

# ***Guia de Boas Práticas- Elaboração de Estudos de Dispersão de Gases e Alocação de Sensores em Sondas Flutuantes.***

## Sumário

1 - INTRODUÇÃO .....	3
2 - NORMAS ESTATUTÁRIAS, REGULAMENTAÇÕES MARÍTIMAS, LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS: .....	4
2.1 – NORMAS DE REFERÊNCIA: .....	4
3 - SIGLAS E ABREVIACÕES: .....	5
4 - DEFINIÇÕES INICIAIS: .....	6
5 - ESTUDO DE DISPERSÃO DE GÁS:.....	7
5.1 - METODOLOGIA DE TRABALHO:.....	7
5.2 - CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO: .....	8
5.3 - MODELAGEM DA GEOMETRIA: .....	9
5.4 - TAXA DE VAZAMENTO: .....	9
5.5 - DIREÇÃO DA EMISSÃO DE GÁS: .....	10
5.6 - COMPOSIÇÃO DO FLUIDO:.....	10
5.7 - CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO:.....	11
5.7.1 - Áreas fechadas:.....	11
5.7.2 - Áreas abertas: .....	11
5.8 – RELATÓRIO DE DISPERSÃO DE GASES .....	11
5.9 - DOCUMENTOS APÓS EMISSÃO DO ESTUDO DE DISPERSÃO DE GASES: .....	12
5.10 - ALOCAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DOS DETECTORES: .....	13
5.11 - Definição do critério de cobertura dos cenários .....	13
5.12 - Estratégia de detecção para múltiplos gases .....	13
6 - ALOCAÇÃO DE DETECTORES DE H <sub>2</sub> S PARA OS LOCAIS COM POSSIBILIDADE DE FLUIDO DEGRADADO .....	15
7 – ALOCAÇÃO DE DETECTORES EM ÁREAS FECHADAS DE FORMA PRESCRITIVA .....	16

# 1 - INTRODUÇÃO

O objetivo desse Guia de Boas Práticas é orientar as empresas de sondagem marítima, sob contrato com a Petrobras, quanto às melhores práticas para elaboração dos estudos de dispersão de gases e alocação de sensores, a fim de garantir a integridade das pessoas e instalações quanto aos gases inflamáveis, tóxicos e asfixiantes (hidrocarbonetos, sulfeto de hidrogênio e dióxido de carbono) advindos do poço ou fruto da decomposição de fluidos de perfuração, completação bem como a água do mar nos tanques de lama e cavidades propensas a acumulação desses fluidos.

Atualmente não há norma interna, norma externa ou legislação que prescreva a realização de estudos de dispersão de gases para Sondas, utilizando ou não estudo de dispersão via CFD. Uma vez que haja a decisão de realizar a alocação de sensores dessa forma, este guia deve ser aplicado. Ademais, para ambientes fechados, pode ser utilizado uma abordagem prescritiva, conforme se verá nesse documento.

A avaliação deve ser conduzida com base nas boas práticas de engenharia, para tal, normas e padrões da indústria devem ser atendidos de modo a definir, juntamente com os requisitos deste Guia, as práticas requeridas para implementar nas sondas, soluções de engenharia e tecnologias que reduzam os riscos, de modo que sejam conferidos e mantidos os níveis de segurança em conformidade com os critérios de tolerabilidade a riscos das empresas contratadas.

## 2 - NORMAS ESTATUTÁRIAS, REGULAMENTAÇÕES MARÍTIMAS, LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS APLICÁVEIS:

Além do atendimento aos requisitos constantes desse guia, o projeto da Unidade deve estar de acordo com as Normas Estatutárias, Regulamentações Marítimas, Legislação Brasileira e com as Normas Técnicas Brasileiras, Estrangeiras e Internacionais, indicadas neste guia ou em documento contratual do Projeto.

Em caso de divergência entre requisitos constantes no guia e requisitos constantes em outros documentos nele mencionados, deve prevalecer o requisito que for mais restritivo, quando aplicável.

### 2.1 – NORMAS DE REFERÊNCIA:

NR 37 – Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo

SOLAS: *Convention for the Safety of Life at Sea* -1974 and amendments in Force

Petrobras, DR-ENGP-I- 1.3 R.9 – Filosofia de Segurança, Janeiro, 2025.

Regras da Sociedade Classificadora da Unidade.

