE de boreste.
14/03/2001	19:00	Abertura e manutenção das elipses abertas, do tanque de lastro (25 S) e caixa de estabilidade (61 S).
14/03/2001	22:21	Início da operação de esgotamento do TDE de bombordo, com abertura da válvula do manifolde de produção e tentativa de partir sua bomba de esgotamento.
14/03/2001	23:15	Início do funcionamento da bomba de esgotamento do TDE de bombordo.
15/03/2001	00:22	Evento relatado como primeira explosão, com detecção imediata de gás no convés e alagamento no compartimento do quarto nível da coluna de popa boreste. - Alarme de alagamento em salas do flutuador de popa boreste, rompimento da linha de recalque de água salgada com depressurização do anel de incêndio, detecção do adernamento da plataforma e admissão deliberada de água de lastro nos tanques de proa bombordo. - Inspeção do local do acidente pelos técnicos de segurança com a equipe da brigada de incêndio, abertura da escotilha de acesso do terceiro para o quarto nível e detecção de fumaça / névoa branca sem presença de calor e chama, na coluna de popa boreste.
15/03/2001	00:39	Ocorrência da segunda explosão provocada por ignição de gás natural liberado da coluna atingindo áreas do convés do tank top e segundo convés. - Submersão contínua da plataforma por alagamento da coluna, tanque de lastro, caixa de estabilidade e salas do flutuador de popa boreste, além de água de lastro sendo admitida nos tanques de proa bombordo.
15/03/2001	06:03	Abandono final da plataforma.
15/03/2001	08:15	Início do processo de alagamento progressivo da plataforma devido ao nível do mar atingir as aberturas do paiol de amarras e suspiros de compartimentos ainda vazios.
20/03/2001	11:40	Afundamento da plataforma.

ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 -
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

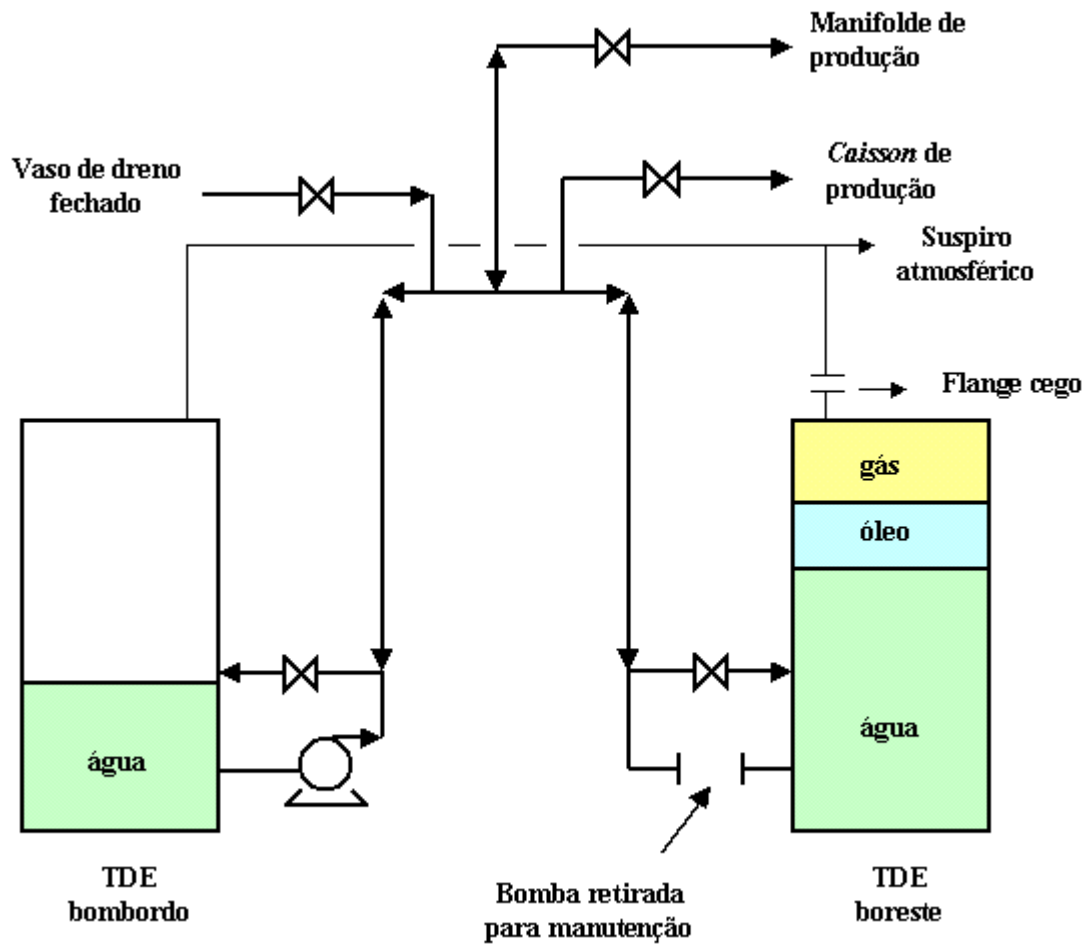
Anexo 4.a
Fluxograma de Processos dos Tanques de Drenagem de Emergência



ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 -
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

Anexo 4.b

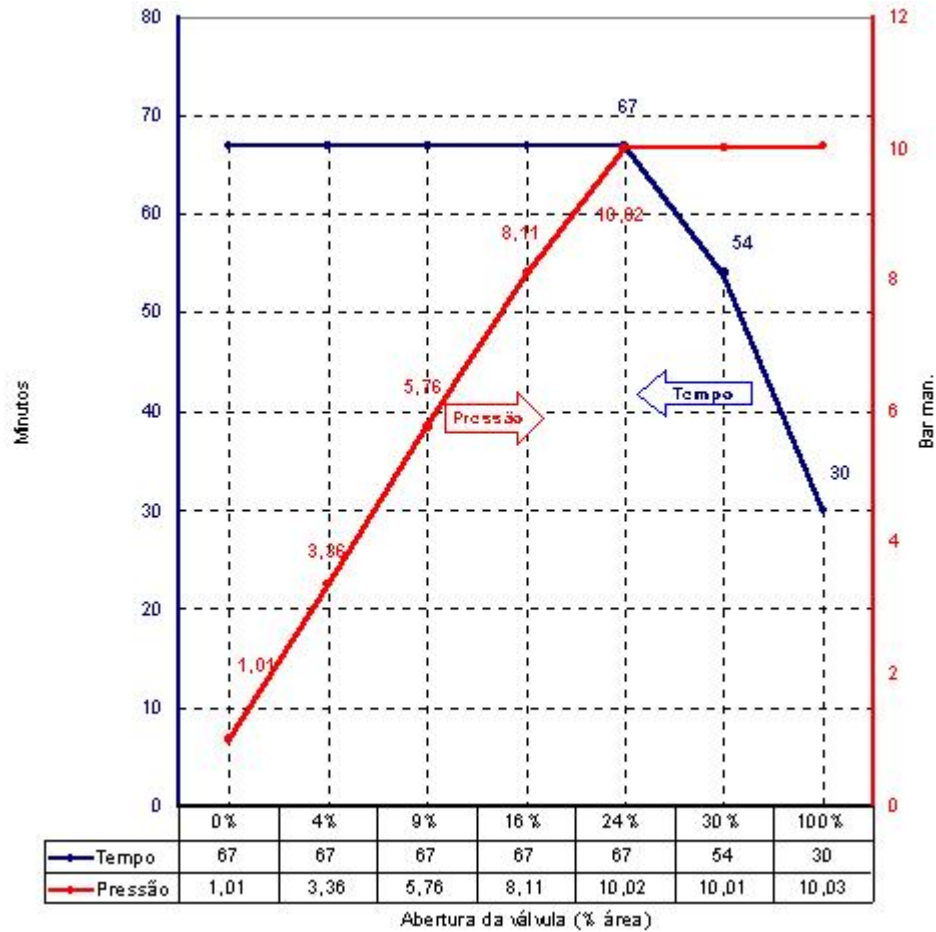
**Fluxograma de Processo dos Tanques de Drenagem de Emergência
na Ocasão da Primeira Explosão**



ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
 - 20 DE MARÇO DE 2001 -
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

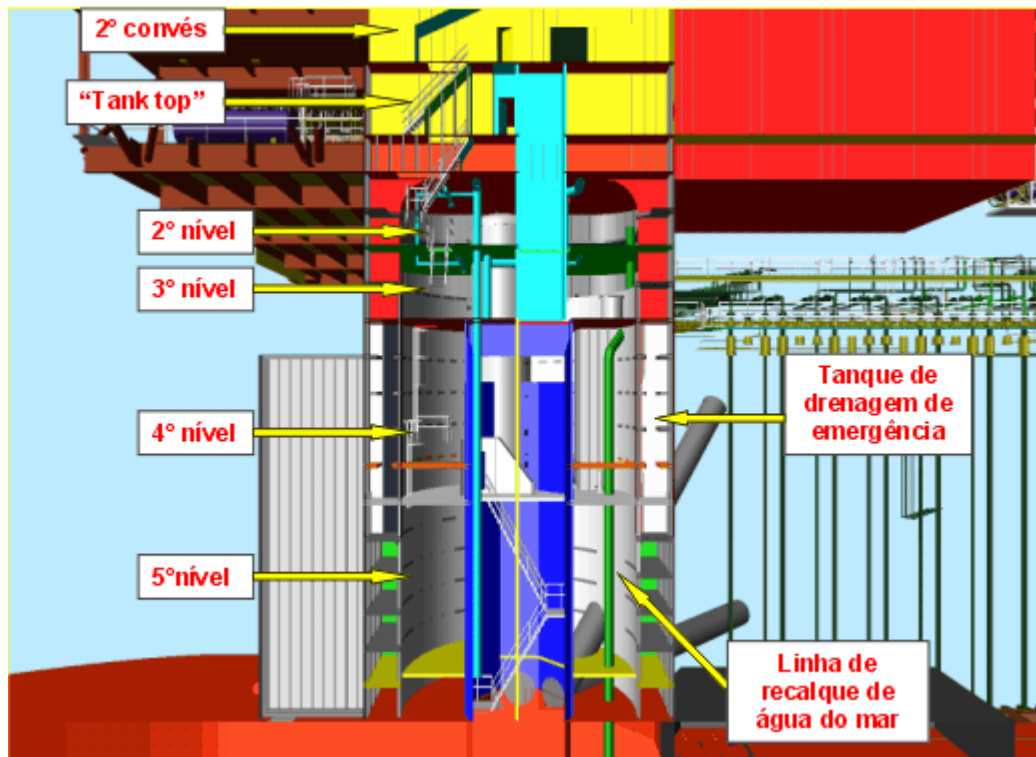
Anexo 5

Tempo Decorrido e Pressão no Tanque versus Abertura da Válvula



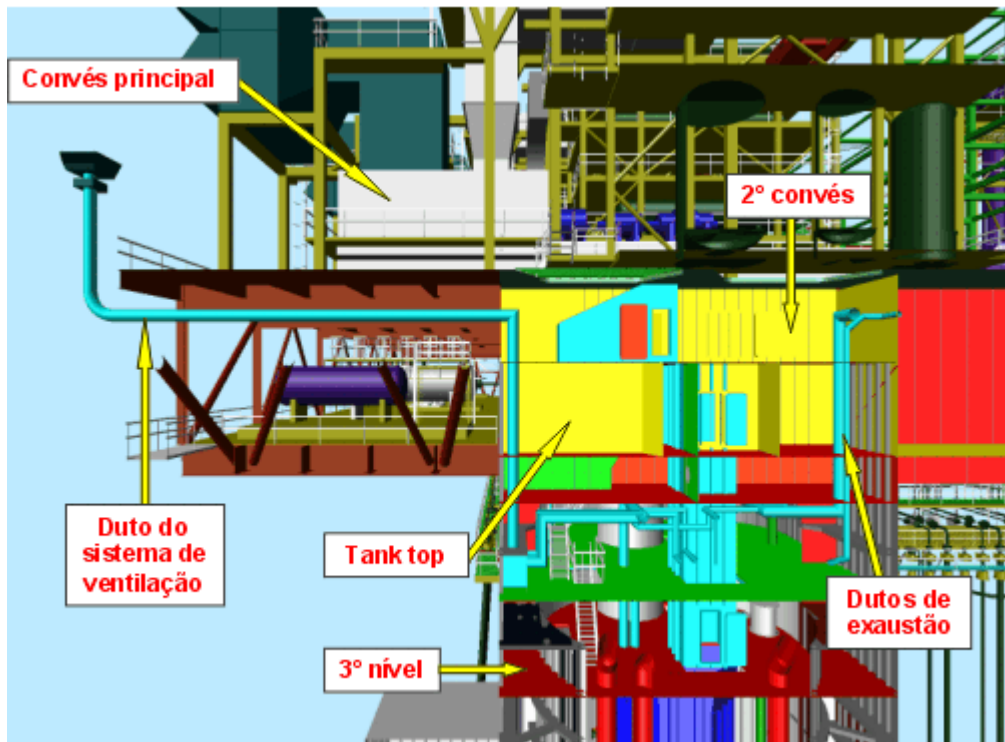
ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 –
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

