

II.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE

A atividade de pesquisa sísmica consiste na coleta de dados sísmicos no local a ser investigado, e posterior análise destes dados para identificação de prováveis reservas de petróleo e gás natural, ou ainda servir de subsídio para otimização da locação de poços injetores e produtores em um determinado campo de produção.

Para realizar a pesquisa sísmica são necessários uma fonte de energia sonora assim como receptores acústicos. A fonte de energia emite ondas sonoras ou sísmicas que se propagam e atingem as rochas das camadas abaixo do solo marinho. Estas ondas, por sua vez, refletem e refratam nas camadas de rochas e retornam para a superfície. Com o objetivo de registrar tais ondas, os receptores são posicionados em áreas estratégicas a fim de gravar o máximo de informação necessária possível para posterior confecção da imagem 3D da subsuperfície, ou ainda a variação desta imagem 3D ao longo do tempo, técnica conhecida como sísmica 4D.

A pesquisa sísmica marítima 3D usualmente utiliza um navio que reboca tanto a fonte sísmica quanto os sensores acústicos, dispostos ao longo de diversos cabos de alguns quilômetros de comprimento, chamados *streamers*. Porém, com o avanço tecnológico e consequente diminuição de custos, tornou-se acessível a utilização de técnicas que resultam em um melhor imageamento da subsuperfície, algo de grande importância quando considerada a extrema complexidade geológica da região pré-sal na costa brasileira, por exemplo. Em tais técnicas, são instalados sensores no fundo oceânico, como os *nodes* ou OBN (*Ocean Bottom Nodes*) ou PRM (*Permanent Reservoir Monitoring*) ao invés dos usuais *streamers*.

Comparando brevemente as técnicas *streamer* e *nodes*, a **Figura II.2-1** ilustra o ganho na qualidade da imagem 3D com a utilização dos *nodes*, o que mostra o sucesso que a última técnica vem obtendo em detrimento da primeira. Dentre outros aspectos, ressalta-se a vantagem operacional que a aquisição *nodes* tem próximo a obstruções, uma vez que a extensão dos equipamentos na água é bastante inferior aos navios rebocando *streamers*, o que diminui por exemplo o risco de passagem próxima a plataformas e sondas, bem como a eliminação da necessidade de realização de *undershootings* (registro periférico). Importante

ressaltar que a técnica *streamer* é muito útil, principalmente, mas não apenas, em regiões exploratórias, onde o risco de investimento ainda é significativo.

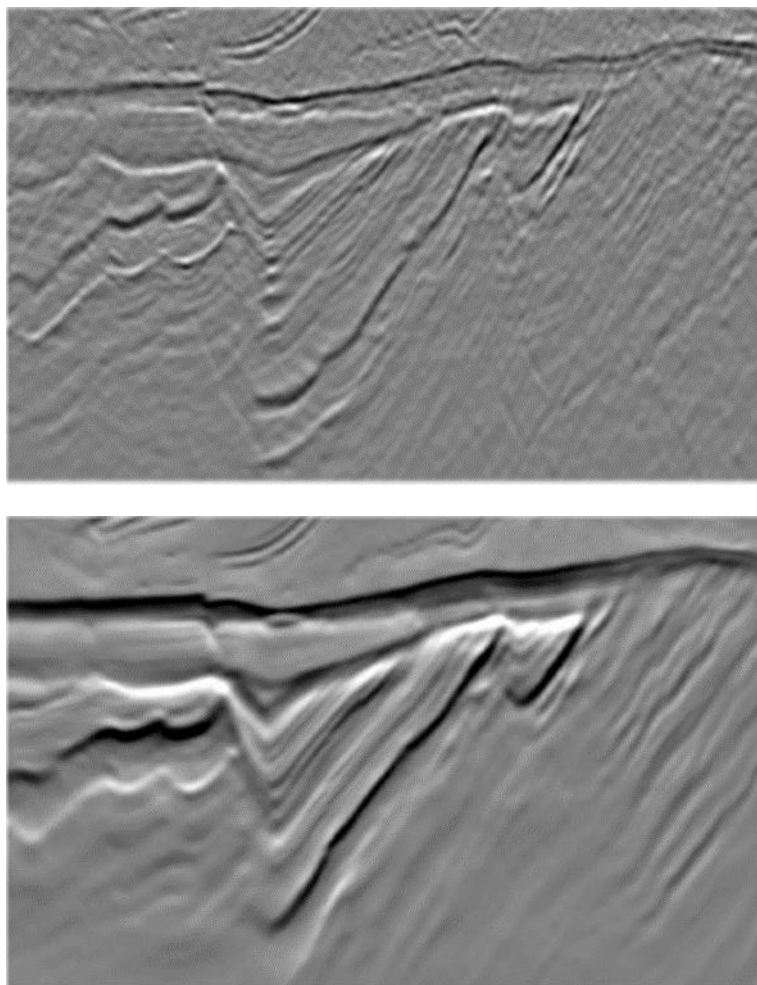


Figura II.2-1 – Imagem 3D no pré-sal da Bacia de Santos utilizando a técnica convencional de streamers (em cima) e de receptores de fundo OBN (embaixo). Fonte: OBN for pre-salt imaging and reservoir monitoring – Potential and road ahead.

Fonte: CYPRIANO, 2019.

É importante, ainda, descrever brevemente as características da pesquisa sísmica marítima 4D, que consiste na realização de, pelo menos, duas sísmicas 3D sobre uma determinada área. A primeira sísmica 3D é denominada de campanha sísmica BASE, idealmente antes do início da produção de petróleo e gás; a segunda e demais campanhas são denominadas de sísmica MONITORA. A técnica

consiste em comparar em dois ou mais períodos as imagens, ou amplitudes, em subsuperfície na região da produção e/ou injeção de fluidos para produção.

Mantendo-se inalterados os parâmetros e a tecnologia de aquisição aplicada entre as campanhas e considerando-se que a geologia da área se mantém inalterada, espera-se que as diferenças entre as imagens 3D obtidas na sísmica BASE e nas MONITOR(ES) e entre as MONITOR(ES) entre si sejam atribuídas às diferenças dos fluidos na região do reservatório. Desta forma, é possível ter um controle dinâmico das movimentações de fluidos, bem como otimizar a produção e localizar melhor os poços a serem perfurados.

Isto posto, é possível identificar regiões que tenham sua geologia afetada pela produção e/ou injeção ao longo do tempo. Como vê-se, a técnica 4D é uma ferramenta indispensável para acompanhamento da vida útil de um campo de petróleo. Esta descrição é ilustrada na **Figura II.2-2** abaixo.

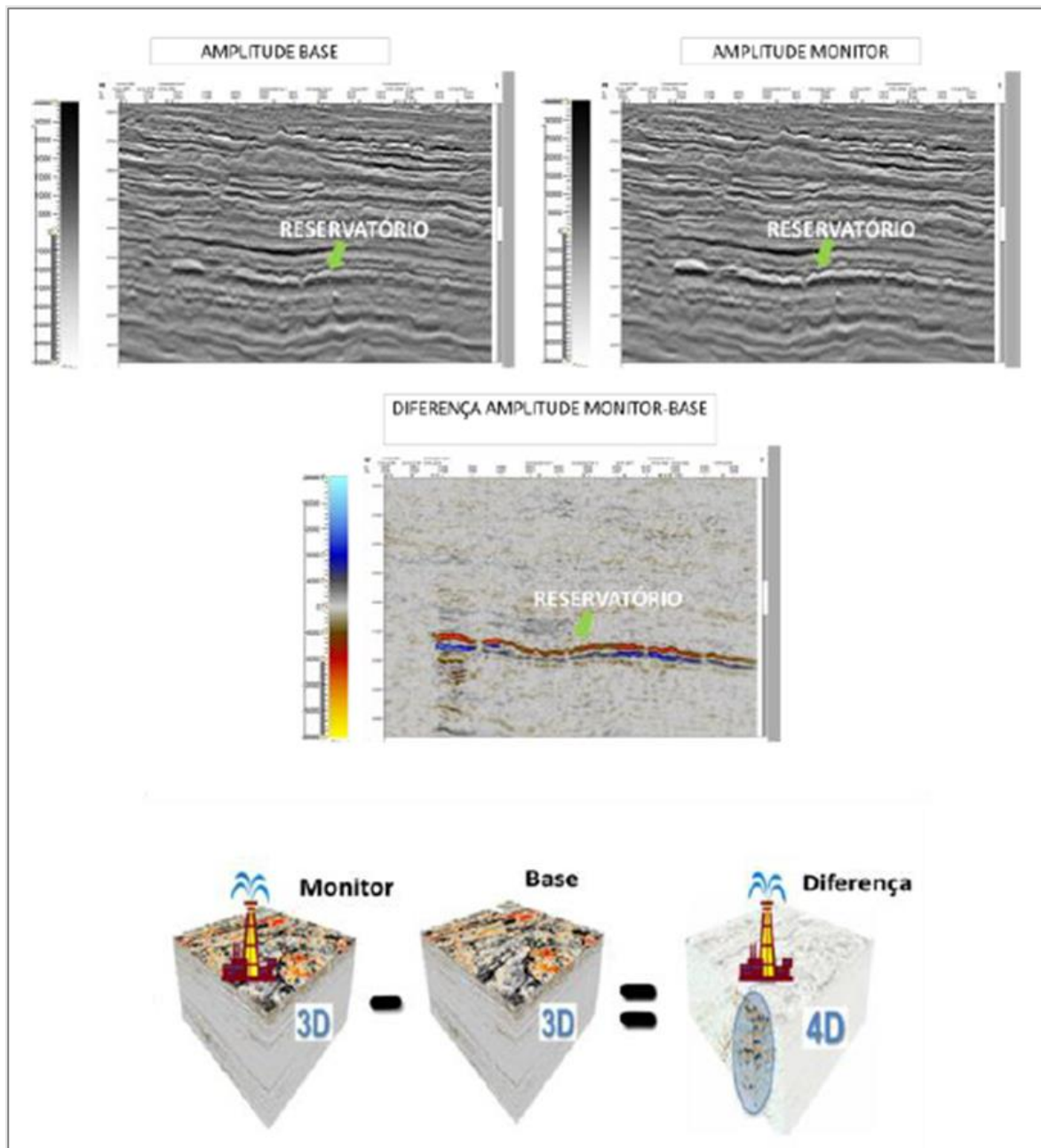


Figura II.2-2 – Imagens ou amplitudes 3D (pós processamento), a partir de dados streamer, indicando a região do reservatório (em cima); imagem resultante da diferença entre as amplitudes da parte superior (no meio); ilustração esquemática, ilustrando que diferenças na imagem surgem no reservatório à medida que a produção/injeção ocorre no campo (embaixo).

Fonte: AZEDIAS, 2020.

II.2.1 - Identificação das Embarcações

Os levantamentos *streamers* em áreas obstruídas utilizam quatro embarcações, combinando a aquisição de dado convencional *streamer*, com a técnica de *undershooting*. A embarcação denominada principal é responsável por rebocar o conjunto de cabos ou *streamers* juntamente com o primeiro conjunto de fontes. Essa embarcação permanece até o fim do levantamento na área de aquisição (ver definição no item II.2.2) juntamente com a embarcação de apoio (*supply vessel*), responsável pelo abastecimento de combustível, alimentos, materiais e equipamentos de reposição, e a embarcação assistente (*chase vessel*), que dá suporte às ações de patrulhamento e apoio ao monitoramento da biota e da pesca durante a atividade de aquisição dos dados sísmicos, podendo ser utilizada em ações de contingência.

Durante a realização dos *undershooting*, o navio principal reboca os cabos de um lado das plataformas enquanto uma outra embarcação fonte é mobilizada para realizar disparos do outro lado. Assim, a energia emitida pelo navio fonte passa por debaixo do obstáculo, sendo refletido e registrado pela embarcação com os cabos sísmicos. Para realizar o *undershooting* está programada uma reconfiguração dos cabos. Além da etapa de *undershooting*, algumas linhas sísmicas próximas às plataformas também são realizadas com a embarcação fonte à frente da embarcação principal com cabo mais curto pois, com um cabo menor, o navio principal possui melhor manobrabilidade e pode se aproximar mais dos obstáculos.

No caso dos levantamentos OBN, a frota de navios do projeto será composta por quatro embarcações, sendo: uma embarcação com receptores (*nodes*) a serem depositados no fundo oceânico com a ajuda de veículos operados remotamente – ROVs (que será neste texto chamada de embarcação/navio ROV), uma embarcação que rebocará as fontes sísmicas (canhões de ar comprimido), uma embarcação de apoio responsável pelo transporte de pessoal e de material, além de uma embarcação assistente com a finalidade de evitar possíveis interferências com outras embarcações que estejam operando na região.

Destaca-se que os portos utilizados nos projetos que são objeto de licenciamento são: Porto do Açu (São João da Barra), Porto de Imbetiba (Macaé), Porto de Niterói e o Porto do Rio de Janeiro.

Os navios que irão trabalhar em cada projeto ainda não foram definidos e dependerá de cada empresa contratada que executará cada projeto de aquisição, a ser definida nos processos de licitação da Petrobras. O **Quadro II.2.1-1**, **Quadro II.2.1-2** e **Quadro II.2.1-3** mostram as especificações técnicas aproximadas das embarcações principais que serão utilizadas nos projetos. Estes parâmetros e valores foram obtidos a partir das embarcações utilizadas nos levantamentos *streamer* e OBN recentes operados pela Petrobras. Demais informações, como nome, nacionalidade, ano de construção e entre outras, assim como a indicação das embarcações assistente e de apoio, serão disponibilizadas assim que forem definidas, quando no processo de obtenção da LPS de cada projeto.

Quadro II.2.1-1 – Especificações aproximadas da embarcação Streamer.

Especificação do navio fonte	
Comprimento / Largura / Calado	100-1100m / 25-30m / 5-8m
Tonelagem Bruta J	2000-3000 toneladas
Velocidade Máxima	12-15 nós
Capacidade de Combustível	600-1000 m ³
Autonomia operacional	40-45 dias
Capacidade Total	50-80 pessoas

Quadro II.2.1-2 – Especificações aproximadas da embarcação fonte.