MODU CODE: *Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units*

FSS Code: *International Code for Fire Safety Systems*

American Petroleum Institute RP49, "Recommended Practices for Safe Drilling of Wells Containing Hydrogen Sulfide", 3a ed., Maio, 2001.

American Petroleum Institute RP14C, "*Recommended Practices for Analysis, Design, Installation, and Test of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms*", 7a ed., Março, 2001.

### 3 - SIGLAS E ABREVIACÕES:

HC – Hidrocarbonetos

H<sub>2</sub>S – Sulfeto de hidrogênio

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

LII – Limite Inferior de Inflamabilidade

LSI – Limite Superior de Inflamabilidade

CFD – Computational Fluid Dynamics

TFR – Teste de Formação a Poço Revestido

CMPT - Centre for Marine and Petroleum Technology

AIDA – Ambiente Integrado de Dados e Analytics

SI – Sistema Internacional de Unidades

HVAC – Heating, Ventilating and Air Conditioning

P&ID – Piping and Instrumentation Diagram.

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

WT – Well testing

MGS – Mud gas separator (Separador atmosférico)

ITF - Intervention Tension Frame

LWO – Light Workover

ANM – Árvore de natal molhada

## 4 - DEFINIÇÕES INICIAIS:

**Gás:** O estado da matéria caracterizado pela mobilidade molecular completa e expansão ilimitada à temperatura e pressão padrão.

**Vapor:** A fase gasosa formada por um material que é líquido à temperatura e pressão ambiente.

**Gases Inflamáveis:** Podem queimar com uma chama, se forem misturados com um oxidante gasoso (ex: ar) e encontrarem uma fonte de ignição. O termo gás inflamável inclui vapores de líquidos inflamáveis ou combustíveis acima de seus pontos de fulgor. Ex: hidrocarbonetos. As misturas de um gás inflamável com o ar são consideradas inflamáveis apenas se a concentração do gás variar entre dois valores chamados Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e Limite Superior de Inflamabilidade (LSI). Se a concentração for inferior ao LII, não há combustível suficiente para que ocorra a combustão; se a concentração for superior ao LSI, a mistura é muito rica e não há oxigênio suficiente.

**Gases Tóxicos:** Podem causar danos fisiológicos, além da asfixia, e são imediatamente perigosos para a vida e a saúde, podendo ser fatais em concentrações relativamente baixas. Ex: sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ). Os efeitos sobre a saúde humana de gases tóxicos variam com o tipo do gás e suas concentrações, sendo função direta do tempo de exposição do indivíduo.

**Gases Asfixiantes:** Podem causar inconsciência ou morte por falta de oxigênio (asfixia). A maioria dos asfixiantes simples são prejudiciais ao corpo apenas quando se tornam tão concentrados que reduzem o oxigênio do ar a níveis perigosos (19,5% ou menos). Ex: dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Os efeitos sobre a saúde humana de gases asfixiantes variam com o tipo do gás e suas concentrações, sendo função direta do tempo de exposição do indivíduo.

**Dispersão:** Para modelagem de acidentes, o termo dispersão é usado para descrever a evolução de uma nuvem de gás/vapor tóxico, asfixiante ou inflamável na atmosfera. A dispersão de tal nuvem é influenciada pela difusão molecular, quantidade de momento na liberação do gás e pelo efeito do transporte pelo vento.

**CFD - Computational Fluid Dynamics:** descreve métodos numéricos baseados em computação, os quais envolvem a solução das equações diferenciais fundamentais que regem a conservação da energia, de momento e de massa para fluido em escoamento. A análise de dispersão de gases deve ser realizada usando um modelo de dinâmica de fluidos computacional ou CFD.

## 5 - ESTUDO DE DISPERSÃO DE GÁS:

O Estudo de Dispersão de Gases é utilizado para avaliar a dispersão de gases inflamáveis, tóxicos e gases asfixiantes decorrentes da operação (gases advindos do poço) ou pela decomposição de fluídos existentes nas áreas operacionais da sonda.