Anexo 6
Coluna de Popa Boreste



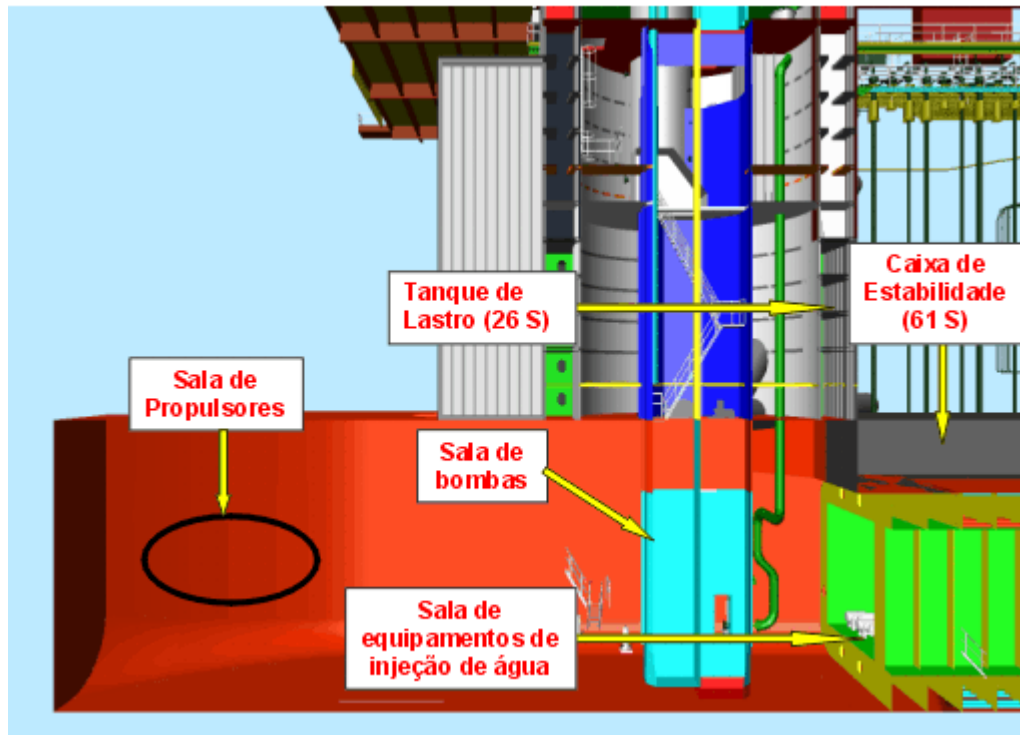
**ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 –
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO**

**Anexo 7
Conveses e parte superior da Coluna**



ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 -
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO

Anexo 8
Coluna e parte do Flutuador de Popa Boreste



**ACIDENTE COM A PLATAFORMA P-36
- 20 DE MARÇO DE 2001 –
RELATÓRIO DE INVESTIGAÇÃO**

**Anexo 9
Quarto nível da Coluna de Popa Boreste**