Especificação do navio fonte	
Comprimento / Largura / Calado	65-70m / 13-17m / 5-8m
Tonelagem Bruta J	2000-3000 toneladas
Velocidade Máxima	12-13 nós
Capacidade de Combustível	600-850 m ³
Autonomia operacional	40-45 dias
Capacidade Total	30-50 pessoas

Quadro II.2.1-3 – Especificações aproximadas da embarcação ROV.

Especificação do navio ROV	
Comprimento / Largura / Calado	80-90m / 18-20m / 6-7m
Tonelagem Bruta J	3500-4500 toneladas
Velocidade Máxima	14-15 nós
Capacidade de Combustível	1,200-1,400 m ³
Capacidade Total	50-80 pessoas

De forma a otimizar as operações, caso a embarcação assistente precise se ausentar da área para troca de turma, manutenção ou qualquer outro motivo, e uma das embarcações de ROV ou Fonte estiverem ociosas, uma destas poderá assumir a função de embarcação assistente temporariamente, de forma que as operações poderão continuar a serem executadas até o retorno da embarcação assistente.

II.2.2 - Localização da Atividade

As atividades da Pesquisa Sísmica Marítima 3D/4D *Streamer* e *Nodes* na Bacia de Campos - Cluster BC, estão planejadas para um período de 5 anos, entre 2023 e 2027, que poderão ocorrer simultaneamente entre si ou entre outros projetos de outros empreendedores, mas sempre respeitando a distância de 60 km entre as embarcações fontes. A **Tabela II.2.2-1** mostra as informações de menor distância da a costa e profundidade em relação a área de manobra e de cada um dos projetos. A **Figura II.2.2-1** apresenta, em uma visão geral, o mapa com a localização dos projetos e da área de manobra, bem como indica os portos e aeroportos que poderão ser usados durante as atividades.

Como poderá ser notado, alguns ajustes foram realizados nesta revisão 01 do Estudo Ambiental, como a redução do polígono do MMBC *streamer* (agora denominado por BRC-CRT), que passará agora apenas para os campos de Barracuda e Caratinga, bem como o ajuste no polígono do MMBC nodes. Ademais, um projeto foi adicionado à porção nordeste, denominado Albacora e Forno (AB-Forno) OBN.

Tabela II.2.2-1 – Indicação dos projetos, menores distâncias para a costa e menor profundidade.

Projetos	Distância da Costa (km)	Menor Profundidade (metros)	Área de Aquisição de Dados (km²)	Área de Receptores (km²)
AB-FORNO (Nodes)	89,7	-100	1.875	1.220
BRC-CRT (Streamer)	81,8	-300	1.520	
MMBC (Nodes)	85,8	-450	2.153	1.630
MRL-VDR-BRV (Nodes)	84,6	-100	1.072	640
TVD (Streamer) – Base	93,6	-100	840	
TVD (streamer) – Monitor	93,6	-100	840	
Manobra (Cluster BC)	68,0	-75		

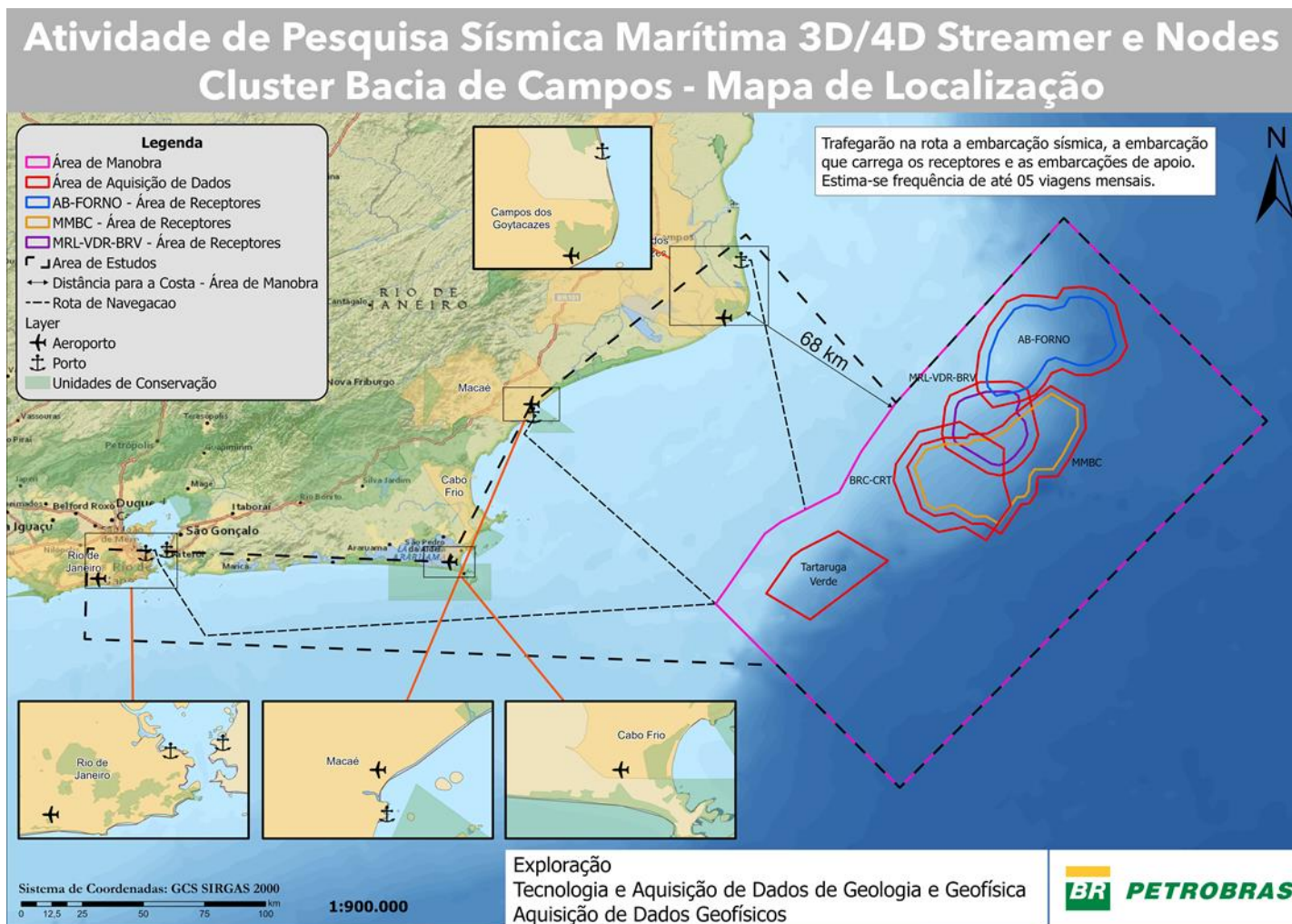


Figura II.2.2-1 – Localização dos projetos sísmicos e rotas de navegação estimadas.

Da **Tabela II.2.2-2** à **Tabela II.2.2-12** e no **Anexo II.2.2-1** são descritas as coordenadas dos polígonos das áreas de aquisição, receptores (*nodes*) e manobra. Todas as coordenadas encontram-se em UTM-24S SIRGAS-2000. Antes, porém, uma breve descrição de cada polígono é apresentada abaixo:

- Área de Aquisição: para levantamentos *streamer*, é a região em que o navio realiza os disparos e conjuntamente reboca os cabos sísmicos; para levantamentos *nodes*, é a região em que o navio fonte realiza os disparos da fonte sísmica;
- Área de Receptores: região onde são depositados os sensores de fundo marinho *nodes*;
- Área de Manobra: região em que as embarcações realizam as manobras regulares entre linhas sísmicas sucessivas.

Tabela II.2.2-2 – Etapa Nodes 3D AB-FORNO – Área de aquisição.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	388708,463	7527151,524	40° 4' 51,155" W	22° 21' 28,661" S
2	382982,192	7533832,181	40° 8' 9,578" W	22° 17' 50,057" S
3	382244,885	7538993,334	40° 8' 33,978" W	22° 15' 2,052" S
4	383385,022	7549621,966	40° 7' 51,382" W	22° 9' 16,716" S
5	387115,095	7560279,096	40° 5' 38,498" W	22° 3' 31,056" S
6	393804,958	7570240,783	40° 1' 42,783" W	21° 58' 8,624" S
7	399629,388	7572888,251	39° 58' 19,136" W	21° 56' 43,766" S
8	406480,889	7572612,694	39° 54' 20,358" W	21° 56' 54,092" S
9	412821,224	7571833,754	39° 50' 39,484" W	21° 57' 20,601" S
10	415158,663	7575840,795	39° 49' 17,247" W	21° 55' 10,700" S
11	422100,094	7576444,4	39° 45' 15,208" W	21° 54' 52,228" S
12	427224,358	7575565,953	39° 42' 16,753" W	21° 55' 21,589" S
13	431151,599	7573321,814	39° 40' 0,208" W	21° 56' 35,145" S
14	434985,646	7569168,265	39° 37' 47,146" W	21° 58' 50,757" S
15	439454,448	7552084,722	39° 35' 13,611" W	22° 8' 6,934" S
16	436588,526	7546613,414	39° 36' 54,428" W	22° 11' 4,503" S
17	432912,498	7543488,791	39° 39' 3,263" W	22° 12' 45,621" S
18	425863,829	7540520,929	39° 43' 9,940" W	22° 14' 21,103" S
19	420126,559	7540520,929	39° 46' 30,358" W	22° 14' 20,182" S
20	414959,771	7542960,802	39° 49' 30,380" W	22° 12' 59,949" S
21	410878,1656	7541199,069	39° 51' 53,286" W	22° 13' 56,500" S
22	408265,825	7536614,018	39° 53' 25,477" W	22° 16' 25,111" S
23	404934,923	7532414,185	39° 55' 22,754" W	22° 18' 41,036" S
24	400027,492	7530045,082	39° 58' 14,795" W	22° 19' 57,074" S

Tabela II.2.2-3 – Etapa Nodes 3D AB-FORNO – Área de Receptores.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	389912,993	7531892,604	40° 4' 7,871" W	22° 18' 54,773" S
2	386777,262	7535550,961	40° 5' 56,528" W	22° 16' 55,080" S
3	386292,217	7538946,279	40° 6' 12,610" W	22° 15' 4,559" S
4	387366,649	7548955,056	40° 5' 32,558" W	22° 9' 39,350" S
5	390667,182	7558396,124	40° 3' 35,041" W	22° 4' 33,103" S
6	396650,323	7567140,296	40° 0' 4,291" W	21° 59' 50,064" S
7	400416,077	7568852,002	39° 57' 52,599" W	21° 58' 55,186" S
8	405781,687	7568636,629	39° 54' 45,558" W	21° 59' 3,261" S
9	410295,045	7567038,859	39° 52' 8,500" W	21° 59' 56,076" S
10	415439,604	7568383,865	39° 49' 8,844" W	21° 59' 13,258" S
11	417569,636	7572035,351	39° 47' 53,906" W	21° 57' 14,873" S
12	421932,687	7572414,748	39° 45' 21,735" W	21° 57' 3,254" S
13	425852,721	7571742,741	39° 43' 5,186" W	21° 57' 25,722" S
14	428631,083	7570155,105	39° 41' 28,572" W	21° 58' 17,771" S
15	431479,24	7567069,603	39° 39' 49,731" W	21° 59' 58,528" S
16	435265,528	7552708,252	39° 37' 39,748" W	22° 7' 46,111" S
17	433405,798	7549157,857	39° 38' 45,191" W	22° 9' 41,323" S
18	430791,84	7546935,993	39° 40' 16,797" W	22° 10' 53,213" S
19	425056,065	7544520,929	39° 43' 37,487" W	22° 12' 10,894" S
20	421023,514	7544520,929	39° 45' 58,318" W	22° 12' 10,248" S
21	412319,308	7547569,848	39° 51' 1,698" W	22° 10' 29,587" S
22	409247,013	7546253,149	39° 52' 49,236" W	22° 11' 11,837" S
23	404928,281	7538842,943	39° 55' 21,614" W	22° 15' 11,977" S
24	402370,494	7535617,907	39° 56' 51,675" W	22° 16' 56,338" S
25	398791,66	7533890,195	39° 58' 57,117" W	22° 17' 51,777" S

Tabela II.2.2-4 – Etapa Streamer 4D BRC-CRT – Área de aquisição.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	386635,721	7473027,44	40° 6' 17,641" W	22° 50' 48,070" S
2	378318,796	7478387,268	40° 11' 7,903" W	22° 47' 51,700" S
3	368599,281	7476252,564	40° 16' 49,395" W	22° 48' 58,471" S
4	356415,008	7484104,789	40° 23' 54,110" W	22° 44' 39,590" S
5	351495,089	7496996,974	40° 26' 42,165" W	22° 37' 38,913" S
6	352285,868	7503807,026	40° 26' 12,172" W	22° 33' 57,755" S
7	360711,684	7516927,451	40° 21' 13,054" W	22° 26' 53,729" S
8	376264,313	7521171,472	40° 12' 7,849" W	22° 24' 40,040" S
9	393018,018	7510374,457	40° 2' 24,561" W	22° 30' 35,193" S
10	393033,721	7497396,788	40° 2' 27,178" W	22° 37' 37,188" S
11	395790,445	7487232,896	40° 0' 53,049" W	22° 43' 8,302" S

