



# CARACTERIZAÇÃO DO RUÍDO DO NAVIO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO VITAL DE OLIVEIRA

*MSc Rafael Gomes de Menezes<sup>1</sup>;  
Capitão de Fragata (T) Marcia Helena Moreira Valente<sup>2</sup>; e  
Primeiro-Tenente (T) Fernando Ribeiro<sup>3</sup>*

## RESUMO

No dia 12 de agosto de 2021, ao largo de Arraial do Cabo - RJ, foi realizado um teste de ruído acústico do navio NPqHo Vital de Oliveira, a fim de verificar possíveis interferências nas comissões de medição acústica intituladas “Paisagem Acústica”. O exercício consistiu em avaliar os níveis de ruído por banda de frequência. O navio fundeou e acionou gradualmente os maquinários de bordo até estar pronto para suspender e navegar, enquanto um hidrofone, modelo DigitalHyd SR-1 da Marsensing LDA, gravava o sinal acústico a iniciais 50 metros do navio.

Após a qualificação dos dados, a análise consistiu na mensuração dos níveis de pressão sonora (Sound Pressure Level – SPL) em decibéis (dB ref 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup> Hz<sup>-1</sup>). De maneira geral, o teste revelou que o ruído dos motores principais do navio apresenta pico sonoro na banda de 1/3 de oitava centrada em 63 Hz. O gerador auxiliar do navio apresenta um ruído

<sup>1</sup> Possui bacharelado em Oceanografia pela USP e mestrado em Biotecnologia Marinha pelo IEAPM/UFF. Foi bolsista do IEAPM em diferentes contextos desde 2016, e desde 2022 integra o projeto SISPRES, trabalhando com dados acústicos e meteoceanográficos.

<sup>2</sup> Chefe do Departamento de Oceanografia do IEAPM/MB. Graduada em Oceanografia, com mestrado em Oceanografia Física pela USP. Doutorado de Engenharia Oceânica com ênfase em Oceanografia Acústica pela COPPE-UFRJ.

<sup>3</sup> Ajudante da Divisão de Oceanografia Física. Graduado em Oceanografia com mestrado em Oceanografia Física pela UFSC.



centrado em 400 Hz e a situação mais ruidosa do navio (engrenado e navegando) atingiu picos acima de 100 dB entre 400 e 800 Hz.

O teste mostrou que, mesmo apresentando altos níveis de pressão sonora, as bandas de frequência apresentadas demonstram que o navio NPqHo Vital de Oliveira está apto a apoiar as comissões “Paisagem Acústica”, no que tange aos estudos de bioacústica, propagação e comunicação acústica.

**Palavras-chave:** Bandas de 1/3 de oitava; Frequência; Pressão Sonora; Espectro; NPqHo Vital de Oliveira.

## ABSTRACT

On August 12, 2021, near Arraial do Cabo - RJ, an acoustic noise test was carried out on the hydroceanographic vessel Vital de Oliveira to verify potential interference in the acoustic measurement commissions entitled “Acoustic Landscape”. The exercise consisted of evaluating noise levels by frequency band. The ship was anchored and gradually activated the machinery until it was ready to lift and sail, while a hydrophone model DigitalHyd SR-1 from Marsensing LDA recorded the acoustic signal at the initial distance of 50 meters of the ship.

After qualifying the data, the analysis consisted of measuring sound pressure levels (SPL) in decibels (dB ref 1  $\mu$ Pa<sup>2</sup> Hz<sup>-1</sup>). In general, the test revealed that the noise of the ship’s main engines presents a sound peak in the 1/3 octave band centered at 63 Hz. The ship’s auxiliary generator has a noise centered at 400 Hz, and the noisiest situation (ship in gear and sailing) peaked above 100 dB between 400 and 800 Hz.

The test showed that, even with high sound pressure levels, the frequency bands presented would make the Vital de

Oliveira vessel able to support the “Landscape Acoustic” commissions regarding the studies of bioacoustics, propagation and acoustic communication.

**Keywords:** Third octave bands; Frequency; Sound Pressure; Spectrum; Research Vessel noise.

## 1. INTRODUÇÃO

A Paisagem Acústica é composta por três componentes: a Geofonia (ruídos ambientais produzidos pela ação dos ventos, ondas, chuva, terremotos e outros processos naturais), a Biofonia (ruídos biológicos produzidos por organismos) e a Antropofonia (ruídos produzidos pelas atividades humanas) (PIJANOWSKY et al., 2011; KRAUSE et al., 2011; FARINA, 2014).

O componente antropogênico da paisagem acústica é amplamente estudado e tem o potencial de impactar as populações marinhas (HAWKINS & POPPER, 2014). As principais fontes antropogênicas no ambiente marinho estão relacionadas às atividades econômicas, como o tráfego de embarcações, sonares, parques eólicos, atividades da indústria de óleo e gás, construções marítimas, dragagens, portos, entre outros. Esses ruídos se concentram em bandas de baixa frequência (<1 kHz) (HILDEBRAND, 2009), mas também podem atingir frequências mais altas, dependendo do tipo de maquinário e da distância do hidrofone. Deste modo, o estudo da Paisagem Acústica fornece informações sobre as características físicas, sobre a qualidade ambiental e sobre as relações dos organismos entre si e com o ambiente.

Buscando ampliar o conhecimento de oceanografia física e oceanografia acústica, o Instituto de Estudos do Mar Al-



mirante Paulo Moreira (IEAPM) deu início ao projeto PAISAGEM ACÚSTICA da Costa Sudeste, que vem realizando cruzeiros oceanográficos na plataforma continental. Este projeto realizado pelo IEAPM, Instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação (ICT), subordinada ao Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CMTRJ), é apoiado pela FAPERJ com a cooperação dos navios do Grupamento de Navios Hidroceanográficos (GNHo). Possui, como propósito principal, realizar testes iniciais dos modelos acústicos da propagação acústica costeira, utilizados pelo Sistema de Previsão do Ambiente Acústico em Apoio às Operações Navais (SISPRES) e pelo projeto Sistema Tático de Fatores Ambientais (STFA).