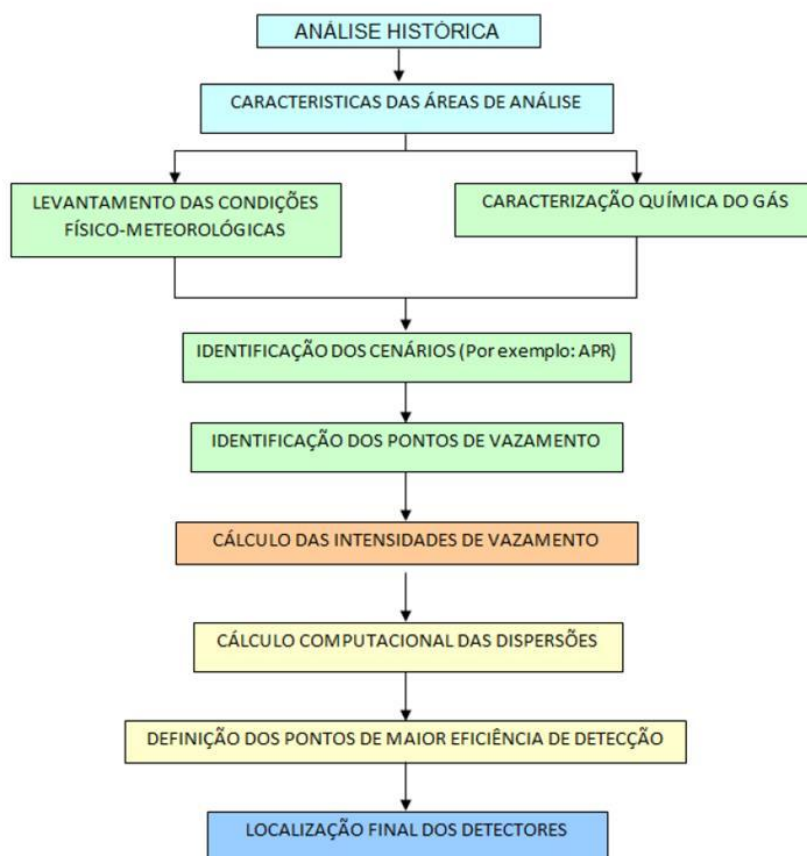
O objetivo final do estudo é quantificar e alocar os detectores de gás com base em critérios de detecção definidos.

### 5.1 - METODOLOGIA DE TRABALHO:

O estudo de dispersão de gases deve considerar os possíveis cenários de vazamento da Unidade, criando um modelo geométrico da Sonda. A análise de dispersão de gases deve ser realizada usando um modelo de dinâmica de fluidos computacional (CFD), e considerar as condições físico-meteorológicas e caracterização química do gás para determinar o comportamento de dispersão no ar dos gases inflamáveis, tóxicos e asfixiantes oriundos de operações e processos da Sonda.

Para execução do estudo, é necessário estabelecer claramente as premissas acordadas pelas partes envolvidas no estudo. O estudo de dispersão de gases deverá ser revisado para as áreas que houver mudanças nas condições de premissas do estudo.

O processo de análise sugerido encontra-se representado na figura 1 abaixo:



**Figura 1 – Fluxograma de Trabalho.**

## 5.2 - CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO:

Nas operações de sondagem marítima, o fluido de perfuração/completação pode conter gases tóxicos, inflamáveis e asfixiantes advindos do poço ou da decomposição dos próprios fluidos armazenados caso não sejam tratados adequadamente. Esses gases também podem estar presentes durante operações com a planta de Well Test. A análise de CFD se aplica especificamente para os cenários operacionais de fluidos advindo do poço. Para o cenário de decomposição de fluido, onde por natureza trata-se de fluido parado, o posicionamento de sensores pode ser posicionado próximo às fontes, não sendo necessário um estudo de CFD.

Os cenários e locais a serem analisados devem levar em consideração os estudos qualitativos de risco da unidade onde são identificadas as regiões que tem possibilidade de ocorrência de gases (ex. APR, HAZID).

É mandatório que os relatórios apontem explicitamente todos os cenários avaliados e os resultados.

As análises qualitativas de risco devem avaliar as seguintes áreas, quando aplicável (não limitadas as mesmas):



- Piso de perfuração - Drill Floor;
- ITF (aplicável para algumas sondas de LWO, onde há intervenção em poço já equipado com ANM);
- Área do MoonPool;
- Módulo de tratamento de lama – *Mud treatment Module*:
  - Sala das peneiras –*Shale Shakers*
  - Sala de processamento – *Mud Process Room*
  - Sala de tanques ativos – *Active Tanks Room*;
- Módulo de controle de poço - *Well Control Module*:
  - Choke e Kill Manifold
  - Sistema residente de MPD
- Módulo para instalação de planta de teste - *Well testing pode ser abordado de 2 formas*:
  - 1-Simular uma planta padrão de *Well Testing*, com ressalva de que deverá ser simulado em estudo complementar com planta específica caso houver previsão de operação com planta específica na unidade, diferente da planta padrão já simulada.
  - 2-Caso não houver previsão de utilização da planta de teste não efetuar simulações neste cenário. Deverá ser incluída uma ressalva de que deverá ser simulado em estudo complementar com planta específica caso houver nova previsão de operação com planta específica na unidade.

