

O Projeto Prospecção e Exploração de Depósitos de Fosforitas Marinhas na Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB) integra o Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (REMPLAC), instituído pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) por meio da Resolução nº 004/97/CIRM, de 03/12/1997. O Mapa de Classificação Supervisionada do Substrato Marinho no Terraço do Rio Grande contempla os resultados das atividades de pesquisa desenvolvidas pelo SGB/CPRM com o enfoque na avaliação do potencial mineral das ocorrências de rochas fosfáticas na região do Terraço do Rio Grande, localizado na margem continental sul brasileira entre as coordenadas 29° e 31° de latitude sul, na bacia de Pelotas. Trata-se de um projeto de coleta e integração de dados geofísicos e geológicos, realizado através da análise de registros sísmicos, sonográficos e batimétricos e amostras de sedimento e concreções. Maiores informações sobre os métodos utilizados são apresentadas no Informe de Recursos Minerais (ALVES et al., 2021).

A Ação Levantamento Geológico, Oceanográfico e Ambiental do Potencial Mineral do Espaço Marinho e Costeiro, da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM, consiste em um conjunto de projetos voltados para a investigação geológica, utilizando uma abordagem multidisciplinar, que envolve a integração da geologia, oceanografia e geofísica, visando avançar no conhecimento geológico do território nacional e subsidiar e otimizar as atividades de mapeamento geológico e exploração mineral. O Projeto de Prospecção e Exploração de Depósitos de Fosforitas Marinhas na Plataforma Continental Jurídica Brasileira foi executado pela Divisão de Geologia Marinha – DIGEOM, através do Departamento de Geologia – DEGEO.

Base planialtimétrica digital obtida por levantamentos geofísicos acústicos (batimetria), realizados na área do Terraco do Rio Grande nos anos de 2010, 2011 e 2020. A superfície batimétrica foi processada no software Caris Hips and Sips, com resolução de 50 m e o Modelo Digital de Terreno foi elaborado no ArcGIS 10.8.1 segundo o datum SIRGAS 2000. Os principais produtos derivados da batimetria apresentados neste documento são: retroespalhamento acústico, mapa composto da declividade e orientação geográfica, mapa de declividade e mapa da classificação geomórfica do terreno. A partir destes dados e amostras de campo foram definidos os tipos de substrato que compõe o fundo marinho no Terraço do Rio Grande.

LISNIOWSKI, Maria Aline; ALVES, Roberto Aguiar; LOPES, Victor Hugo Rocha. Mapa de Classificação Supervisionada do Substrato Marinho no Terraço do Rio Grande. Rio de Janeiro: SGB-CPRM, 2022. 1 mapa color. (107cm x 84cm). Escala 1:250.000 (Programa Oceanos, Zona Costeira e Antártica).

ALVES, Roberto Aguiar; SILVA, Edlene Pereira da; LISNIOWSKI, Maria Aline; SILVA, Leandro Guimarães; HARLAMOV, Vadim. Projeto de prospecção e exploração de depósitos de fosforitas marinhas na plataforma continental jurídica brasileira. Rio de Janeiro: CPRM, 2021. LUNDBLAD, E. R.; Wright, D.J.; Miller, J. Larkin, E.M.; Rinehart, R.; Naar, D.F.; Donahue, B.T.; ANDERDON, S.M.; & Battista, T.. A Benthic Terrain

# LURTON, X. & LAMARCHE, G. (Eds) Backscatter measurements by seafloor mapping sonars. Guidelines and recommendations. 200p., 2015.

