COMUNICAÇÃO TÉCNICA

Nº 177599

A importância da perfilagem sísmica na hidrografia portuária

Luiz Antonio Pereira de Souza

Palestra presentada no WORKSHOP DE HIDROGRAFIA PORTUÁRIA E PETROLÍFERA, 4., 2021, on-line. 18 slides.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

www.ipt.br

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef | 08-11 November 2021 Online Event

4º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

III SBGGM

A IMPORTÂNCIA DA PERFILAGEM SÍSMICA NA HIDROGRAFIA PORTUÁRIA

Luiz **A**ntonio **P**ereira de **S**ouza (**Laps**)
Área de Cidades, Infraestrutura e Meio Ambiente - **CIMA**
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - **IPT**

ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

1

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef | 08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

HIDROGRAFIA PORTUÁRIA → **SEGURANÇA DE NAVEGAÇÃO**

- **CALADO**
- **AFLORAMENTOS ROCHOSOS**
- **DETRITOS NÁUTICOS**
- **LAMA FLUIDA**

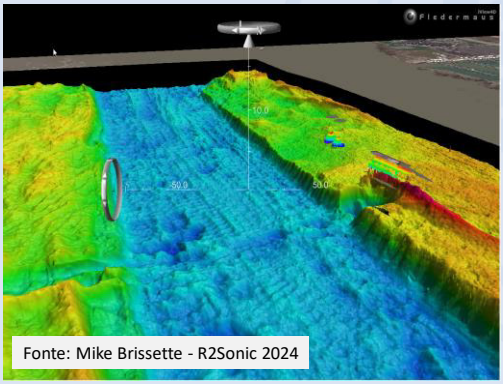
2

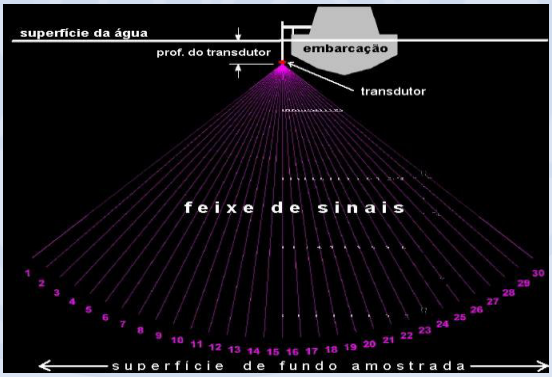
17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

- **CALADO** → **BATIMETRIA**

Sistemas batimétricos monofeixe, multifeixe, interferométricos ou sistemas multifase


Fonte: Mike Brissette - R2Sonic 2024



3

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

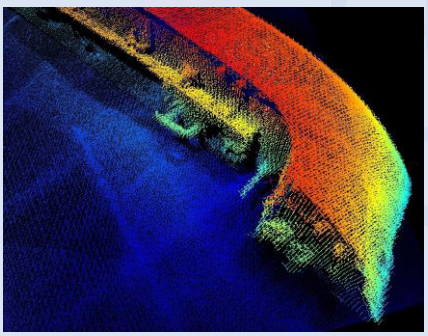
Magnetometria

na superfície de fundo

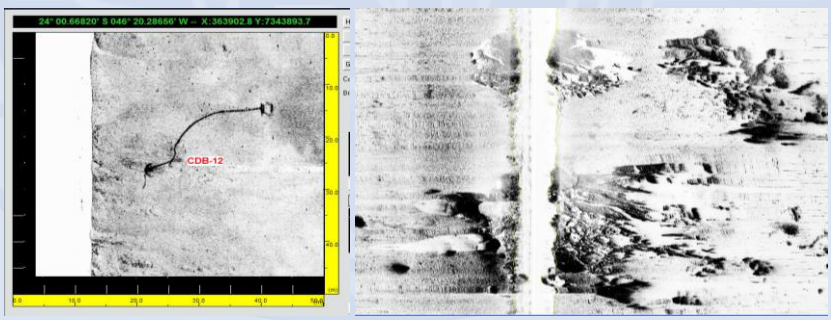
- **DETRITOS NÁUTICOS**
- **AFLORAMENTOS ROCHOSOS**

→ **BATIMETRIA + SONOGRAFIA**

Multibeam 700 kHz – R2Sonic



Sonar de Varredura Lateral 500 kHz



4

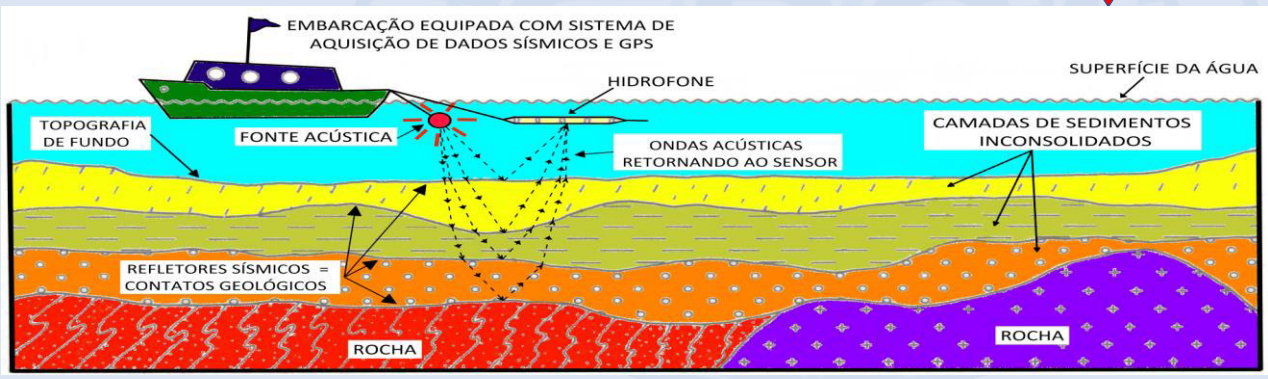
17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

