Revista Técnica da Universidade Petrobras

# Estudos de caso de agrupamento das atividades de descomissionamento de sistemas submarinos com *manifolds*

*Case studies of clustering of decommissioning activities for subsea systems with manifolds*

**Helton Ivan Menezes Cuevas Beltran**
Petrobras, Serra-Espírito Santo, Brasil.
E-mail: helton.beltran@petrobras.com.br

**Márcia Rocha do Valle**
Petrobras, Rio de Janeiro-Rio de Janeiro, Brasil.
E-mail: marciavalle@petrobras.com.br

**William Nascimento**
Petrobras, Cariacica-Espírito Santo, Brasil.
E-mail: william.nascimento1@petrobras.com.br

**Ludian Anacleto Ferraz**
Petrobras, Vitória-Espírito Santo, Brasil.
E-mail: ludian@petrobras.com.br

**Palavras-chave:**
Agrupamento.
*Manifold*.
Dutos.

**Keywords:**
Clustering.
Manifold.
Pipelines.

**Recebido:**
21 de novembro de 2025
**Aceito para publicação:**
02 de março de 2026
**Publicado:**
30 de abril de 2026
https://doi.org/10.70369/a9z2xw30

CC BY

## RESUMO

O descomissionamento de sistemas submarinos em campos offshore maduros representa uma etapa crítica e complexa, exigindo planejamento técnico rigoroso, gestão integrada de riscos e conformidade ambiental. A realização do descomissionamento logo após a interrupção da produção (etapa de late life) tende a apresentar menor complexidade e custo. Em especial, poços interligados em manifolds apresentam desafios adicionais para execução de atividades relacionadas à limpeza e desconexões/tamponamentos de dutos. Nesse contexto, a estratégia de agrupamento das atividades e de recursos de descomissionamento surge como uma solução eficiente para mitigar riscos operacionais e ambientais, aumentar a eficiência das operações, evitar retrabalho e reduzir custos associados ao descomissionamento. Dois estudos de caso de sistemas submarinos serão explorados nesse artigo envolvendo manifolds de produção que não produzem há alguns anos, nomeados manifolds X e Y, ambos localizados em campo de produção maduro. Essa estratégia consiste em agrupar, de forma sequencial e integrada, as atividades de abandono de poços, limpeza de dutos e desconexão/ tamponamento de dutos, considerando a condição de integridade dos sistemas submarinos e a interligação com a plataforma flutuante. Conclui-se que essa estratégia pode ser replicada, acelerando o aprendizado do setor e contribuindo para a adoção de boas práticas na indústria de descomissionamento *offshore* no Brasil.

## ABSTRACT

The decommissioning of subsea systems in mature offshore fields represents a critical and complex stage, requiring rigorous technical planning, integrated risk management, and environmental compliance. Carrying out decommissioning immediately after production shutdown (late life stage) tends to present lower complexity and cost. In particular, wells connected to manifolds pose additional challenges for activities related to pipeline cleaning and disconnection/plugging. In this context, the strategy of grouping decommissioning activities and resources emerges as an efficient solution to mitigate operational and environmental risks, increase operational efficiency, avoid rework, and reduce costs associated with decommissioning. Two case studies of subsea systems will be explored in this article, involving production manifolds that have not produced for several years, named manifolds X and Y, both located in a mature production field. This strategy consists of sequentially and integratively grouping well abandonment, pipeline cleaning, and pipeline disconnection/plugging activities, considering the integrity condition of the subsea systems and their interconnection with the floating platform. It is concluded that this strategy can be replicated, accelerating industry learning and contributing to the adoption of best practices in the offshore decommissioning industry in Brazil.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente maturidade dos campos *offshore* brasileiros impõe à indústria de Óleo e Gás desafios complexos no descomissionamento de sistemas submarinos. Nesse universo, destacam-se sistemas submarinos que estão há muitos anos sem operar ou testar.

O presente artigo apresenta o cenário de poços fora de operação, interligados por dutos flexíveis em *manifolds* de produção. Esses *manifolds*, por sua vez, estão conectados a plataformas flutuantes ainda em operação. Vale notar que esse tipo de escopo se repete em sistemas de produção *offshore* do Brasil.

Algumas dessas instalações, com décadas desde a sua instalação, podem possuir algumas limitações por questões de integridade (exemplo: danos no duto no trecho *flow*, falta de estanqueidade das válvulas do *manifold*, dificuldade de manuseio das válvulas do *manifold*, falta de comunicação da plataforma com *manifold*/poços, falta de teste do conjunto solidário de barreiras de poços etc.), resultando em maior complexidade na execução do descomissionamento em relação à duração longa das atividades, aumento de custo, impossibilidade de limpeza, uso de recursos caros (sonda) e pouco disponíveis.

Nesse contexto, cabe ressaltar a importância do planejamento das atividades de descomissionamento antes do final do ciclo de vida (*late life*), isso permitiria executar atividades de condicionamento, enquanto as instalações possuiriam melhores condições de integridade. Desse modo, a postergação das atividades de descomissionamento pode aumentar a degradação da integridade dessas instalações, com consequente demanda de atividades mais complexas e de maior custo.

Vale notar que a North Sea Transition Authority (2021) corrobora com o argumento de que o planejamento antecipado das atividades de descomissionamento durante o *late life* é fundamental para garantir flexibilidade na execução delas, além de contribuir para otimização de custos.

