

## 7 – GRANULADOS SILICICLÁSTICOS *SILICICLASTIC GRAINS*

***Narelle Maia de Almeida***

***George Satander Sá Freire***

*Universidade Federal do Ceará - UFC*

***Vanessa Maria Mamede Cavalcanti***

*Agência Nacional de Mineração - ANM*

***João Capistrano Abreu Neto***

*Universidade Federal do Ceará - UFC*

***Isabelly Maria Maia Ferro***

*Universidade Federal do Ceará - UFC*

### **Resumo**

As areias e cascalhos siliciclásticos são substâncias minerais de granulometria variável com composição predominante de quartzo (SiO<sub>2</sub>) e, secundariamente, por outros minerais tais como feldspato, calcita, zircão, turmalina e ilmenita. Tais sedimentos são considerados relíquias, pois foram originados nos continentes e depositados em ambientes atualmente marinhos durante os eventos de rebaixamento do nível do mar que ocorreram durante as glaciações. São amplamente e mundialmente distribuídos nas plataformas continentais e, por se tratar de um bem mineral de baixo valor agregado, é importante que o local de extração seja próximo ao mercado consumidor, para que a viabilização do empreendimento se torne possível, tanto nos casos de utilização como agregado na indústria da construção civil quanto para projetos de reconstituição de perfis de praias (por exemplo, em áreas próximas a regiões metropolitanas e/ou áreas de interesse turístico). As areias industriais também podem ser utilizadas em diversos setores industriais, tais como a indústria do vidro, da fundição, da cerâmica, de tintas e do petróleo. Várias técnicas são utilizadas para a pesquisa destes granulados, tanto para a coleta de dados indiretos como a batimetria multifeixe, sonografia e perfilagem sísmica contínua, bem como para coleta de dados diretos como a amostragem superficial de sedimentos e de testemunhos. Para a exploração destes agregados destacam-se os métodos de dragagem mecânica, hidráulica e pneumática, sendo esta última considerada como draga ecológica pois atenua a dispersão do material dragado, evitando sua elevação na coluna de água. Os impactos ambientais são principalmente relacionados às modificações na morfologia do fundo marinho e às mudanças na coluna d'água as quais afetam, principalmente, a comunidade bentônica. Estudos mostram que os impactos tendem a ser locais e a recolonização advém após um período de cessação da dragagem.

**Palavras-chave:** recurso mineral marinho, areia industrial, quartzo, sustentabilidade.

### **Abstract**

The siliciclastic sands and gravels are mineral substances of variable granulometry with a predominant composition of quartz (SiO<sub>2</sub>) and, secondarily, of other minerals such as feldspar, calcite, zircon, tourmaline, and ilmenite. Such sediments are considered relics, as they were originated on the continents and deposited in currently marine environments during the sea level

---

⌘ Nota dos Organizadores: o manuscrito deste capítulo foi produzido em abril de 2022.

lowering events that occurred during the glaciations. They are widely and worldwide distributed on continental shelves and, as it is a mineral of low value, it is important that the extraction site is close to the consumer market, so that the feasibility of the enterprise becomes possible, both in cases of the use in the civil construction industry and of beach profiles reconstruction projects (for example, in areas close to metropolitan regions and/or areas of tourist interest). Industrial sands can also be used in various industrial sectors, such as the glass, foundry, ceramics, paints and petroleum industries. Several techniques are used for the investigation of these granules, such as multibeam bathymetry, sonography and continuous seismic profiling (indirect data), as well as surface sampling of sediments and cores (direct data). For the exploitation of these aggregates, the methods of mechanical, hydraulic and pneumatic dredging stand out, the latter being considered an ecological dredge because it attenuates the dispersion of the dredged material, preventing its elevation in the water column. Environmental impacts are mainly related to changes in the seabed morphology and changes in the water column, which mainly affect the benthic community. Studies show that impacts tend to be local and recolonization comes after a period of cessation of dredging.

**Keywords:** marine mineral resource, industrial sand, quartz, sustainability.

Esta é uma visualização. O conteúdo exibido é limitado.