em subsuperfície

- DETRITOS NÁUTICOS
- AFLORAMENTOS ROCHOSOS
- CALADO DINÂMICO x LAMA FLUIDA

PERFILAGEM SÍSMICA CONTÍNUA



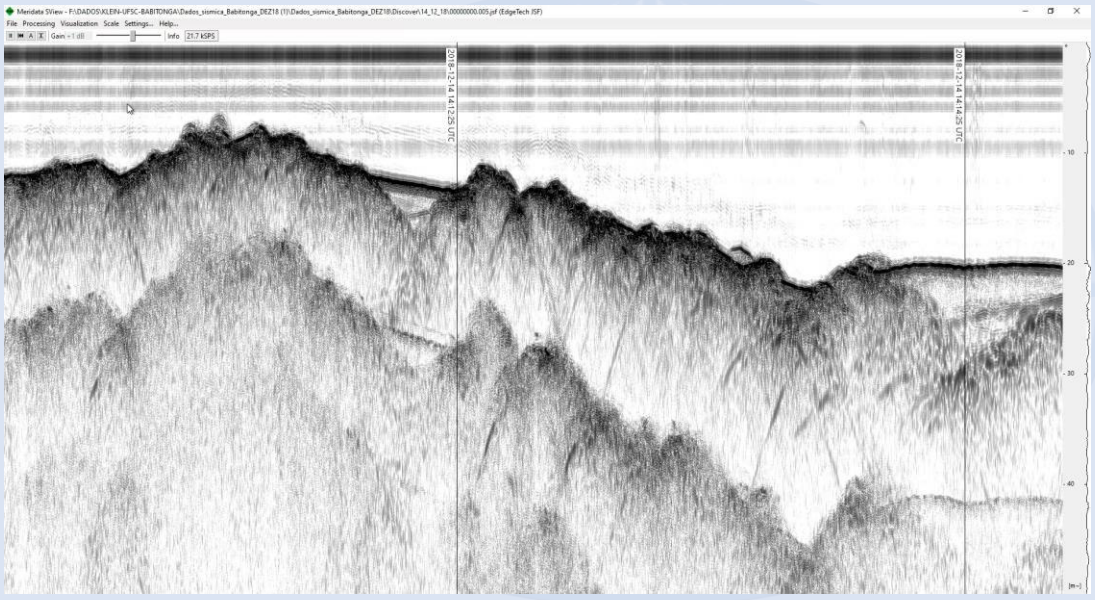
5

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

Baia da Babitonga, Santa Catarina Fonte: Prof. **Antonio Klein** - UFSC

Perfilagem Sísmica Contínua

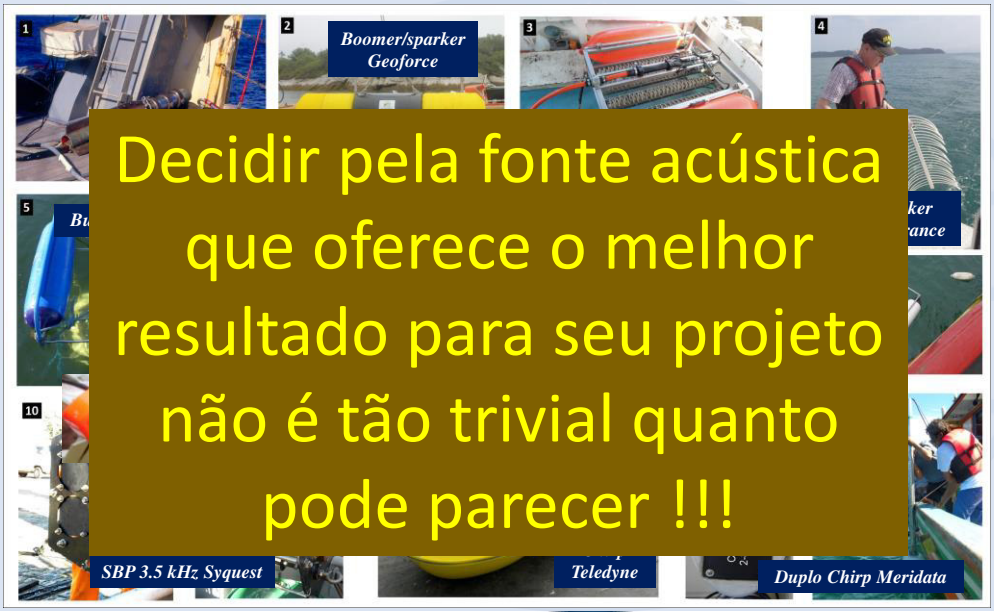


6

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM



Decidir pela fonte acústica que oferece o melhor resultado para seu projeto não é tão trivial quanto pode parecer !!!

7

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

	PENETRAÇÃO		RESOLUÇÃO	
CATEGORIA	1	2	3	4
FREQUÊNCIAS				
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA				
RESOLUÇÃO				
PENETRAÇÃO				
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS				

Perfilagem Sísmica Contínua

8

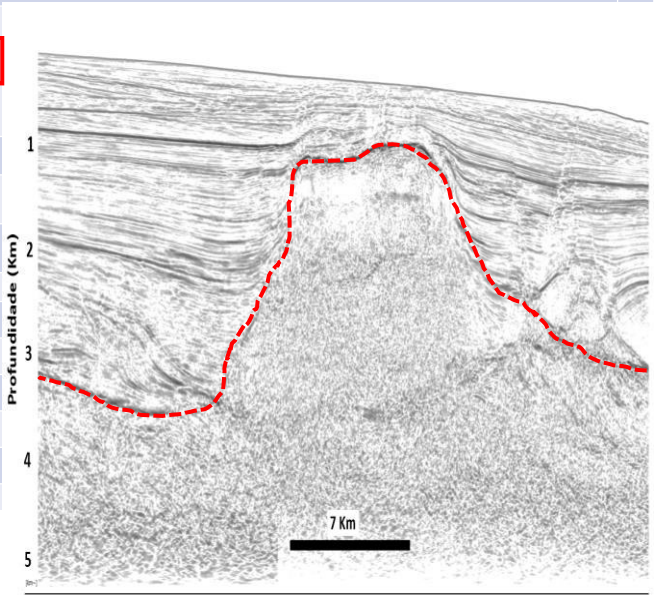
17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

Fonte: ANP - Prof. Dr. Michel Mahiques IO- USP

Perfilagem Sísmica Contínua
CATEGORIA 1

CATEGORIA	1
FREQUÊNCIAS	< 300 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	alta
RESOLUÇÃO	baixa decamétrica
PENETRAÇÃO	quilômetros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	air gun sparker water gun



9

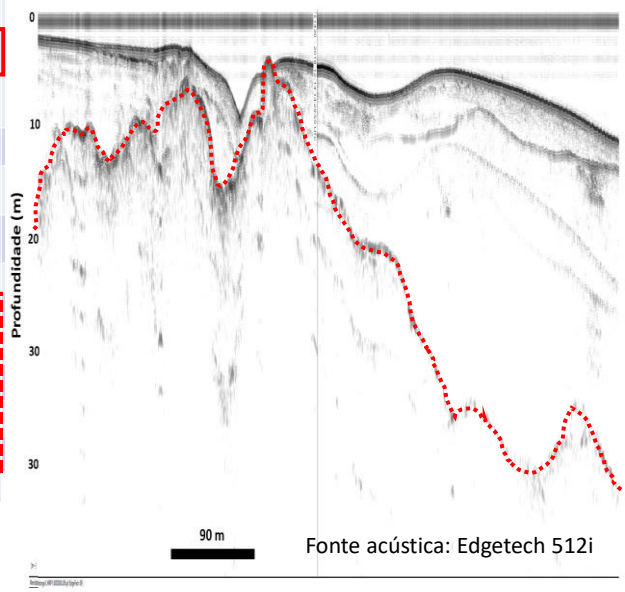
17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

Baia da Babitonga, Santa Catarina - Fonte: Prof. Dr. **Antonio Klein** - UFSC

Perfilagem Sísmica Contínua
CATEGORIA 2

CATEGORIA	2
FREQUÊNCIAS	300 - 2000 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	média
RESOLUÇÃO	média métrica
PENETRAÇÃO	decâmetros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	mini sparker mini air-gun boomer bubble gun chirp [1]