A Resolução ANP nº 817 define que o descomissionamento de instalações submarinas e demais estruturas deve ocorrer quando a capacidade produtiva dos campos se torna economicamente inviável ou ao final do contrato/vida útil (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2020). Nesse contexto, o Programa de Descomissionamento de Instalações (PDI) configura-se como um instrumento de natureza essencialmente regulatória, voltado à formalização do pleito de autorização junto à ANP, não se caracterizando, por si só, como um planejamento estratégico detalhado das atividades de descomissionamento.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar um planejamento integrado, baseado na estratégia de agrupamento, aplicado a dois sistemas submarinos equipados com *manifold* (X e Y), visando a otimizar o abandono de poços, limpeza de dutos e desconexões de dutos.

## 3 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do presente artigo, foi definida a estratégia de agrupamento das atividades de descomissionamento em 2 estudos de caso, que foram designados como *manifold* X e *manifold* Y.

A seguir, será apresentada a motivação para tal agrupamento, o diagnóstico necessário para as instalações, bem como o planejamento das atividades de descomissionamento de *manifolds*.

### 3.1 Motivação para agrupamento

A estratégia de agrupamento das atividades de descomissionamento deste artigo difere da abordagem convencional, porque envolve o planejamento de várias atividades similares e sequenciais no sistema interligado a um mesmo *manifold*. Dessa maneira, assim que forem concluídas as atividades no *manifold*, no próximo *manifold* um novo agrupamento será planejado.

Sem tal estratégia, o condicionamento dos dutos é executado de forma individual. Dessa forma, é necessário mobilizar e desmobilizar uma mesma embarcação diversas vezes para atuar na mesma localização, prolongando a duração do condicionamento de cada duto e aumentando o risco de perda de integridade do sistema submarino. Em contraponto, o planejamento integrado das atividades de um mesmo sistema submarino reduz a necessidade de mobilização e desmobilização dos recursos. Assim, campanhas agrupadas possibilitam a execução de atividades em escala, otimizando a utilização de recursos, tais como sondas e *ROV Support Vessel* (RSV). Com essa consolidação de escopos, os custos serão reduzidos.

Outrossim, na abordagem convencional, é comum haver um descasamento da atividade de condicionamento de duto com a sua respectiva desconexão e tamponamento. O intervalo entre a realização dessas atividades aumenta o risco de recontaminação dos dutos. Nesse cenário, pode ser necessário repetir a etapa de limpeza de dutos, levando a retrabalho e aumento de custos.

O risco de recontaminação de dutos que já passaram pelo processo de limpeza é mais significativo para instalações conectadas a *manifolds* antigos. As condições desses *manifolds*

podem comprometer a estanqueidade entre os dutos, tornando a estratégia de agrupamento ainda mais vantajosa.

De acordo com Offshore Energies Uk (2023), o agrupamento de campanha de descomissionamento traz ganho de escala e sinergia, permitindo executar várias atividades em sequência ou simultaneamente, trazendo economia em mobilização de embarcações, equipamentos e equipes especializadas. Adicionalmente, a otimização de recursos com o compartilhamento de embarcações, ferramentas e acessórios diminui períodos ociosos, aumentando a produtividade.

### 3.2 Diagnóstico das Instalações

Com base em relatórios de embarcações e de inspeção submarina, foram levantadas as condições de integridade dos *manifolds* X e Y e de seus respectivos dutos. Esse levantamento também abarcou os dutos que conectam esses *manifolds* às plataformas de produção.

Foi também realizado levantamento do *status* de cada duto em relação à limpeza, isto é, se está limpo (com Teor de Óleos e Graxas até 15ppm), se já foi limpo mas há incerteza do seu condicionamento (possibilidade de recontaminação do duto por problemas de integridade) ou se o duto nunca passou por processo de limpeza.

As condições de integridade e de limpeza dos dutos são fundamentais para subsidiar as Análises Preliminares de Risco de limpeza e de desconexão de dutos. Dependendo das condições de cada duto, pode ser recomendada a adoção de medidas mitigadoras para o risco de liberação de hidrocarboneto remanescente no mar, no momento da desconexão de dutos. Exemplos de recomendações com essa finalidade são: instalação de campânula, flanges cegos, Módulo de Conexão Vertical (MCV) tampão, destorqueamento controlado de conexões e monitoramento de escape de óleo/gás remanescente proveniente do *manifold* ou de duto com *Remotely Operated Vehicle* (ROV).

Em relação aos poços, foi realizado levantamento das condições dos conjuntos solidários de barreiras de cada poço. Ademais, foi verificada a lâmina de água da Árvore de Natal Molhada (ANM) de cada poço para avaliar a necessidade de estudo de *Riser Analyses* e condição de surgência. Também foi verificado se os poços requerem o uso de ferramenta específica *Tree Running Tool* (TRT) para acessar a ANM.

Ademais, foram consultadas informações sobre a condição de operação das plataformas conectadas aos *manifolds*, para avaliar a integridade das plantas de processo e a disponibilidade de recursos a bordo para o recebimento do fluido de limpeza.

Antes do início da limpeza de dutos submarinos, é fundamental o alinhamento prévio entre os times da operação da plataforma e da operação da sonda quanto aos parâmetros de pressão de chegada na Unidade Estacionária de Produção, volume a ser bombeado (oito vezes o volume do duto usando água do mar) e a vazão de bombeio a ser empregada pela sonda para que atividade se desenvolva com o mínimo de intercorrências.