Neste contexto, visando ao planejamento de uma comissão PAISAGEM ACÚSTICA a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico (NPqHo) Vital de Oliveira, foi realizada uma avaliação prévia de ruído do navio, com o objetivo de definir metodologia de coleta de dados a partir da caracterização do ruído do navio, identificar e verificar possíveis interferências às medições e a própria paisagem acústica costeira.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Aquisição de dados

Em conjunto com uma comissão de instrução do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico (NPqHo) Vital de Oliveira, ao largo da região de Cabo Frio - RJ, foi realizado um teste para avaliar os ruídos gerados pelo navio. O teste foi realizado no dia 12 de agosto de 2021, iniciando com o navio fundeado próximo à Ilha dos Porcos, em Arraial do Cabo - RJ às 12 horas Zulu (Figura 1), com todas as máquinas e equipamentos possíveis desligados, com a finalidade de minimizar ao

máximo os sons do navio, mantendo apenas um gerador de energia na linha. Em seguida, uma embarcação miúda do IEAPM fundeou um hidrofone a 50 metros do navio, em uma profundidade de 15 metros, com profundidade local de 25 metros. Foi utilizado o hidrofone modelo DigitalHyd SR-1 da Marsensing LDA, configurado em 16 bits e ganho de 16 vezes em gravação contínua em arquivos de quase 2 minutos (117 segundos).

Durante o teste, o navio acionou gradualmente os maquinários até estar pronto para suspender e navegar e deslocou-se até um ponto a 7 km de distância do hidrofone para realizar uma estação de coleta de dados oceanográficos (CTD) (Figura 1). A equipe do navio informou os horários de acionamento de cada máquina para posterior análise dos dados. A Tabela 1 apresenta os horários e os respectivos maquinários que foram analisados neste trabalho.

Tabela 1. Horário de início do teste, abreviações e nomes da sequência de máquinas que foram acionadas durante o teste de caracterização do ruído do Navio Hidroceanográfico Vital de Oliveira.

Horários	Abreviações	Máquinas
14:18:44	MCA#3	Motor de Combustão Auxiliar (Gerador)
15:24:20	MCP#1	Motor de Combustão Principal (Bombordo)
15:34:54	MCP#2	Motor de Combustão Principal (Boreste)
15:45:30	Azimutais	Bombas Azimutais
17:22:43	GE#1	Gerador de Eixo (Bombordo)
17:22:43	GE#2	Gerador de Eixo (Boreste)
17:22:43	BOW#1	Bow Thrusters (Bombordo)
17:22:43	BOW#2	Bow Thrusters (Boreste)
18:13:38	TERMO	Termossalinógrafo (Com bomba alimentadora)
18:26:18	Guincho	Guincho CTD

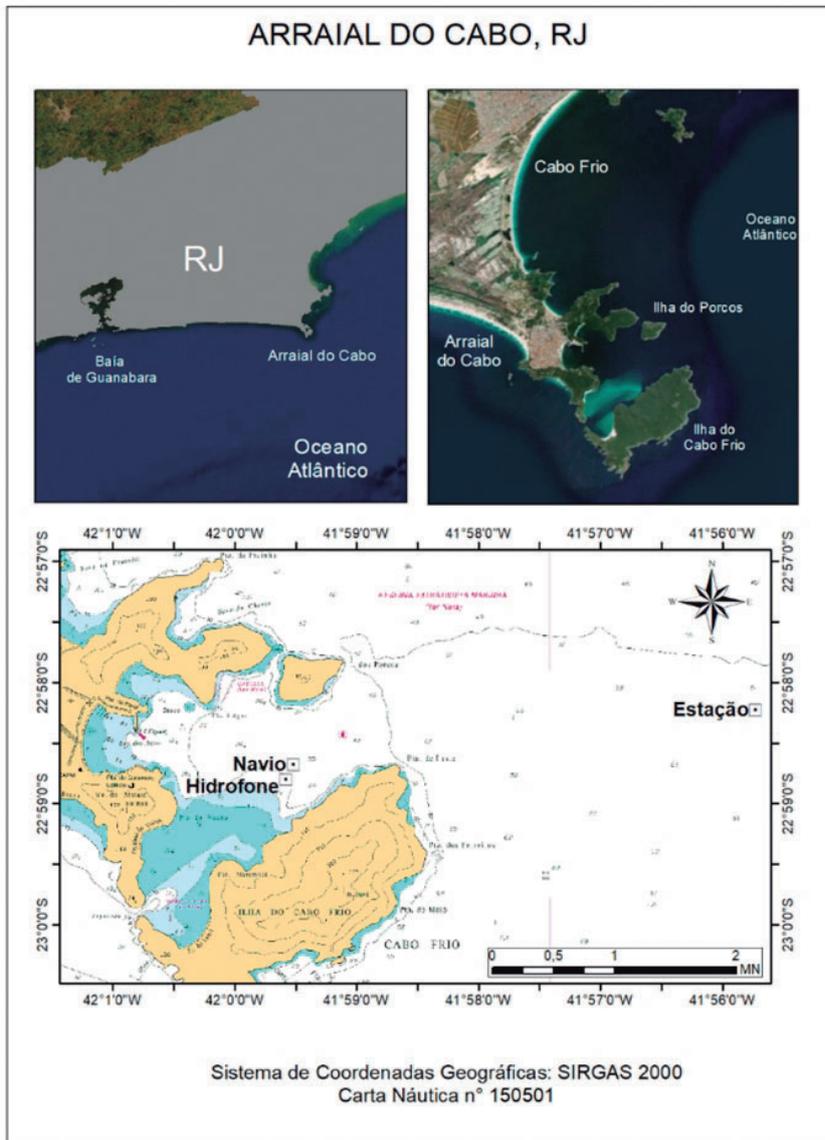


Figura 1. Localização do teste de caracterização do ruído do NPqHo Vital de Oliveira. Em destaque, tem-se a foto do navio posicionado para o teste, com hidrofone fundeado no círculo vermelho

## 2.2 Processamento dos dados .wav

A primeira etapa do processamento consistiu na qualificação das gravações do experimento em relação à clippagem do sinal adquirido (*'clipping'*). Foram utilizados apenas os arquivos que tiveram menos de 0.1% do sinal clippados (*'saturado'*). Deste modo, foi descartado um trecho

das gravações utilizadas na caracterização do ruído da embarcação, a partir do momento em que as Bombas dos Azimutais e compressores entraram em linha.