Fonte acústica: Edgetech 512i

10

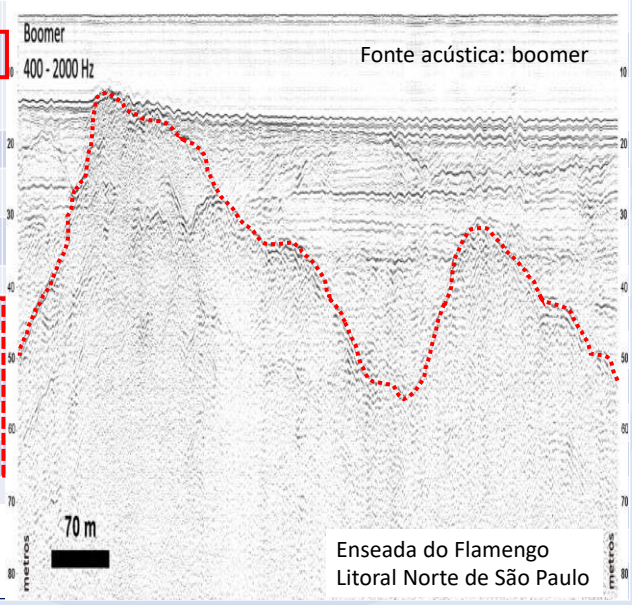
17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

Fonte: IO-USP - Prof. Dr. Michel Mahiques

Perfilagem Sísmica Contínua CATEGORIA 2

CATEGORIA	2
FREQUÊNCIAS	300 - 2000 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	média
RESOLUÇÃO	média
	métrica
PENETRAÇÃO	decâmetros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	mini sparker
	mini air-gun
	boomer
	bubble gun
	chirp [1]



Fonte acústica: boomer

Enseada do Flamengo
Litoral Norte de São Paulo

11

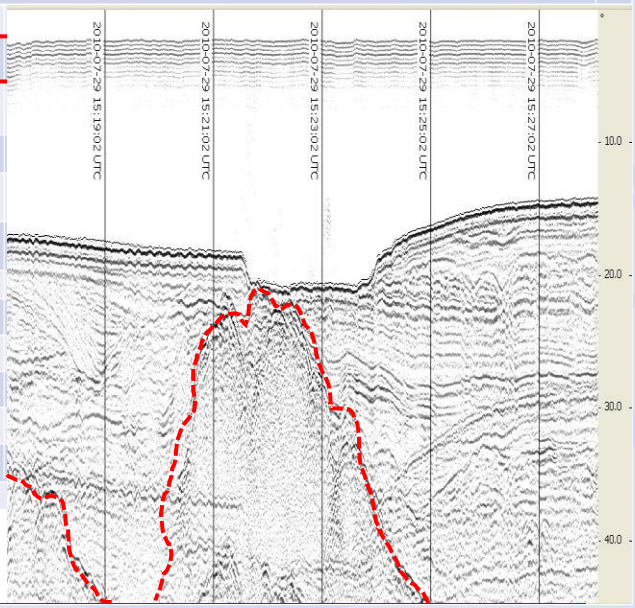
17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

Porto de Itaguaí, RJ – Brasil Fonte: CDRJ/Microars - RJ

Perfilagem Sísmica Contínua CATEGORIA 2

CATEGORIA	2
FREQUÊNCIAS	300 - 2000 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	média
RESOLUÇÃO	média
	métrica
PENETRAÇÃO	decâmetros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	mini sparker
	mini air-gun
	boomer
	bubble gun
	chirp [1]



Fonte acústica: boomer

12

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

	PENETRAÇÃO		RESOLUÇÃO	
CATEGORIA	1	2	3	4
FREQUÊNCIAS	< 300 Hz	300 - 2000 Hz		
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	alta	média		
RESOLUÇÃO	baixa	média		
	decamétrica	métrica		
PENETRAÇÃO	quilômetros	decâmetros		
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS		Mini sparker		
	air gun	Mini airgun		
	sparker	boomer		
	water gun	bubble gun		
		chirp [1]		
chirp [1]	chirp de baixa frequência (500 - 12.000 Hz)			

Perfilagem Sísmica Contínua

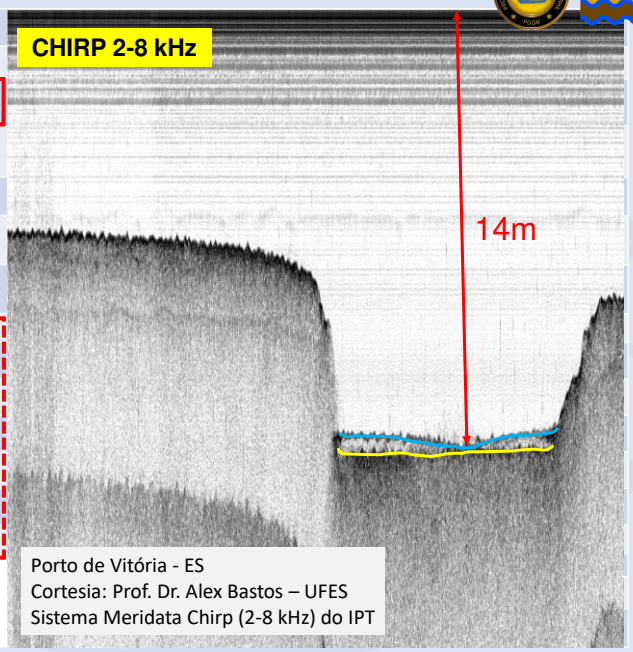
13

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

Perfilagem Sísmica Contínua
CATEGORIA 3

CATEGORIA	3
FREQUÊNCIAS	2000 - 20000 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	baixa
RESOLUÇÃO	alta
	decimétrica
PENETRAÇÃO	metros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	3,5 kHz
	7 kHz
	10 kHz
	15 kHz
	24 kHz
	paramétrica
	chirp [2]



Porto de Vitória - ES
Cortesia: Prof. Dr. Alex Bastos – UFES
Sistema Meridata Chirp (2-8 kHz) do IPT

14

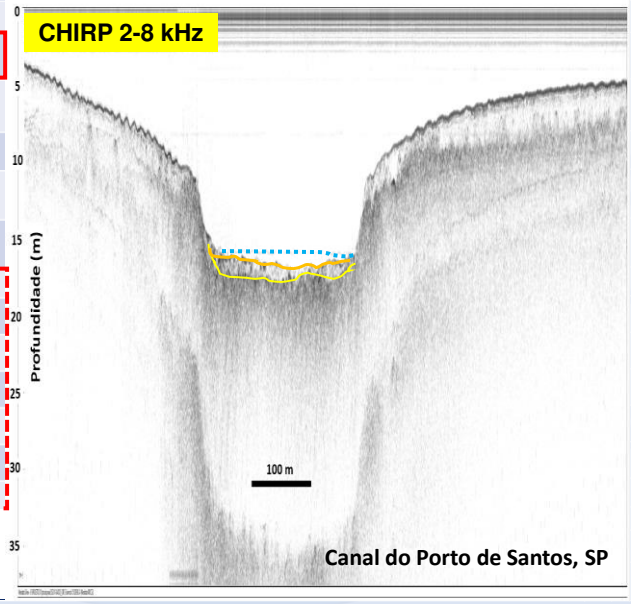
17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