### Referências Bibliográficas

- ABIVIDRO. 2004. Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro. ([www.abividro.org.br](http://www.abividro.org.br)).
- ALDUC, D.; AUFFRET J.-P.; CARPINTEIRO G.; LAUTRIDOU J.-P.; LEFEBVRE D.; PORCHER, M. 1979. Nouvelles données sur le Pléistocène de la basse vallée de la Seine et son prolongement sous marin en Manche Orientale. Bulletin d'information des géologues du Bassin de Paris, 16: 27–34.
- ANDRADE, R. M. 2017. A exploração de algas calcárias: uma fronteira na mineração brasileira. 105 f. Dissertação de Mestrado. Escola de Guerra Naval, Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos. Rio de Janeiro.
- ANM, 2021. Sistema Cadastro Mineiro. Agência Nacional de Mineração. Disponível em: <https://sistemas.anm.gov.br/scm/extra/site/admin/default.aspx>. Acesso em: fev. 2021.
- AUFFRET, J. P.; ALDUC, D.; LARSONNEUR, C.; SMITH, A. 1980. Cartographie en isopaques des formations sédimentaires de la Manche orientale et bathymétrie au toit du bed-rock. Annales de l'Institut Océanographique de Paris, 56: 21–35.
- BELLAMY, A. G. 2018. Marine sand and gravel prospecting and seabed investigations for aggregate extraction. p. 205–215. *In*: HUNGER, E.; BROWN, T. J.; SMITH, G.; ANDERSON, P. (Eds.). Proceedings of the 19th Extractive Industry Geology Conference 2016 and Technical Meeting 2017, EIG Conferences Ltd., 256p.

- BGS. 2004. British Geological Survey. Mineral Planning Factsheet. Silica Sand, 9 p. (<http://www.mineralsUK.com>).
- BORGES, L. 2007. Recursos minerais da Plataforma Continental brasileira e regiões oceânicas adjacentes do Atlântico Sul e Equatorial: aspectos socioeconômicos. *In: Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos*. v. 1, n. 24 (ago. 2007) . Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia. 274 pp. ISSN 1413-9375.
- BOUTMIN, G.; OTTMAN, F. 1988. Détermination théorique des teneurs en sels résiduels dans les sables marins déchargés par refoulement hydraulique. *Bull. Liaison Labo. P. et Ch, Nantes*, 157: 29–37.
- BOUTMIN, G. 1986. Dragage et exploitation des sables marins: qualité des matériaux et conséquences sur le milieu. Tese de Doutorado. Université de Nantes. França, 201p.
- BOYD, S. E.; LIMPENNY, D. S.; REES, H. L.; COOPER, K. M. 2005. The effects of marine sand and gravel extraction on the macrobenthos at a commercial dredging site (results 6 years post-dredging). *ICES J. Mar. Sci.*, 62(2): 145–162. DOI: [10.1016/j.icesjms.2004.11.014](https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.11.014).
- CARDOSO, W. S.; OLIVEIRA FILHO, A. G. de; COSME, R. L.; SANTOS, B. B. dos; LESSA, D. F. 2021. Utilização da areia marinha para produção de concreto: Estudo de viabilidade. *Revista Ifes Ciência*, 7, 1–17. DOI: [10.36524/ric.v7i1.1009](https://doi.org/10.36524/ric.v7i1.1009).
- CAVALCANTI, V. M. M. 1998. Qualidade das areias marinhas para utilização como agregado na construção civil, na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. 87 p.
- CAVALCANTI, V. M. M. 2011. Plataforma continental: a última fronteira da mineração brasileira. Brasília: DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. 96p.
- CIARLINI, C. 2014. Aproveitamento econômico da exploração dos recursos minerais na plataforma continental do município de Icapuí-Ceará. Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará (UECE). Fortaleza, 114 pp.
- CLAUSSEN, E. B. 2007. Costas críticas. *Revista Nuestro Planeta*. PNUMA – Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente. Tomo 8, nº 5.
- CORRÊA, I. C. S. 2021. Sedimentologia do Ambiente Marinho. E-Book. Porto Alegre: CECO/PGGM/IGEO/UFRGS. ISBN: 978-65-00-17287-4. 173pp.
- DIAS, G. T. M. 1996. Classificação de sedimentos marinhos, proposta de representação em cartas sedimentológicas. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 39., Salvador. Anais. Salvador: SBG, 1996, 3: 423–426.
- DNPM, 2005. Anuário Mineral Brasileiro. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília. DF. 761pp. ISSN 0100-9303.
- EARNEY, F. C. F. 1990. Marine mineral resources. *Ocean Management and Policy Series*. Londres: Routledge. 387 p.
- EGOROV, L.; ELOSTA, H.; KUDLA, N. L.; SHAN, S.; YANG, K. K. 2012. Sustainable seabed mining: guidelines and a new concept for Atlantis II Deep. Southampton: University of Southampton, 2021. 190 p. (The LRET Collegium Series, 4).
- EMERY, K. O.; CHAMPION, A. R. 1948. Underway bottom sampler. *SEPM. J. Sed. Petrology*, 18: 30–33. DOI: [10.1306/D42692E7-2B26-11D7-8648000102C1865D](https://doi.org/10.1306/D42692E7-2B26-11D7-8648000102C1865D).