Importa mencionar que o *manifold* X está conectado a uma plataforma Semissubmersível, que não tem capacidade de estocagem. Logo, o escoamento do fluido de limpeza deste *manifold* ocorrerá por meio do oleoduto que conecta esta plataforma Semissubmersível a um Floating, Production, Storage and Offloading (FPSO), onde será feito o enquadramento de Teor de Óleos e Graxas. Dito isso, faz-se necessário avaliar também as condições desse oleoduto. Caso o oleoduto tenha restrições quanto ao volume a ser bombeado, pode impactar a limpeza dos dutos do *manifold* X.

Em paralelo, o fluido de limpeza do *manifold* Y será escoado para o mesmo FPSO. Logo, este FPSO precisa ter capacidade para receber o fluido de limpeza do sistema de ambos os *manifolds*. Esses fluidos serão direcionados para o trem de processo, no qual serão tratados. Após essa etapa, o óleo será encaminhado para o tanque de carga e a água oleosa será enquadrada para posterior descarte.

Vale notar que essas atividades podem ser realizadas de forma segura, com planejamento adequado, sem impacto na produção planejada para as duas plataformas.

Por fim, para proporcionar maior flexibilidade na utilização dos recursos para executar todos os abandonos de poços e limpezas de dutos, é importante ter prontidão para execução de todas as atividades a serem realizadas no agrupamento de cada *manifold*. Isto é, antes do início da execução das atividades, é recomendável concluir todos os procedimentos de limpeza dos dutos, nivelamento de recursos, aprovar todas as Análises Preliminares de Risco e obter todas as anuências dos órgãos externos para abandono dos poços e desconexão dos dutos.

No Quadro 1 temos um breve diagnóstico dos *manifolds* de produção com base no diagnóstico das instalações.

**Quadro 1** - Condição operacional e de integridade submarina dos *manifolds X e Y*.

| Critério | *Manifold X* | *Manifold Y* |
|---|---|---|
| Situação operacional | Fora de operação, sem previsão de retorno | Fora de operação, sem previsão de retorno |
| Comunicação com a plataforma | Inexistente (sem instrumentação funcional) | Existente, com histórico de falhas pontuais |
| Manobra remota de válvulas do *manifold* | Não disponível (via RSV) | Disponível via plataforma |
| Estanqueidade das válvulas do manifold | Não confirmada | Confirmada operacionalmente |
| Integridade dos dutos | Restrita (presença de hidrato no duto TP e danos na *flow* do duto GL) | Restrita (extremidade do duto GL tamponado mas sem estanqueidade) |
| Presença de hidrato | Sim, no duto de Teste de Produção | Não |
| Dutos podem ser limpos pela UEP (circulação) | Negativo. Limitada ao *riser* de Teste de Produção | Negativo. Limitado ao *riser* de IPU |
| UEP pode receber o fluido de limpeza de dutos | Positivo | Positivo |
| Status de limpeza dos dutos | Dutos sujos | Dutos sujos |
| Status dos poços | 5 abandonados temporariamente e 2 permanentemente | 4 abandonados temporariamente |
| Lâmina de Água | 500 a 650 m | 300 a 400 m |
| Necessidade de intervenção com sonda | Sim | Sim |

**Fonte:** Próprio autor, 2026.

Convém salientar a importância de ter prontidão para execução de todas as atividades a serem realizadas no agrupamento. Isto é, antes do início da execução das atividades, é recomendável elaborar os procedimentos de limpeza dos dutos, aprovar as Análises Preliminares de Risco (APRs) e obter as anuências dos Órgãos Externos, para abandono dos poços e desconexão de dutos.

## 3.3 Estudo de caso do *Manifold* X

### 3.3.1 Escopo do Sistema Submarino

Esse *manifold* está interligado a uma plataforma Semissubmersível por quatro *risers*. Os *risers* de Produção de Óleo (PO) e de Teste de *Gas Lift* (TGL) já foram desconectados da plataforma, no entanto, permanecem conectados ao *manifold* com as *flowlines* abandonadas temporariamente no leito marinho.

Os quatro *risers* conectados à plataforma são dois umbilicais, um duto de *Gas Lift* (GL) e um duto de Teste de Produção (TP). Observa-se que não é possível utilizar os umbilicais para fazer a circulação de fluido para limpeza do sistema. Além disso, o duto de GL, no seu trecho *flow,* tem uma condição de integridade que não permite sua utilização para esse fim. Sendo assim, apenas o *riser* de Teste de Produção pode ser usado para receber fluido que porventura a sonda possa bombear para plataforma Semissubmersível, não havendo viabilidade de realizar qualquer tipo de circulação de fluido apenas pela plataforma. Contudo, o trecho do duto de Teste de Produção entre plataforma e o *manifold* está bloqueado por hidrato, sendo necessário a quebra, antes da limpeza do duto.

