

## II.6.5 Impactos cumulativos e sinérgicos sobre os bancos de corais de águas profundas

A partir das interferências identificadas no II.2.5 e da Avaliação de Impactos realizada no item II.6, apresentamos a seguir a síntese dos impactos previstos sobre os bancos de coral de água profunda, considerando a cumulatividade e sinergia das atividades previstas para a instalação dos novos sistemas de produção e desativação dos sistemas existentes.

As alternativas locacionais\tecnológicas, bem como as opções de desativação, foram comparadas considerando a menor incidência de impactos sobre os bancos de corais de águas profundas e a garantia de maior buffer entre as estruturas submarinas e os bancos de corais.

### II.6.5.1. Caracterização geral dos bancos de corais atualmente afetados pelas instalações existentes e situados no local das futuras instalações do campo de marlim

Quando avaliada a sobreposição de alvos refletivos (dados indiretos) e o conjunto de linhas flexíveis e rígidas atualmente instaladas e vinculadas ao conjunto de 9 plataformas (P-18, P-19, P-20, P-26, P-32, P-33, P-35, P-37 e P-47) de Marlim e Voador, além dos sistemas submarinos remanescentes da P-27, foi possível constatar a ocorrência possível interferência em cerca de 1.400 alvos. Este número representa 4,98 % do número total de alvos refletivos identificados em Marlim e Voador, o que equivale a uma área impactada estimada de 151.967 m<sup>2</sup>, que representa 0,37% da soma da área de todos os alvos refletivos existentes nestes campos. Importante destacar que a implantação destes empreendimentos em Marlim e Voador, foi marcada pela associação entre o desconhecimento sobre ecossistemas de corais de águas profundas e o início da exploração offshore no Brasil na década de 70 realizado com tecnologias limitadas de imageamento da superfície do fundo marinho não permitindo identificar estas feições para que a minimização ou mitigação dos impactos do assentamento de dutos fosse possível. Dos cerca de 1.400 alvos refletivos atualmente impactados pelo contato

com linhas e dutos já instalados, apenas 6 deles serão possivelmente re-impactados pelo lançamento das linhas do sistema de coleta do FPSO-1 e do FPSO-2, pois encontram-se no corredor de 20 m estabelecido pelo projeto. Estes 6 alvos foram confirmados como bancos de coral através de inspeções com ROV, sendo que nenhum deles é caracterizado como do tipo recife. Diante deste cenário, evidencia-se potencial efeito de sinergia e cumulatividade em decorrência da possibilidade de reincidência dos impactos sobre estes bancos de corais devido a instalação de linhas novas dos poços da Revitalização dos Campos de Marlim e Voador e de potencialização dos efeitos sobre os mesmos bancos de corais pelo recolhimento das linhas antigas dos sistemas submarinos já instalados.

Como o projeto prevê um corredor de lançamento de linhas de 20 metros (10 metros para cada lado da diretriz de lançamento da linha), não necessariamente haverá o toque nos 6 bancos identificados, ainda que conservadoramente esta possibilidade esteja sendo considerada para fins de avaliação dos impactos ambientais. Neste cenário, onde pode não ocorrer novos toques nas formações coralíneas, e estando as mesmas situadas à uma distância superior a 1 metro da linha assentada, não há previsão de impactos futuros decorrentes do recolhimento das linhas relacionadas ao Módulo I e II apresentados neste projeto, já que o corredor passível de ser impactado durante o recolhimento corresponde a 2 metros (1 metro para cada lado da diretriz da linha). Entretanto, caso as linhas do Módulo I e II venham efetivamente a atingir os bancos de coral existentes nos corredores atuais de projeto, deve-se considerar que no momento do recolhimento destas linhas para fins de descomissionamento, a área de assentamento e de recolhimento, estimadas em aproximadamente dois metros, serão novamente afetadas.

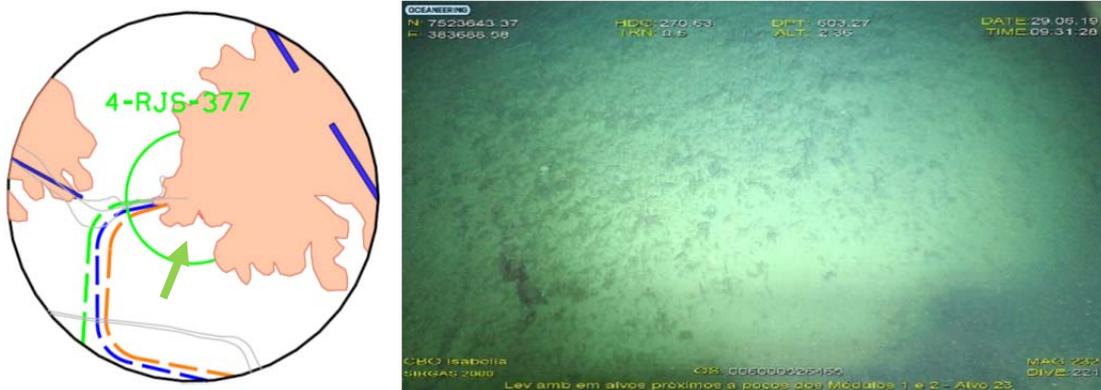
Além dos aspectos operacionais e ambientais, as variáveis tempo e espaço são muito importantes para a definição de impactos cumulativos/sinérgicos. Em relação ao espaço, os bancos de corais passíveis de serem afetados foram assim discriminados:

## i) Bancos próximos do FPSO-1

## Interligação ao poço 4-RJS-377

## Banco de coral número 1 (Figura II.6.5.1-1)

Trata-se de um banco de coral confirmado, constituído por esqueletos de corais formadores de banco de pequeno porte, localizado em LDA de 604 metros de profundidade, com 29.533 m<sup>2</sup> de área total, próximo da área investigada durante a caracterização ambiental do Campo denominada como Área B e cuja fração impactada acumulada (área impactada atual e futura) deverá representar 1,42% da área total do banco. Dentre os nove bancos encontrados nos corredores do arranjo atual, foram encontradas colônias de três espécies de corais formadores vivas (Anexo II.2.5-1). De acordo com a metodologia proposta no Anexo II.2.5-1, este banco foi classificado como representante do quadrante 1 (Q1) que inclui bancos grandes (> 250 m<sup>2</sup>), relativamente mais preservados e que representam reservas genéticas para fins de recuperação desse tipo de ecossistema tanto de forma local quanto nas adjacências



**Figura II.6.5.1-1** - Desenho esquemático e imagem submarina do banco de coral número 1 (seta verde), próximo do poço 4-RJS-377.