Tabela II.2.2-5 – Etapa OBN 3D MMBC – Área de Aquisição.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	410660,81	7535967,69	39° 52' 1,926" W	22° 16' 46,582" S
2	423275,70	7528152,61	39° 44' 42,482" W	22° 21' 2,920" S
3	423922,02	7518768,25	39° 44' 21,500" W	22° 26' 8,204" S
4	417830,05	7506393,02	39° 47' 56,915" W	22° 32' 49,623" S
5	413322,61	7499171,14	39° 50' 36,144" W	22° 36' 43,663" S
6	406335,88	7499056,86	39° 54' 40,878" W	22° 36' 46,042" S
7	405800,16	7498194,71	39° 54' 59,827" W	22° 37' 13,970" S
8	405402,01	7492285,40	39° 55' 15,054" W	22° 40' 26,047" S
9	402760,74	7488092,21	39° 56' 48,541" W	22° 42' 41,858" S
10	399851,93	7487777,94	39° 58' 30,565" W	22° 42' 51,465" S
11	392236,27	7475710,40	40° 3' 0,489" W	22° 49' 22,162" S
12	385733,64	7479768,67	40° 6' 47,506" W	22° 47' 8,658" S
13	381272,48	7479700,73	40° 9' 23,960" W	22° 47' 9,755" S
14	373981,61	7484007,97	40° 13' 38,367" W	22° 44' 47,799" S
15	366997,22	7482786,92	40° 17' 43,576" W	22° 45' 25,566" S
16	362156,10	7485722,68	40° 20' 32,356" W	22° 43' 48,715" S
17	356542,63	7502675,09	40° 23' 43,527" W	22° 34' 35,870" S
18	361878,83	7511753,81	40° 20' 33,851" W	22° 29' 42,283" S
19	370907,09	7514667,58	40° 15' 17,094" W	22° 28' 10,089" S
20	378971,01	7514678,56	40° 10' 34,973" W	22° 28' 11,859" S
21	379929,82	7516098,24	40° 10' 1,042" W	22° 27' 25,940" S
22	386631,70	7516432,18	40° 6' 6,503" W	22° 27' 16,730" S
23	392532,95	7519854,46	40° 2' 39,226" W	22° 25' 26,820" S
24	395304,85	7523122,85	40° 1' 1,502" W	22° 23' 41,158" S

Tabela II.2.2-6 – Etapa OBN 3D MMBC – Área de Aquisição – Contingente.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	413322,61	7499171,14	39° 50' 36,144" W	22° 36' 43,663" S
2	409877,49	7498707,88	39° 52' 36,905" W	22° 36' 58,081" S
3	409669,09	7498365,98	39° 52' 44,275" W	22° 37' 9,159" S
4	410378,56	7495621,05	39° 52' 19,988" W	22° 38' 38,555" S
5	405710,02	7488197,31	39° 55' 5,147" W	22° 42' 39,043" S
6	400970,79	7484165,45	39° 57' 52,173" W	22° 44' 49,169" S
7	396683	7482760	40° 0' 22,829" W	22° 45' 33,942" S
8	399851,93	7487777,94	39° 58' 30,565" W	22° 42' 51,465" S
9	402760,74	7488092,21	39° 56' 48,541" W	22° 42' 41,858" S
10	405402,01	7492285,4	39° 55' 15,054" W	22° 40' 26,047" S
11	405800,16	7498194,71	39° 54' 59,827" W	22° 37' 13,970" S
12	406335,88	7499056,86	39° 54' 40,878" W	22° 36' 46,042" S
13	413322,61	7499171,14	39° 50' 36,144" W	22° 36' 43,663" S

Tabela II.2.2-7 – Etapa OBN 3D MMBC – Área de Receptores.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	410879,51	7532891,33	39° 51' 54,900" W	22° 18' 26,665" S
2	420797,3	7526747,14	39° 46' 9,379" W	22° 21' 48,221" S
3	420911,12	7519444,49	39° 46' 6,704" W	22° 25' 45,721" S
4	415205,16	7507853,4	39° 49' 28,527" W	22° 32' 1,670" S
5	411641,74	7502144,05	39° 51' 34,417" W	22° 35' 6,677" S
6	404651,15	7502029,7	39° 55' 39,237" W	22° 35' 9,034" S
7	402857,23	7499142,72	39° 56' 42,697" W	22° 36' 42,545" S
8	402459,74	7493243,14	39° 56' 57,937" W	22° 39' 54,302" S
9	400995,76	7490918,98	39° 57' 49,759" W	22° 41' 9,571" S
10	398088,52	7490604,88	39° 59' 31,710" W	22° 41' 19,162" S
11	391292,32	7479835,83	40° 3' 32,563" W	22° 47' 7,802" S
12	386571,96	7482781,79	40° 6' 17,320" W	22° 45' 30,890" S
13	382071,26	7482713,24	40° 8' 55,130" W	22° 45' 32,006" S
14	374449,94	7487215,7	40° 13' 21,022" W	22° 43' 3,629" S
15	367403,85	7485464,1	40° 17' 28,503" W	22° 43' 58,638" S
16	364239,88	7487382,8	40° 19' 18,802" W	22° 42' 55,349" S
17	359272,11	7502385,21	40° 22' 8,062" W	22° 34' 46,117" S
18	363552,04	7509666,84	40° 19' 35,953" W	22° 30' 50,623" S
19	371302,18	7512168,12	40° 15' 4,002" W	22° 29' 31,466" S
20	380300,55	7512180,37	40° 9' 49,137" W	22° 29' 33,427" S
21	381302,23	7513663,52	40° 9' 13,687" W	22° 28' 45,453" S
22	387361,51	7513965,44	40° 5' 41,603" W	22° 28' 37,114" S
23	394160,45	7517908,31	40° 1' 42,769" W	22° 26' 30,469" S
24	397073,04	7521342,59	40° 0' 0,085" W	22° 24' 39,434" S

Tabela II.2.2-8 – Etapa OBN 3D MMBC – Área de Receptores – Contingente.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	394769,95	7485283,5	40° 1' 29,290" W	22° 44' 11,461" S
2	398088,52	7490604,88	39° 59' 31,710" W	22° 41' 19,162" S
3	400995,76	7490918,98	39° 57' 49,759" W	22° 41' 9,571" S
4	402459,74	7493243,14	39° 56' 57,937" W	22° 39' 54,302" S
5	402857,23	7499142,72	39° 56' 42,697" W	22° 36' 42,545" S
6	404651,15	7502029,7	39° 55' 39,237" W	22° 35' 9,034" S
7	411641,74	7502144,05	39° 51' 34,417" W	22° 35' 6,677" S
8	407991,05	7501377,04	39° 53' 42,418" W	22° 35' 30,920" S
9	406447	7498843,84	39° 54' 37,031" W	22° 36' 52,991" S
10	407150,26	7496122,91	39° 54' 12,978" W	22° 38' 21,609" S
11	403415,49	7490184,02	39° 56' 25,128" W	22° 41' 33,974" S
12	399474,69	7486831,42	39° 58' 44,006" W	22° 43' 22,162" S
13	394769,95	7485283,5	40° 1' 29,290" W	22° 44' 11,461" S

Tabela II.2.2-9 – Etapa OBN 3D MRL-VDR-BRV – Área de Aquisição.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	371025,497	7510536,801	40° 15' 14,161" W	22° 30' 24,433" S
2	369593,053	7516266,552	40° 16' 2,592" W	22° 27' 17,740" S
3	370716,42	7527194,872	40° 15' 20,102" W	22° 21' 22,713" S
4	372509,166	7531855,914	40° 14' 16,096" W	22° 18' 51,640" S
5	383735,849	7537378,296	40° 7' 42,317" W	22° 15' 54,932" S
6	395089,278	7537719,769	40° 1' 5,594" W	22° 15' 46,449" S
7	398323,001	7536939,575	39° 59' 12,798" W	22° 16' 12,517" S
8	401966,183	7534220,013	39° 57' 6,110" W	22° 17' 41,713" S
9	406021,244	7515966,024	39° 54' 48,279" W	22° 27' 36,124" S
10	404095,849	7510061,484	39° 55' 56,927" W	22° 30' 47,744" S
11	400104,138	7504668,428	39° 58' 17,860" W	22° 33' 42,288" S
12	396433,427	7501316,909	40° 0' 27,168" W	22° 35' 30,478" S
13	391702,742	7499424,637	40° 3' 13,296" W	22° 36' 30,945" S
14	386943,628	7500376,46	40° 5' 59,723" W	22° 35' 58,878" S
15	371025,497	7510536,801	40° 15' 14,161" W	22° 30' 24,433" S

Tabela II.2.2-10 – Etapa OBN 3D MRL-VDR-BRV – Área de Receptores.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	374531,003	7513007,195	40° 13' 10,785" W	22° 29' 5,050" S
2	373756,130	7516106,673	40° 13' 37,009" W	22° 27' 24,064" S
3	374743,030	7526521,331	40° 12' 59,536" W	22° 21' 45,688" S
4	375786,033	7529233,082	40° 12' 22,315" W	22° 20' 17,787" S
5	378136,062	7530799,75	40° 10' 59,746" W	22° 19' 27,450" S
6	385935,189	7533442,636	40° 6' 26,490" W	22° 18' 3,437" S
7	394672,962	7533705,439	40° 1' 21,087" W	22° 17' 56,896" S
8	396587,51	7533243,52	40° 0' 14,291" W	22° 18' 12,334" S
9	398313,651	7531954,99	39° 59' 14,263" W	22° 18' 54,605" S
10	398824,2	7529159,13	39° 58' 57,057" W	22° 20' 25,631" S
11	397723,24	7526144,793	39° 59' 36,236" W	22° 22' 3,416" S
12	398042,452	7524804,103	39° 59' 25,384" W	22° 22' 47,081" S
13	400885,331	7521422,573	39° 57' 46,739" W	22° 24' 37,643" S
14	401896,878	7516220,338	39° 57' 12,517" W	22° 27' 27,020" S
15	400494,299	7511919,099	39° 58' 2,558" W	22° 29' 46,595" S
16	397120,149	7507360,407	40° 0' 1,702" W	22° 32' 14,111" S
17	394273,067	7504760,897	40° 1' 41,989" W	22° 33' 38,011" S
18	391321,216	7503580,158	40° 3' 25,626" W	22° 34' 15,734" S
19	388355,151	7504173,371	40° 5' 9,324" W	22° 33' 55,753" S
20	374531,003	7513007,195	40° 13' 10,785" W	22° 29' 5,050" S

Tabela II.2.2-11 – Etapa Streamer 4D TVD (Base e Monitor) – Área de aquisição.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	313403,646	7465603,532	40° 49' 9,566" W	22° 54' 25,796" S
2	316888,052	7468364,402	40° 47' 6,134" W	22° 52' 57,441" S
3	330751,644	7476148,845	40° 38' 56,714" W	22° 48' 49,643" S
4	349621,506	7464357,647	40° 27' 59,108" W	22° 55' 19,444" S
5	320570,877	7440060,071	40° 45' 8,812" W	23° 8' 18,913" S
6	303937,153	7450453,976	40° 54' 48,634" W	23° 2' 34,291" S

Tabela II.2.2-12 – Cluster Bacia de Campos – Área de Manobra.

Vértice	X UTM 24S SIRGAS 2000	Y UTM 24S SIRGAS 2000	LONGITUDE SIRGAS 2000	LATITUDE SIRGAS 2000
1	415184,006	7604458,394	39° 49' 11,066" W	21° 39' 40,005" S
2	492452,278	7522062,163	39° 04' 24,000" W	22° 24' 27,110" S
3	354995,144	7371942,839	40° 25' 22,428" W	23° 45' 25,467" S
4	284948,046	7446013,464	41° 05' 57,721" W	23° 04' 50,139" S
5	303049,774	7474810,144	40° 55' 8,630" W	22° 49' 22,281" S
6	309115,975	7479685,715	40° 51' 33,777" W	22° 46' 46,328" S
7	330923,759	7492024,331	40° 38' 44,495" W	22° 40' 13,626" S
8	338985,314	7508499,318	40° 33' 56,038" W	22° 31' 20,859" S
9	352069,397	7528801,918	40° 26' 11,369" W	22° 20' 25,045" S

A seguir é feita uma breve descrição de cada um dos projetos do Cluster da Bacia de Campos. Importante notar que as figuras com mapas que seguem a descrição de cada atividade (**Figura II.2.2-2 a Figura II.2.2-6**) estão ilustradas com linhas que indicam a direção da aquisição (seja para atividade nodes seja para streamer).

O projeto **OBN 3D Albacora e Forno (AB-FORNO)** possui área de *nodes* de 1.220 km², área de aquisição de 1.875 km² e área de manobra de 21.804 km². Os *nodes* serão dispostos em linhas com azimute de 165°, o espaçamento entre as linhas de nodes será de 300 metros. O espaçamento entre os nodes será de 300 metros. O navio fonte terá 3 arranjos de canhões de ar com volume até 5.085 pol³ e 2.000 psi de pressão, acionados a cada 16,67 metros em modo *flip-flop-flap* (cada arranjo dispara a cada 50 metros). O navio fonte navegará em linhas de azimute iguais a 165° e 345°. A **Figura II.2.2-2** ilustra este projeto.