As gravações de cada configuração de máquinas foram realizadas com diferentes durações. Para padronizar a análise, foram selecionados 3 arquivos (cerca de 6 minutos) para cada configuração. Os arquivos



foram selecionados, de acordo com o critério de menor possibilidade de influência de outros ruídos, conforme anotações de bordo do experimento da ocorrência de outras embarcações na área.

O processamento do sinal e os gráficos foram realizados por meio da linguagem de programação Python (<https://www.python.org/>), de uso livre e interpretada através de *scripts*/rotinas desenvolvidas para atender as demandas do projeto. O processamento dos arquivos de áudio (.WAV) consistiu na mensuração do nível de pressão sonora (*Sound Pressure Level* – SPL) em decibéis (dB ref 1  $\mu\text{Pa}^2 \text{Hz}^{-1}$ ). De forma simplificada, o processamento do sinal pode ser dividido em 4 etapas: 1) leitura do arquivo; 2) padronização de bits (16); 3) calibração (curva de calibração fornecida pelo fabricante); e 4) janelamento (em blocos de 1 segundo) de ‘Hann’ para o periodograma de Welch (WELCH, 1967) com sobreposição de 50% e resolução de 8192 (tem unidade aqui?). Após o janelamento, cada arquivo de gravação é representado por um valor de mediana, em decibéis, para cada frequência do espectro.

As formas de visualizações dos dados consistiram no espectrograma dos principais momentos do teste, gráficos de linha da mediana do SPL no espectro de frequência para cada configuração de máquinas e um gráfico de boxplot e uma tabela das principais bandas de 1/3 de oitava. Para esses últimos, foram selecionadas as bandas de 1/3 de oitava das principais faixas de frequência relacionadas às fontes sonoras antropogênicas (até 1kHz) e algumas bandas de maiores frequências de possível interesse para futuros experimentos do projeto Paisagem Acústica. As bandas de 63 e 125 Hz são recomendadas pelo Descritor 11.2 do Quadro de Estratégia Marinha Europeia (MSFD) para monitoramento de ruído marinho proveniente de embarcações e que, idealmente, não deve ultrapassar 100 decibéis (DEKELING, 2014).

### 3. RESULTADOS

Os resultados da caracterização do ruído do navio estão apresentados em duas seções: espectrogramas dos principais momentos do teste em ordem cronológica e panorama geral da distribuição da pressão sonora na frequência.

#### 3.1 Espectrogramas

Para efeitos de comparação, todos os espectrogramas apresentados estão na mesma escala de frequência (até 2 kHz), e na mesma escala do mapa de cores (60 a 120 dB ref 1  $\mu\text{Pa}^2 \text{Hz}^{-1}$ ).

O início do experimento é caracterizado com o navio configurado para gerar o mínimo de ruído possível, apenas com o gerador MCA#3 (Motor de Combustão Auxiliar) em funcionamento. A Figura 2 apresenta o espectrograma do início do experimento. É possível observar linhas horizontais que, provavelmente, estão diretamente relacionadas ao ruído do MCA#3, sendo a linha horizontal, em torno de 350 Hz, a mais proeminente. As estrias oblíquas, mais evidentes entre 500 e 1500 Hz, são relacionadas ao efeito *Lloyd’s Mirror* que ocorre com a passagem de embarcações, quando a fonte do ruído está em movimento (CAREY, 2009), provavelmente, associado à passagem de alguma embarcação nas proximidades do experimento.

É possível observar também, nessa figura, a ocorrência de vocalizações de cetáceos, confirmada por especialista. Na Figura 2, essas vocalizações são caracterizadas pelas linhas verticais entre 250 e 700 Hz, ao longo de todo o espectrograma. O período em que o teste foi realizado (mês de agosto) é de alto índice de ocorrência de Baleias-juvarte (*Megaptera novaeangliae*) na região, devido ao padrão migratório da espécie. Essas vocalizações não foram mais observadas com o avanço do experimento.

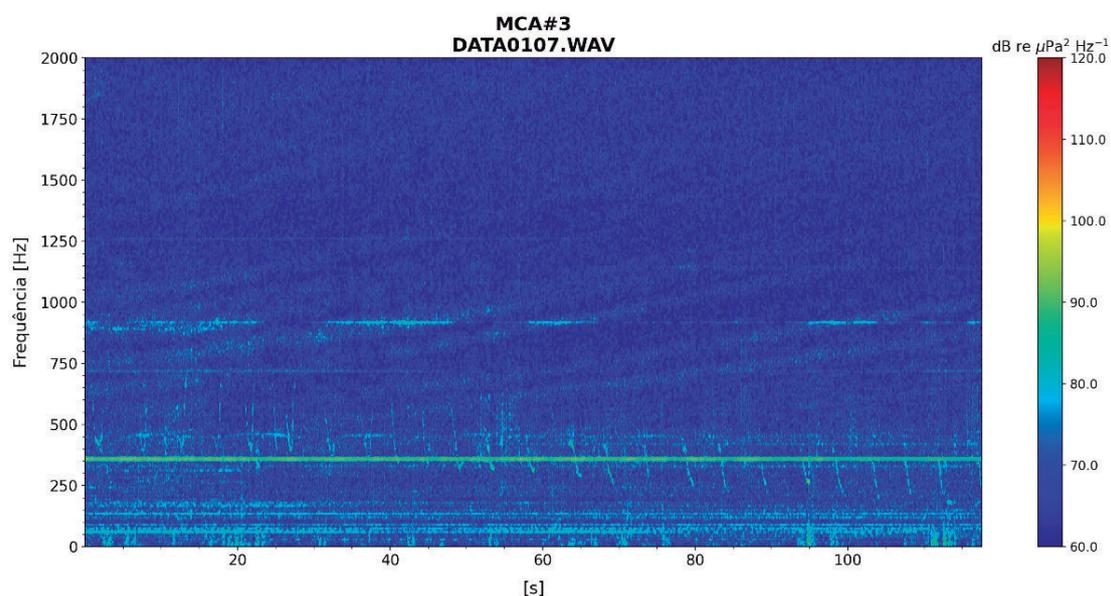


Figura 2. Espectrograma até 2 kHz do arquivo DATA0107.WAV gravado com apenas o gerador MCA#3 do NPqHo Vital de Oliveira em funcionamento