Este banco encontra-se efetivamente impactado pelas linhas de *gás lift* e de produção de óleo, que se encontram temporariamente abandonadas e que interligavam o poço produtor 4-RJS-377 a P-27, unidade que foi descomissionada em 2014. Neste banco, foram identificadas marcas de trincheira oriundas de dutos anteriormente removidos e de contato de sucatas, tendo sido estimada uma área de 30,8 m<sup>2</sup> já impactada. Este mesmo poço será interligado ao FPSO-1 da Revitalização de Marlim, com sobreposição do trecho de linhas próximo da cabeça do poço. Como trata-se de um poço perfurado no perímetro do banco n° 1, qualquer operação envolvendo o recolhimento das linhas antigas e o lançamento das linhas novas invariavelmente reimpactarão este banco, estimando-se, portanto, uma área de impacto acumulado equivalente a 410,51 m<sup>2</sup> (1,42% do banco). Cabe ressaltar que este grande aumento é decorrente da previsão do corredor de 20 m para todas as linhas de projeto (devido à imprecisão intrínseca ao lançamento), no entanto, infere-se que o impacto será menor após o assentamento, podendo este corredor ser efetivamente de 2 m.

#### Interligação ao poço 8-MRL-112

#### Banco de coral número 8 (Figura II.6.5.1-2)

Trata-se de um banco de coral confirmado, constituído por esqueletos de corais formadores de banco de pequeno porte, localizado em LDA de 808 metros de profundidade, com 26.071,6 m<sup>2</sup> de área total, próximo da área investigada durante a caracterização ambiental do Campo denominada como Área C e cuja fração impactada acumulada (área impactada atual e futura) deverá representar 1,74% da área total do banco. Dentre os nove bancos encontrados nos corredores do arranjo atual (Anexo II.2.5-1), foi considerado o banco com maior riqueza de táxons (morfotipos). De acordo com a metodologia proposta no Anexo II.2.5-1, este banco situado no quadrante 1 (Q1) que inclui bancos grandes (> 250 m<sup>2</sup>), relativamente mais preservados e que representam reservas genéticas para fins de recuperação desse tipo de ecossistema tanto de forma local quanto nas adjacências.



**Figura II.6.5.1-2** - Desenho esquemático e imagem submarina do banco de coral número 8, próximo do poço 7-MRL-112.

Este banco encontra-se próximo ao *bundle* das linhas do poço produtor 7-MRL-112 o qual encontra-se interligado a P-19, unidade que possui previsão de descomissionamento para julho de 2025. Neste banco, foram identificadas marcas de trincheira oriundas de dutos já removidos, tendo sido estimada uma área de 273,09 m<sup>2</sup> já impactada. Este mesmo poço será interligado ao FPSO-1 da Revitalização de Marlim, com sobreposição do trecho de linhas próximo da cabeça do poço. Como trata-se de um poço perfurado no perímetro do banco n° 8, qualquer operação envolvendo o recolhimento das linhas antigas e o lançamento das linhas novas invariavelmente reimpactarão este banco, estimando-se, portanto, uma área de impacto acumulado equivalente a 453,64 m<sup>2</sup> (1,74% do banco). Cabe ressaltar que este grande aumento é decorrente da previsão do corredor de 20m para todas as linhas de projeto (devido à imprecisão intrínseca ao lançamento), no entanto, infere-se que o impacto será menor após o assentamento, podendo este corredor ser efetivamente de 2m.

## Interligação ao poço 8-MRL-122 (relação com dois bancos de coral)

### Banco de coral número 5 (Figura II.6.5.1-3)

Trata-se de um banco de coral confirmado, constituído por esqueletos de corais formadores de banco de pequeno porte, localizado em LDA de 833 metros de profundidade, com 48,3 m<sup>2</sup> de área total, próximo da área investigada durante a caracterização ambiental do Campo denominada como Área F e cuja fração impactada acumulada (área impactada atual e futura) deverá representar 51,96 % da área total do banco. De acordo com a metodologia proposta no Anexo II.2.5-1, este banco é classificado no quadrante 4 (Q4) que inclui bancos pequenos (< 250 m<sup>2</sup>), com menor número de espécies e de interconexões interespecíficas, e, portanto, com menor resiliência esperada. Devido ao grau de perturbação atual (39% da área encontra-se impactada) quando comparado com os bancos de corais dos demais quadrantes, este banco específico poderia ser desconsiderado como de menor importância relativa, sendo conseqüentemente, menos crítico o lançamento e/ou recolhimento de linhas sobre ele.



**Figura II.6.5.1-3** - Desenho esquemático e imagem submarina do banco de coral número 5 (seta verde), próximo do poço 8-MRL-122.

Este banco encontra-se efetivamente impactado pela linha de injeção do poço 8-MRL-122HP, que se encontra interligado a P-35, Unidade com previsão de descomissionamento para junho de 2026. Há também a linha umbilical do mesmo poço posicionada a uma distância de um metro do mesmo banco, sendo considerado, portanto, a possibilidade de impacto no caso da retirada desta linha de controle. Neste banco, foram identificados trechos de soterramento dos dutos acima mencionados, tendo sido estimada uma área de 18,87 m<sup>2</sup> efetivamente impactada. Este mesmo poço será interligado ao FPSO-1 da Revitalização de Marlim, e suas linhas estão distantes o equivalente a 7 metros do banco, devendo, portanto, ser considerada a possibilidade de impacto no caso de lançamento do *bundle*. Como trata-se de um banco já impactado, com possibilidade de novo impacto pelo lançamento das linhas deste projeto, qualquer operação envolvendo o recolhimento das linhas antigas e o lançamento das linhas novas invariavelmente reimpactarão este banco, se considerado o corredor de 20 m desse lançamento, estimando-se, portanto, uma área de impacto acumulado equivalente a 25,09 m<sup>2</sup> (52% do banco).

#### Banco de coral número 4 (Figura II.6.5.1-4)

Trata-se de um banco de coral confirmado, constituído por esqueletos de corais formadores de banco de pequeno porte, localizado em LDA de 832 metros de profundidade, com 256,2 m<sup>2</sup> de área total, próximo da área investigada durante a caracterização ambiental do Campo denominada como Área F e cuja fração impactada acumulada (área impactada atual e futura) deverá representar 29,98 % da área total do banco. De acordo com a metodologia proposta no Anexo II.2.5-1, este banco classifica-se no quadrante 2 (Q2) que inclui bancos grandes (> 250 m<sup>2</sup>), assim como os bancos do Q1, mas que possuem mais de 8% de sua área impactada, desta forma, representam bancos com reservas genéticas consideráveis para fins de recuperação desse tipo de ecossistema e a prevenção de novos impactos significará permitir manter a sua capacidade reprodutiva e permitir sua recuperação, mesmo que de forma lenta.