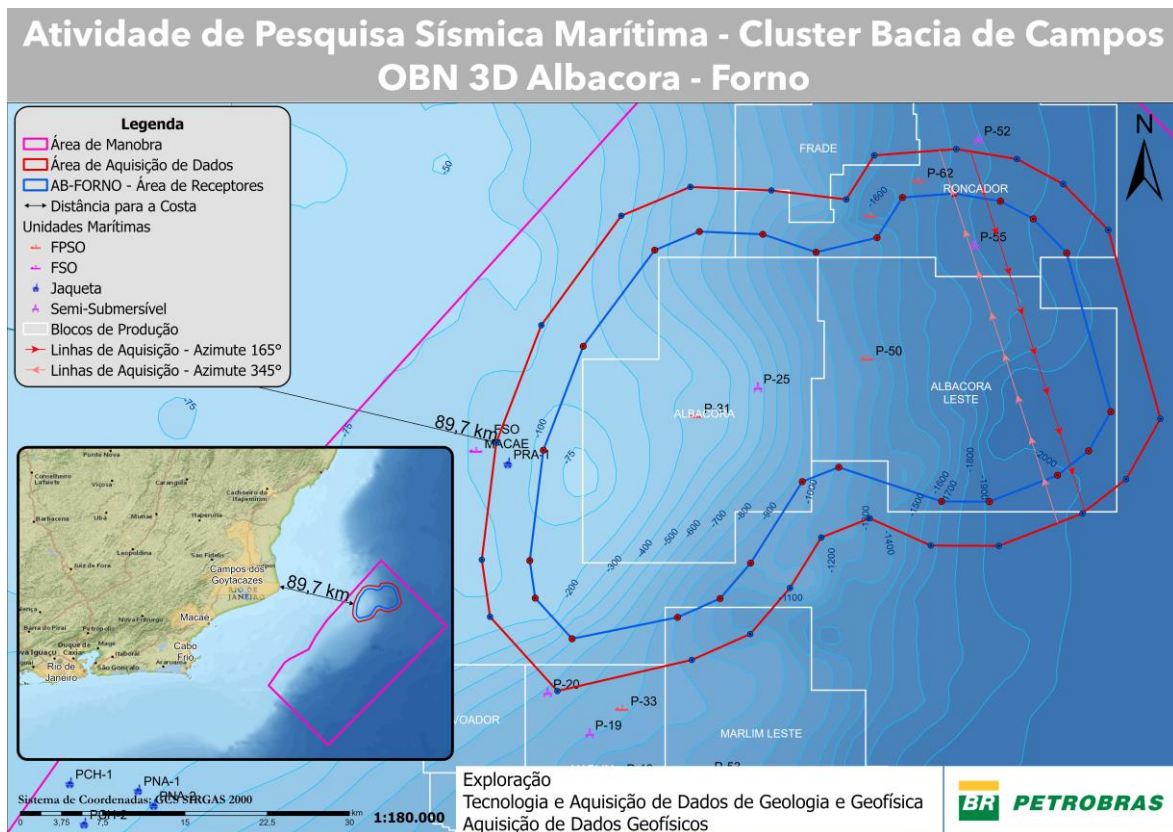


Figura II.2.2-2 – Localização do projeto nodes 3D Albacora Forno (AB-FORNO).

O projeto **streamer 4D Barracuda e Caratinga (BRC-CRT)** possui área de aquisição de 1.520 km² e área de manobra de 21.804 km². Será usada embarcação com 12 cabos sísmicos de 6 km e 2 arranjos de canhões de ar com volume até 5.085 pol³ e 2.000 psi de pressão, acionados a cada 18,75 m em modo *flip-flop* (cada arranjo dispara a cada 37,50 m). O navio fonte navegará em linhas de azimute iguais a 122,72° e 302,72°. A **Figura II.2.2-3** ilustra este projeto.

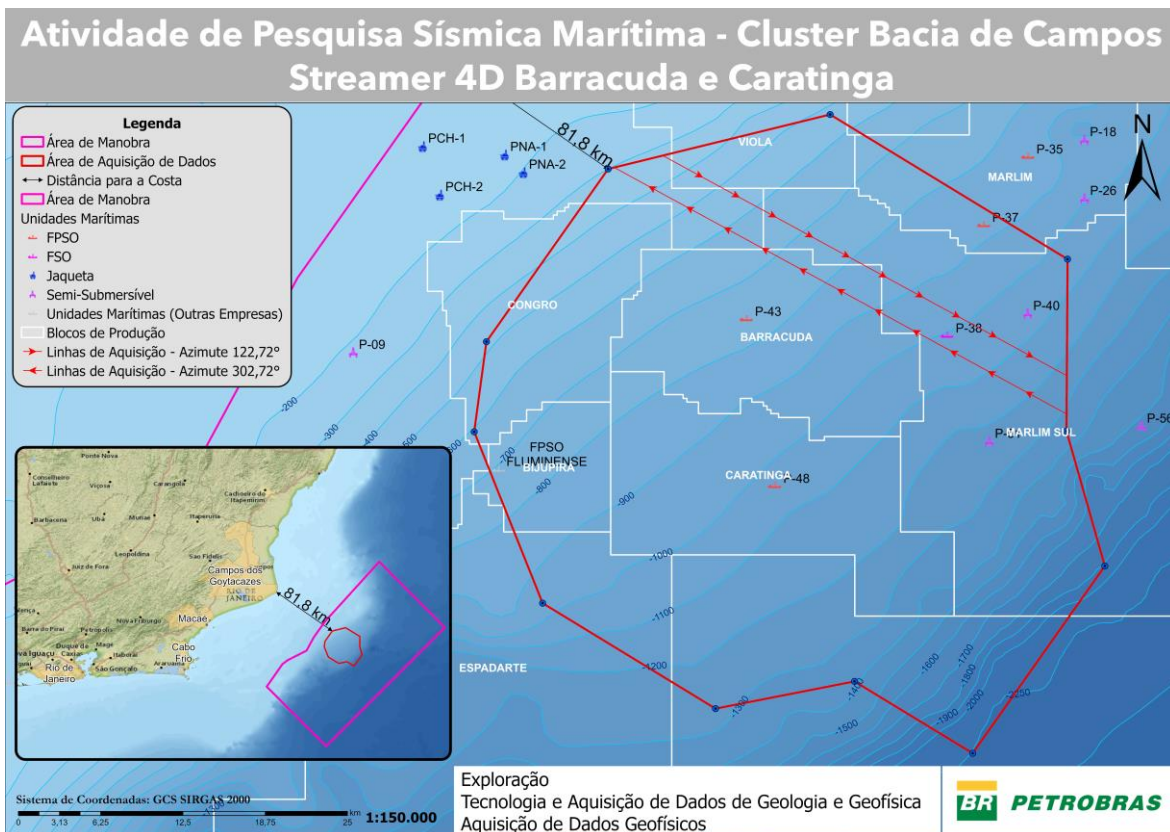


Figura II.2.2-3 – Localização do projeto streamer 4D Barracuda e Caratinga (BRC-CRT).

O projeto OBN 3D Marlim Sul, Marlim Leste, Barracuda e Caratinga (MMBC) possui área de *nodes* de 1.630 km², área de aquisição de 2.153 km² e área de manobra de 21.804 km². Os *nodes* serão dispostos em linhas com azimute de 122,72°, o espaçamento entre as linhas de *nodes* será de 450 metros. O espaçamento entre os *nodes* será de 375 metros. O navio fonte terá 3 arranjos de canhões de ar com volume até 5.085 pol³ e 2.000 psi de pressão, acionados a cada 14,43 metros em modo *flip-flop-flap* (cada arranjo dispara a cada 43,3 metros). O navio fonte navegará em linhas de azimute iguais a 122,72° e 302,72°. A **Figura II.2.2-4** ilustra este projeto.

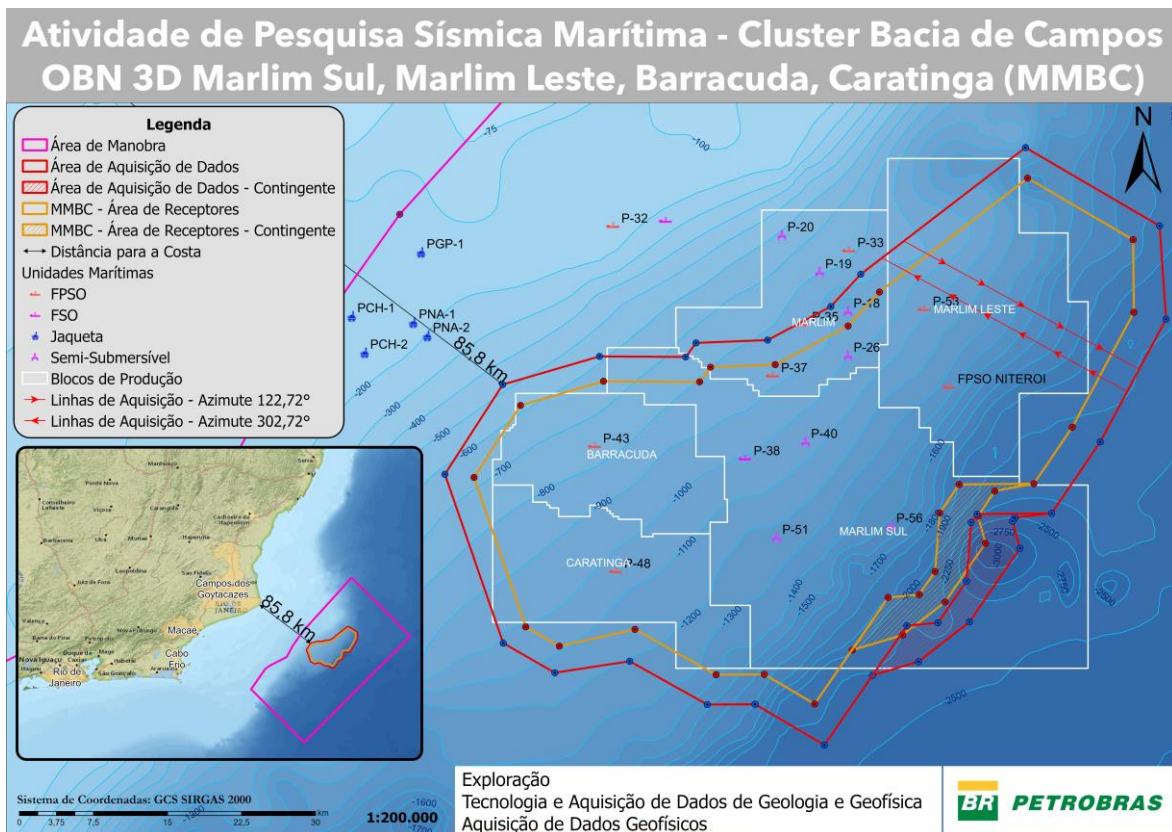


Figura II.2.2-4 – Localização do projeto OBN 3D Marlim Sul, Marlim Leste, Barracuda e Caratinga (MMBC).

O projeto **OBN 3D Marlim-Voador-Brava (MRL-VDR-BRV)** possui área de nodes de 640 km², área de aquisição de 1.072 km² e área de manobra de 21.804 km². Os nodes serão dispostos em linhas com azimute de 122,72°, o espaçamento entre as linhas de nodes será de 300 metros. O espaçamento entre os nodes será de 300 metros. O navio fonte terá 3 arranjos de canhões de ar com volume até 5.085 pol³ e 2.000 psi de pressão, acionados a cada 16,67 metros em modo *flip-flop-flap* (cada arranjo dispara a cada 50, metros). O navio fonte navegará em linhas de azimute iguais a 122,72° e 302,72°. A **Figura II.2.2-5** ilustra este projeto.

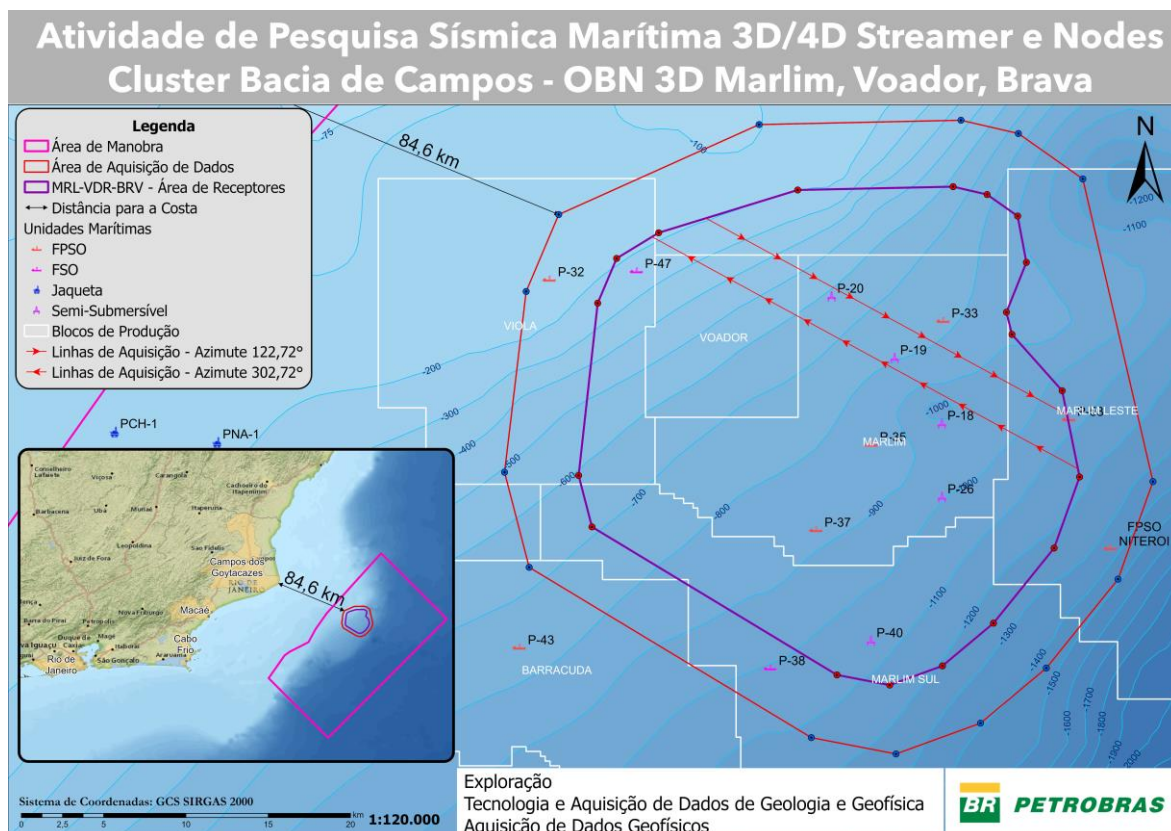


Figura II.2.2-5 – Localização do projeto OBN MRL-VDR-BRV.

Os projetos **streamers 4D Tartaruga Verde (TVD)** possuem áreas de aquisição de 840 km² e área de manobra de 21.804 km² para ambas as campanhas, **Base e Monitor**. Para estas aquisições será utilizada uma embarcação *streamer* (principal) com 12 cabos sísmicos de 6 km e 2 arranjos de canhões de ar com volume até 5.085 pol³ e 2.000 psi de pressão, acionados a cada 18,75 m em modo *flip-flop* (cada arranjo dispara a cada 37,50 m). O navio fonte navegará em linhas de azimute iguais a 122,72° e 302,72°. A **Figura II.2.2-6** ilustra a área desse projeto.