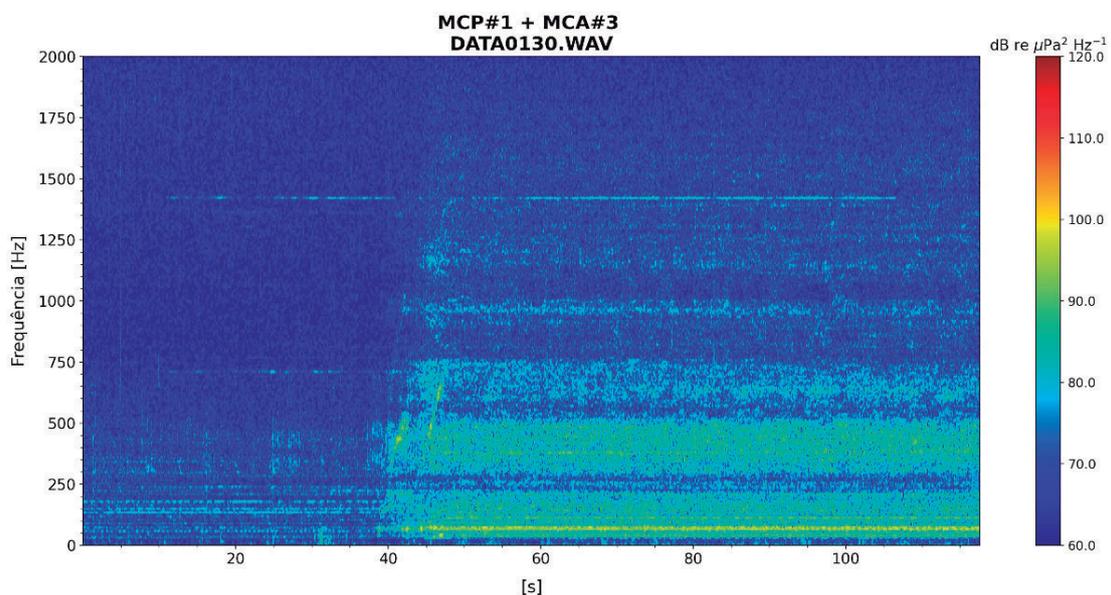


Figura 3. Espectrograma até 2 kHz do momento de acionamento do motor MCP#1 do NPqHo Vital de Oliveira, por volta de 40 segundos do arquivo DATA0130.WAV

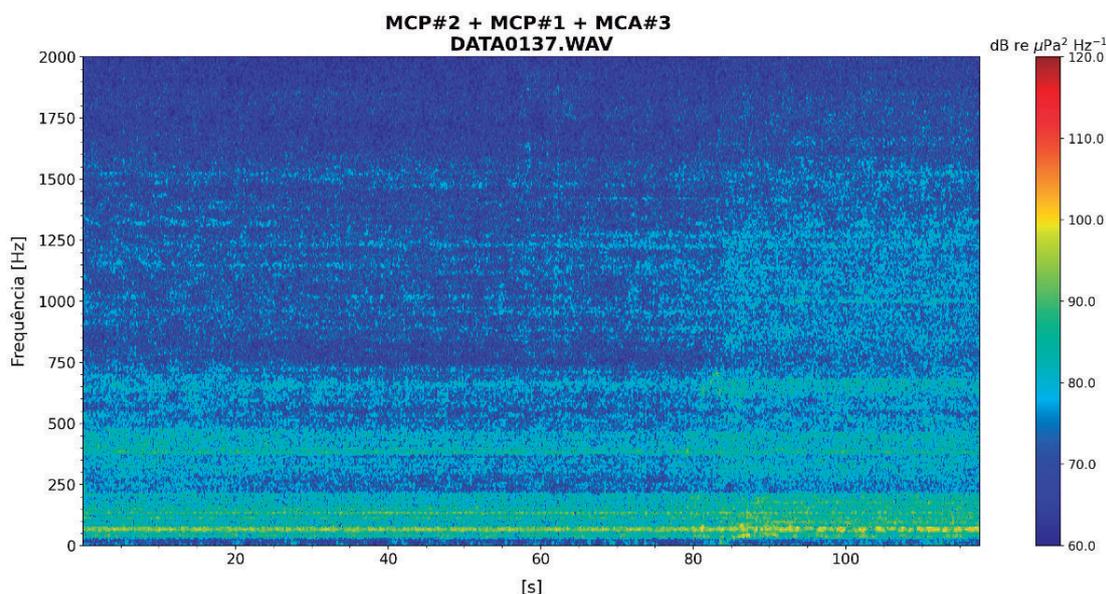


Figura 4. Espectrograma até 2 kHz do momento de acionamento do motor MCP#2 do NPqHo Vital de Oliveira, por volta de 85 segundos do arquivo DATA0137.WAV

Alguns minutos após o acionamento do MCP#1, o MCP#2 (Motor de Combustão Principal de boreste) também foi acionado. A Figura 4 apresenta o momento desse acionamento, por volta de 85 segundos do arquivo. É possível observar um incremento na pressão sonora a partir do acionamento do MCP#2. Aparentemente, ambos os motores, MCP#1 e MCP#2, apresentam assinaturas acústicas similares, com maior pressão em menores frequências, mas ainda evidente até cerca de 1750 Hz.

Em preparação para suspender e proceder para a navegação, o momento de acionamento das Bombas Azimutais e dos Propulsores caracteriza um dos instantes mais ruidosos da embarcação. A Figura 5 apresenta esse panorama, com um aumento evidente por volta de 70 segundos do arquivo em todas as frequências dentro da escala de visualização do espectrograma (2 kHz), mas com uma maior pressão sonora aparentemente até 750 Hz. Este momento marca

o início do conjunto de arquivos com saturação (*clipping*) do sinal, devido à combinação da elevada pressão sonora do navio com todas as máquinas ligadas e à configuração estipulada para o ganho do hidrofone utilizada no experimento. Os dados saturados não puderam ser aproveitados na análise.