## ii) Bancos próximos ao FPSO-2

## Interligação ao poço 7-MRL-141

## Banco de coral número 6 (Figura II.6.5.1-5)

Trata-se de um banco de coral confirmado, constituído por esqueletos de corais formadores de banco de pequeno porte, localizado em LDA de 862 metros de profundidade, com 872,9 m<sup>2</sup> de área total, próximo da área investigada durante a caracterização ambiental do Campo denominada como Área G e cuja fração impactada acumulada (área impactada atual e futura) deverá representar 77,96 % da área total do banco. Foi um dos bancos com maior riqueza de octocorais. De acordo com a metodologia proposta no Anexo II.2.5-1, este banco situado no quadrante 2 (Q2) que inclui bancos grandes (> 250 m<sup>2</sup>), assim como os bancos do Q1, representam reservas genéticas consideráveis para fins de recuperação desse tipo de ecossistema. Entretanto, os bancos do Q2 possuem mais de 8% de sua área impactada, mas ainda assim, a prevenção de novos impactos significará permitir manter a sua capacidade reprodutiva e permitir sua recuperação, mesmo que de forma lenta.



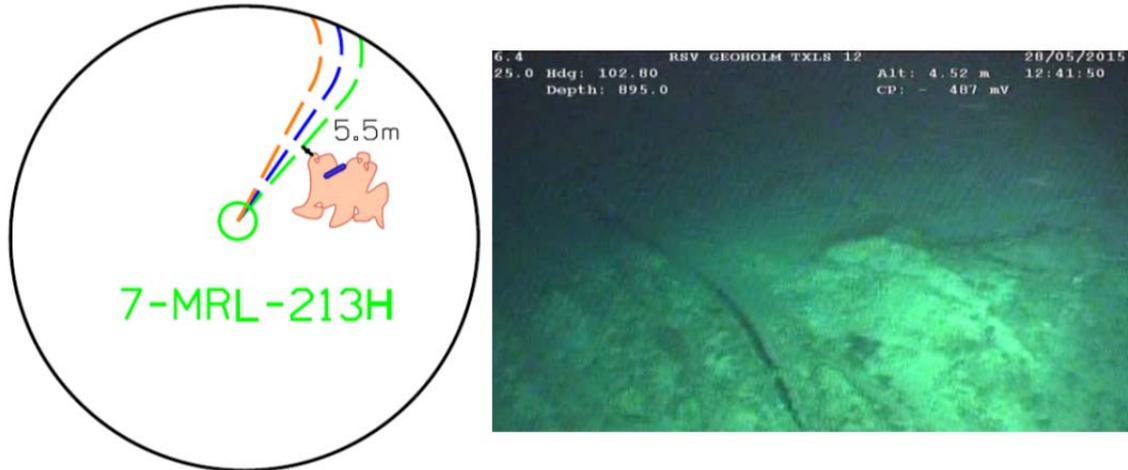
**Figura II.6.5.1-5** - Desenho esquemático e imagem submarina do banco de coral número 6 (seta verde), próximo do poço 7-MRL-141.

Este banco encontra-se efetivamente impactado por duas linhas (UEH e GL) do poço 7-MRL-141HP o qual encontra-se interligado a P-37, Unidade que possui previsão de descomissionamento para julho de 2021. Os dutos estão em contato com o banco em questão, tendo sido identificada uma área já impactada de 58,68 m<sup>2</sup>. Há previsão de assentamento de duas linhas do novo projeto sobre este banco, uma de serviço e outra umbilical. Como trata-se de um banco já impactado pelo lançamento de linhas da P-37, qualquer operação envolvendo o recolhimento das linhas antigas e o lançamento das linhas novas invariavelmente reimpactarão este banco, estimando-se, portanto, uma área de impacto acumulado equivalente a 680,51 m<sup>2</sup> (78% do banco). Os dutos novos serão lançados na diretriz próxima aos dutos existentes, de modo a minimizar impactos em novas áreas do banco. Cabe ressaltar que este aumento de área impactada é decorrente da previsão do corredor de 20 m para todas as linhas de projeto (devido à imprecisão intrínseca ao lançamento), no entanto, infere-se que o impacto será menor após o assentamento, podendo este corredor ser efetivamente de 2m.

### Interligação ao poço MRL-213

#### Banco de coral número 9 (Figura II.6.5.1-6)

Trata-se de um banco de coral confirmado, constituído por esqueletos de corais formadores de banco de pequeno porte, localizado em LDA de 900 metros de profundidade, com 762,8 m<sup>2</sup> de área total, próximo da área investigada durante a caracterização ambiental do Campo denominada como Área G e cuja fração impactada acumulada (área impactada atual e futura) deverá representar 1,39 % da área total do banco. De acordo com a metodologia proposta no Anexo II.2.5-1, este banco foi classificado no quadrante 1 (Q1) que inclui bancos grandes (> 250 m<sup>2</sup>), relativamente mais preservados e que representam reservas genéticas para fins de recuperação desse tipo de ecossistema tanto de forma local quanto nas adjacências.



**Figura II.6.5.1-6** - Desenho esquemático e imagem submarina do banco de coral número 9, próximo do poço 7-MRL-213

Não foi possível avaliar visualmente com ROV todos os impactos no Banco de Coral 09, devido à análise ter sido feita a partir de vídeo recuperados de inspeções rotineiras, o que limita a área investigada, motivo pelo qual a área impactada foi estimada de forma indireta (geoprocessamento). Este banco encontra-se efetivamente impactado pelo contato com a linha de produção do poço 7-MRL-213H o qual encontra-se interligado a P-37, Unidade que possui previsão de descomissionamento para julho de 2021. Foi estimada uma área de 10,57 m<sup>2</sup> já impactada. Há previsão de assentamento do *bundle* em distância inferior a 10 metros deste banco, motivo pelo qual considera-se que o mesmo poderá ser afetado, embora pouco provável. Como trata-se de um banco já afetado pelo lançamento de linhas da P-37, com previsão de novo impacto pelo lançamento das linhas novas (considerando o corredor de 20m), qualquer operação envolvendo o recolhimento das linhas antigas e o lançamento das linhas novas invariavelmente reimpactarão este banco, estimando-se, portanto, uma área de impacto acumulado equivalente a 10,60 m<sup>2</sup>.