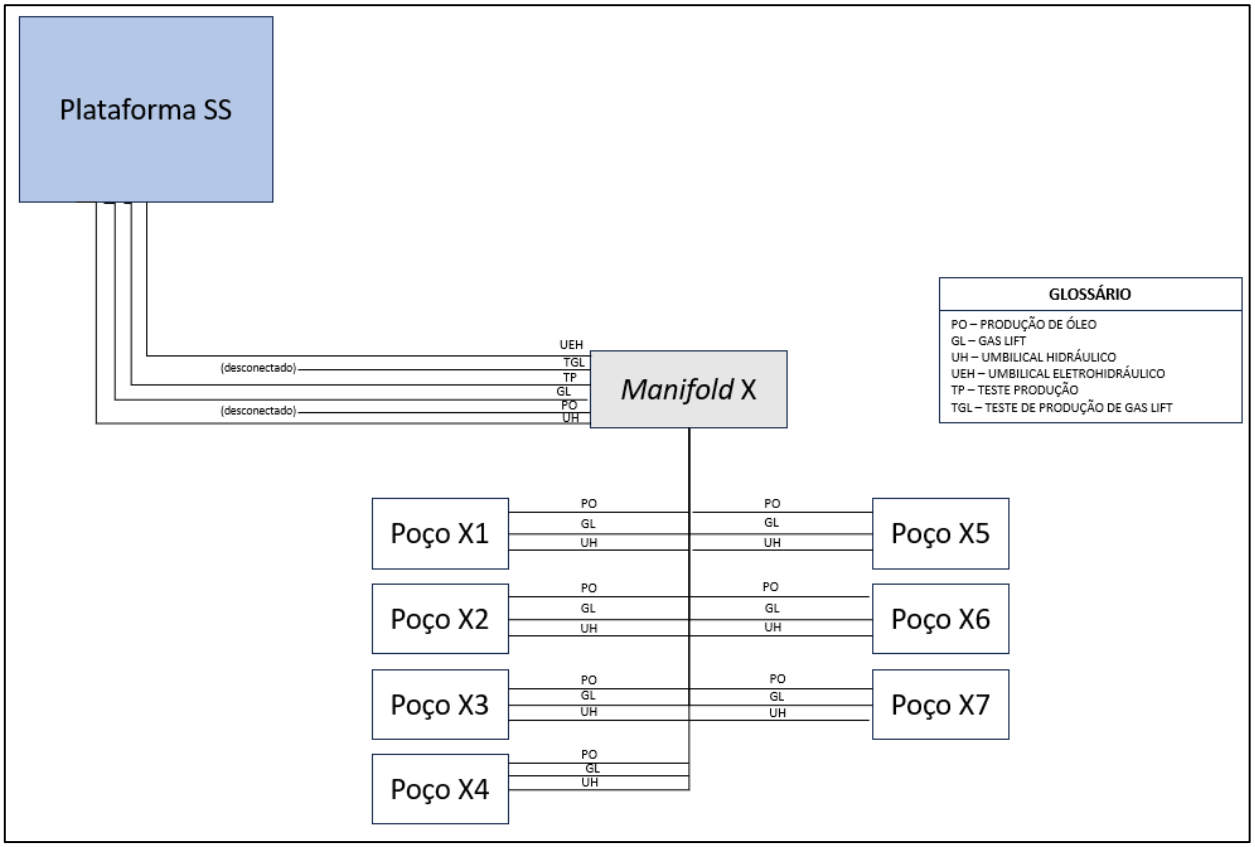
Embora o *manifold X* conte com dois umbilicais conectados à plataforma, não há instrumentação que viabilize a comunicação com ela. Sendo assim, não é possível executar manobras de válvulas a partir da plataforma, sendo necessário o uso de embarcação RSV para

esse fim. Além disso, não temos confirmação da estanqueidade das válvulas desse *manifold*. Esse sistema está fora de operação, sem previsão de retorno operacional.

O *manifold* X está equipado para receber oito poços, mas apenas sete poços produtores estão conectados. Em relação aos poços conectados, todos têm ANM instalada em lâmina de água entre 500 e 650 metros, sendo que cinco estão abandonados temporariamente (X-1, X-2, X-3, X-4 e X-5) e dois estão abandonados permanentemente (X-6 e X-7).

Para facilitar o entendimento desse estudo de caso, é apresentado na Figura 1 o esquemático submarino do *manifold* X.

**Figura 1** – Esquemático submarino do *manifold* X com a plataforma e os poços interligados.




**Fonte:** Próprio autor, 2026.

No *manifold* X, as intervenções em todos os cinco poços abandonados temporariamente são atividades predecessoras para saída da plataforma. Isto é, faz-se necessário executar o abandono desses poços antes da desconexão deles, consequentemente, antes do *pull out* dos *risers* do *manifold*.

Em relação aos dois poços já abandonados permanentemente, faz-se necessário executar a limpeza dos seus respectivos dutos com sonda previamente à desconexão e, consequentemente, antes do *pull out* dos *risers* do *manifold*.

Os dutos desconectados da plataforma, mais ainda conectados ao *manifold* X, estão tamponados na sua extremidade e não estão limpos.

### 3.3.2 Avaliação de alternativas

A estratégia de limpeza e condicionamento dos dutos dos poços interligados ao *manifold* X foi baseada nas seguintes premissas:

a) Falta de comunicação e instrumentação operacional do *manifold*, não permitindo manobra de válvulas do *manifold* e teste dos poços;
b) Inviabilidade de circulação de fluidos a partir da plataforma;
c) Redução de riscos de impactos ambientais e de contaminação de dutos já limpos por outros dutos que ainda não passaram por processo de limpeza;
d) Todos os dutos de coleta (Produção de Óleo e de *Gas Lift*, incluindo o *riser*) dos poços interligados ao *manifold* serão limpos, antes da desconexão deles.

Foram avaliadas as alternativas de condicionamento de dutos de poços interligados ao *manifold* X com grupo multidisciplinar de profissionais. As alternativas avaliadas foram:

a) Instalar uma nova linha flexível (de *Gas Lift* ou de produção) para permitir a circulação de fluidos a partir da plataforma, com utilização de comandos elétricos/hidráulicos via *Subsea Equipment Support Vessel* (SESV);
b) Fazer dissociação de hidrato do duto de Teste de Produção pela plataforma;
c) Realizar limpeza de dutos com circulação de fluidos da sonda para plataforma;
d) Realizar limpeza de dutos com circulação de fluidos de sonda para sonda;
e) Realizar limpeza de dutos via *bullhead,* por meio de duto flexível disponível.