Após suspender e iniciar a navegação, o afastamento do navio reduz a pressão sonora, captada pelo hidrofone e marca o final do conjunto de arquivos com saturação (*clipping*).

O navio navegou até 7 km de distância do hidrofone para realizar uma estação de coleta de dados oceanográficos (Figura 1) em um local com profundidade de aproximadamente 55 metros. A Figura 7 apresenta o ruído do navio durante a realização da coleta de dados com o Guincho do CTD acionado e Termossalinógrafo ligado. Ainda que com a pressão sonora evidentemente inferior, é possível observar que o ruído da embarcação até 750 Hz é a principal característica do espectrograma.

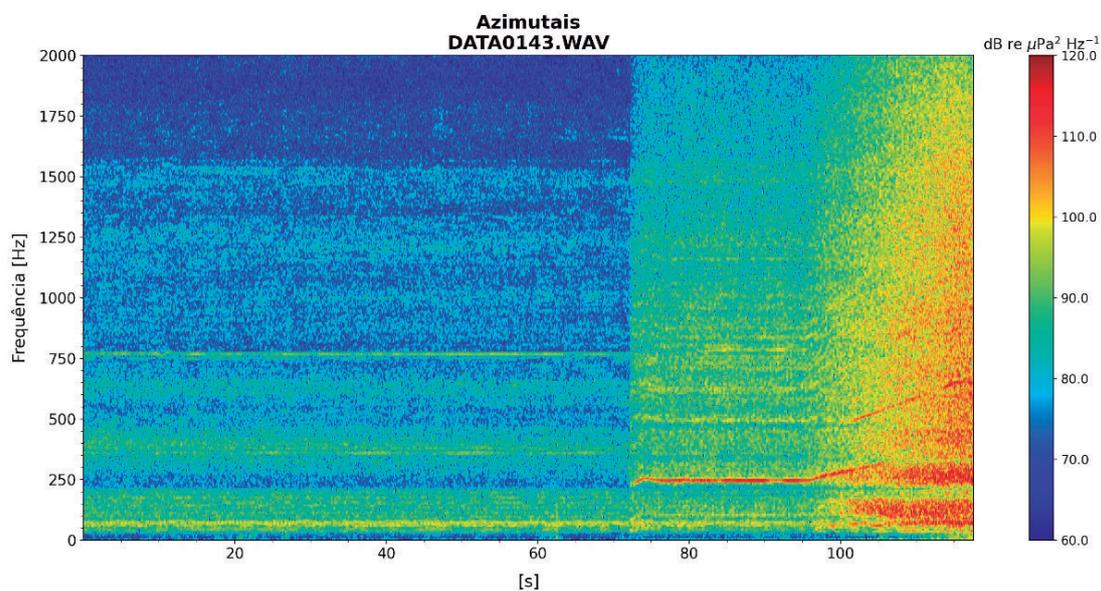


Figura 5. Espectrograma até 2 kHz do momento de acionamento dos Azimutais do NPqHo Vital de Oliveira, por volta de 70 segundos do arquivo DATA0143.WAV. Este momento marca o início do conjunto de arquivos com saturação (clipping) do sinal

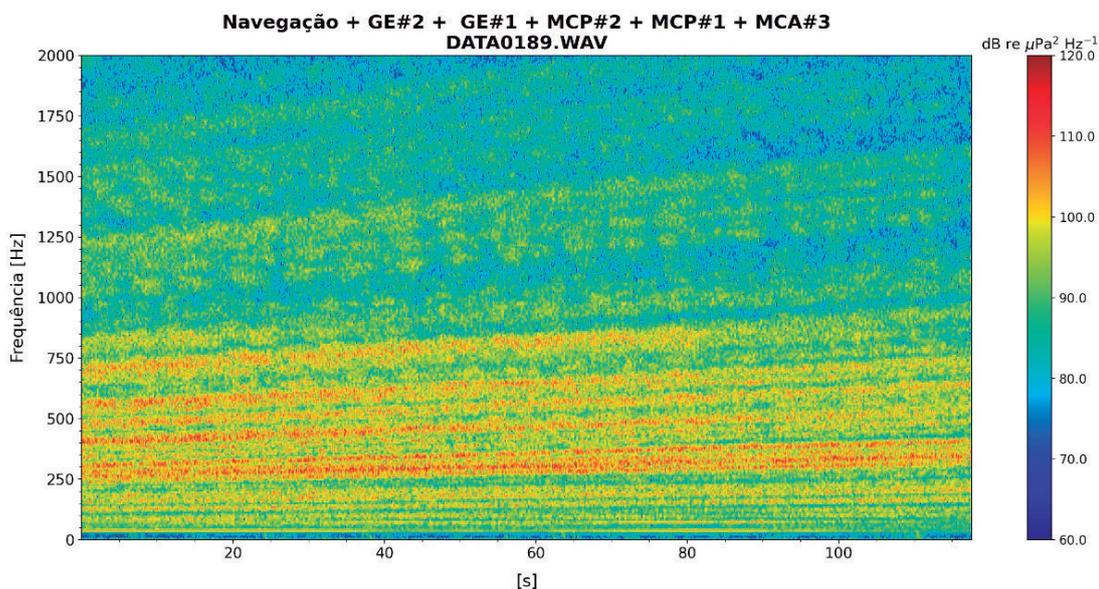


Figura 6. Espectrograma até 2 kHz do arquivo DATA0189.WAV gravado em situação de navegação do NPqHo Vital de Oliveira se afastando do hidrofone. Este momento marca o final do conjunto de arquivos com saturação (clipping) do sinal