EMERY, K. O. 1952. Continental Shelf sediments of Southern California, Geol. Soc. Amer., GSA Bull., 63: 1105–1108. DOI: [10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1105:CSSOSC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1105:CSSOSC]2.0.CO;2).

EMERY, K.O. 1968. Relict sediments on continental shelves of the world. AAPG Bulletin, Tulsa, Okla., 52: 445–464. DOI: [10.1306/5D25C2E7-16C1-11D7-8645000102C1865D](https://doi.org/10.1306/5D25C2E7-16C1-11D7-8645000102C1865D).

FERRREIRA, G. C.; DAITX, E. C. 2000. Características e especificações da areia industrial. Geociências, 19, 2, 235–242.

FERREIRA, R. L. S.; BARROS, I. M. S.; COSTA, T. C. S.; MEDEIROS, M.; SÁ, M. V. V. A.; CARNEIRO, A. M. P. 2019. Efeitos do uso de areia de praia nas propriedades de argamassas mistas: análise da variação granulométrica. Revista Matéria, e-12366. DOI: [10.1590/S1517-707620190002.0681](https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0681)

FIGUEIREDO JR, A.G.; BREHME, I. 2000. Amostragem Geológica na Pesquisa Mineral. Brazilian Journal of Geophysics, 18(3): 269–280. DOI: [10.1590/S0102-261X2000000300006](https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300006).

FIGUEIREDO JR., A. G. 1984. Submarine sand ridges: geology and development. Ph.D. Dissertation, University of Miami. New Jersey, U.S.A. 408 pp.

FISCHER, A.; CALLIARI, L. J. 2006. Proposta para recuperação das áreas afetadas por erosão na praia estuarina do Barro Duro – Laguna dos Patos/RS. *In*: II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica. SEMENGO. Rio Grande, RS.

FREIRE, G. S. S. 1985. Geologia Marinha da Plataforma Continental do Estado do Ceará. Recife, 162p. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geociências. Departamento de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco.

FREIRE, G. S. S.; CAVALCANTI, V. M. M.; MAIA, L. P.; LIMA, S. F. 1997. Classificação dos Sedimentos da Plataforma Continental do Estado do Ceará. *In*: Simpósio de Geologia do Nordeste; Fortaleza. Anais. Fortaleza, 1997, p. 209–211.

FROHLICH, M. F.; NASPOLINI, B. F.; VOLSCHAN JR., I. 2015. A evolução do processo de avaliação e gerenciamento de material relacionado às atividades de dragagem no Brasil: Uma análise comparativa entre as Resoluções CONAMA n° 344/04 e n° 454/12. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20(1): 131–140. DOI: [10.1590/S1413-41522015020000123410](https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000123410).

GOES FILHO, H. de A. 2004. Dragagem e Gestão de Sedimentos. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado. Ciências em Engenharia Civil - COPPE/UFRJ.

GOMES, A. S.; PALMA, J. J. C.; SILVA, C.G. 2000. Causas e consequências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos. Brazilian Journal of Geophysics, 18(3): 447–454. DOI: [10.1590/S0102-261X2000000300016](https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300016).

GRANMAR BRASIL. 2005. Relatório Técnico do Projeto Granmar Brasil. Serviço Geológico do Brasil, Programa de Levantamentos Geológicos Básicos. Subprograma de Geologia e Geofísica Marinha. 15 p.

HARBEN, P. W.; KUZVART, M. 1996. Silica. *In*: Industrial Minerals – A global Geology. Industrial Minerals Information Ltd., Metal Bulletin, PLC, Londres. p. 352–364.