Perfilagem Sísmica Contínua CATEGORIA 3

Fonte: IPT

CATEGORIA	3
FREQUÊNCIAS	2000 - 20000 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	baixa
RESOLUÇÃO	alta decimétrica
PENETRAÇÃO	metros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	3,5 kHz 7 kHz 10 kHz 15 kHz 24 kHz paramétrica chirp [2]



15

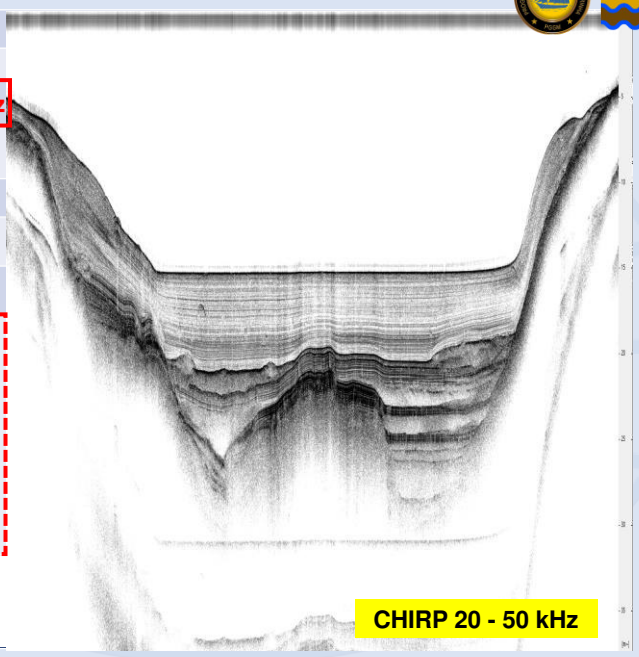
17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

III SBGGM

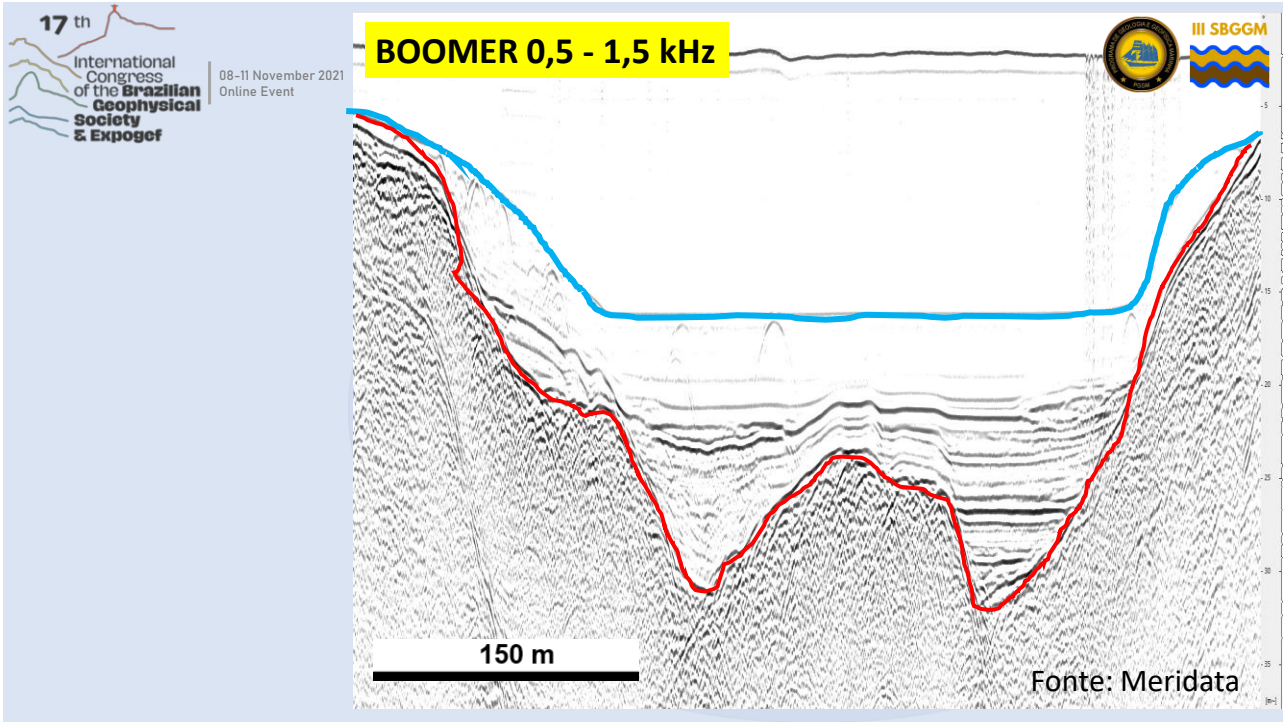
Perfilagem Sísmica Contínua CATEGORIA 4

Fonte: Meridata

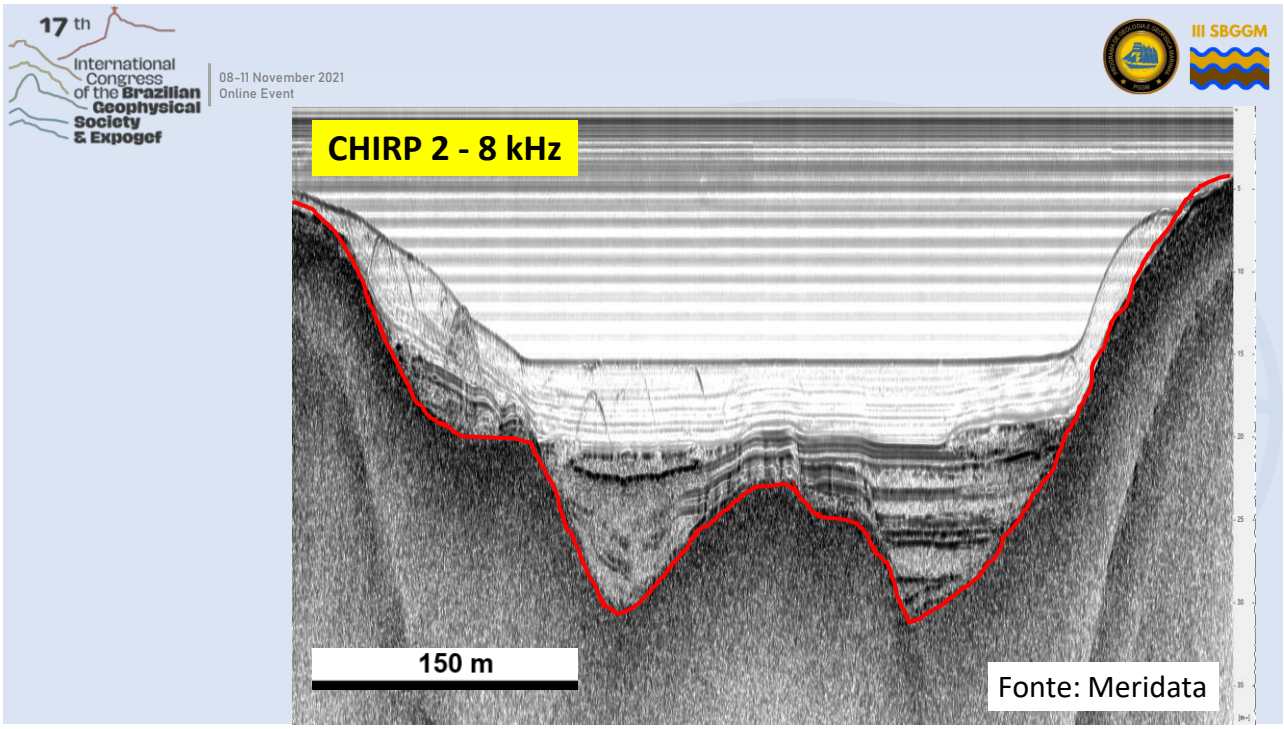
CATEGORIA	4
FREQUÊNCIAS	20000 - 50000 Hz
ENERGIA DA FONTE ACÚSTICA	baixa
RESOLUÇÃO	ultra alta centimétrica
PENETRAÇÃO	metros
EXEMPLOS DE FONTES ACÚSTICAS	chirp [3]