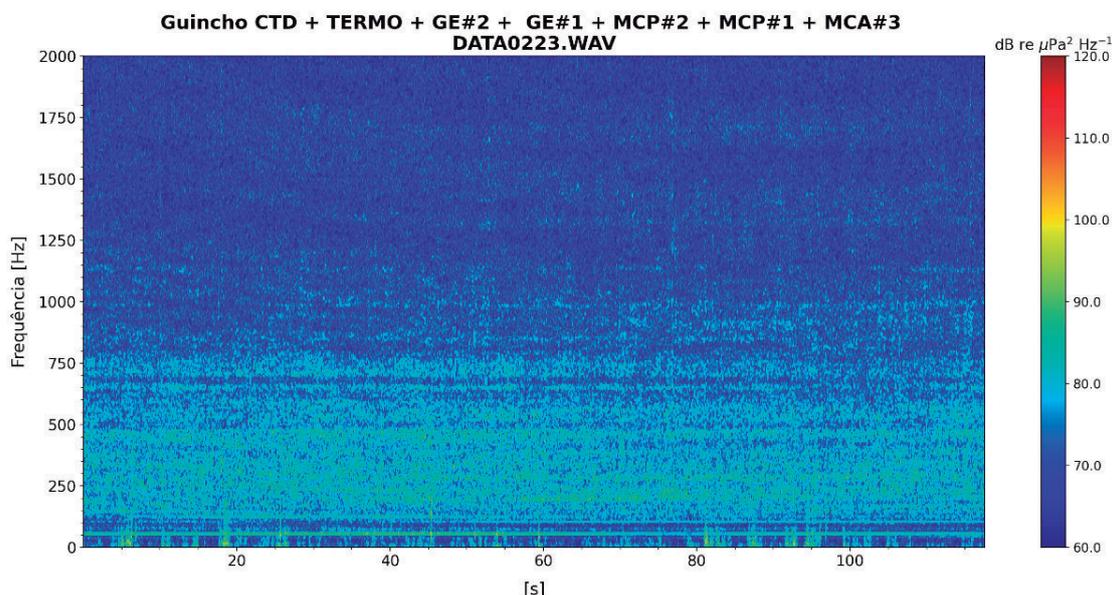


Figura 7. Espectrograma até 2 kHz do arquivo DATA0223.WAV gravado com o NPqHo Vital de Oliveira realizando estação de CTD com Termossalinógrafo ligado a uma distância de 7 km do hidrofone

### 3.2 Panorama geral do ruído

Essa seção apresenta um panorama geral do experimento e a caracterização do ruído do NPqHo Vital de Oliveira, com a análise das frequências até 10 kHz devido ao interesse de futuras campanhas do projeto Paisagem Acústica.

As Figuras 8 (até 10 kHz) e 9 (até 2 kHz) apresentam o espectro de 6 minutos de gravação de cada configuração de máquina analisada do teste. Até 10 kHz, é evidente o maior sinal do período de navegação do navio com todas as máquinas necessárias acionadas, até cerca de 3500 Hz, sugerindo que não haja ruído proveniente do navio acima dessa frequência, conforme traçado vertical no gráfico. É possível observar também que há uma diferença de cerca de 10 dB entre a situação

do navio em propulsão e navegando (linha preta), e a dos dois motores principais acionados, mas não engrenados (linha vermelha), com exceção nas frequências até 125 Hz (círculo na Figura 9), em que ambas as situações apresentam pressões sonoras similares. Nessas frequências (até 125 Hz), também é possível observar que o acionamento do MCP#2 adicionou cerca de 4 dB na pressão sonora da assinatura do navio (círculo na Figura 9).

Ambas as figuras (8 e 9) que apresentam o espectro da pressão sonora do navio sugerem que o ruído da embarcação se concentre nas frequências até 750 Hz, conforme já mostrado nos espectrogramas da seção 3.1. No entanto, na situação de navio navegando (linha preta), o ruído é evidente até cerca de 3500 Hz, com o pico de maior pressão sonora em torno de 350 Hz.

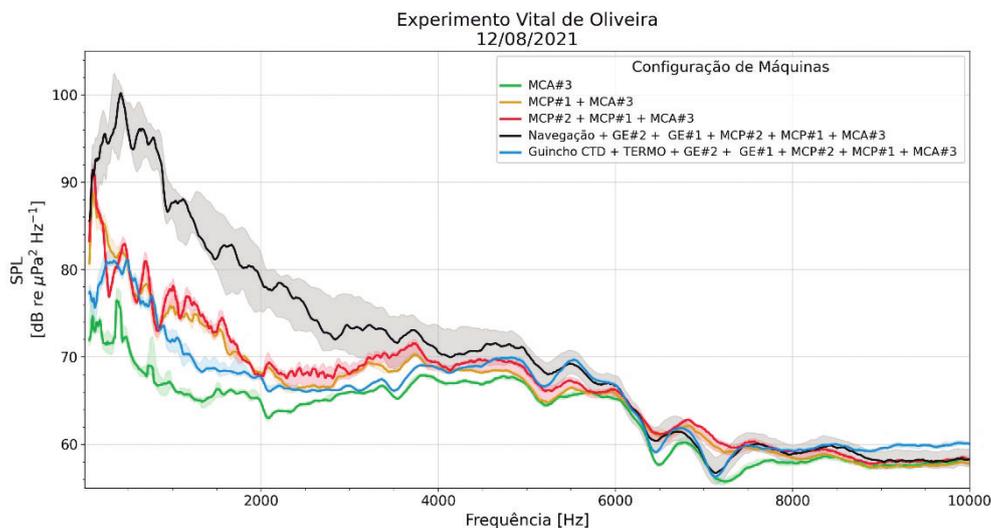


Figura 8. Distribuição da pressão sonora (SPL) no espectro da frequência até 10 kHz para cada configuração de máquinas analisada na caracterização do ruído do NPqHo Vital de Oliveira. Dados suavizados com média móvel de 20 unidades e preenchimentos ao fundo no intervalo entre os percentis de 10 e 90 % de cada curva

Em relação à situação de menor ruído possível do navio (apenas MCA#3), os retângulos na Figura 9 destacam picos em torno de 350 e de 750 Hz, que

provavelmente não aparecem nas demais situações, pois o ruído do gerador MCA#3 acaba ficando ‘mascarado’ pelos ruídos das outras máquinas do navio.