HARBEN, P. W. 1995. Silica and Quartz. *In*: HARBEN, P. W. The Industrial Minerals Handybook: A Guide to Markets, Specifications and Prices. 2a ed., Metal Bulletin Books Ltd., p. 156–161.

ICES - INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA. 2017. Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine

Ecosystem . 24 a 27/04/2017. ICES WGEXT Report 2017, Norwich, Inglaterra. 148 p. DOI: [10.17895/ices.pub.8555](https://doi.org/10.17895/ices.pub.8555).

ICES - INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA. 2018. Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT). 16 a 19/04/2018. ICES WGEXT Report 2018, Copenhagen, Dinamarca. 49 p. DOI: [10.17895/ices.pub.8255](https://doi.org/10.17895/ices.pub.8255).

ICES - INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA. 2019. Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT). ICES Scientific Reports (ICES WGEXT Report 2019). Copenhagen, Dinamarca. 1:87. 133p. DOI: [10.17895/ices.pub.5733](https://doi.org/10.17895/ices.pub.5733).

JONG, M. F. de.; BORSJEC, B. W.; BAPTIST, M. J.; WAL, J. T. van der; LINDEBOOM, H. J.; HOEKSTRA, P. 2016. Ecosystem-based design rules for marine sand extraction sites. *Ecological Engineering*, 87: 271–280. DOI: [10.1016/j.ecoleng.2015.11.053](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.11.053).

LaFOND, E. C.; DIETZ, R. S. 1948. New snapper-type sea floor sampler. *J. Sed. Petrology*, 18: 34–37. DOI: [10.1306/D42692EC-2B26-11D7-8648000102C1865D](https://doi.org/10.1306/D42692EC-2B26-11D7-8648000102C1865D).

LARSONNEUR, C. 1977. La cartographie de's dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise du points et utilisée em Manche. *Journal de Recherche Océanographique*, 2: 34–39.

LUZ, A. B.; LINS, F. F. 2005. Areia Industrial. *In: Rochas e minerais industriais: usos e especificações*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. Parte II. Cap.5. p.107-126.

MARTINS, L. R.; NUNES, J. C. 2007. Granulados Marinhos Terrígenos. *Gravel*, nº 5, p. 39–46. Porto Alegre.

MARTINS, L. R. S.; SOUZA, K. G. 2007. Ocorrência de recursos minerais na plataforma continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes. *In: PARCERIAS ESTRATÉGICAS / CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS*. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, DF. n. 24, p. 1–274. ISSN 1413-9375.

NARUMI, Y.; SEKINE, A. 1993. Deep Sea Aggregate Mining Technology in Japan. *The Third International Offshore and Polar Engineering Conference*, Singapore.

NAVA, N. 1997. Geologia das Areias Industriais. *In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E. T.; COELHO, C. E. S. (Coords.). Principais Depósitos Minerais do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM. v. IV, Rochas e Minerais Industriais. parte C, cap. 25, p. 325–331.

OTTMANN E, 1985. Un problème controversé pour l'environnement marin: les dragages et leurs conséquences [Um problema controverso para o meio ambiente marinho: dragagem e suas consequências]. *Actes du 1er Colloque d'Océanologie Côtière, Bordomer 85*. Bordeaux, 8-11 outubro 1985. *Aderma*, 367–382.

QIN, Y-C; YANG, J.; LAN, X.; ZHANG, Z. 2014. Offshore Aggregates Resources on the Northern Continental Shelf of the East China Sea. *Resource Geology*, 65(1): 39–46. DOI: [10.1111/rge.12052](https://doi.org/10.1111/rge.12052).

QUESNEY, A. 1983. Manche occidentale et Mer Celtique, étude despaléovallées, des fosses et des formations superficielles. Thesis, University of Caen, França. 157 pp

REINECK, H.-E.; SINGH, I. B. 1980. *Depositional Sedimentary Environments: With Reference to Terrigenous Clastics*. 2a ed., Springer-Verlag, Heidelberg, 551p. DOI: [10.1007/978-3-642-81498-3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-81498-3).

ROCHA, L.; DELBONI JÚNIOR, H. 2017. Mineração oceânica: um estudo para aproveitamento de areias marinhas para fabricação de vidro. *In: XXVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Anais...* Belém, PA.

ROCHA, L. 2015. Mineração oceânica: uma alternativa sustentável para o aproveitamento de areias quartzosas. Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 820 pp.