### 5.3 - MODELAGEM DA GEOMETRIA:

O modelo geométrico CFD deve ser baseado no modelo 3D construído conforme a geometria real da unidade. É fundamental que o grau de confinamento e congestionamento do modelo CFD represente a realidade da Unidade na condição operacional (as built).

### 5.4 - TAXA DE VAZAMENTO:

Pequenas taxas de vazamento são mais prováveis de ocorrer e mais difíceis de detectar e ao cobrir pequenos vazamentos de gás, é possível prover ações mitigadoras em tempo adequado aos vazamentos acidentais antes que estes escalonem e se tornem cenários mais críticos.

Com isso, os detectores serão posicionados considerando uma taxa de vazamento inicialmente de:

- 0,5 kg/s em ambientes fechados;
- 1,0 kg/s em ambientes abertos;

Esses valores são considerados suficientemente conservadores para o propósito do estudo e devem ser considerados como referência, podendo variar conforme os cenários e especificidade de projeto. Ressalta-se que as devidas considerações quanto ao uso de taxas de vazamento diferentes devem ser explicitadas nos estudos.

## 5.5 - DIREÇÃO DA EMISSÃO DE GÁS:

As direções devem ser avaliadas de acordo com os modos de falhas dos elementos envolvidos no cenário.

Cenários onde o vazamento e o vento forem alinhados e direcionados para o exterior da Unidade não necessitam ser modelados para posicionamento dos sensores, desde que não cruzem áreas da Unidade. Estes cenários deverão ser especificados no relatório, para fins de rastreio.

## 5.6 - COMPOSIÇÃO DO FLUIDO:

A Localização de uma Sonda vai variar dependendo do planejamento e para quais tipos de operações a sonda for designada. Isso impõe operações em reservatórios com diferentes características de composição de fluidos.

Para abranger essa variabilidade, as avaliações deverão abranger quatro composições de cromatografia escolhidas entre os reservatórios que as unidades poderão operar ao longo do contrato. São elas:

- Corrente de máximo C1: (**máx** C1, C2+, H2S e CO2)
- Corrente de máximo C2+: (C1, **máx** C2+, H2S e CO2)
- Corrente de máximo CO2: (HC, Y H2S e **máx** CO2)
- Corrente de máximo H2S: (HC, Y **máx** H2S e Z CO2).

De posse dessas composições, as empresas de simulação as considerarão nos estudos. Simplificações podem ser realizadas, mas devem ser devidamente justificadas nos relatórios de simulação.

## 5.7 - CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO:

### 5.7.1 - Áreas fechadas:

Para ambientes fechados, cuja ventilação é exclusivamente mecânica, deve-se considerar a condição de fluxo de ar conforme a quantidade e potência dos ventiladores e exaustores do sistema de HVAC.

### 5.7.2 - Áreas abertas:

Os Estudos de Dispersão devem utilizar os Dados Meteoceanográficos específicos para a região na qual está prevista a operação da Unidade. Caso seja mais de uma bacia, deve-se verificar qual o cenário mais conservador.

Dados tais como, frequência relativa de ocorrência de velocidades, direção de vento, temperatura e umidade do ar devem ser utilizados como dados de entrada para as simulações dos estudos de dispersão.

Oito direções de vento devem ser consideradas. Para cada uma delas, a velocidade média ponderada de vento mais frequente deve ser considerada. Simplificações consideradas devem ser justificadas nos relatórios de análise.

Adicionalmente às condições meteoceanográficas, deve-se considerar a condição de vento de calmaria (0,5 m/s) na direção mais frequente.

De acordo com as características de cada Estudo de Dispersão, podem ser indicadas simplificações nas quantidades de direções e velocidades de ventos a serem simuladas. Qualquer redução de simulação, que exclua cenários de vazamento, deve ser justificada.

## 5.8 – RELATÓRIO DE DISPERSÃO DE GASES

Os relatórios deverão ser emitidos no idioma português (Brasil) ou inglês e apresentar resultados consistentes, considerando todas as avaliações e simulações de risco realizadas.