Considerando as condições de integridade conhecidas e os recursos disponíveis, foram recomendadas as alternativas “b”, c” e “e”, isto é, realizar a dissociação de hidrato do duto de Teste de Produção pela plataforma, seguida da limpeza dos dutos dos poços, com circulação de fluidos da sonda para plataforma.

Considerando que esse *manifold* não conta com comunicação com a plataforma e, consequentemente, não há informação sobre estanqueidade das válvulas, faz-se necessária a limpeza e desconexão dos dutos de cada poço separadamente, de forma a evitar o risco de recontaminação dos dutos.

### 3.3.3 Estratégia de Agrupamento

Inicialmente, serão executadas as seguintes atividades preliminares para condicionamento do sistema submarino do *manifold* X:

a) Desconexão do duto de GL que conecta o *manifold* à plataforma. Não há certeza de que esse duto continua limpo, devido à falta de teste de estanqueidade da válvula no *manifold*;
b) Tamponamento no MCV do duto acima de *Gas Lift* (Módulo de Conexão Vertical), ao lado do *manifold*;
c) Realização de teste de válvulas do *manifold* para reduzir as incertezas quanto à abertura e fechamento das válvulas;
d) Quebra de hidrato do duto de Teste de Produção que conecta o *manifold* à plataforma na primeira operação de limpeza de dutos, a partir da sonda. Uma vez desobstruído, esse duto será utilizado para enviar à plataforma o fluido de limpeza dos demais dutos conectados ao *manifold*.

Ressalta-se que todas as atividades acima (exceto "d") devem ser executadas, antes de qualquer operação de pressurização desse *manifold*, conforme recomendação de Análise Preliminar de Risco.

Após a execução das atividades preliminares, será iniciada a execução das atividades agrupadas para este sistema. Tal agrupamento contempla sete intervenções sequenciais com emprego de uma única sonda de Posicionamento Dinâmico Classe 2 que:

a) para os cinco poços abandonados temporariamente, a sonda fará o abandono permanente seguido da limpeza de dutos (extra-abandono) dos poços;
b) para os dois poços que já estão abandonados permanentemente, a sonda somente executará a limpeza dos dutos.

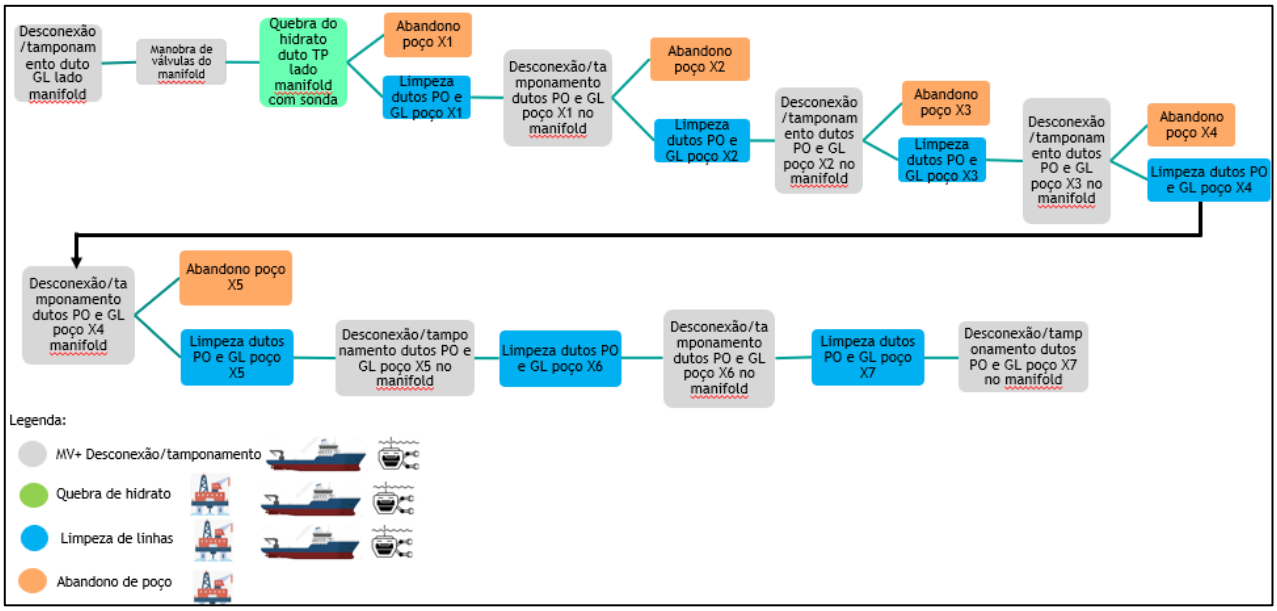
Vale notar que a sonda vai circular Nitrogênio ($N_2$) e água do mar da sonda para o poço, do poço para *manifold* e do *manifold* para plataforma Semissubmersível (por meio do duto de Teste de Produção) para limpeza completa dos dutos.

Depois da conclusão da limpeza dos dutos e a emissão de Certificado de Liberação de Linha, a embarcação RSV executará as desconexões desses dutos dos poços no lado *manifold*, deixando as extremidades dos dutos abertos para o mar e os Módulo de Conexão Vertical (MCVs) do *manifold* tamponados. Dessa maneira, reduzimos o risco de nova contaminação dos dutos, quando for realizar a limpeza dos dutos dos outros poços.