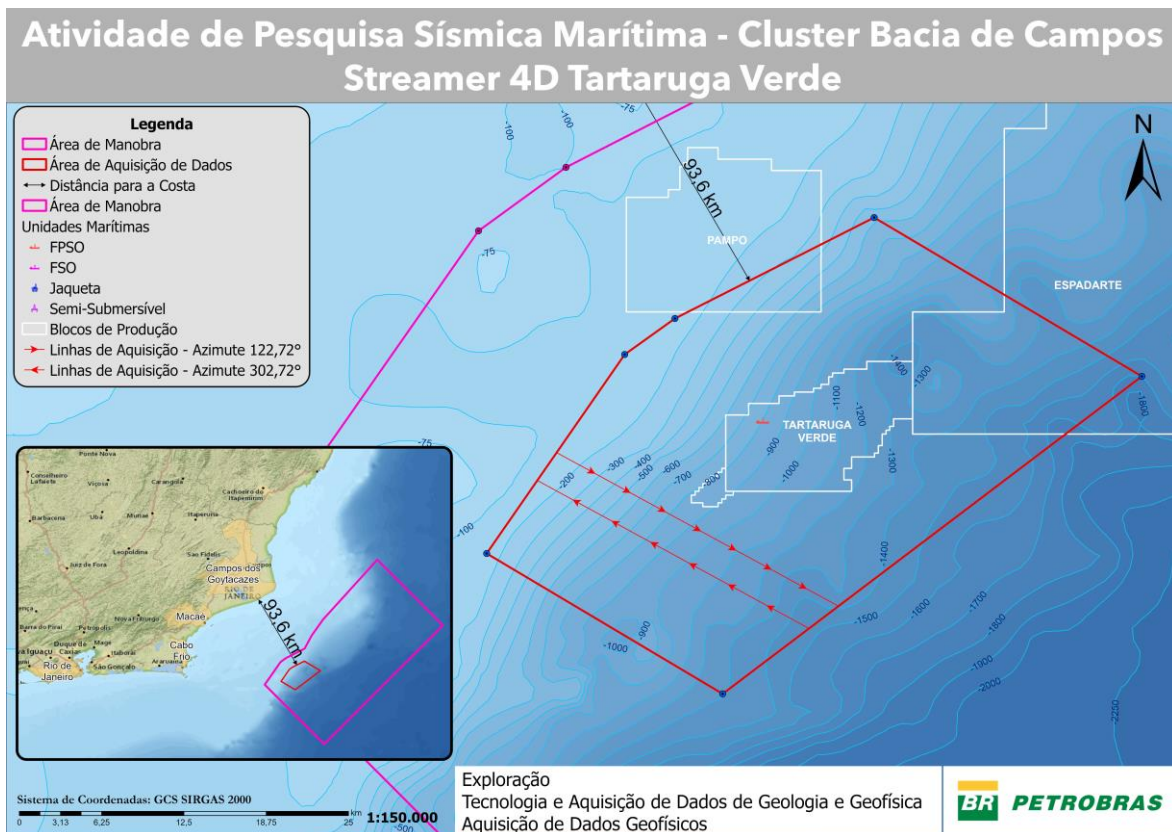


Figura II.2.2-6 – Localização do projeto streamer TVD.

Devido a presença de obstruções fixas (plataformas e sondas) na região de aquisição e a limitação de aproximação da tecnologia *streamer* a estas obstruções, faz-se o uso da técnica denominada *undershooting* para adquirir dados sob as posições das plataformas. Durante a etapa de *undershooting*, há a presença de uma embarcação fonte adicional denominada embarcação secundária, cuja configuração de fonte é idêntica a da embarcação principal, conforme **Figura II.2.2-7**. Nesta fase as embarcações operam conjuntamente no entorno das obstruções fixas, porém somente a embarcação secundária efetua os disparos, enquanto a embarcação principal realiza os registros mantendo suas fontes a todo tempo inoperantes.

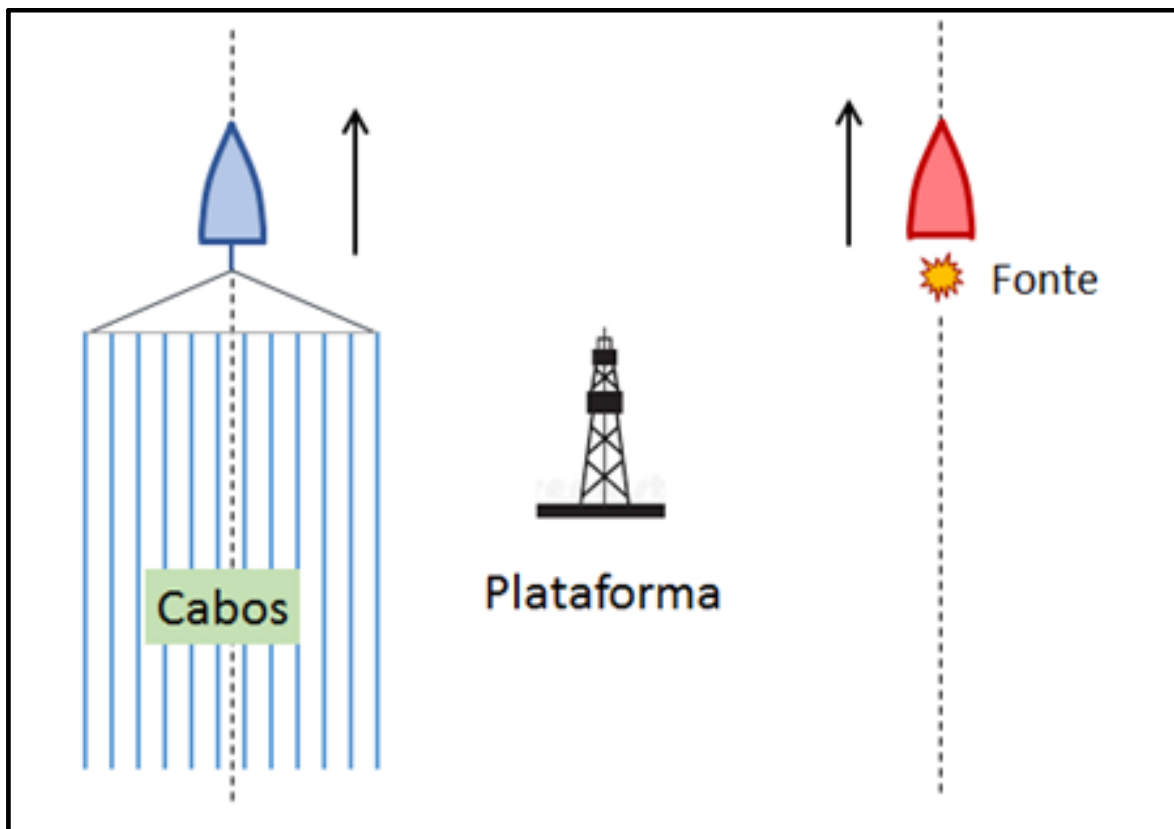


Figura II.2.2-7 – Técnica Undershooting para aquisição de dados em áreas obstruídas.

Ressalta-se que os parâmetros de aquisição, incluindo suas áreas, podem sofrer variações, uma vez que estudos técnicos que visam otimizar as áreas tanto de *nodes* quanto de aquisição podem ser realizadas, no sentido de diminuir custos, tempo de operação e impacto ambiental.

A distribuição espacial das atividades marítimas de exploração, produção e escoamento da indústria de petróleo e gás na área de estudo é apresentada na **Figura II.2.2-8**, bem como no **Anexo II.2.2-2**.

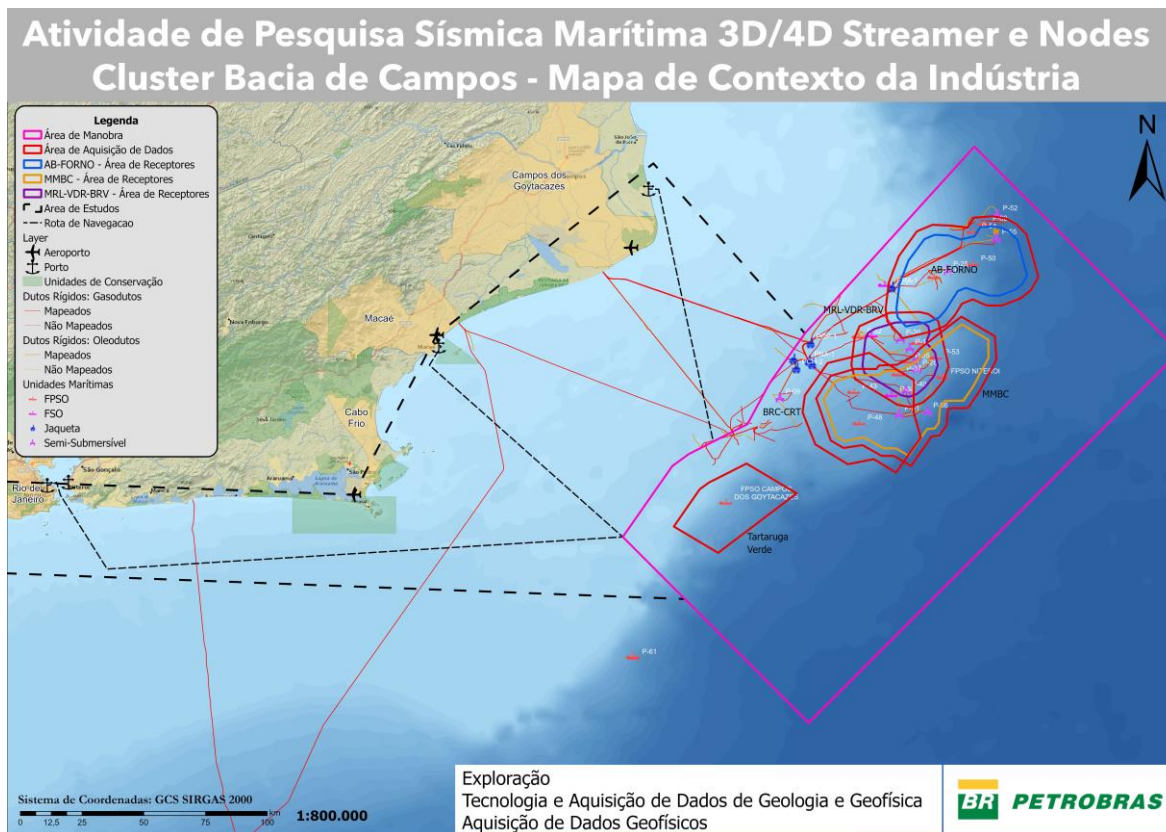


Figura II.2.2-8 – Mapa de Contexto da Indústria.

A **Figura II.2.2-9** apresenta os portos e as rotas de navegação que serão utilizadas pelas embarcações durante a atividade de pesquisa sísmica, assim como a descrição dessas.

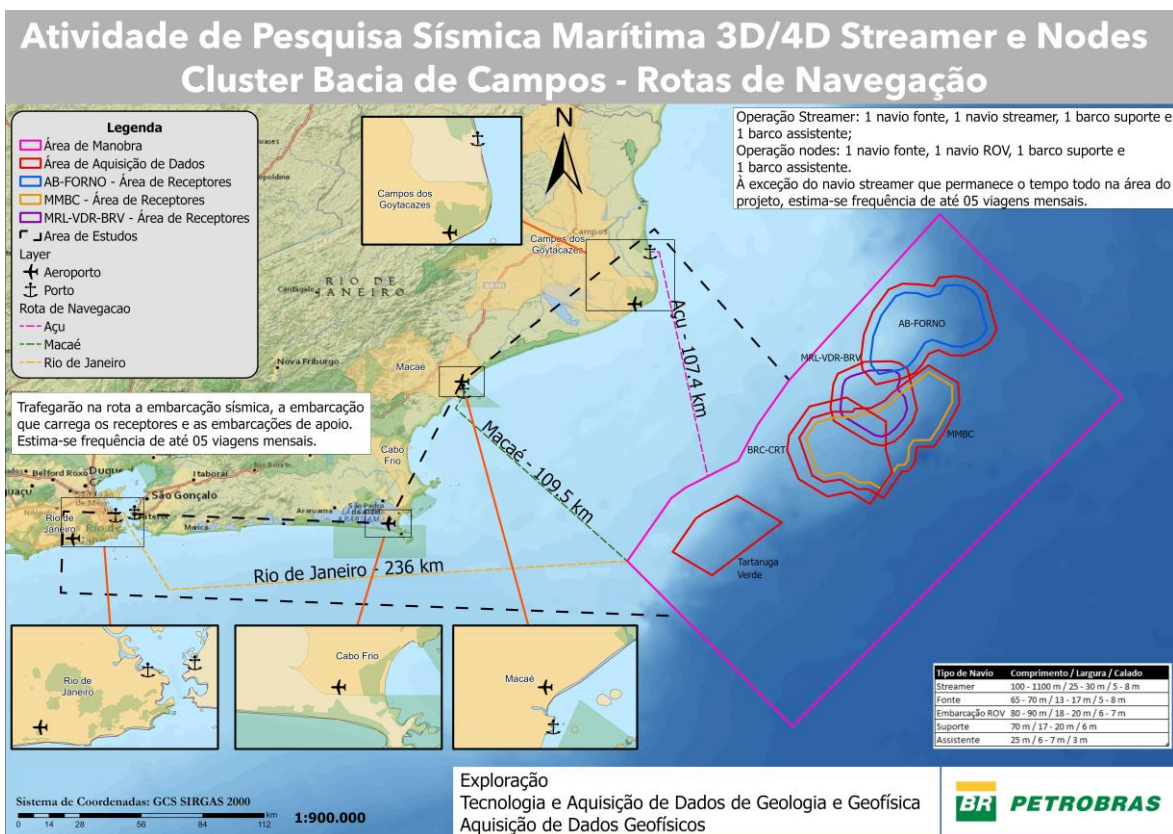


Figura II.2.2-9 – Rotas de Navegação e Bases de Apoio.