Classification Scheme for American Samoa, Marine Geodesy, 29:2, 89-111. 2006

O conteúdo disponibilizado neste mapa, CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO SUBSTRATO MARINHO NO TERRAÇO DO RIO GRANDE, foi elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM, com base em dados obtidos através de trabalhos próprios e de informações de domínio público. O SGB-CPRM não garante: (i) que o Conteúdo atenda ou se adeque às necessidades de todos os usuários; (ii) que o Conteúdo e o acesso a ele estejam totalmente livres de falhas; (iii) a total precisão de quaisquer dados ou informações contidas no Conteúdo, apesar das precauções de praxe tomadas pelo SGB- CPRM. Assim, o SGB-CPRM, seus representantes, dirigentes, prepos-tos, empregados e acionistas não podem ser responsabilizados por eventuais inconsistências ou omissões contidas no Conteúdo. Da mesma forma, o SGB-CPRM seus representantes, dirigentes, prepostos, empregados e acionistas não respondem pelo uso do Conteúdo, e sugere que os usuários utilizem sua própria experiência no tratamento das informações contidas no Conteúdo, ou busquem aconselhamento de profissionais independentes capazes de avaliar as informações contidas no Conteúdo. O Conteúdo não constitui aconselhamento de investimento, financeiro, fiscal ou jurídico, tampouco provi ercomendações relativas a instrumentos de aprálise que juridize o Conteúdo deve provê recomendações relativas a instrumentos de análise geocientífica, de investimentos ou eventuais produtos. Por fim qualquer trabalho, estudo e/ou análise que utilize o Conteúdo deve

#### BATIMETRIA Os dados batimétricos apresentados neste estudo foram levantados pelo Navio Hidrográfico Sirius (H21), da Marinha do Brasil em 2010 e 2011 e pelo Navio de Pesquisa Hidroceanográfico (NPqHo) Vital de Oliveira em 2020. O equipamento usado na primeira aquisição foi um MBES (multibeam echo sounder) da fabricante Kongsberg, modelo EM-302. Na última aguisição o equipamento instalado no navio Vital de Oliveira era um Kongsberg, modelo EM-122. O processamento dos dados brutos foi realizado no software Caris HIPS and SIPS 11, visando gerar mapas da superfície batimétrica e o mosaico do retroespalhamento acústico, ambos com resolução de 50 m. O mapa de batimetria está representado junto à 4 perfis topográficos (A-A', B-B', C-C', D-D'), escolhidos nas áreas mais destacadas da morfologia. A variação da profundidade mostra um intervalo entre 181 a 1.277 metros e de forma geral temos um ambiente de talude sem a presença de cânions incisivos em direção à região mais

RETROESPALHAMENTO ACÚSTICO O retroespalhamento acústico (backscatter) é uma medida da intensidade do retorno do mesmo sinal sonoro empregado para detectar a profundidade, medido em decibéis. As variações encontradas se relacionam diretamente à natureza do substrato e podem caracterizar remotamente as suas propriedades físicas (LURTON, LAMARCHE, 2015). A intensidade pode ser traduzida na força do sinal, ou seja, a capacidade inerente do substrato marinho de refletir energia, ligada às características do material: um material mais duro retorna mais energia, um material com rugosidades também retorna mais energia. Por sua vez, um retorno de baixa energia pode indicar a presença de material sedimentar inconsolidado ou com textura lisa.

### CLASSIFICAÇÃO GEOMÓRFICA DO TERRENO SUBMERSO (BTM) A Modelagem do Terreno Bentônico (BTM) é uma ferramenta para o programa ArcGIS, que é usada principalmente com dados de batimetria, a fim de realizar a classificação automática dos tipos geomórficos em uma determinada área. A ferramenta contém um conjunto de rotinas (scripts) que permitem a criação de grides baseados no índice de posição batimétrica (BPI – Bathimetric Position Index), declividade, orientação e rugosidade. Além disso, as rotinas permitem que o usuário crie as