16


17 th
International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event
III SBGGM
BOOMER 0,5 - 1,5 kHz
150 m
Fonte: Meridata

17

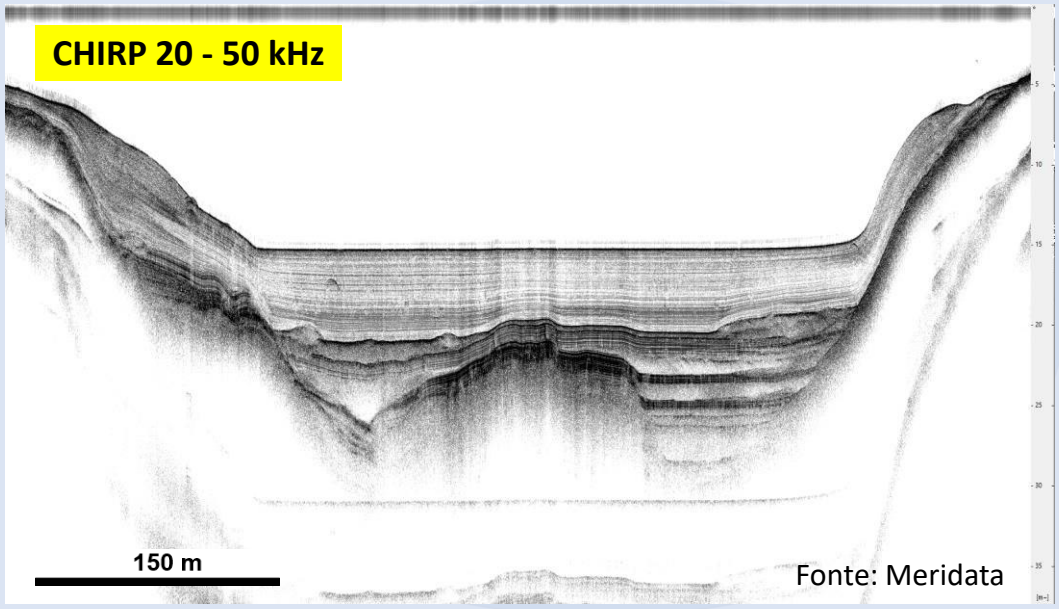

17 th
International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event
III SBGGM
CHIRP 2 - 8 kHz
150 m
Fonte: Meridata