## II.6.5.2. Síntese dos impactos previstos sobre os bancos de coral de águas profundas

A partir das inspeções submarinas realizadas com ROV nos 9 bancos que seriam potencialmente afetados pela Revitalização, foi possível constatar a ocorrência de impactos prévios na forma de choque mecânico (impactos físicos), os quais foram discriminados nos tipos: contato (equipamento pousado sem que haja enterramento), trincheira (equipamento pousado com enterramento parcial no banco) e soterramento (duto está totalmente enterrado). Não foram observadas marcas de arrasto (deslocamento horizontal) e depressão (marcas profundas, isoladas, normalmente associadas às âncoras). Desta forma, os tipos de impactos identificados estão relacionados diretamente aos lançamentos realizados sobre tais formações coralíneas em um período onde o desconhecimento sobre a existência dos bancos de coral profundos associado a precariedade das ferramentas de avaliação remota do fundo marinho não permitiu identificar estas feições de forma a possibilitar a minimização ou mitigação dos impactos do assentamento de dutos.

Cinco dos seis bancos já impactados (bancos 1, 4, 6, 8 e 9) são considerados grandes e apresentam uma área total de 57.500 m<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 1.600 m<sup>2</sup> poderiam ser novamente impactados, o que equivale a 2,8% destes. Apenas um destes (banco 5) foi considerado pequeno, com uma área potencialmente impactada de 25 m<sup>2</sup>, frente a uma área total de 48 m<sup>2</sup>, o que equivale a 52% de sua área como passível de ser impactada novamente. Importante ressaltar que esta área de impacto potencial poderá ser menor, caso as linhas da Revitalização que serão lançadas nos corredores de 20 metros próximo dos bancos 4, 5 e 9 não confirmem o toque, que foi previsto de forma conservadora.

Os impactos efetivos identificados estiveram todos associados à danos físicos relacionados ao contato ou choque mecânico durante o assentamento das linhas junto ao fundo durante a fase de instalação ou quando do recolhimento das linhas antigas ou novas, quando da desativação. Da mesma forma, foram considerados os impactos relacionados a deposição de sedimento ressuspendido devido ao assentamento ou recolhimento das linhas, respectivamente durante as fases de instalação e desinstalação dos sistemas submarinos.

Conforme descrito na avaliação de impactos ambientais, os efeitos mecânicos previstos incluem a fragmentação de parte das colônias ou mesmo o esmagamento de parte da formação coralínea, assim como descrito por Bryant *et al* (1998) e Ferrigno *et al* (2016). Uma vez sujeitos ao impacto físico do assentamento ou recolhimento/movimentação de linhas, espera-se que a maior parte das formações coralíneas iniciem um processo de regeneração, considerada na literatura científica pelo termo “resiliência”, a qual é entendida como a capacidade de um ecossistema de corais resistir e se recuperar de uma degradação e manter o provimento de bens e serviços ambientais para o meio (Mumby *et al.*, 2007). A capacidade de resiliência varia em função do tipo, magnitude, duração e extensão espacial dos impactos aos corais, além de fatores bióticos como composição de espécies, sensibilidade individual de cada espécie e nível de degradação do sistema antes da ocorrência de novos impactos, os quais podem induzir a efeitos cumulativos e sinérgicos. A forma mais objetiva e lógica de favorecer a regeneração natural é fazer cessar a(s) causa(s) do(s) impacto(s). Enquanto os agentes estressores não forem eliminados ou ao menos significativamente reduzidos, ecossistemas de corais sob a influência de distúrbios cíclicos ou repetitivos não irão se regenerar naturalmente e tornarão qualquer esforço inócuo (Aronson e Precht, 2006).

De forma geral, os impactos decorrentes do choque mecânico foram classificados como negativo, direto, imediato em relação ao tempo de incidência, com abrangência espacial local, com efeitos de longa duração, permanentes, reversíveis, cumulativos e sinérgicos, intermitentes e de média magnitude. A sensibilidade que foi aplicada aos bancos de corais na matriz de avaliação de impacto (AIA) variou entre média (bancos de corais do quadrante IV) e alta (bancos de corais dos quadrantes I, II e III), em decorrência dos critérios aplicados. Por este motivo, a importância dos impactos na AIA variou entre média e grande, respectivamente. Em virtude do local previsto para incidência dos impactos, não foram identificados possíveis efeitos sobre Unidades de Conservação.

Importante registrar que não foram previstas operações de calçamento, estaqueamento, dragagem ou jateamento de fundo para fins de lançamento ou recolhimento das linhas sobre formações coralíneas, motivo pelo qual os impactos previstos no lançamento foram similares àqueles previstos no recolhimento, exceto para a definição dos corredores afetados, maiores (20 metros) para a fase de instalação e menores (2 metros) para a fase de recolhimento. Esta diferença surge, principalmente, em função do maior controle posicional do duto durante uma operação de recolhimento, em contraste à relativa imprecisão prevista no lançamento.

Em relação a ressuspensão de sedimentos durante as operações previstas e consequente aumento da turbidez na água junto ao fundo marinho, espera-se que os possíveis efeitos estejam relacionados com recobrimento dos corais por um reduzido filme de sedimento. Experimentos realizados em laboratório para testar o efeito da exposição de sedimento em uma espécie de coral profundo do gênero *Lophelia* demonstraram uma taxa de sobrevivência superior a 50% após duas semanas de exposição a uma concentração de aproximadamente 100 mg/L de sedimento ressuspendido. Entretanto, embora *Lophelia* possa tolerar claramente condições severas de sedimentação, a mortalidade aumenta rapidamente com maiores cargas de sedimento (MMS-044, 2006).