II.2.3 - Descrição da Fonte Sísmica

Esta seção descreve um exemplo de fonte sísmica que está sendo requisitada pela Petrobras às Empresas de Aquisição de Dados Sísmicos (EADs) no processo de contratação. O arranjo de fontes considerado é composto por um conjunto de canhões de ar acionados simultaneamente, divididos em subarranjos. Cada navio fonte rebocará até 9 subarranjos, que poderão estar agrupados em grupos de 3 subarranjos, totalizando 2 ou 3 arranjos de fontes a depender da parametrização da área, e irão disparar sequencialmente entre 6 e 11 segundos (o tempo específico depende de cada projeto e profundidade do objetivo geológico). A seguir a descrição dos parâmetros da fonte, os quais seguirão o seguinte padrão de nomenclatura:

Nome: Cluster_BC_[nome do projeto]_[volume da fonte]_[pressão dos disparos]_[profundidade]_[separação dos subarranjos]_[comprimento dos subarranjos].

Como indicado, cada projeto poderá ter uma fonte específica, dadas as especificidades dos processos de contratação. Abaixo as representações de cada componente do nome:

- **Volume da fonte:** representa o volume total do arranjo, informado na FCA pela Petrobras que poderá chegar **até 5.085 pol³**;
- **Pressão:** representa a pressão de disparos dos canhões, informado na FCA pela Petrobras que poderá chegar a 2.000 psi, que é o valor comumente utilizado pelas empresas de aquisição de dados sísmicos;
- **Profundidade do arranjo:** ou seja, de todos os canhões, geralmente, entre 6 e 8 metros;
- **Separação dos subarranjos:** representa a separação lateral entre os subarranjos. Esta separação varia, geralmente, entre 6 e 10 metros;
- **Comprimento dos subarranjos:** representa o comprimento do subarranjo. Novamente, apesar de não ser especificado, varia entre 14 e 18 metros.

De forma a representar como é composto o nome da fonte sísmica, segue como exemplo:

Cluster_BC_TVD_5085_2000_070_080_1500, que indica uma fonte usada no campo de Tartaruga Verde, com 5.085 pol³ (polegadas cúbicas = 0,0664 metros cúbicos) de volume total, 2.000 psi de pressão (psi é libra-força por polegada quadrada e 1 psi \approx 6894,757 Pascal), a 7 metros de profundidade, com 8 metros de separação entre subarranjos e 15 metros de comprimento dos mesmos.

Cabe reforçar que os volumes individuais de cada canhão somente serão conhecidos após cada processo de contratação. No entanto, é possível informar que o número de canhões varia entre 21 e 42 para cada fonte. Ademais, os tipos/fabricantes de canhões são os já conhecidos GGUN-II (fabricante Sercel, utilizado no levantamento OBN em Búzios em 2018/2019) e Bolt 1900LLX e 1900LLXT (fabricante Teledyne, utilizado nos dois levantamentos OBN de Lula, 2015 e 2017).

Na modelagem que consta nesse documento, os arranjos empregados de fontes sonoras foram do tipo Bolt 1900LLX, com pressão de 2.000 psi e volume de 5.085 pol³. Foi simulado um arranjo com 3 subarranjos de fontes sonoras, com

separação de 8 metros entre si e profundidade de 7 metros. A **Figura II.2.3-1** representa a configuração geométrica em planta do arranjo de fontes sonoras a ser empregado no levantamento enquanto a **Tabela II.2.3-1** a localização e volume das fontes sonoras nos arranjos que serão utilizados. A resposta impulsiva em tempo e respectivo espectro de amplitude para a assinatura de campo remoto (*far field*) do arranjo de canhões a ser empregado no levantamento são apresentadas a seguir **Figura II.2.3-2** e **Figura II.2.3-3**. Já a **Figura II.2.3-4** e a **Figura II.2.3-5** demonstram os padrões de emissão acústica para os planos verticais segundo a linha de navegação e transversal à mesma, considerando o arranjo à profundidade de 7 m. De forma complementar, a **Figura II.2.3-6** e **Figura II.2.3-7** demonstram a assinatura calculada para cada ângulo em cores variadas com assinaturas vermelhas no centro e tendendo para azul nos ângulos mais distantes (escala vertical está em tempo).

O **Quadro II.2.3-1** sumariza os parâmetros de entrada e os resultados da modelagem do **Cluster_BC_TVD_5085_2000_070_080_1500**.

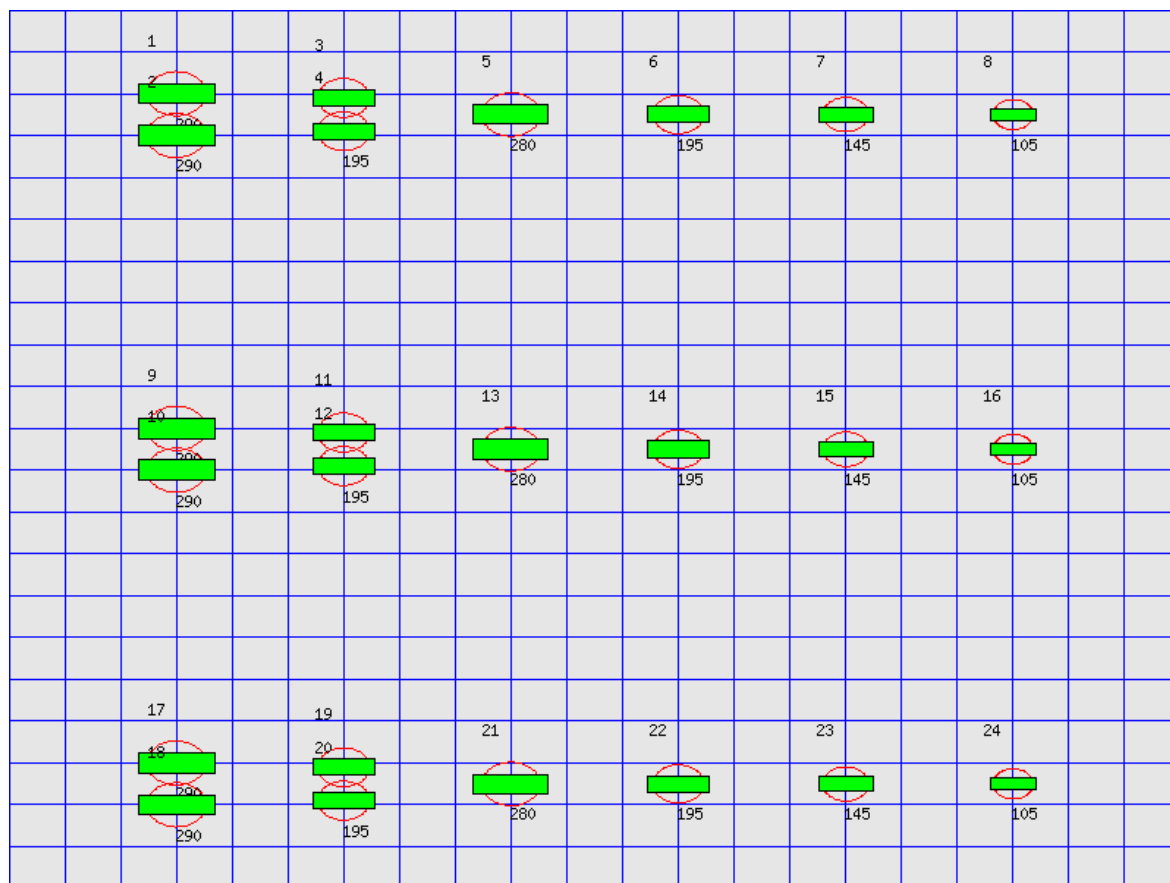


Figura II.2.3-1 – Geometria em planta do arranjo de fontes sonoras que pode ser empregado no levantamento.

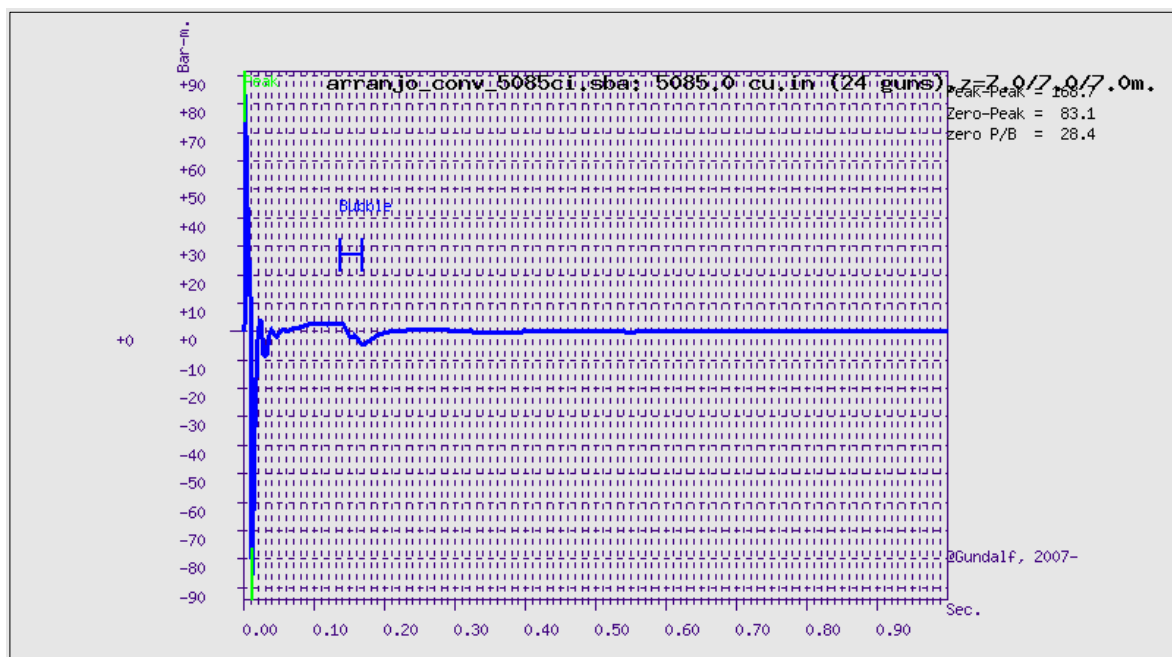


Figura II.2.3-2 – Assinatura do campo remoto (far-field) do arranjo de fontes sonoras no domínio do tempo. Sem filtro.

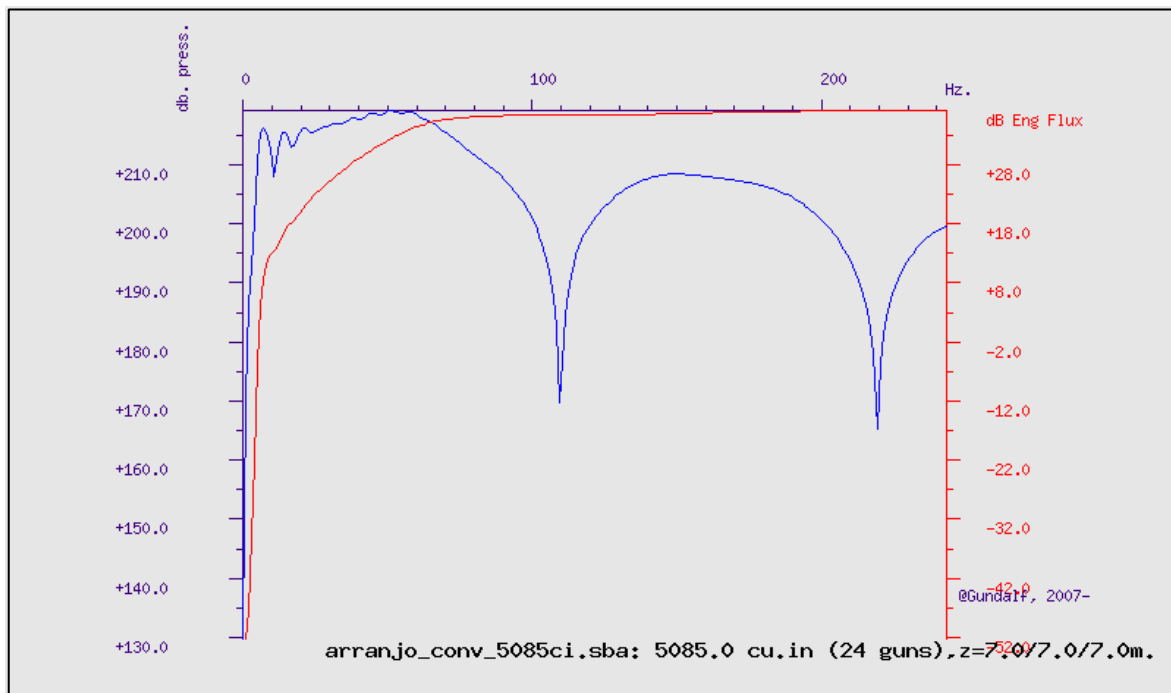


Figura II.2.3-3 – Espectro de amplitude da assinatura do campo remoto (far-field). Sem filtro.