18

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

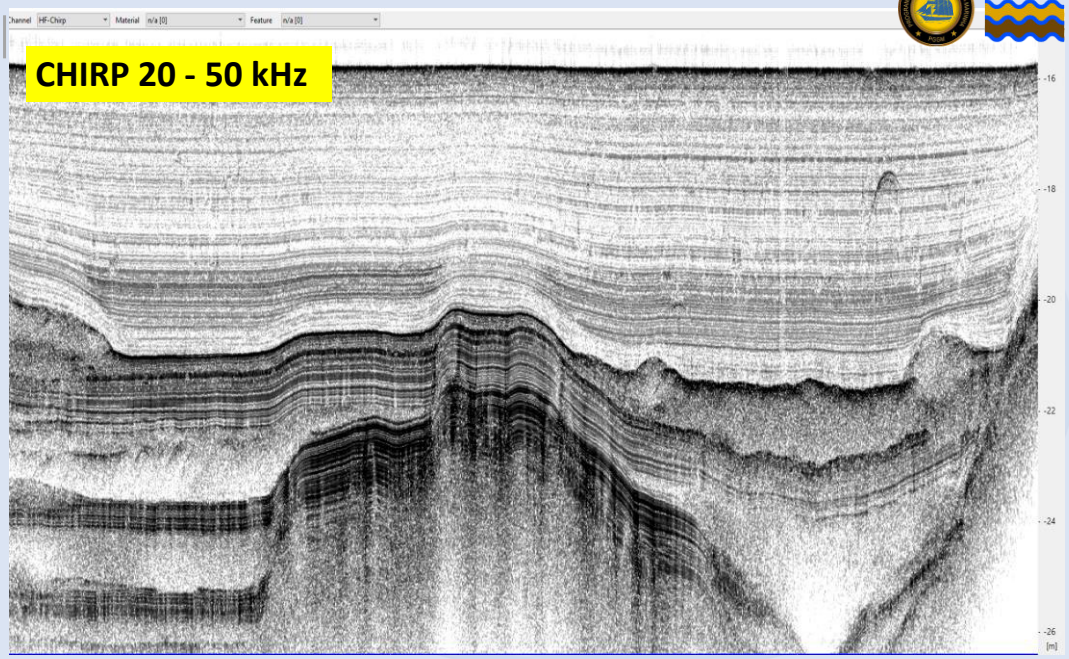


Fonte: Meridata

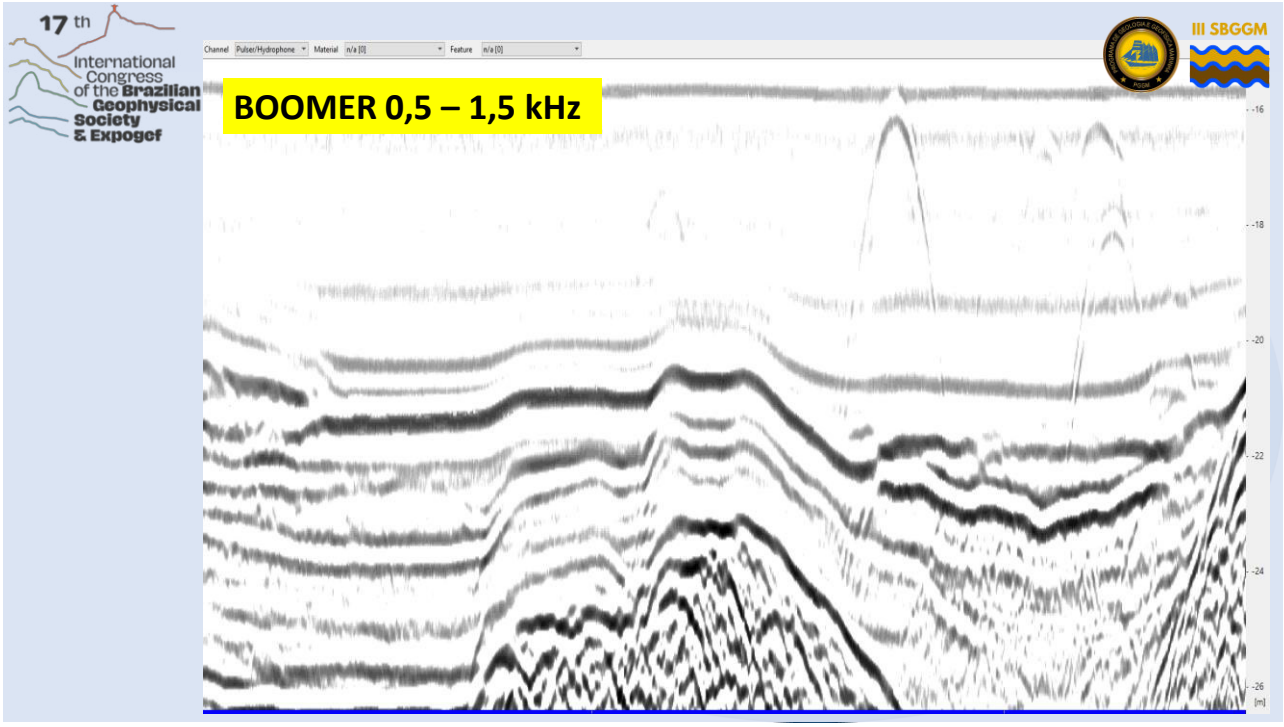
19

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

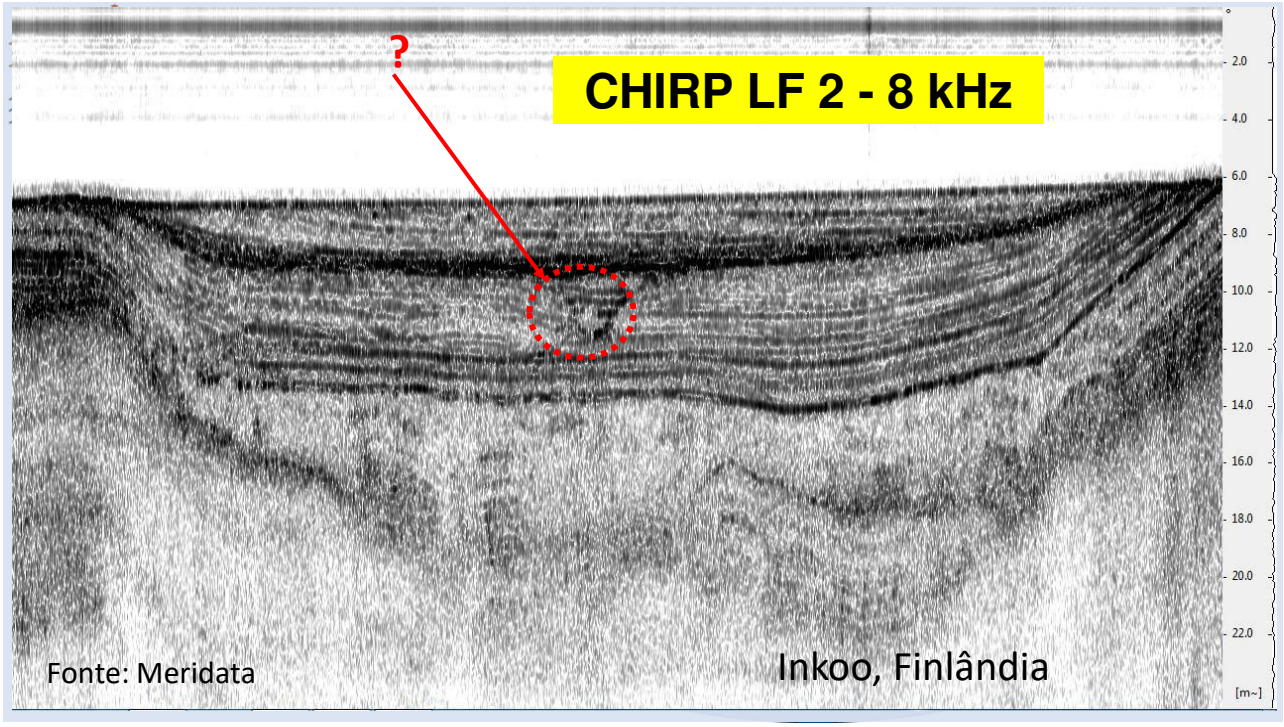
III SBGGM



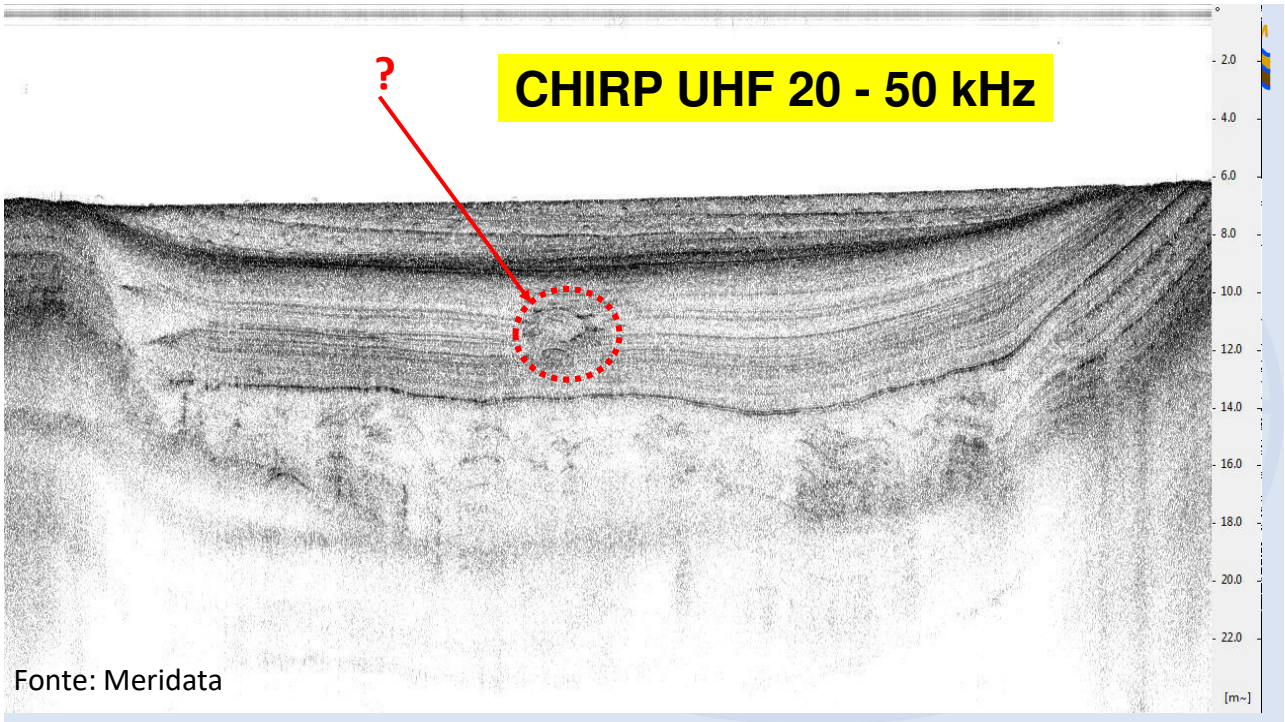
20


17 th
International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
III SBGGM
BOOMER 0,5 – 1,5 kHz
-16
-18
-20
-22
-24
-26
[m]