A Figura 2 apresenta uma estratégia planejada para *manifold* X, a qual consiste no emprego de sonda equipada para aquele tipo de conjunto ANM, vazão de limpeza e lâmina de água, com

a finalidade de agrupar as atividades de abandono de poços com limpeza de dutos. Além disso, as atividades de desconexões de dutos no *manifold* estariam agrupadas assim que os dutos dos poços estivessem limpos, com uso de embarcação RSV equipada com materiais (ex.: campânula, flanges cegos e cabeça de tração). O sequenciamento depende dos procedimentos de limpeza elaborados para cada poço, do cronograma de sondas programado para intervenção no poço, da condição de integridade do sistema submarino e da condição de manuseio de válvulas e estanqueidade dos módulos Subsea Control Module (SCM) do *manifold*.

**Figura 2** – Estratégia de agrupamento no *manifold* X.




**Fonte:** Próprio autor, 2025.

Esse planejamento visa a agrupar as programações de RSV e a sonda para evitar ociosidade desses recursos.

É previsto uma janela temporal entre cada operação de limpeza do poço com sonda, de forma que a embarcação RSV tenha tempo para executar as desconexões dos dutos do *manifold* e os tamponamentos do lado do *manifold*.

O ganho operacional dessa estratégia de agrupamento do *manifold* X será conhecido, quando forem executadas as atividades planejadas na Figura 4.

## 3.4 Estudo de caso do *Manifold* Y

### 3.4.1 Escopo do Sistema Submarino

Esse *manifold* está interligado a um FPSO por apenas dois *risers. O*s dutos Produção de Óleo, *Gas Lift* e teste de *Gas Lift* já foram desconectados da plataforma, permanecendo conectados ao *manifold* com as *flowlines* abandonadas temporariamente no leito marinho.

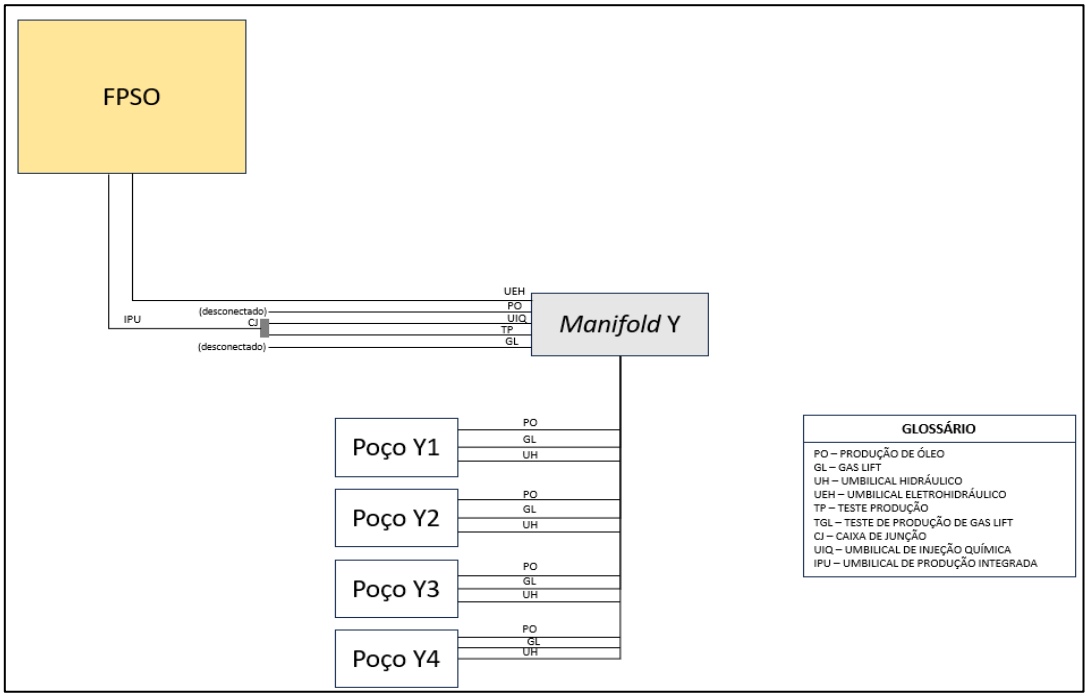
Os dois *risers* conectados à plataforma são um umbilical e um Teste de Produção. Considerando não ser possível utilizar o umbilical para fazer a circulação de fluidos para limpeza do sistema, não há viabilidade de realizar qualquer tipo de circulação de fluido apenas pela plataforma. Dessa maneira, apenas o *riser* de Teste de Produção pode ser utilizado para receber fluido que porventura a sonda possa bombear para o FPSO.

O umbilical existente tem comunicação com *manifold* Y, permitindo manobra de válvulas pela plataforma, mas tem um histórico de perda de instrumentação com poços.

Esse sistema submarino está fora de operação e não tem previsão de retorno operacional.

O *manifold* Y está equipado para receber a produção de oito poços, mas apenas quatro poços produtores estão conectados. Em relação aos poços conectados, todos têm ANM instalada em profundidade de lâmina de água entre 300 e 400 metros, e estão abandonados temporariamente com monitoramento.

**Figura 3** – Esquemático submarino do *manifold* Y com a plataforma e os poços interligados.




**Fonte:** Próprio autor, 2026.

Para facilitar o entendimento desse estudo de caso, é apresentado, na Figura 3, o esquemático submarino do *manifold* Y.

No *manifold* Y, as intervenções em todos os quatro poços abandonados temporariamente são atividades predecessoras para saída da plataforma. Isto é, faz-se necessário executar o abandono desses poços antes da desconexão deles, consequentemente, antes do *pull out* dos *risers*.