Para todos os relatórios devem ser apresentadas figuras em cores legíveis, os gráficos devem ser apresentados em escala e as unidades da análise devem estar no Sistema Internacional de Unidades (SI).

Os relatórios devem ser estruturados de modo que possam ser facilmente analisados pelos técnicos da Petrobras.

Os Relatórios de Dispersão de Gases deverão dispor de um índice que liste todas as etapas envolvidas no estudo.

Pelo menos os seguintes tópicos deverão ser apresentados e completamente descritos no corpo do relatório:

- Sumário executivo;

- Especificações técnicas e objetivos do estudo;
- Descrição geral da Unidade Marítima e das áreas analisadas, considerando vista em planta da Unidade, fluxograma de processo simplificado, particularidades como possibilidade de alteração do aproamento etc.;
- Dados meteorológicos e oceanográficos (metocean data);
- Metodologia e organização do estudo;
- Descrição completa do software (nome, proprietário do software, versão e validação) utilizado na análise;
- Premissas, critérios e limites adotados no estudo devem ser claramente descritos (ex. critérios de seleção dos cenários de vazamento, dados meteorológicos, orientação / aproamento da sonda, critérios de detecção/votação para posicionamento dos sensores, taxas de vazamento, composição dos fluidos, localização dos pontos de vazamentos etc.);
- Resultados de todas as simulações realizadas para os cenários selecionados (com direção predominante do vento, inclusive calmaria);
- A composição dos pseudo-gases usados nas simulações e suas propriedades físico-químicas;
- Desenhos nítidos do arranjo da instalação, indicando os locais dos sensores de gás (propostos e já existentes). A localização de cada sensor deve ser mostrada através de suas coordenadas (x, y, z) em milímetros, incluindo uma tolerância para a instalação de cada uma, a fim de facilitar a montagem dos sensores em seus respectivos locais;
- Lista de todos os trechos analisados, pressão e temperatura de operação e pontos de vazamento escolhidos, quando aplicável;
- Conclusões e recomendações;
- Referências bibliográficas.

## 5.9 - DOCUMENTOS APÓS EMISSÃO DO ESTUDO DE DISPERSÃO DE GASES:

Os documentos abaixo não são frutos do estudo de dispersão de gases, mas geralmente são cobrados posteriormente. A lista não é exaustiva, mas com intuito de trazer robustez à documentação associada a estes estudos.

- Relatório ou documento oficial assinado (ART) de instalação dos sensores atestando posicionamento compatível com as recomendações do estudo. Caso divergências entre as posições de instalação sejam encontradas, o impacto das mesmas deve ser reavaliado através de estudo ou justificativa técnica relevante.
- Atualização da matriz de causa e efeitos em caso de instalação de novos detectores.

- Caso não se siga alguma recomendação do estudo, analisar e documentar via análise de risco o não cumprimento da recomendação de estudo.
- Análise de risco e gestão de mudança para qualquer modificação na unidade, seja por adicionar, retirar ou alterar a posição dos sensores.

## 5.10 - ALOCAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DOS DETECTORES:

A quantidade e a localização final de cada sensor devem atender às recomendações do Estudo de Dispersão de Gases e as especificações do fabricante.

Os detectores serão posicionados priorizando os locais que concentram o maior número de nuvens de gás, para cada tipo de gás a ser detectado. O processo de alocação, deve utilizar um algoritmo de otimização para atender aos critérios de detecção.

A partir dos resultados das simulações e do arranjo inicial dos detectores, o número total de detectores deve ser determinado para visar o atendimento dos requisitos de nível de cobertura que forem definidos para o estudo.

O estudo deve apresentar:

- para cada detector, os cenários que ele é capaz de identificar e para cada cenário, os detectores responsáveis pela sua detecção.

Todos os sensores instalados deverão ser integrados ao sistema de fogo e gás da unidade

Caso os detectores originais de projeto sejam alterados de posição ou removidos, deve-se realizar Análise de risco e gestão de mudança para qualquer modificação na unidade, seja por adicionar, retirar ou alterar a posição dos sensores.

## 5.11 - Definição do critério de cobertura dos cenários

O nível de cobertura mínimo de detecção requerido é de 90%. Mesmo nesses casos, a contratada deve avaliar o esforço necessário, em termos de quantidade a mais de detectores, para aumentar o nível de detecção para 100% ou próximo. Caso poucos detectores sejam necessários, considerar esse acréscimo no projeto da unidade.