Espera-se que a ressuspensão de sedimentos durante o lançamento e recolhimento de linhas/equipamentos, produza efeitos localizados e similares entre as fases de instalação e desativação. Sobre estes efeitos, a PETROBRAS já realizou o monitoramento ambiental dos possíveis impactos sobre formações coralíneas durante o lançamento dos dutos do Sistema de Produção e Escoamento de Gás Natural e Condensado no Campo de Mexilhão, Bacia de Santos (PETROBRAS, 2010). As campanhas incluíram o monitoramento de 19 formações coralíneas onde espécimes de corais formadores ou octocorais foram selecionadas como sentinelas. Os resultados apresentados mostraram que os sentinelas avaliados não apresentaram sinais visuais indicativos de alterações morfológicas ou indícios de deposição de sedimento após a instalação, sendo avaliado que o lançamento do gasoduto não teve influência (direta ou indireta) sobre as colônias monitoradas. Segundo as observações realizadas neste projeto de monitoramento, foi constatado que a ressuspensão de sedimentos causada pelo ROV durante a aproximação do fundo para fins de obtenção das imagens para a campanha de monitoramento pode ser maior que aquela causada pelo lançamento de dutos propriamente dito.

Resultados semelhantes foram observados em projetos de monitoramento apresentados ao IBAMA em processos anteriores (por exemplo, PMAs dos gasodutos Sul-Capixaba, P-62, Cernambi-Cabiúnas, Franco-Maricá e Arranjo submarino da P-63), não tendo sido evidenciados efeitos da suspensão sobre os espécimes definidos como sentinelas.

No caso específico das formações coralíneas encontradas no local da instalação das linhas novas e da desinstalação das linhas antigas ao redor dos arranjos do Módulo I e II, a região é constituída por bancos grandes e pequenos com ou sem impactos preliminares, sendo esperado que as partículas em suspensão decorrentes de qualquer movimentação de linhas, sejam filtradas ativamente ou mesmo que se depositem sobre as formações coralíneas. Esta fina camada de sedimento tende a ser removida ativamente pelos próprios tentáculos dos pólipos (ação ciliar), os quais são aderidos ao muco produzido e liberados no meio (Risk e Edinger, 2018). Eventualmente, partículas em suspensão com material orgânico adsorvido e microrganismos que sejam filtrados, poderão ser

ingeridas por algumas espécies, já que os corais são organismos predominantemente filtradores que, especialmente em um ambiente oligotrófico, se aproveitam de todo recurso alimentar disponível (Risk e Edinger, 1994). Como tratam-se de espécies de águas profundas, azooxanteladas, não é esperado qualquer tipo de interferência em relação ao metabolismo energético fotossintetizante de microalgas associadas, típicas de corais de águas rasas.

Adicionalmente aos impactos físicos já descritos, a realização de cortes nas linhas a montante e a jusante dos cruzamentos ou sobreposições à bancos de corais onde se sugere a preservação (bancos dos quadrantes 1, 2 e 3), de forma a possibilitar o recolhimento dos trechos de linhas livres e não sobrepostos a bancos, poderá promover a liberação pontual de efluentes oleosos ou fluidos hidráulicos. No caso dos efluentes oleosos, não se prevê a realização de cortes de linhas que não tenham sido previamente lavadas, motivo pelo qual qualquer liberação deverá ser de água oleosa enquadrada com TOG inferior a 15 ppm, conforme previsto pela Nota Técnica CGPEG/DILIC/IBAMA nº 01/2011. Neste sentido, não são esperados efeitos sinérgicos ou mesmo cumulativos sobre formações coralíneas localizadas próximas das linhas cortadas. No caso dos fluidos hidráulicos provenientes de linhas umbilicais, ainda que as mesmas permaneçam tamponadas pela conexão MCV, não é possível realizar uma lavagem prévia para fins de remoção de seu conteúdo, motivo pelo qual, quando da necessidade de corte para a liberação de tramos superpostos, é prevista a liberação de parte de seu conteúdo que inclui os produtos químicos utilizados na operação dos poços e equipamentos submarinos (ex. fluido hidráulico e MEG - monoetilenoglicol). Importante ressaltar que as mangueiras umbilicais possuem reduzido diâmetro (1 polegada), estarão despressurizadas e contendo produtos químicos hidrossolúveis, o que favorece a diminuição dos volumes liberados no meio e conseqüentemente a sua diluição.

Partindo-se da premissa conservadora de que um pequeno volume do conteúdo dessas linhas poderá ser liberado para o mar, espera-se que a diluição e dispersão sejam os principais fenômenos capazes de condicionar a biodisponibilidade imediata dos produtos químicos no meio, inclusive perante às formações coralíneas de águas profundas. Independente dos processos físicos, químicos e meteoceanográficos que venham a governar a biodisponibilidade do fluido hidráulico no meio aquático, se faz necessária a caracterização da substância química quanto ao grau de perigo com base na sua ecotoxicidade aguda e crônica, potencial de biodegradabilidade e potencial de bioacumulação. Estes critérios são a base de estudos estabelecida pelo GESAMP (*Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection* ou Grupo de Especialistas em Aspectos Científicos da Proteção do Ambiente Marinho), pertencente à IMO (Organização Marítima Internacional), que lidera os esforços mundiais no sentido de promover um sistema de classificação harmonizado de produtos químicos no que tange aos aspectos de ecotoxicidade aguda e crônica, biodegradabilidade e potencial de bioacumulação. Segundo o GESAMP (2002) e tendo em vista as informações sobre o produto apresentadas em sua FISPQ, o fluido hidráulico HW 525 enquadra-se nas categorias descritas na Tabela II.6.5.2-1.

**Tabela II.6.5.2-1 - Avaliação ecológica do HW-525 P, segundo os critérios estabelecidos pelo GESAMP (2002).**

PRODUTO: Oceanic HW 525 P		
Parâmetros	Valor	Categoria (GESAMP)
Ecotoxicidade Aguda	15,99 ppm	Levemente Tóxica
Ecotoxicidade Crônica	7,81 ppm	Negligenciável
Biodegradabilidade	90% em 10 dias (metodologia?)	Prontamente Biodegradável
Bioacumulação	2-butóxietanol: log Kow: 0,830	Sem potencial de Bioacumulação

Frente ao exposto, espera-se que os efeitos sobre formações coralíneas em caso de pequena liberação de fluido hidráulico devido ao corte de linhas sejam desprezíveis em decorrência, dentre outros fatores, ao reduzido volume liberado e ao processo de diluição esperado.

Importante ressaltar que segundo a IN IBAMA 06/2001, a substância "Etileno glicol" que faz parte da composição do produto Oceanic HW 525-P como componente mais representativo percentualmente segundo sua FISPQ (Anexo II.6.5.2-1), tem sua descarga permitida, conforme conta na "Lista de Substâncias Líquidas Transportadas a Granel cuja Descarga é Permitida desde que Proveniente de Operações de Limpeza de Tanques ou de Descarga de Lastro". O outro componente, 2-Butóxietanol, tal como destacado (Figura II.6.5.2-1) a partir da FISPQ do HW-525 (Anexo II.6.5.2-1), não consta da IN IBAMA 06/2001, apesar de constar junto ao GESAMP (2002) como substância sem potencial de bioacumulação.