suas próprias estruturas de classificação geomórficas (dicionários) e defina os parâmetros regionais que as caracterizam (LUNDBLAD et al., 2006). CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO SUBSTRATO MARINHO Considerando que o mosaico com a intensidade do retroespalhamento acústico fornece informações indiretas sobre a composição do substrato, este dado foi processado na ferramenta RSOBIA (Remote Sensing Object Based Image Analysis), no software ArcGIS 10. Em combinação com dados de batimetria, declividade, rugosidade, curvatura e direcão, este tipo de processamento é baseado na distribuição da informação e sua correlação espacial, não apenas em sua similaridade textural ou temática. Para elaborar a classificação supervisionada orientada a objeto do RSOBIA foram usadas as descrições das amostras coletadas no levantamento de 2020, separando o substrato em quatro classes distintas: 1 - Areia lamosa ou lama arenosa com concreções maiores; 2 - Areia lamosa com concreções variadas; 3 - Areia lamosa sem concreções e 4 – Lama arenosa com concreções pequenas.

### LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DO SUBSTRATO Foram realizadas coletas de amostras geológicas em 21 pontos da área de estudo, com os equipamentos Box Corer e Van Veen. Através de descrições visuais do material sedimentar, foi encontrada uma variação entre lama arenosa, areia lamosa, areia fina e areia fina a média. Para complementar os dados do SGB foram usadas outras descrições visuais das amostras do Cruzeiro Talude, realizado a bordo no NPq. Alpha Crucis do Instituto Oceanográfico da USP, 2017. Misturados ao sedimento, em vários pontos de coleta, foram recolhidas amostras de fosforita de variados tamanhos e aspectos, desde pequenas concreções, de 1 a 5 cm até nódulos de fosforita

significativamente maiores, medindo de 10 a 30 cm. MAPA COMPOSTO – DECLIVIDADE (%) DE ACORDO COM A ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA O mapa de composição mostra simultaneamente a orientação das feições e a declividade (em porcentagem). O mapa foi categorizado em oito classes que são simbolizadas usando uma progressão ordenada de tons de cores (representando a direção) e três classes de declividade que são apresentadas usando a saturação (intensidade da cor). Os tons são definidos para se aproximar de um relevo sombreado (com aparência tridimensional), porque as faces a norte aparecem iluminadas (são cores mais claras) e regiões mais planas são acinzentadas.