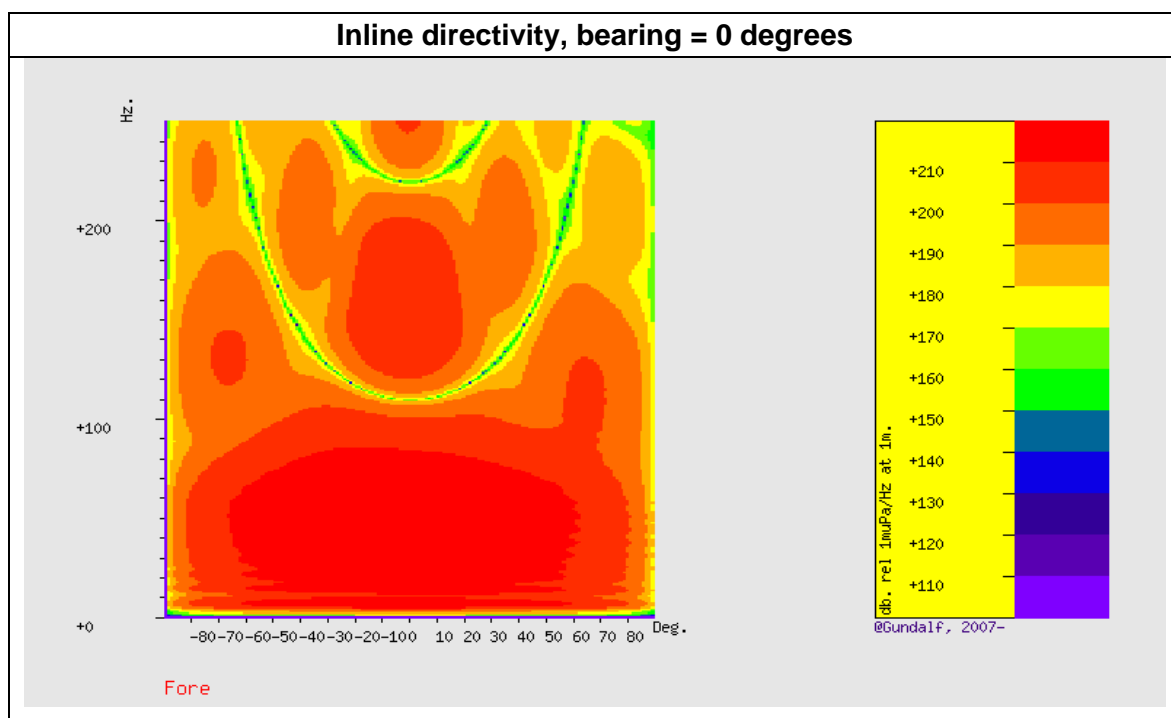


Figura II.2.3-4 – Padrão de emissão acústica do arranjo de fontes sonoras no plano vertical, longitudinalmente à linha de navegação do navio. Resposta da matriz em linha (sem filtro).

Crossline directivity, bearing = 90 degrees

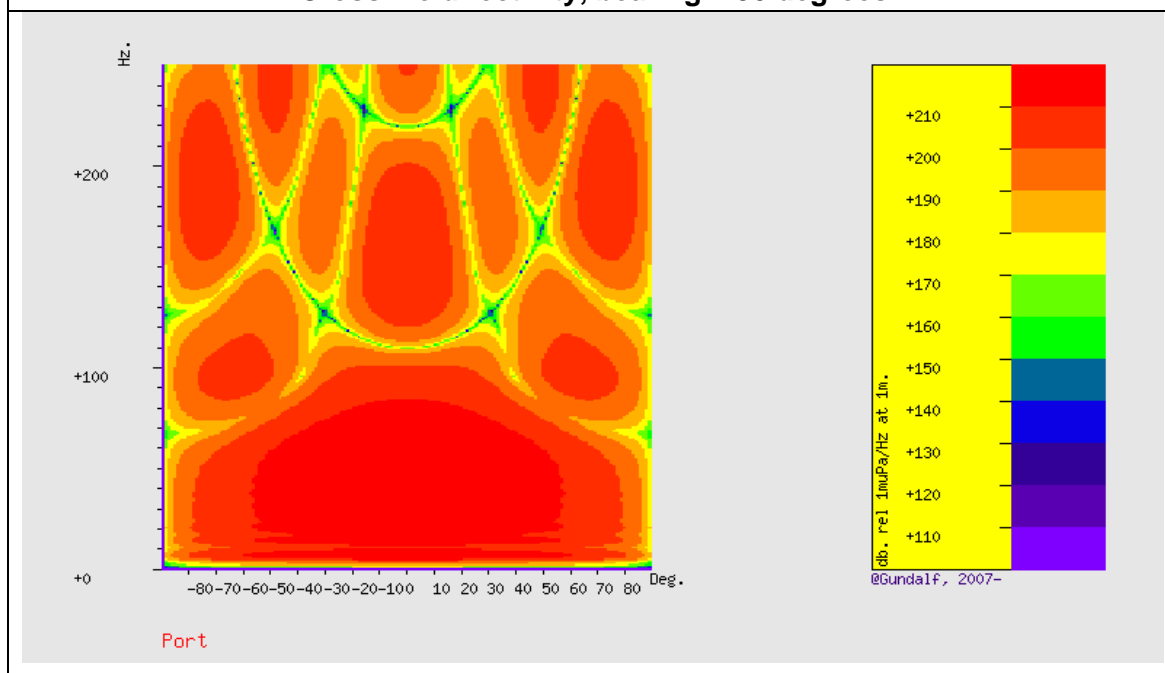


Figura II.2.3-5 – Padrão de emissão acústica do arranjo de fontes sonoras no plano vertical, transversalmente à linha de navegação do navio. Resposta de matriz cruzada (sem filtro).

Inline directivity, bearing = 0 degrees

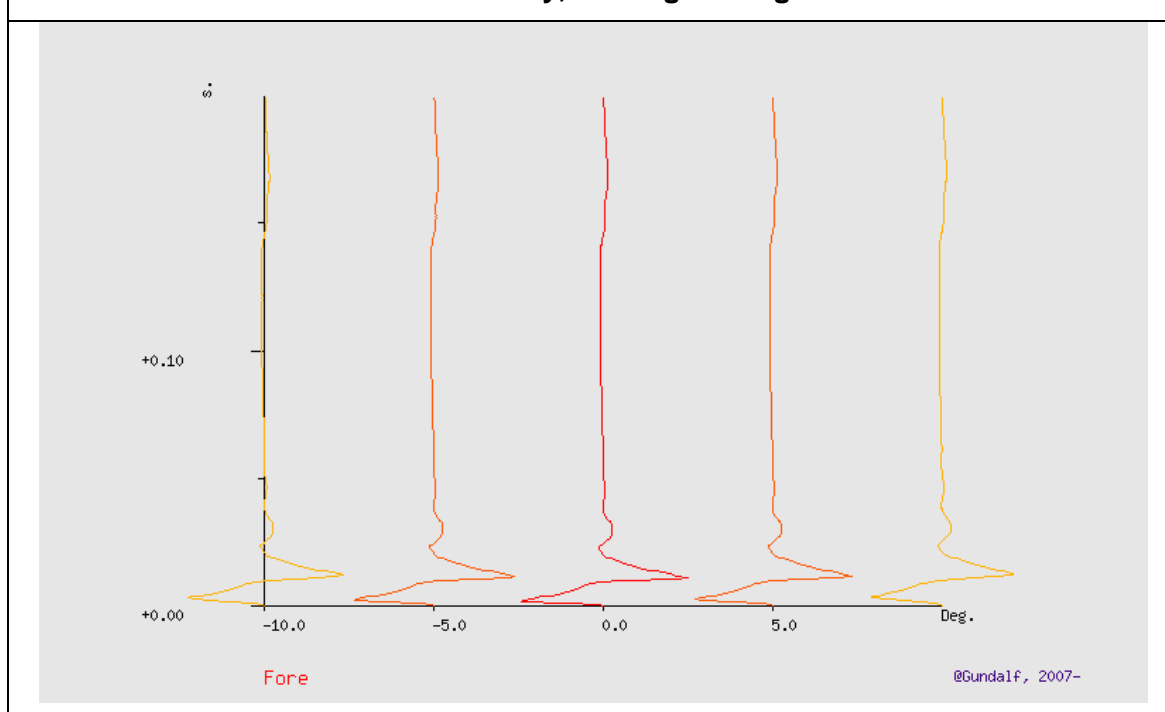


Figura II.2.3-6 – Assinatura calculada para cada ângulo de mergulho. Resposta da matriz em linha (sem filtro).

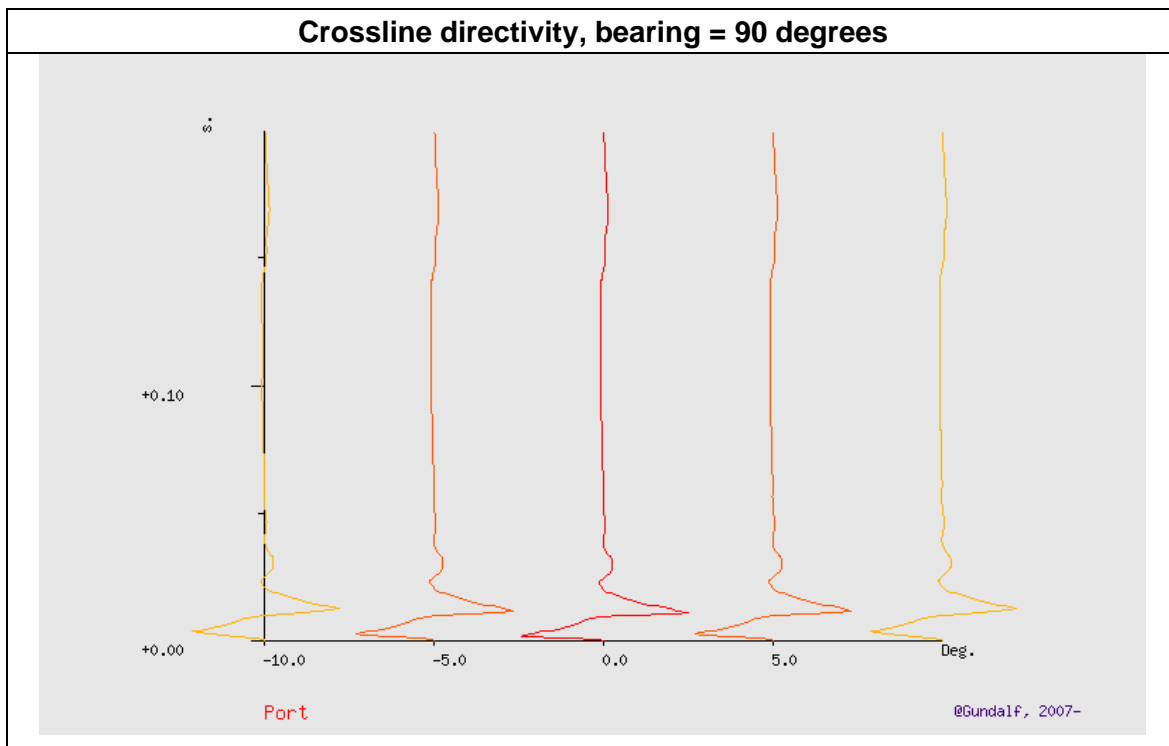


Figura II.2.3-7 – Assinatura calculada para cada ângulo de mergulho. Resposta da matriz cruzada (sem filtro).

Tabela II.2.3-1 – Localização e volume das fontes sonoras nos arranjos que serão utilizados.

Fonte Sonora	X (m)	Y (m)	Z (m)	Volume (pol³)	Pressão
1	0,00	-8,50	7,00	290,0	2000,0
2	0,00	-7,50	7,00	290,0	2000,0
3	3,00	-8,40	7,00	195,0	2000,0
4	3,00	-7,60	7,00	195,0	2000,0
5	6,00	-8,00	7,00	280,0	2000,0
6	9,00	-8,00	7,00	195,0	2000,0
7	12,00	-8,00	7,00	145,0	2000,0
8	15,00	-8,00	7,00	105,0	2000,0
9	0,00	-0,50	7,00	290,0	2000,0
10	0,00	0,50	7,00	290,0	2000,0
11	3,00	-0,40	7,00	195,0	2000,0
12	3,00	0,40	7,00	195,0	2000,0
13	6,00	0,00	7,00	280,0	2000,0
14	9,00	0,00	7,00	195,0	2000,0
15	12,00	0,00	7,00	145,0	2000,0
16	15,00	0,00	7,00	105,0	2000,0
17	0,00	7,50	7,00	290,0	2000,0
18	0,00	8,50	7,00	290,0	2000,0
19	3,00	7,60	7,00	195,0	2000,0
20	3,00	8,40	7,00	195,0	2000,0
21	6,00	8,00	7,00	280,0	2000,0
22	9,00	8,00	7,00	195,0	2000,0
23	12,00	8,00	7,00	145,0	2000,0
24	15,00	8,00	7,00	105,0	2000,0

Quadro II.2.3-1 – Parâmetros de entrada e resultados da modelagem do arranjo de fontes sonoras a serem empregadas no levantamento.

Propriedade	Valor no arranjo
Volume total (pol ³)	5.085
Profundidade (m)	7
Temperatura da água (°C)	25
Largura dos arranjos (m)	16
Comprimento dos arranjos (m)	15
Separação dos sub-arranjos (m)	8
Número de sub-arranjos	3
Amplitude de Pressão (Pico a Pico) (bar.m)	169 bar.m (265 dB re 1muPA a 1m da fonte)

II.2.4 - Descrição do Sistema de Registro

A seguir serão apresentados os sistemas de registros das duas técnicas utilizadas no licenciamento em tela. Os equipamentos utilizados tanto nas operações *streamers* quanto nas operações OBN são bastante robustos, conforme desempenho nas operações recentes no Brasil utilizando-se estas tecnologias.

II.2.4.1 - Tecnologia tipo *Streamers*

A sísmica de cabos flutuantes, ou *streamers*, é a tecnologia mais utilizada em aquisições sísmicas atualmente. Os cabos são rebocados pelo navio sísmico a uma profundidade que pode variar tipicamente entre 4 a 10 metros, podendo atingir até 50 metros de profundidade, dependendo do tipo de alvo geofísico em questão ou metodologia de aquisição **Figura II.2.4.1-1**. Normalmente, são utilizados de 6 a 12 cabos em um arranjo flutuante, com diâmetro entre 50 e 70 mm e comprimento entre 4 e 8 km, podendo chegar a 12 km, com uma separação de 50 a 100 metros entre eles (GULLAND & WALKER, 1998; MMS, 2004).