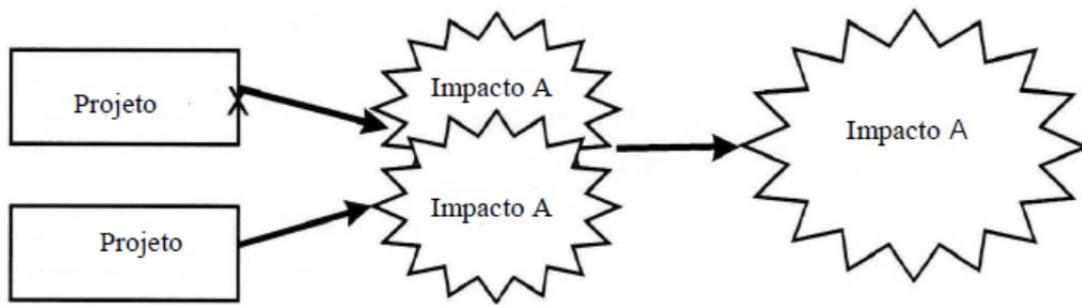
<b>3 - COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES</b>	
<b>MISTURA</b>	
Ingredientes ou impurezas que contribuem para o perigo:	Etileno glicol (CAS 107-21-1): 20,00 - 30,00% 2-butóxietanol (CAS 111-76-2): 1,60 - 2,40%

**Figura II.6.5.2-1** - Composição química do fluido hidráulico HW-525-P usado pela PETROBRAS nas suas linhas de controle hidráulico.

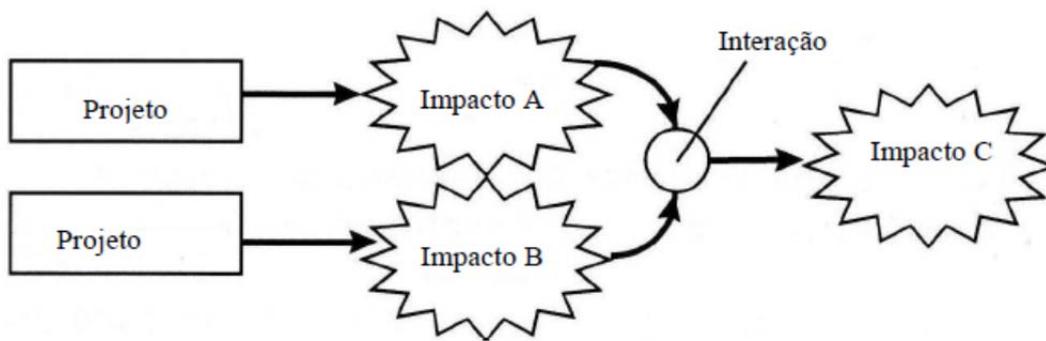
Diante das informações apresentadas, não espera-se que haja efeitos sinérgicos e cumulativos sobre os bancos de coral de águas profundas, considerando a instalação dos novos sistemas de produção e desativação dos sistemas existentes, proveniente de liberação de produtos químicos devido aos cortes.

### II.6.5.3. Avaliação de sinergia e cumulatividade dos impactos ambientais sobre formações coralíneas

Segundo Walker e Johnston (1999), por definição, impactos cumulativos são aqueles que resultam de mudanças incrementais causadas por outras ações passadas, presentes ou razoavelmente previsíveis junto com o projeto, ou seja, representam a amplificação de dois ou mais impactos (efeito de incremento) ou decorrem da interação entre impactos distintos (efeito combinado). Por sua vez, estes mesmos autores definem impactos sinérgicos como aqueles decorrentes da reação entre impactos diferentes do mesmo projeto ou de projetos distintos, e que dão origem a outro impacto, diferente dos impactos que o originaram. A representação esquemática dos impactos cumulativos e sinérgicos é apresentada nas Figuras II.6.5.3-1 e II.6.5.3-2



**Figura II.6.5.3-1** - Representação de impacto ambiental cumulativo Fonte: Walker e Johnston (1999) – modificado.



**Figura II.6.5.3-2** - Representação de impacto ambiental sinérgico Fonte: Walker e Johnston (1999) – modificado.

No caso dos nove bancos de corais identificados na área de instalação do sistema de coleta da produção de Marlim e Voador, não foram identificados impactos sinérgicos, ou seja, novos impactos decorrentes da interação entre impactos anteriores, já conhecidos e mapeados. Desta forma, esta avaliação buscou entender e avaliar se os impactos ocorridos no passado pelo lançamento de linhas e que tenham provocado o esmagamento e/ou fragmentação de um banco (seis bancos foram anteriormente impactados), poderão ser incrementados ou potencializados pelo ato de promover seu recolhimento durante a desativação dos sistemas submarinos atualmente instalados ou principalmente pelo ato de realizar o lançamento de linhas novas vinculadas ao sistema de coleta futuro do projeto de Revitalização dos Campos de Marlim e Voador sobrepostas às linhas antigas que também serão removidas no futuro. De acordo com Mellin et al (2019), os impactos sobre formações coralíneas podem ser oriundos de aspectos crônicos (exemplo: aquecimento das águas dos oceanos, poluição, sedimentação, etc) ou agudos (predação, branqueamento, doenças, ciclones, ancoragens, etc). Por sua vez, Buddemeier et al (2004) descrevem que as comunidades dos recifes de coral de regiões oceânicas parecem ser mais afetados pelas mudanças climáticas do que aqueles próximos de regiões costeiras. Os autores citam, ainda, que os bancos de corais usualmente se recuperam frente a impactos agudos, desde que seus efeitos não sejam de grande magnitude (chamados pelo autor de “forte impacto”) ou frequentes. Por analogia com os bancos de corais que serão reimpactados também de forma aguda pelo lançamento das linhas da revitalização de Marlim, todos os impactos foram classificados como de média magnitude e de frequência intermitente, considerando a variação temporal do cronograma de recolhimento das linhas. Assim sendo, os agentes estressores identificados capazes de provocar efeitos cumulativos e sinérgicos foram o choque mecânico e a turbidez/sedimentação.