Os dutos desconectados da plataforma, mais ainda conectados ao *manifold* Y, estão com a cabeça de tração ou flange cego instalado na sua extremidade e precisam ser limpos.

### 3.4.2 Avaliação de alternativas

A estratégia de limpeza e condicionamento dos dutos dos poços interligados ao *manifold* Y foi baseada nas seguintes premissas:

a) Existência de instrumentação operacional no *manifold*, permitindo manobra de válvulas e identificação de existência de fluxo de fluido por meio dos circuitos de interesse;
b) Inviabilidade de circulação de fluidos a partir da plataforma;
c) Redução de riscos de impactos ambientais e de contaminação de dutos já limpos por outros dutos que ainda não passaram por processo de limpeza;
d) Todos os dutos de coleta (Produção de Óleo e de *Gas Lift*, incluindo o *riser*) dos poços interligados ao *manifold* serão limpos, antes da desconexão deles.

Foram avaliadas as alternativas de condicionamento de dutos de poços interligados ao *manifold Y* com grupo multidisciplinar de profissionais. As alternativas avaliadas foram:

a) Instalar uma nova linha flexível (de *Gas Lift* ou de produção) para permitir a circulação de fluidos a partir da plataforma com a utilização de comandos elétricos/hidráulicos via *Subsea Equipment Support Vessel* (SESV);
b) Realizar limpeza de dutos com circulação de fluidos da sonda para plataforma;
c) Realizar limpeza de dutos com circulação de fluidos de sonda para sonda;
d) Realizar limpeza de dutos via *bullhead* por meio de duto flexível disponível.

Considerando as condições de integridade conhecidas e os recursos disponíveis, foi recomendada a alternativa “b” e “c”, isto é, realizar a limpeza dos dutos com circulação de fluidos a partir da sonda.

Como esse *manifold* possui comunicação com a plataforma e tem estanqueidade de suas válvulas, não é necessária a limpeza e desconexão dos dutos de cada poço separadamente. Logo, a limpeza de todo o sistema submarino será realizada pela conexão da sonda a um dos

poços interligado ao *manifold*. Isto é, por meio dessa conexão, será circulado fluido de limpeza pelas linhas de todos os poços desse *manifold*.

### 3.4.3 Estratégia de Agrupamento

A estratégia de agrupamento da atividade de limpeza de todo sistema do *manifold* Y confere redução do tempo de uso da sonda, pois: (i) uma única conexão permite a limpeza sequencial ou simultânea dos poços interligados; (ii) propicia menor necessidade de mobilização e/ou desmobilização de equipamentos; (iii) limpa todos os poços em uma única operação, minimizando a possibilidade de contaminação cruzada entre dutos limpos e não limpos, por eventual falta de estanqueidade de válvulas; e (iv) promove economias em custos operacionais e logísticos devido à concentração de atividades.

No planejamento da limpeza de todo o sistema por meio da conexão da sonda, a um dos poços interligado ao *manifold*, será circulado fluido pelas linhas de todos os poços desse sistema. Para tanto, serão controladas, via plataforma, as válvulas das Árvores de Natal Molhada dos poços e as válvulas do *manifold*. A partir dessa mesma conexão da sonda, são realizados os testes dos elementos que compõem os conjuntos solidários de barreiras de todos os poços desse sistema. Assim, é dispensada a necessidade de diversas visitas aos poços para realização de limpeza e teste de barreiras.

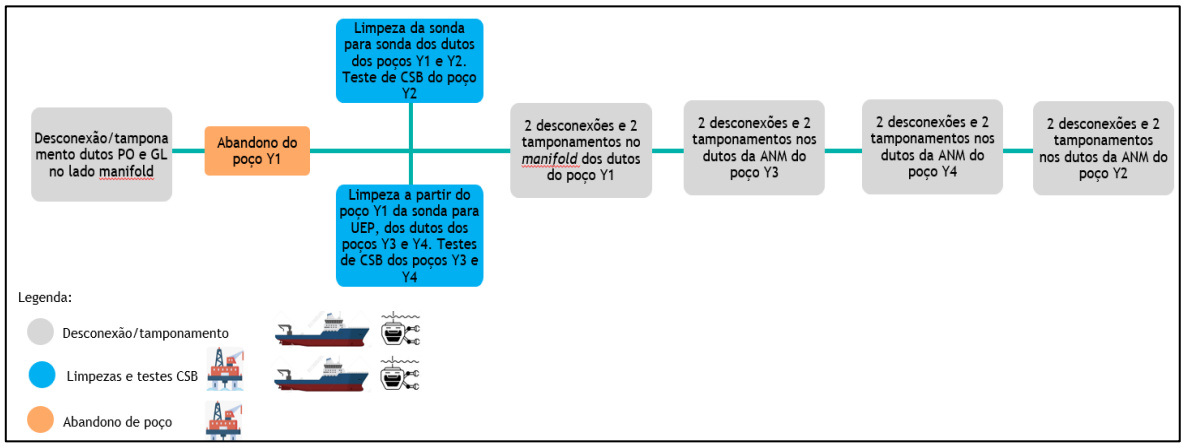
Diferentemente das condições do *manifold* X, o *manifold* Y possui instrumentação operacional. Isso é, há comunicação com a plataforma para identificar a estanqueidade de válvulas do *manifold*, de modo que seja possível garantir o bombeio de fluido de limpeza de forma serial nos poços pelo circuito de interesse.