## 5.12 - Estratégia de detecção para múltiplos gases

Excetuando Hidrocarboneto (HC) e Sulfeto de Hidrogênio (H<sub>2</sub>S), onde há obrigação normativa de sensores fixos, podem ser adotadas estratégias de detecção de múltiplos gases provenientes do poço, por meio de detecção cruzada, desde que comprovado que todos os cenários cobertos por esta estratégia sejam detectados. Esse é o caso típico para os cenários onde há a presença de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) no poço, o que pode se considerar a detecção cruzada via sensores de HC.

Caso essa prática de detecção cruzada seja adotada no estudo, a unidade deve considerar ações de segurança nos planos de respostas que considerem a presença dos diversos componentes) e não só aquele que foi detectado.

## 6 - ALOCAÇÃO DE DETECTORES DE H<sub>2</sub>S PARA OS LOCAIS COM POSSIBILIDADE DE FLUIDO DEGRADADO

Adicionalmente aos locais discutidos no item 5.2 Locais de avaliação, cada unidade deve avaliar outros compartimentos onde haja a possibilidade de ocorrência de H<sub>2</sub>S pela decomposição de fluido. Esses locais são: sala de bombas de lama, sala de bombas de mistura; sala de tanques reservas; sala do waste tanks, sala do drains tanks, unidade cimentação.

Para esses ambientes, como se trata de locais que o desprendimento de gás pode ocorrer a partir de fluidos parados sem tratamentos, a alocação de detectores deve ser baseada por uma abordagem prescritiva, posicionando os sensores próximos (3 ~ 5 metros) às fontes de liberação dos gases (tanques, bandejas de contenção etc.). Adicionalmente, ações preventivas para minimizar a geração de H<sub>2</sub>S nesses fluidos devem ser consideradas nos procedimentos da unidade.

## 7 – ALOCAÇÃO DE DETECTORES EM ÁREAS FECHADAS DE FORMA PRESCRITIVA

Essa abordagem se aplica para as áreas fechadas, dotadas de ventilação mecânica, em que haja possibilidade de ocorrência de gás advindo do poço. Trata-se, tipicamente, das salas de peneiras, sala de processamentos e sala tanques ativos.

A alocação de forma prescritiva deve considerar a facilidade de monitoramento diretamente nos equipamentos de retorno de fluido, seja internamente (*gumbo box*, *trip tank*), ou nas proximidades daqueles naturalmente abertos para a atmosfera: *diverter*, *flow divider*, *peneiras*, *calhas*.

Outro aspecto importante na avaliação é considerar que há no processo encadeamento sequencial do fluido onde necessariamente para adentrar em uma sala há de se passar por outra, assim, uma sala pode ser considerada fonte das demais em sequência.

A abordagem prescritiva segue então o seguinte racional:

(i) Monitorar as fontes:

- Monitorar os equipamentos da sala onde pode ocorrer o desprendimento de gás da lama, considerando principalmente aqueles que são naturalmente abertos para atmosfera;
- Considerar que uma sala é fonte para as demais salas conforme o fluxo do fluido no processo. Isso significa, por exemplo, que o *moonpool* é fonte para a sala de peneiras, essa é fonte para a sala de processamentos e assim sucessivamente.

(ii) Monitorar a(s) exaustão(ões) das salas fechadas.

(iii) Adicionalmente, monitorar o ambiente das salas.

Como exemplo, nas figuras a seguir onde tem-se o diagrama de blocos do cenário de perfuração convencional onde na chegada do fluido na superfície temos o *diverter housing* e o *gumbo box*, ambos equipamentos de fácil monitoramento por sensores gás.