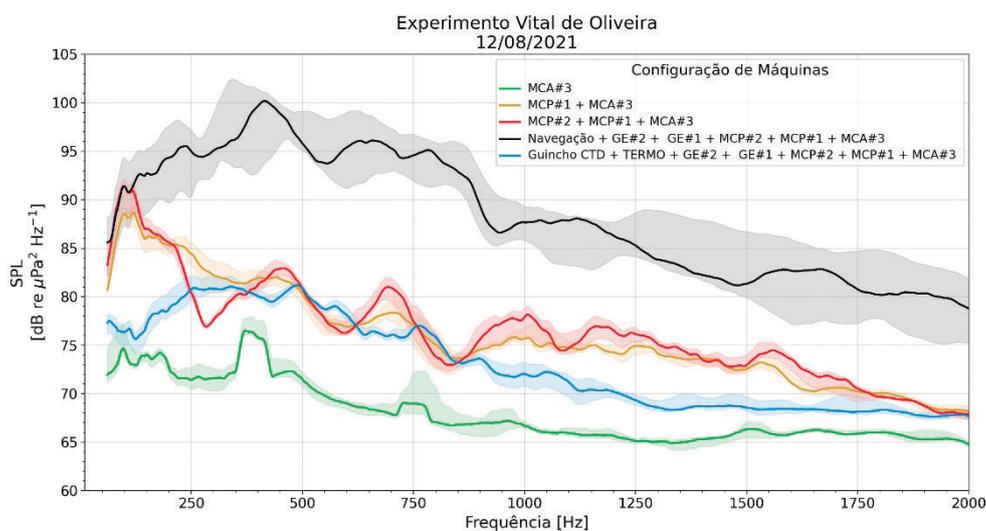


Figura 9. Distribuição da pressão sonora (SPL) no espectro da frequência até 2 kHz para cada configuração de máquinas analisada na caracterização do ruído do NPqHo Vital de Oliveira. Dados suavizados com média móvel de 20 unidades e preenchimentos ao fundo no intervalo entre os percentis de 10 e 90 % de cada curva



A análise das bandas de frequência de 1/3 de oitava (Figura 10 e Tabela 2) reforça a caracterização do ruído do gerador MCA#3 em torno de 400 Hz, dos motores principais (MCP#1 e MCP#2) em 63 Hz e do navio engrenado e navegando com maior pressão sonora entre 400 e 800 Hz, decaindo em frequências maiores.

Os dados apresentados na Tabela 2 sugerem que as bandas de 63 e 125 Hz apresentem as maiores variabilidades e que a situação do navio engrenado e navegando

contribui para maior variabilidade em, praticamente, todas as frequências analisadas. Os maiores valores médios de pressão sonora foram observados na situação de navio engrenado e navegando, com valores acima de 100 dB de 125 até 1000 Hz, se mantendo acima de 110 dB entre 400 e 800 Hz, e pico de 112 dB em 400 Hz. Além dessa configuração, apenas a situação de ambos os motores acionados (MCP#1 + MCP#2) atingiu valores acima de 100 dB, chegando a 102 dB na frequência de 63 Hz.

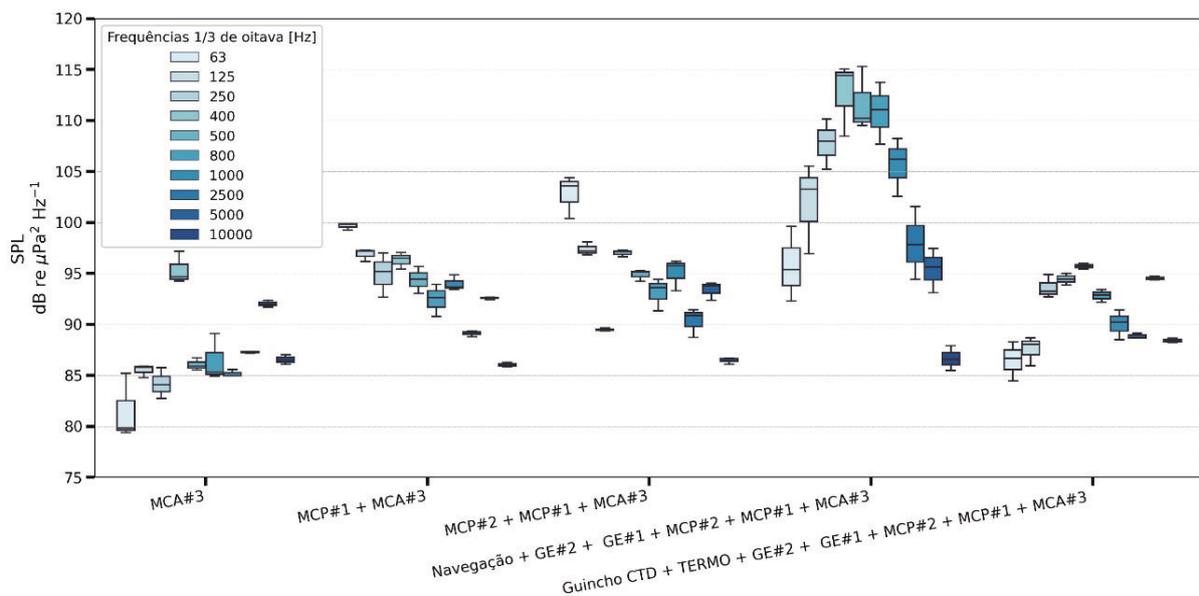


Figura 10. Distribuição box-plot das bandas de frequência de 1/3 de oitava para cada configuração de máquinas analisada no experimento de caracterização do ruído do NPqHo Vital de Oliveira



Tabela 2. Médias e desvio padrão (DP), em dB ref 1  $\mu\text{Pa}^2 \text{Hz}^{-1}$ , para cada banda de 1/3 de oitava para cada configuração de máquina analisada na caracterização do ruído do NPqHo Vital de Oliveira. Células preenchidas em vermelho apresentam os maiores valores de média e DP para cada configuração de máquinas