21


?
CHIRP LF 2 - 8 kHz
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
12.0
14.0
16.0
18.0
20.0
22.0
[m~]
Fonte: Meridata
Inkoo, Finlândia

22



Fonte: Meridata

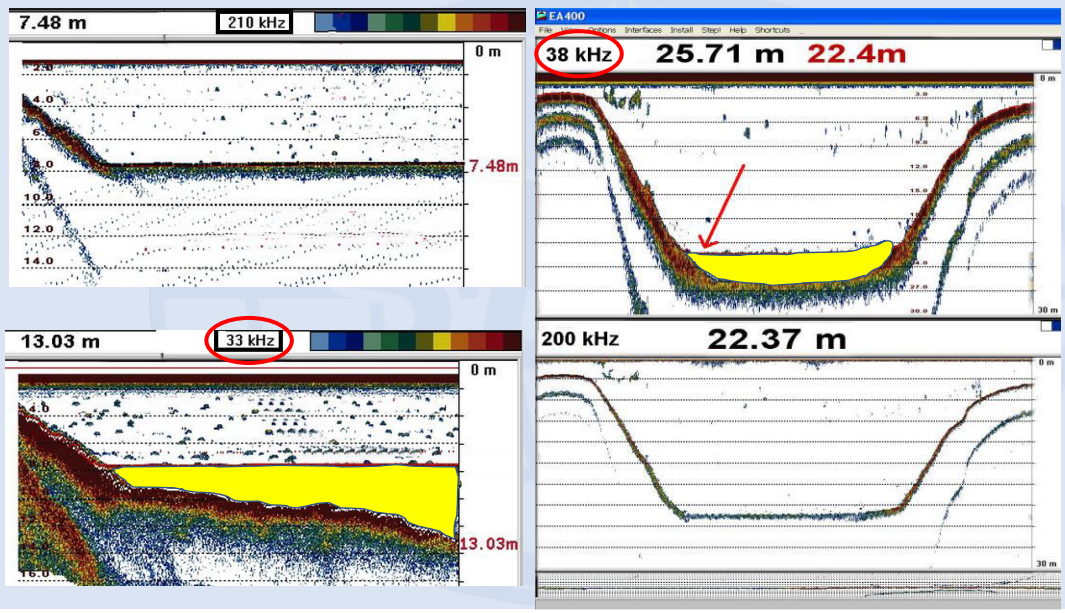
23

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

BATIMETRIA MONOFEIXE



Fonte: IPT

24

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef | 08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

Perfilagem Sísmica Contínua

- ~~Alta Penetração / Baixa Resolução~~
  ~~1 (< 300 Hz) – Ex. air-gun~~
- **Média Penetração / Baixa Resolução**
  2 (300 - 2000 Hz) – Ex. boomer/sparker/chirp1
- **Baixa Penetração / Alta Resolução**
  3 (2 - 10 kHz) + (10 - 20 kHz) – Ex. chirp2
- **Baixa Penetração / Ultra alta resolução**
  4 (20 - 50 kHz) – Ex. chirp3

+ ECOBATÍMETROS MONOFEIXE

25

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef | 08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

HIDROGRAFIA PORTUÁRIA

x

PERFILAGEM SÍSMICA CONTÍNUA

0,3 - 50 kHz

- MÉDIA RESOLUÇÃO (300 - 2000 Hz)
- ALTA RESOLUÇÃO (2 - 20 kHz)
- ULTRA ALTA RESOLUÇÃO (20 - 50 kHz)

+ ECOBATÍMETROS MONOFEIXE MULTIFREQUENCIAIS

26

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

Perfiladores Sísmicos	• **Boomers**, sparkers, **bubble-gun**, chirp LF • 3,5 kHz **7 kHz** 10 kHz **12 kHz** 15 kHz • **Pinger 24 kHz** • Fontes paramétricas • **Chirp 2 - 8 kHz / Chirp 10 - 20 kHz** • **Chirp 20 - 50 kHz**
Ecobatímetros Monofeixe	• **24 kHz** • 30 kHz • **33 kHz** • 38 kHz • **200 kHz**