Para entendermos os efeitos que os aspectos ambientais acima descritos são capazes de promover, os seguintes critérios foram estabelecidos:

1) Matrizes das formações coralíneas, suas dimensões e biodiversidade:

Conforme já apresentado no Anexo II.2.5-1, nenhum dos 9 bancos de corais identificados formam recifes, sendo que 5 deles foram classificados como bancos grandes (área maior que 250 m<sup>2</sup>) e 4 como bancos pequenos (área menor que 250 m<sup>2</sup>). Em 7 deles, foi observada a ocorrência de corais pétreos formadores de banco vivos dentro do corredor do arranjo submarino proposto, incluindo as espécies *Solenosmilia variabilis*, *Lophelia pertusa*, *Enallopsammia rostrata* e *Madrepora oculata*. Todos os 9 bancos apresentaram riqueza de morfotipos variada, incluindo corais pétreos, octocorais, corais negros, hidrocorais, esponjas e megafauna vágil associada (peixes, crustáceos, etc). O banco com maior número de espécies de corais formadoras de bancos vivos foi o banco 1. O banco 6 foi o que apresentou maior número de octocorais. Por sua vez, o banco 8 foi o que apresentou maior número de morfotipos totais. Já o banco 5 foi o único onde não foram identificadas espécies de corais formadores de bancos vivos, enquanto que o banco 2 foi aquele com menor número de morfotipos presentes.

2) Interação ou proximidade das formações coralíneas com estruturas submarinas a serem instalados/remanejados;

Conforme já mencionado, 6 dos 9 bancos identificados, serão potencialmente reimpactados pelo lançamento das linhas de coleta da produção do projeto de revitalização de Marlim e Voador, inclusive com sobreposição de linhas sobre bancos de corais. São eles, os bancos grandes 1, 4, 6, 8 e 9 e o banco pequeno 5. Tratam-se de impactos localizados, decorrentes de agentes estressores específicos, que afetaram, pelas linhas antigas lançadas, e afetarão, pelas novas linhas que serão sobrepostas, os bancos de corais identificados provocando predominantemente danos físicos em partes específicas do banco, e não em toda a sua extensão, semelhante ao que foi atribuído por Buddemeier et al (2004) para os impactos das atividades de petróleo e gás.

Dos 9 bancos avaliados, 3 deles nunca foram impactados, a saber: bancos 2 e 3 (bancos pontuais estimados em 7,0 m<sup>2</sup>), e banco 7 (66,5 m<sup>2</sup>). O banco 3 tem previsão de área futura impactada equivalente a 100 %, considerando o corredor de 20 m. Trata-se, no entanto, de um banco de área pequena não afetado pelos sistemas atualmente instalados, motivo pelo qual não se prevê impacto cumulativo ou sinérgico sobre ele. Em adição a este banco, estão incluídos os bancos 2 e 7 que também não se encontram afetados pelas instalações atuais e, portanto, não serão considerados para fins de análise de sinergia e cumulatividade.

Por sua vez, seis dos nove bancos já se encontram impactados pelos sistemas submarinos atualmente instalados, a saber: os bancos classificados como grandes n<sup>os</sup>. 1 (30,8 m<sup>2</sup>), 4 (1,5 m<sup>2</sup>), 6 (58,7 m<sup>2</sup>), 8 (273,1 m<sup>2</sup>) e 9 (10,6 m<sup>2</sup>) e o banco classificado como pequeno n<sup>o</sup>. 5 (18,9 m<sup>2</sup>). Dentre os bancos de maior área, o banco n<sup>o</sup>. 6 é com maior previsão de área futuramente impactada (77,96% do seu total) enquanto que, o banco 9 é aquele com menor previsão de área futuramente impactada (equivalente a 1,39%). O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Maynard, et al., 2017) cita que a definição da área impactada (abundância ou densidade dos danos causados pelas operações) em m<sup>2</sup> é um possível método indicado para avaliar os efeitos dos impactos físicos sobre corais.

Além dos aspectos ambientais, as variáveis tempo e espaço são muito importantes para a definição de impactos cumulativos. Neste sentido, nenhuma das unidades marítimas e seus sistemas submarinos atualmente instalados, possuem, a princípio, previsão de descomissionamento de forma concomitante à instalação das unidades e sistemas submarinos da Revitalização de Marlim e Voador. A previsão de término de instalação dos novos sistemas submarinos de Marlim e Voador será 12/2023, enquanto que o início do descomissionamento dos sistemas submarinos de Marlim e Voador, tem previsão para 01/2025, ainda que haja previsão em cronograma de retirada da P-33, P-26, P-37, P-32 antes do término da instalação dos novos FPSO do Projeto de Revitalização de Marlim e Voador. Diante deste cenário, os eventuais impactos sinérgicos e cumulativos no tempo, decorrentes da remoção dos sistemas submarinos atuais, somente ocorrerão em 2025 e de forma pontual.

Ainda segundo a avaliação de impactos ambientais realizada, os corais identificados como já afetados pelas linhas lançadas do sistema atual e que serão novamente impactados pelas linhas do projeto de revitalização estão classificados como bancos dos quadrantes 1, 2 e 4, sendo os dois primeiros recebendo esta indicação prioritária para serem menos impactados, de forma a manterem sua capacidade reprodutiva e de servirem para recuperação do ecossistema como um todo, segundo os critérios metodológicos propostos no Anexo II.2.5-1. De acordo com o cronograma de desativação dos sistemas submarinos atuais, proposto no capítulo II.7.7, o início da retirada das linhas deverá ocorrer 2 anos após o término da instalação dos sistemas submarinos da revitalização de Marlim e Voador.

Respeitando-se a sequência de retirada das atuais UEPs e seus sistemas submarinos (item II.7.7 do EIA/RIMA), além do cronograma de instalação das novas unidades de Marlim e seus sistemas de coleta e escoamento da produção, constata-se que a sobreposição de linhas com os seis bancos de corais identificados deverá ocorrer.