Frequência de 1/3 de oitava [Hz]	Configuração de Máquinas									
	MCA#3		MCP#1 + MCA#3		MCP#2 + MCP#1 + MCA#3		Navegação + GE#2 + GE#1 + MCP#2 + MCP#1 + MCA#3		Guincho CTD + TERMO + GE#2 + GE#1 + MCP#2 + MCP#1 + MCA#3	
	Mé-dia	DP	Mé-dia	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
63	81,48	3,23	99,66	0,35	102,79	2,12	95,76	3,68	86,47	1,93
125	85,50	0,61	96,87	0,62	97,37	0,65	101,91	4,45	87,56	1,44
250	84,19	1,50	94,98	2,18	89,49	0,15	107,80	2,46	93,62	1,13
400	95,36	1,57	96,32	0,84	97,02	0,32	112,64	3,63	94,44	0,59
500	86,05	0,62	94,39	1,33	94,87	0,55	111,68	3,17	95,72	0,28
800	86,45	2,31	92,46	1,59	93,12	1,59	110,84	3,05	92,82	0,62
1000	85,17	0,34	94,00	0,76	95,08	1,56	105,67	2,88	90,03	1,46
2500	87,29	0,11	89,13	0,29	90,35	1,42	97,94	3,56	88,85	0,25
5000	92,02	0,35	92,58	0,12	93,40	0,91	95,41	2,18	94,53	0,18
10000	86,56	0,47	86,04	0,22	86,47	0,33	86,66	1,20	88,44	0,22

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se avaliar o objetivo do teste de caracterização do ruído do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira, algumas considerações podem ser destacadas:

- O Ruído do navio é concentrado em frequências abaixo de 800 Hz, mas com

contribuição até 3500 Hz em situação de motores engrenados e em navegação;

- O navio apresentou situações de ruído acima de 100 dB entre 400 e 800 Hz em situação de motores engrenados e navegação, e também na frequência de 63 Hz com os dois motores principais acionados (MCP#1 e MCP#2), mas não engrenados;



- Considerando como referência o Descritor 11.2 do Quadro de Estratégia Marinha Europeia (MSFD) para monitoramento de ruído marinho proveniente de embarcações, e que, idealmente, as bandas de 1/3 de oitava de 63 e 125 Hz não devem ultrapassar 100 decibéis (DEKELING, 2014), o Navio Hidroceanográfico Vital de Oliveira ultrapassou o limite com os motores ligados e com o navio engrenado e navegando;

- O tráfego de embarcações é o principal contribuinte para ruídos em baixa frequência (5-500 Hz) nos oceanos, e a combinação das fontes do navio também pode gerar sons em uma ampla gama de frequências (MCCARTHY, 2014, WITTEKIND, 2009). A cavitação dos motores de embarcações de médio e grande porte gera picos sonoros em 50-150 Hz (MCCARTHY, 2014), e, dependendo da severidade da cavitação, pode dominar todo o espectro (WITTEKIND, 2009). O ruído dos motores principais (MCP#1 e MCP#2) do NPqHo Vital de Oliveira é condizente com a literatura, com pico do nível sonoro na banda de 1/3 de oitava centrada em 63 Hz;

- O ruído dos motores principais acionados, mas não engrenados, apresenta

maiores pressões sonoras na banda de 1/3 de oitava de 63 Hz, mas com contribuições até cerca de 1750 Hz;

- A situação mais ruidosa, de motores engrenados e navegando, atingiu 112 dB na frequência de 1/3 de oitava de 400 Hz;

- A situação de menor ruído possível do navio, apenas com o gerador MCA#3 acionado, atinge valores de 95 dB na banda de 400 Hz, a uma distância de 50 metros do hidrofone. Esse ruído é suprimido pelas outras máquinas do navio quando os motores estão ligados;

- A configuração do hidrofone utilizado com ganho de 16 vezes não permitiu medir a pressão sonora das bombas Azimutais do navio, devido à elevada pressão sonora dessa máquina.

O teste destaca a importância de controle dos ruídos durante a operação de experimentos acústicos, principalmente, com objetivos de caracterização de ruídos e da paisagem acústica. No entanto, o ruído do navio hidroceanográfico Vital de Oliveira não deve interferir em experimentos acústicos acima de 3500 Hz, em especial, nas situações de motores desligados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAREY, W. M. Lloyd's Mirror – Image Interference Effects. *Acoustics Today*, v. 5, 2009.

DEKELING, R. P. A.; TASKER, M. L.; VAN DER GRAAF, A. J.; AINSLIE, M. A.; ANDERSSON, M. H.; ANDRÉ, M.; BORSANI, J. F.; BRENSING, K.; CASTELLOTE, M.; CRONIN, D.; DALEN, J.; FOLEGOT, T.; LEAPER, R.; PAJALA, J.; REDMAN, P.; ROBINSON, S. P.; SIGRAY, P.; SUTTON, G.; THOMSEN, F.; WERNER, S.; WITTEKIND, D.; YOUNG, J. V. *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications*. JRC Scientific and Policy Report EUR 26555 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2014, doi: 10.2788/27158

FARINA, A. *Soundscape and landscape ecology*. In *Soundscape ecology* (pp. 1-28). Springer, Dordrecht, 2014.

HAWKINS, A. D.; POPPER, A. N. *Assessing the impacts of underwater sounds on fishes and other forms of marine life*. *Acoustics Today*, 10(2), 30-41, 2014.



HILDEBRAND, J. A. *Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean*. Marine Ecology Progress Series, 395, 5-20, 2009.

KRAUSE, B.; GAGE, S. H.; JOO, W. *Measuring and interpreting the temporal variability in the soundscape at four places in Sequoia National Park*. Landscape Ecology 26(9), 1247-1256, 2011.

MCCARTHY, E. *Scientific Aspects of Underwater Sound*. In International Regulation of Underwater Sound: Establishing Rules and Standards to Address Ocean Noise Pollution (pp. 32). Kluwer Academic Publishers, Boston, 2014.

PIJANOWSKI, B. C.; VILLANUEVA-RIVERA, L. J.; DUMYAHN, S. L.; FARINA, A.; KRAUSE, B. L.; NAPOLETANO, B. M.; GAGE, S. H.; PIERETTI, N. *Soundscape ecology: the science of sound in the landscape*. BioScience, 61, 203-21, 2011.

WELCH, P. *The use of the fast Fourier transform for the estimation of power spectra: A method based on time averaging over short, modified periodograms*. IEEE Trans. Audio Electroacoust. vol. 15, pp. 70-73, 1967.

WITTEKIND, D. *The Increasing Noise Level in the Sea – a Challenge for Ship Technology?*. Paper given at the 104th Congress of the German Society for Maritime Technology, 2009.