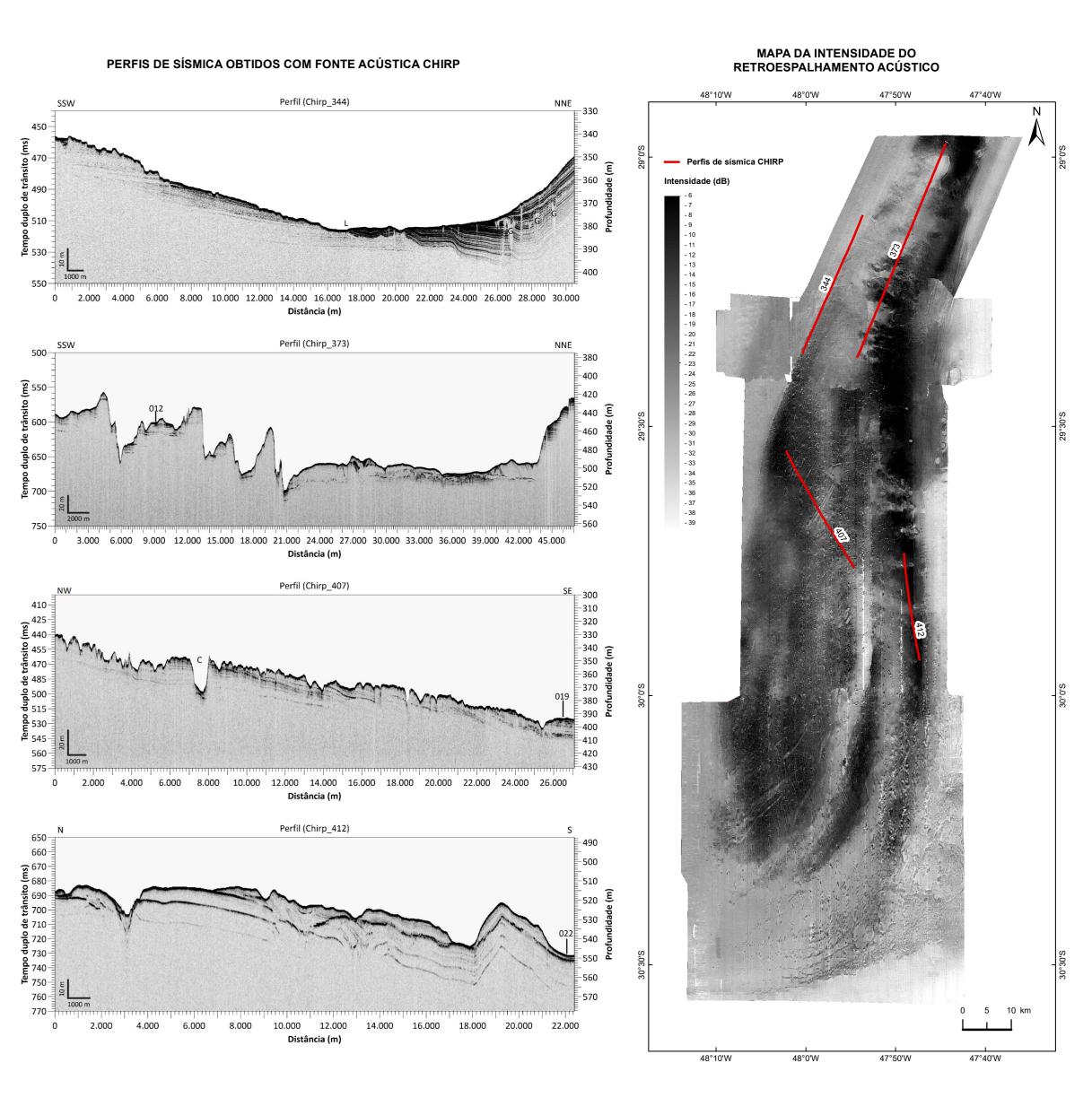
Os dados de rugosidade indicam irregularidades de menores dimensões na textura do substrato (cristas, ravinas, pequenas depressões, etc). Os valores podem estar no intervalo entre 0 (nenhuma variação) até 1 (variação completa). Os valores típicos para as geomorfologias marinhas variam entre 0 e 0,4, mas estes números nem sempre podem ser comparados diretamente entre áreas de estudo diferentes.

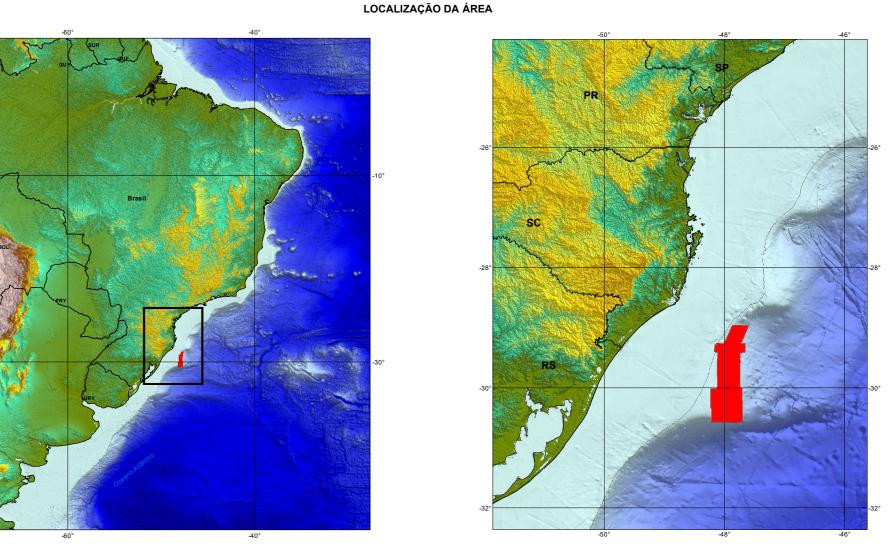
## LEVANTAMENTOS SÍSMICOS COM FONTE CHIRP Em 2020, durante a campanha a bordo do NPqHo Vital de Oliveira, utilizou-se o perfilador de subfundo SBP120, fabricado pela Kongsberg Maritime AS, identificando as