Desta forma, o cruzamento de linhas entre o arranjo antigo e o futuro coincidentes sobre bancos de corais, pode demandar a realização de cortes nas linhas sobrepostas nos casos em que for identificada a indicação de remoção da linha. Importante reiterar que não são previstas operações de dragagem para a realização destes cortes e que, caso venham a ocorrer, não serão realizados sobre bancos de corais, mas tão somente em locais suficientemente afastados dos bancos a montante e a jusante. Desta forma, seriam evitados impactos físicos adicionais/cumulativos relacionados ao assentamento do ROV, dragagem/jateamento (a ser identificado e planejado), calços, cavaletes e ferramentas de corte. Caso esta opção seja realizada, conforme já avaliado, não é esperado a liberações de efluentes oleosos desenquadrados durante o corte das seções, considerando que as linhas foram ou serão abandonadas limpas/lavadas (TOG inferior a 15 ppm) e não se espera que a pequena liberação de fluido hidráulico promova impactos sinérgicos e cumulativos sobre os bancos de corais identificados. A viabilidade destas operações de corte a montante e a jusante dos bancos de corais com sobreposição de linhas e a eventual estratégia de recolhimento, entretanto, deverão ser avaliadas em detalhes quando da

apresentação do projeto de desativação dos sistemas submarinos de cada UEP, inclusive da P-27, que já foi descomissionada.

Quando analisamos apenas os cinco bancos grandes (área maior que 250 m<sup>2</sup>), apenas um deles (banco 6) terá fração impactada maior que 50%. Três destes bancos grandes (bancos 1, 8 e 9) possuem fração de área impactada inferior a 2%, enquanto que o banco 4 possui fração de área impactada de 29,98%. Devido a todos os bancos grandes já encontrarem-se impactados, espera-se a ocorrência de efeitos cumulativos sobre os mesmos quando do lançamento das linhas novas ou recolhimento das linhas antigas, limitados aos impactos físicos já descritos e cuja fração impactada foi avaliada individualmente. O mesmo é esperado para o caso do único banco pequeno (banco 5), também já impactado, o qual espera-se que uma fração acumulada equivalente a 51,96 % do banco seja considerada afetada. Esta cumulatividade estaria associada ao novo impacto físico decorrente do contato das linhas que serão lançadas sobre bancos já impactados por lançamentos pretéritos. Este contato físico provocará a quebra de fragmentos da colônia podendo, dependendo da extensão da área provavelmente impactada, provocar desde efeitos pouco perceptíveis em 1,42% da área total do banco e sua comunidade associada (banco 1), chegando até mesmo a 77,96 % do banco e sua comunidade associada (banco 6). O mesmo seria esperado para o caso do recolhimento das linhas antigas sobrepostas por linhas novas, que poderão amplificar a área impactada pela necessidade de assentamento de equipamentos para viabilizarem o corte em seções exatamente sobre os bancos. Reitera-se aqui, a proposição de que eventuais cortes das seções cruzadas sobre bancos de corais sejam realizados somente em área adjacente, sob fundo inconsolidado, em distância segura para serem evitados novos impactos decorrentes das operações acima discriminadas. As definições das distâncias deverão ser propostas caso a caso, de acordo com os cenários identificados de maior e menor proximidade das linhas dos bancos de corais. Esta proposição baseia-se no fato de que o potencial de recuperação desses seis bancos poderá ser diminuído caso intervenções excessivas venham a ser executadas. Tal percepção é corroborada por alguns autores que descrevem que distúrbios mecânicos capazes de provocar a perda física de estruturas, refletem numa recuperação mais demorada das formações coralíneas, pois requer o

recrutamento e crescimento de novas colônias (Berumen e Pratchett, 2006; Adjeroud *et al.*, 2009). Victoria-Salazar *et al.*, (2017) em um estudo que avaliou os efeitos na estrutura de comunidades coralíneas frente aos impactos físicos provocados pela ancoragem de embarcações, descreveram que a resiliência dos corais depende, dentre outros elementos, do legado biológico deixado após o impacto (fragmentos de coral) e da conectividade com outras comunidades coralíneas. Segundo estes mesmos autores, em termos de estabilidade, um sistema ecológico é mais estável quando sua dinâmica pós-perturbação induz o desenvolvimento de uma estrutura de comunidade semelhante à existente anteriormente, que será fortemente dependente da natureza e da intensidade das relações interespecíficas. Segundo DeFilippo *et al* (2016), o padrão de recuperação de algumas espécies parece estar associado também à natureza da lesão, sendo maior e mais rápida a recuperação nos casos em que os coralitos não sejam profundamente afetados. Apesar de ser prevista uma recuperação lenta, o retorno do crescimento dos corais de águas profundas a partir dos fragmentos remanescentes da colônia já foi descrito por outros autores após a ocorrência de impactos mecânicos (Althaus *et al.*, 2009 e Willians *et al.*, 2010). Sob esta ótica, depreende-se que o banco grande 1 (considerado o banco com maior riqueza de corais formadores vivos), o banco grande 8 (considerado o banco com maior riqueza de táxons/morfotipos de uma forma geral) e o banco grande 9 (com informações indisponíveis sobre espécies e morfotipos) identificados no presente capítulo, seriam aqueles de maior resiliência ou potencial de recuperação, seguidos dos bancos grandes 4 e por último o banco grande 6 (considerado aquele com maior riqueza de octocorais). Por sua vez, no único banco já impactado (banco 5) dos quatro bancos pequenos identificados, não foram visualizadas espécies de corais formadores vivos, mas tão somente 8 morfotipos totais. Ainda assim, com uma previsão de fração impactada de 51,96%, depreende-se que este banco ainda possua condições de recuperação.

Por outro lado, considerando que sobre o arranjo submarino atualmente vinculado às nove UEPs do campo de Marlim e Voador e sobre o legado da P-27 encontramos 1.400 alvos refletivos (provavelmente corais), foram avaliados quais destes localizam-se até 100 m de distância dos cruzamentos que poderão demandar cortes para recolhimento das linhas. Esta distância foi aferida entre a borda do alvo e o cruzamento geoespacialmente identificado. A distância de 100 m foi baseada no caso do estudo do FPSO-Rio das Ostras. Os resultados desta análise apontaram que o arranjo atual apresenta 538 alvos refletivos a menos de 100 m de distância de um cruzamento já existente entre as linhas instaladas. Por sua vez, o arranjo futuro sobreposto ao atual incrementa este cenário em aproximadamente 18%, aumentando para 635 alvos refletivos situados a menos de 100m de distância de um cruzamento. Neste sentido, também é identificado um efeito cumulativo em decorrência do lançamento do arranjo novo sobre o anteriormente instalado referente ao possível número de cortes (aumento de aproximadamente 18%) e consequentemente eventuais necessidades de jateamento, de instalação de cavaletes e pouso do ROV. O detalhamento destes impactos somente poderá ser apresentado nos projetos de descomissionamento individuais de cada unidade marítima e seus sistemas submarinos associados, enquanto a confirmação da necessidade de cortes e sua localização serão apresentadas nos projetos executivos de descomissionamento.