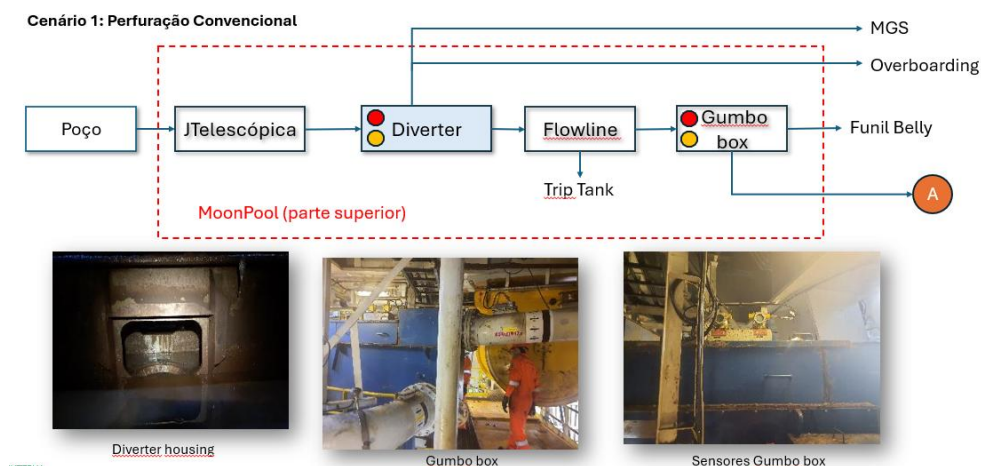


Figura 1: Diagrama de blocos dos equipamentos onde o fluxo de fluido advindo do poço adentra nos compartimentos de superfície.

Logo após o *gumbo box*, o fluido segue até o *flow divider* (equipamento aberto para a atmosfera) já dentro da sala de peneiras, que posteriormente segue para as peneiras, que também são abertas para o ambiente e possuem exaustões próprias individuais. O fluido após passar pelas telas das peneiras, segue via calhas (abertas para o ambiente) até descenderem para o *sand trap* na sala de processos.

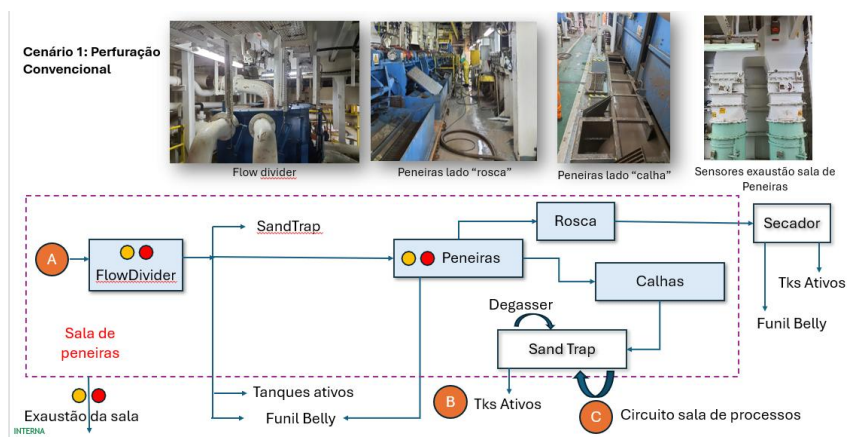


Figura 2: Diagrama de blocos dos equipamentos na sala de peneiras.

Na sala de processos, localizada em compartimento imediatamente inferior à sala de peneiras, estão localizadas as bombas do *sand trap* e do *trip tank*. Apesar de serem equipamentos fechados, há de se considerar a possibilidade de vazamento de fluido na sala advindos de flange ou furo nas linhas.

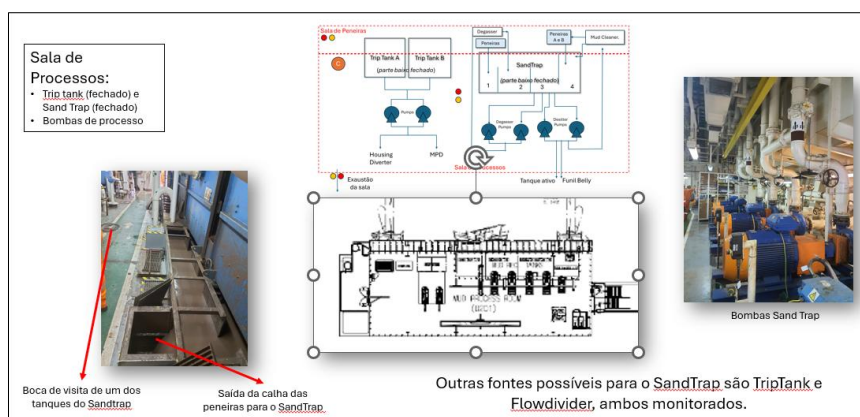


Figura 3: Diagrama de blocos dos equipamentos da sala de peneiras.

Após a sala de processos, o fluido segue, via bombeio, para o tanque ativo, que posteriormente retornam ao poço via bombas de lama.