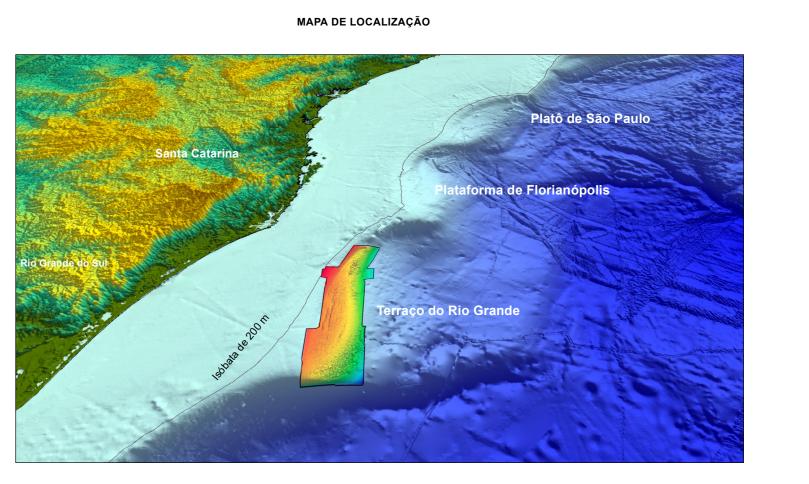
RUGOSIDADE (RUGGEDNES)

estruturas de subsuperfície da área ao norte do TRG e entre as estações de coleta de amostras geológicas. Esse equipamento emite uma onda sonora do tipo chirp linear, entre as frequências de 2,5 kHz e 6,5 kHz, que permite uma máxima resolução vertical de 0,3 ms. Foi ajustada uma largura de pulso de 10 ms e potência da fonte em -10 dB durante o levantamento. Esse tipo de fonte constitui-se num único módulo que contém o sistema emissor e receptor. O SBP 120 reduz significativamente a largura dos feixes em comparação com os perfiladores convencionais de subfundo, fornecendo uma maior penetração e uma resolução angular mais alta. Para a visualização e geração dos perfis foi usado o software SonarWiz 7.











DIRETORA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

DIRETOR DE INFRAESTRUTURA GEOCIENTÍFICA

Cassiano de Souza Alves

DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Equipe Técnica SGB Chefe da Divisão de Geologia Marinha - DIGEOM Luciana Felício Pereira Chefe do Projeto Roberto Aguiar Alves Equipe técnica do projeto Roberto Aguiar Alves Edlene Pereira da Silva Leandro Guimarães Silva Victor Hugo Rocha Lopes

CRÉDITOS DE AUTORIA Autores: Maria Aline Lisniowski Roberto Aguiar Alves Victor Hugo Rocha Lopes CARTOGRAFIA DIGITAL/EDITORAÇÃO CARTOGRÁFICA Maria Aline Lisniowski DIVISÃO DE GEOLOGIA BÁSICA - DIGEOB Patrick Araújo dos Santos Rafael Corrêa de Melo DIVISÃO DE CARTOGRAFIA - DICART Editoração e Consolidação Cartográfica Final Filipe Jesus dos Santos Rafael Dutra da Cruz Alessandra Pacheco Cardoso Moreira

# PROJETO DE PROSPECÇÃO E EXPLORAÇÃO DE DEPÓSITOS DE FOSFORITAS MARINHAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL JURÍDICA BRASILEIRA MAPA DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO SUBSTRATO MARINHO NO TERRAÇO DO RIO GRANDE