Cabe salientar que o FPSO conectado a esse *manifold* não dispõe de sistema de bombeio de fluidos para realização das operações. Portanto, exige-se atividades logísticas e operacionais para recebimento de sistemas de bombeio de fluidos externos contratados, assim como o recebimento a bordo das equipes técnicas para operação dos sistemas.

A Figura 4 apresenta um esquemático da estratégia planejada para *manifold* Y, que consiste no emprego de sonda equipada para uma determinada ANM (poço Y1), vazão de limpeza e lâmina de água com a finalidade de agrupar as atividades de abandono de poço Y1, com a limpeza dos dutos dos poços a partir do poço abandonado, sem ter que limpar cada poço, como foi feito no *manifold* X. Além disso, as atividades de desconexões de dutos no *manifold* estariam agrupadas assim que os dutos tivessem limpos e poços testados com o uso de embarcação RSV equipada com materiais (ex.: campânula, flanges cegos e cabeça de tração). O sequenciamento aqui seria entre poços Y1 e Y2 e depois a partir do poço Y1 para os poços Y3 e Y4, baseado no procedimento de limpeza dessa estratégia, do cronograma de sondas programado para poço Y1, teste do CSB dos poços Y2, Y3 e Y4, da condição de integridade do

sistema submarino, da condição de comunicação para manuseio de válvulas e estanqueidade dos módulos Subsea Control Module (SCM) do *manifold*.

**Figura 4** – Estratégia de agrupamento no *manifold* Y.




**Fonte:** Próprio autor, 2025.

O ganho operacional dessa estratégia de agrupamento no *manifold* Y será conhecido quando forem executadas as atividades planejadas na Figura 4.

## 4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar um planejamento integrado, baseado na estratégia de agrupamento, aplicado a dois sistemas submarinos com *manifolds* (X e Y), visando a otimizar as atividades de abandono de poços com limpeza de dutos e a desconexões de linhas flexíveis. Esse objetivo foi atendido por meio da aplicação de uma metodologia estruturada, fundamentada na avaliação das condições de integridade, análises preliminares de risco, procedimentos de limpeza, pareceres técnicos, inspeções submarinas e prontidão de recursos (RSV, sonda e plataforma).

A partir da análise dos estudos de caso, verificou-se que a definição da estratégia de agrupamento está diretamente condicionada às restrições técnicas e operacionais identificadas durante o diagnóstico das instalações. No caso do *manifold* X, caracterizado pela ausência de comunicação/controle do *manifold* a partir da plataforma, pela incerteza quanto à estanqueidade das válvulas do *manifold* e por ter somente um *riser* para direcionar o fluido da limpeza, foi necessária a adoção de uma abordagem sequencial por poço, com foco na mitigação de riscos e na garantia da efetividade das operações. Em contrapartida, o *manifold* Y, que apresentava melhores condições de controle e integridade, possibilitou a implementação de uma estratégia integrada de limpeza e condicionamento do sistema, resultando em maior eficiência operacional.

Os resultados indicam que a estratégia de agrupamento contribuiu para a redução da necessidade de mobilizações repetidas de sondas e embarcações RSV, para a otimização do uso de recursos críticos e para a mitigação do risco de recontaminação dos dutos, além de favorecer a antecipação das atividades em relação ao agravamento das condições operacionais dos sistemas. Esses ganhos reforçam o potencial da abordagem para aplicação em projetos de descomissionamento com características semelhantes.

Observou-se, entretanto, que a efetividade do planejamento integrado está diretamente relacionada à confiabilidade das informações de integridade, da atuação multidisciplinar da equipe envolvida, à previsibilidade das atividades espelhadas nos cronogramas de mobilização de recursos, avaliação de riscos, prontidão de recursos/ferramentas e anuências prévias das operações. A ausência ou fragilidade desses fatores pode comprometer os benefícios esperados, resultando em reprogramações, aumento de custos e elevação dos riscos operacionais e ambientais.

Como principais pontos de atenção, destacam-se a dependência da estratégia em relação ao registro das condições de integridade das instalações, atendimento das recomendações de APR e pareceres, confiabilidade dos sistemas de instrumentação & controle e a capacidade das plataformas em receber os fluidos de limpeza. Tais aspectos devem ser continuamente monitorados ao longo da execução dos projetos de descomissionamento.

Recomenda-se, como trabalhos futuros, a ampliação da aplicação da metodologia para outros arranjos de sistemas submarinos, a incorporação de análises quantitativas de desempenho e custo-benefício e a avaliação da estratégia ao longo de diferentes fases do ciclo de vida dos campos. Esses estudos poderão contribuir para o aprimoramento dos critérios de decisão e para a consolidação de diretrizes técnicas aplicáveis ao descomissionamento *offshore* no Brasil.

Dessa forma, conclui-se que a estratégia de agrupamento, quando fundamentada em diagnóstico técnico consistente e planejamento integrado, constitui uma alternativa viável para aumentar a eficiência, a segurança operacional, otimização de recursos nas atividades de descomissionamento em sistemas submarinos com *manifolds*.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Resolução nº 817, de 24 de abril de 2020**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-817-de-24-de-abril-de-2020-254001378. Acesso em: 23 set. 2025.

NORTH SEA TRANSITION AUTHORITY. **Decommissioning Strategy**. United Kingdom, 2021. Disponível em: https://www.nstauthority.co.uk/media/7538/decommissioning-strategy-may-2021.pdf. Acesso em: 07 out. 2025.

OFFSHORE ENERGIES UK. **Decommissioning Insight 2023**. United Kingdom, 2023. Disponível em: https://oeuk.org.uk/product/decommissioning-insight-2023/. Acesso em: 07 out. 2025.