Considerando o cenário operacional avaliado e as características do projeto aqui apresentados, as figuras abaixo mostram exemplos de aplicação para os ambientes citados, onde os círculos amarelos e vermelhos são representações de sensores de  $H_2S$  e HC, respectivamente.

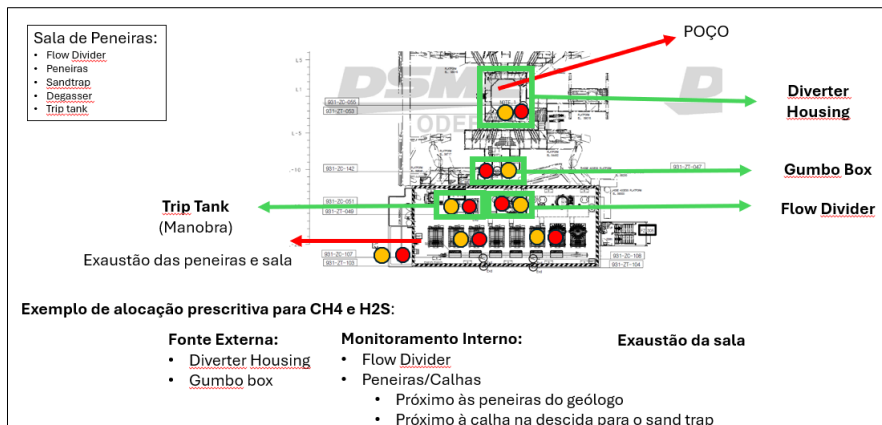


Figura 4: Exemplo de alocação de sensores por abordagem prescritiva sala de peneiras. Vista superior do moonpool e sala de peneiras;

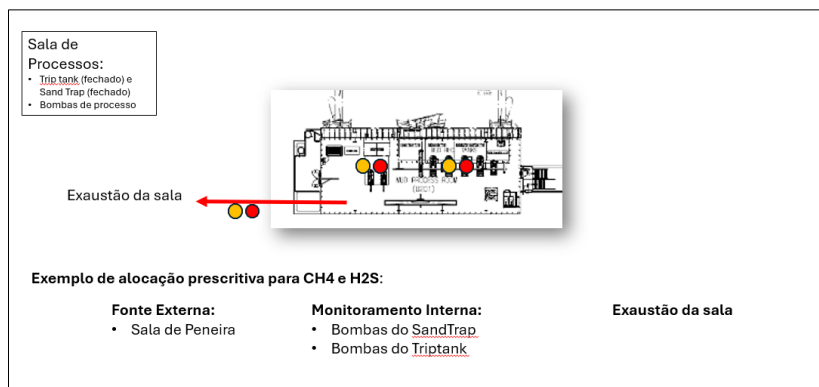


Figura 5: Exemplo de alocação de sensores por abordagem prescritiva sala de processos. Vista superior sala de processamento de fluido.

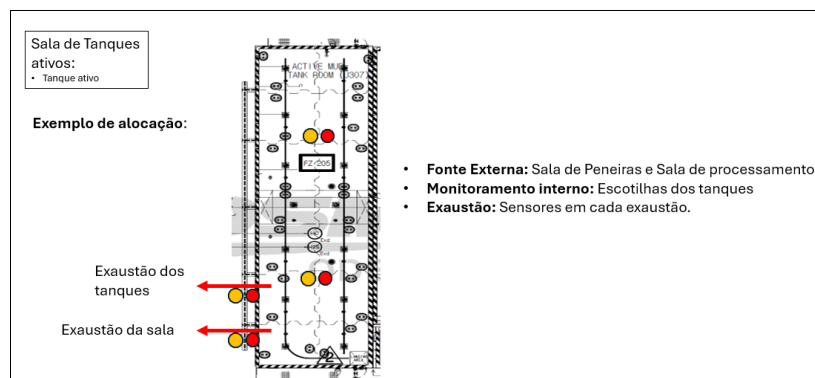


Figura 6: Exemplo de alocação de sensores por abordagem prescritiva sala de tanques ativos. Vista superior sala de tanques ativos.

Como visto, é preciso analisar em detalhes os cenários operacionais e especificidade de cada projeto nessa avaliação. Caso a empresa utilize essa abordagem prescritiva para ambientes fechados nos espaços onde há riscos de gases advindos do poço, um relatório técnico deve

ser elaborado para registrar todas as avaliações, além de outros documentos internos, conforme sistema de gestão próprio, de gerenciamento das análises e modificações.