27

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

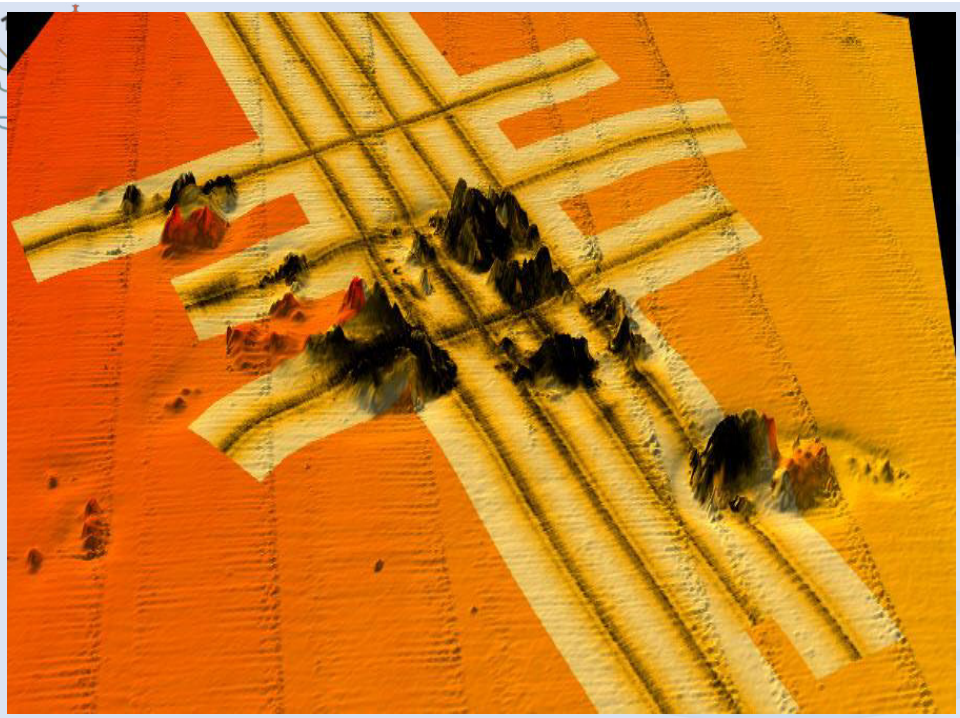
III SBGGM

Mosaico de Sonar de Varredura Lateral

ABORDAGEM MULTI ACÚSTICA

Cortesia: Chesapeake/Klein - Dados processados por SonarWiz 7

28



III SBGGM

Mosaico de Sonar de Varredura Lateral

+

Batimetria

Dados: cortesia Chesapeake/Klein
Dados processados por SonarWiz 7

29

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

08-11 November 2021
Online Event

Cortesia: Chesapeake/Klein
Dados processados por SonarWiz7

III SBGGM

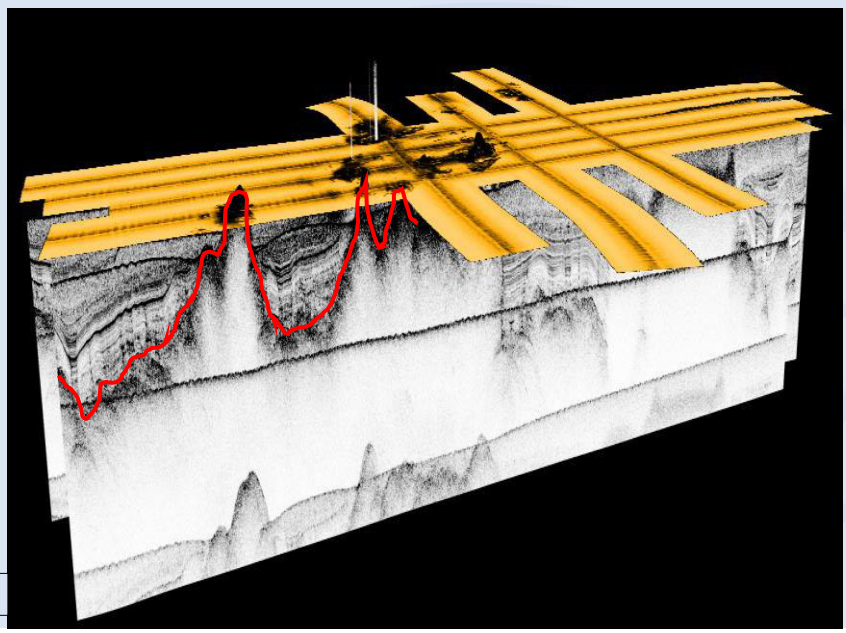
Sonar de Varredura Lateral

+

Batimetria

+

Perfilagem Sísmica



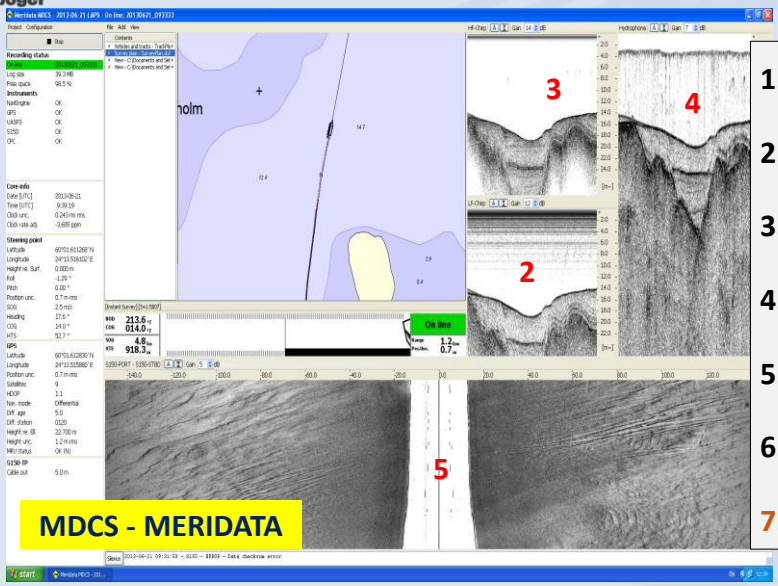
Klein 3000 + SBP 3.5 kHz

30

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

AQUISIÇÃO SIMULTÂNEA DE DADOS SÍSMICOS (ACÚSTICOS) + PROCESSAMENTO SIMULTÂNEO



MDCS - MERIDATA

1. Monofeixe (30 - 200 kHz)
2. CHIRP 2 - 8 kHz
3. CHIRP 10 - 20 kHz
4. BOOMER 0,5 - 2 kHz
5. SSS 100 e 400 kHz
6. Multifeixe 200 - 400 kHz
7. Magnetômetro

31

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021 Online Event

III SBGGM

VEÍCULOS AUTÔNOMOS

- Sonar de Varredura Lateral de dupla frequência
- Batimetria de Varredura Multifase 6205
- Perfilador Sísmico (3,5 kHz)

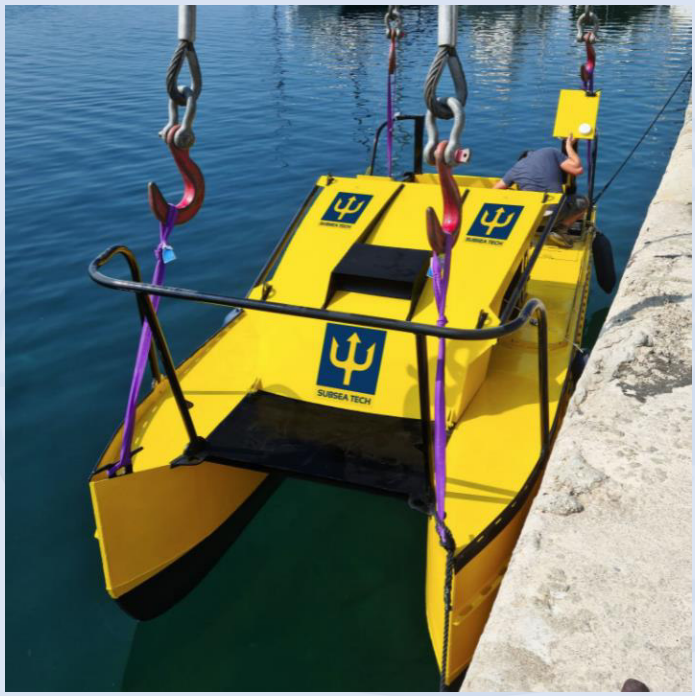
Fonte: Instagram Edgetech_marine

32

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

https://www.subsea-tech.com/



33

17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef
08-11 November 2021
Online Event

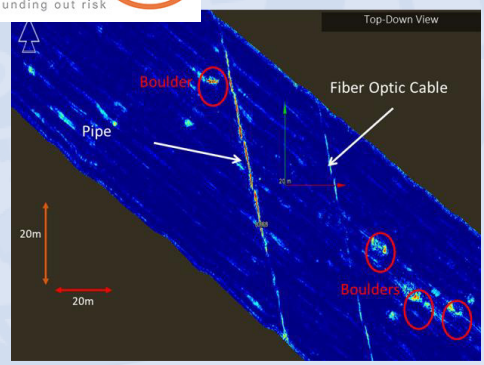
III SBGGM

PERFILAGEM SÍSMICA DE VARREDURA

https://www.pangeosubsea.com/sub-bottom-imager/

PANGEO SUBSEA
sounding out risk

KONGSBERG



34

17 th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef

08-11 November 2021
Online Event

III SBGGM

OBRIGADO PELA ATENÇÃO

Luiz Antonio Pereira de Souza (Laps)
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Laps@ipt.br
11 3767 4375 - 11 99204 6503
LuizLaps@gmail.com
https://www.facebook.com/ShallowWaterGeophysics/

35