SHAFFER, N. 2006. The Time of Sands: Quartz-rich Sand Deposits as a Renewable Resource. *UCLA Electronic Green Journal*, 1(24): 34p. DOI: [10.5070/G312410669](https://doi.org/10.5070/G312410669). <https://escholarship.org/uc/item/6m743258>

SHREVE, R. N.; BRINK JR., J. A. 1977. Indústrias de Vidro. *In: Indústria de Processos Químicos. Tradução de Horácio Macedo, Instituto de Química da UFRJ, 4a ed., Editora Guanabara, p. 160–175.*

SILVA, C. G.; FIGUEIREDO Jr, A. G. de; MELLO, S. L. de M.; ESTEVES, M. G. P.; PESSANHA, I. B. M.; MOLINARI, L.; LACERDA, C. 2001. Avaliação do Potencial de Minerais Pesados do Delta do Rio Paraíba do Sul.

SILVA, C. S.; FIGUEIREDO Jr., A. G.; BREHME, I. 2000. Granulados Litoclásticos. *Brazilian Journal of Geophysics*, 18(3): 319-326. DOI: [10.1590/S0102-261X2000000300009](https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300009).

SOARES, C. R. L. 2006. Avaliação do Processo de Dragagem por Injeção de Água em Estuários. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 126 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Oceânica, COPPE/UFRJ.

SOARES, R. C. 2012. Evolução e caracterização do Banco sedimentar de Fortaleza, Ceará, Brasil. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza. 116 p.

SOGREAH, 1994. Dragagem em portos franceses. Síntese. Geode. 99p. + anexos.

SOUZA, K. G.; MARTINS, L. R. 2008. Recursos Minerais Marinhos: Pesquisa, Lavra e Beneficiamento. *GRAVEL*, v.6 – n°1, 99–124, Porto Alegre. ISSN 1678-5975.

SOUZA, L. A. P.; GANDOLFO, O. C. B. 2021. Geofísica aplicada à Geologia de Engenharia e Meio Ambiente: Manual de Boas Práticas. São Paulo: ABGE, 120 p. ISBN 9786588460023.

SWIFT, D. J. P.; STANLEY, D. J.; CURRAY, J. R., 1971. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. *The Journal of Geology*, 79: 322–346. DOI: [10.1086/627629](https://doi.org/10.1086/627629).

THE CROWN ESTATE. 2017. Integrated Annual Report and Accounts 2017/18. 124 pp.

TOMAZELLI, L. J. 1978. Minerais pesados da plataforma continental do Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, 5(2): 159p.

VAN DALFSEN, J. A.; ESSINK, K.; TOXVIG MADSEN, H.; BIRKLUND, J.; ROMERO, J.; MANZANERA, M. 2000. Differential response of macrozoobenthos to marine sand extraction in the North Sea and the Western Mediterranean. *International Council for the Exploration of the Sea (ICES). J. Mar. Sci.*, 57, 1439–1445. DOI: [10.1006/jmsc.2000.0919](https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0919).

VASCONCELOS, F. P. 2019. Coord. Diagnóstico ambiental da área de jazida e de deposição de sedimentos nos aterros das praias de Iracema e Beira Mar de Fortaleza. Relatório Técnico. Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos da UECE. Fortaleza.

VELEGRAKIS, A.F.; BALLAY, A.; POULOS, S.; RADZEVI, R.; BELLEC, V.; MANSO, F. 2010. European marine aggregates resources: Origins, usage, prospecting and dredging techniques. *Journal of Coastal Research* SI 51 1-14 West Palm Beach, Florida.

VITAL, H.; SILVEIRA, I. M.; AMARO, V. E. 2005. Carta sedimentológica da plataforma continental brasileira - área Guamaré a Macau (NE Brasil), utilizando integração de dados geológicos e sensoriamento remoto. Rev. Bras. Geof., 23(3): 233–241. DOI: [10.1590/S0102-261X2005000300003](https://doi.org/10.1590/S0102-261X2005000300003)

WAYE-BARKER, G. A.; McILWAINE, P.; LOZACH, S.; COOPER, K. M. 2015. The effects of marine sand and gravel extraction on the sediment composition and macrofaunal community of a commercial dredging site (15 years post-dredging). Marine Pollution Bulletin, 99: 207–215.

X PSRM, 2020. X Plano Setorial para os Recursos do Mar. DECRETO Nº 10.544, de 16 de novembro de 2020. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Publicado em: 17/11/2020. Edição: 219. Seção: 1. Página: 1. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar.