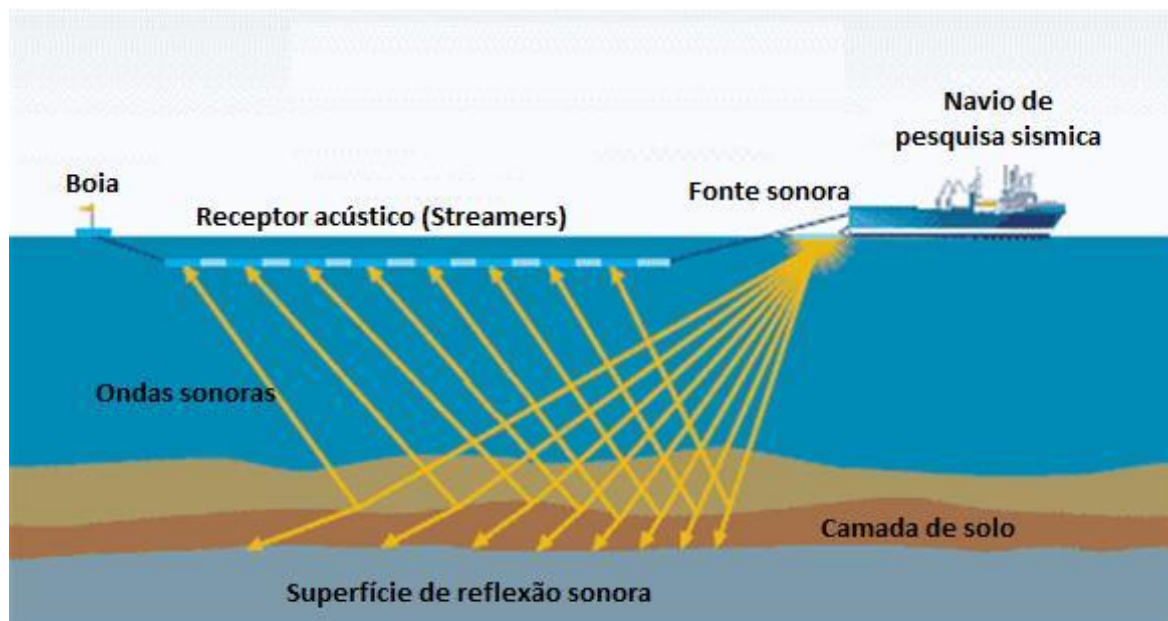


Figura II.2.4.1-1 – Representação esquemática da sísmica de cabos flutuantes (streamers).

Fonte: Adaptado de FishSAFE, 2018.

Os cabos são responsáveis por dar suporte para equipamentos de registro (hidrofones) e possuem dispositivos eletrônicos responsáveis por digitalizar e enviar para o navio os sinais captados, bem como um sistema de fornecimento de energia elétrica para todos os componentes ao longo do cabo, utilizados pelo posicionamento dinâmico de governo e ajuste de profundidade, sensores de profundidade e aceleração, etc. Para garantir a flutuabilidade do conjunto, os cabos normalmente são preenchidos por um polímero sólido de baixa densidade. Eles são confeccionados em seções independentes de 50 a 100 metros, para possibilitar o reparo modular de um componente danificado.

Os hidrofones são sensores de pressão altamente sensíveis e projetados para operar submersos na coluna d'água. São responsáveis por captar o retorno do sinal sísmico, convertendo o sinal acústico (pressão) em impulsos elétricos. Geralmente os hidrofones estão situados a cada 1 m ao longo do cabo (GULLAND & WALKER, 1998). O correto processamento das informações captadas pelos hidrofones somente é possível se as posições de todos os elementos forem conhecidas com relativa precisão.

Externamente ao cabo, existem outros componentes importantes como os dispositivos de controle de profundidade, ou *birds*, que são colocados a cada 300

metros a fim de mensurar e controlar a profundidade de flutuação do cabo sísmico a partir de sensor de pressão hidrostática (GULLAND & WALKER, 1998; GAUSLAND, 2003; MMS, 2004).

Outros componentes fundamentais do sistema de registro são os dispositivos de posicionamento dos elementos flutuantes que é composto não somente por bússolas magnéticas ao longo do cabo, mas também de vários dispositivos de posicionamento acústico que operam em altas frequências (50 a 100 kHz) e não interferem com o sinal sísmico, conferindo uma precisão de 3 a 8 metros para o posicionamento de todos os elementos relativos aos cabos flutuantes (GULLAND & WALKER, 1998). Por fim, um outro componente importante do arranjo de cabos flutuantes é a boia terminal (*tailbuoy*), que é colocada ao final de cada cabo tanto para fins de fluviabilidade do cabo e sinalização marítima, quanto para servir de referência de posicionamento para os outros elementos do arranjo, uma vez que carrega consigo um sistema de DGPS – *Differential Global Positioning System* – fundamental para o processamento dos dados sísmicos.

Como o objetivo da aquisição sísmica *streamer* em BRC-CRT é o monitoramento 4D, tal como descrito item II.2.2, e somando-se a isso o fato que hoje há lacunas de conhecimento quanto ao uso de tecnologias diferentes quando de aquisições 4D, faz-se necessário uma outra aquisição *streamer*, repetindo-se, além da tecnologia, os parâmetros das aquisições *streamer* na mesma área para se obter bons resultados com a técnica 4D.

II.2.4.2 - Tecnologia tipo OBN (Ocean Bottom Nodes)

A sísmica com sistemas autônomos de registro de fundo utiliza os *nodes*, que são sensores autônomos de quatro componentes com a capacidade de registro contínuo do traço sísmico por um longo período. Este elemento dispõe de um relógio interno avançado para sincronizar os dados registrados com o momento de disparo das fontes sísmicas e são transportados e posicionados no fundo do mar com o auxílio de ROVs (*Remotely Operated Vehicles*).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf), duas frentes de operação ocorrem nesse método: o lançamento e recuperação dos *nodes* em sua

malha esparsa no fundo oceânico (por exemplo, 250 – 500 m) e a campanha de emissão da fonte sísmica na superfície em uma malha densa (por exemplo, 50 m). O processamento destes dados tem a capacidade de produzir imagens bem superiores às obtidas com a sísmica convencional, principalmente em locais de maior complexidade estrutural, justificando assim o uso desta tecnologia em áreas onde já se possui dados com a tecnologia do tipo *streamer* mas com objetivo de melhorar a qualidade da imagem já existente ou mapear novas feições onde a tecnologia *streamer* não fornece boa qualidade de imageamento. Vale ressaltar que a deposição dos sensores no fundo oceânico ocorrerá de acordo com o estabelecido no projeto **II.10.10 Mapeamento de Comunidades Biogênicas de Fundo para Direcionamento Operacional**.

Os parâmetros de aquisição principais para um levantamento sísmico OBN são: afastamento máximo fonte-receptor, espaçamento entre *nodes* nas duas direções. Estes parâmetros são determinados em estudos de modelagem numérica (SED – *Survey Evaluation & Design*). O intervalo entre as fontes sísmicas deverá ser o menor possível, dependendo do tempo de registro definido para o levantamento. Os intervalos entre fontes sísmicas definem as dimensões das celas para o processamento e, conseqüentemente, a amostragem espacial mínima que poderá ser alcançada (**Figura II.2.4.2-1**).

Em locais onde é feito o uso de *nodes*, o navio sísmico passa apenas fazendo os disparos do canhão de ar, sem rebocar os cabos sísmicos, o que possibilita uma maior aproximação dos obstáculos existentes na área. Após a realização da pesquisa sísmica, os *nodes* são completamente recuperados.

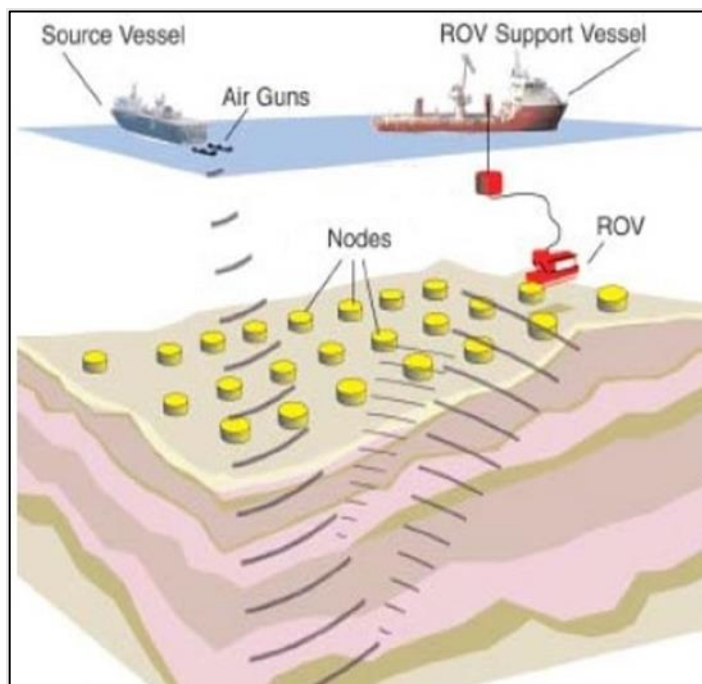


Figura II.2.4.2-1 – Ilustração esquemática de levantamento nodes ou OBN.

O início da operação é caracterizada pela disposição dos sensores no assoalho oceânico pelo navio de ROV. Para tal são utilizados geralmente 2 ROVs (podendo ser 3 ROVs), localizados nas laterais da embarcação. Algumas empresas apresentam, além dos ROVs que já levam consigo alguns nodes, uma cesta de nodes, localizada geralmente na popa do navio, para auxiliar na disponibilização/fornecimento dos nodes localizados no convés do navio para os ROVs, otimizando assim o tempo da operação. Detalhes sobre os nodes e cestas, como peso e dimensões serão apresentados nas informações complementares previamente ao início de cada atividade, quando as empresas executoras e equipamentos estiverem definidos. Como a atividade é monitorada com câmeras, caso sejam identificadas estruturas biogênicas, a localização dos nodes é remanejada. A **Figura II.2.4.2-2** mostra um desenho esquemático da colocação dos sensores no fundo marinho.

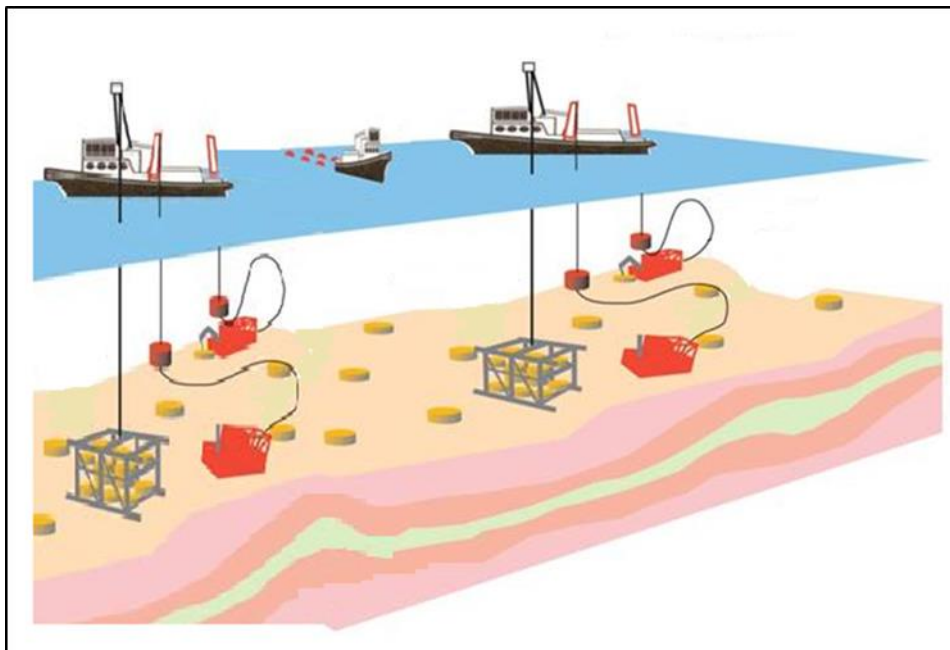


Figura II.2.4.2-2 – Deposição dos receptores no fundo marinho com a ajuda de ROVs e a cesta de nodes.

II.2.5 - Cronograma Atualizado da Atividade

O cronograma estimado para o período está descrito no **Quadro II.2.5-1**. Ressalta-se que esta programação poderá sofrer alterações ao longo dos próximos anos devido, por exemplo, ao processo de contratação das EADs e também às incertezas inerentes, como a contingência de alguns projetos, que podem não ser executados, ou mesmo novas rodadas de licitação da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) na área, fazendo com que outros projetos de característica análoga aos que são objeto de licenciamento possam ser executados.

Quadro II.2.5-1 – Cronograma de aquisição do Cluster BC.

Campo		Duração (meses)	Nodes																																																Streamer																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
			2023												2024												2025												2026												2027																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
			1º T			2º T			3º T			4º T			1º T			2º T			3º T			4º T			1º T			2º T			3º T			4º T			1º T			2º T			3º T			4º T																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
BRC-CRT (Streamer)	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Referências Bibliográficas

AZEDIAS, A. C. L.; GROCHAU, M. H. 2020. Sísmica 4D: perguntas frequentes e suas respostas. Informe Geofísico da Petrobras, Edição 188.

CYPRIANO, L.; YU, Z.; FERREIRA, D.; HUARD, B.; PEREIRA, R.; JOUNO, F.; KHALIL, A.; URASAKI, E. N. A.; da CRUZ, N. M. S. M.; YIN, A.; CLARKE D.; JESUS, C. C. 2019. OBN for pre-salt imaging reservoir monitoring – Potential and road ahead. 15th International Congress of the Brazilian Geophysical Society (SBGf).

FishSAFE. “Seismic Surveys”. 2018. Disponível em: <<http://www.fishsafe.eu/en/offshore-structures/seismic-surveys.aspx>>. Acesso em 03 de out. 2018.

GULLAND, J.A. e WALKER, C.D.T. 1998. Marine Seismic Overview. In: Tasker, M.L. e Weir, C. (ed.) Proceedings of the seismic and marine mammals workshop. 202 p. Londres. 23-25 jun 1998. Disponível em: <http://www.smru.st-and.ac.uk/seismic/pdfs/all_pdfs.zip>.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA - SBGF. “Boletim SBGF, número 99: Geofísica de fundo oceânico”. Disponível em: <https://sbgf.org.br/home/images/Boletim-99-2017_Final.pdf>. Acesso em: 01 de out. 2018.