## **Sobre os Autores**

### **Narelle Maia de Almeida**

Geóloga, Professora do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Coordenadora do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA-UFC) e Pesquisadora do Centro de Excelência em Geofísica do Petróleo e Gás (CEGPG-UFC). Doutora em Geologia pela UFC com período sanduíche em Cardiff University (Reino Unido), mestre em Geodinâmica e Geofísica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia e Geofísica Marinha e do Petróleo, há mais de 10 anos. Atualmente realiza pesquisas sobre temas, tais como, morfologia do fundo marinho, sedimentação marinha, métodos geofísicos marinhos, recursos minerais marinhos, sistemas petrolíferos, modelagem e caracterização de reservatórios de petróleo e gás e monitoramento ambiental.

E-mail: [narelle@ufc.br](mailto:narelle@ufc.br)

ORCID: [0000-0003-2586-4502](https://orcid.org/0000-0003-2586-4502)

### **George Satander Sá Freire**

Graduado em Geologia pela Universidade de Fortaleza (1977), mestrado em Geociências pela Universidade Federal de Pernambuco (1985) e doutorado em Geologia pela Université de Nantes (1989). Foi Professor Titular do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará dos cursos de graduação em Geologia e Oceanografia e de pós-graduação dos cursos de Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e de Geologia (PPGG). Teve mais de 40 anos de experiência na área das Geociências, com ênfase em Geologia Marinha, Costeira, Hidrossedimentologia e Ambiental. Foi coordenador do Programa de Geologia Marinha (PGGM) nos períodos de 1997 a 2001 e 2007 a 2011. Orientou mais de uma centena de alunos de Graduação e Pós-Graduação do Brasil e de outras nacionalidades e publicou diversos trabalhos científicos na área.

E-mail: [freire@ufc.br](mailto:freire@ufc.br)

ORCID: [0000-0001-8850-7225](https://orcid.org/0000-0001-8850-7225)

### **Vanessa Maria Mamede Cavalcanti**

Geóloga da Agência Nacional de Mineração (ANM), com graduação pela Universidade Federal do Ceará (1983), especialização em Terrenos Sedimentares (1.061 horas) no CIEG/MC e mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (1998), tendo defendido dissertação sobre aproveitamento de recursos minerais marinhos. Tem vários trabalhos técnico-científicos publicados, destacando-se os livros “Plataforma Continental – a última fronteira da mineração brasileira” (2011) e “O Aproveitamento de granulados bioclásticos marinhos como alternativa para a indústria de fertilizantes no Brasil” (2020). É representante da ANM nos comitês executivos dos programas Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (REMPLOC) e Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (PROAREA) da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Presidiu o Grupo de Trabalho criado no DNPM para estudar e propor critérios e procedimentos a serem observados na outorga e fiscalização da autorização de pesquisa e concessão de lavra de áreas localizadas na zona econômica exclusiva. Desenvolve atividades de fiscalização, pesquisa e desenvolvimento nas áreas de recursos minerais marinhos, pesquisa, lavra e legislação mineral.

E-mail: [vanessa.cavalcanti@anm.gov.br](mailto:vanessa.cavalcanti@anm.gov.br)

### **João Capistrano de Abreu Neto**

Bacharelado e licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), mestre e doutor em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC) com apoio do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA). Professor EBTT do Instituto Federal do Ceará (IFCE) e professor formador da licenciatura em Geografia da Universidade Aberta do Brasil (UAB/UECE).

E-mail: [joaoabreuneto@gmail.com](mailto:joaoabreuneto@gmail.com)

ORCID: [0000-0002-4601-9386](https://orcid.org/0000-0002-4601-9386)

### **Isabelly Maria Maia Ferro**

Geóloga pela Universidade Federal do Ceará (UFC), mestre pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) com apoio do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM) e doutoranda do Programa de Pós-graduação em Geologia (PPGG) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Trabalha como colaboradora em projetos desenvolvidos no Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geologia Marinha, Dinâmica Costeira, Sedimentação marinha e Monitoramento ambiental.

E-mail: [isabellymmferro@alu.ufc.br](mailto:isabellymmferro@alu.ufc.br)

ORCID: [0000-0002-9624-9307](https://orcid.org/0000-0002-9624-9307)