

10 – HIDRATOS DE GÁS NA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA GAS HYDRATES ON THE BRAZILIAN CONTINENTAL MARGIN

João Marcelo Ketzer

*Departamento de Biologia e Ciências Ambientais
Linnaeus University, Suécia*

Adriano Viana

Dennis Miller

Petróleo Brasileiro SA - Petrobras

Adolpho Augustin

Frederico Rodrigues

*Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC-RS*

Daniel Praeg

Géoazur, França

José Cupertino

*Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC-RS*

Resumo

O presente capítulo faz uma introdução geral sobre o tema hidratos de gás naturais, i.e., que ocorrem nos sedimentos, apresentando os tipos existentes, como se formam, os principais gases envolvidos, a sua importância econômica e ambiental (incluindo mudança climática e como geohazards), além de suas ocorrências naturais no mundo. A seguir é apresentado um breve histórico dos estudos e da exploração de hidratos de gás no Brasil, seguido de uma descrição das ocorrências naturais confirmadas no país, no leque do Amazonas (Bacia da Foz do Amazonas) e no Cone de Rio Grande (Bacia de Pelotas). Por fim é apresentada uma breve comparação entre as duas ocorrências e uma discussão sobre o desenvolvimento futuro da exploração de hidratos de gás no país.

Palavras-chave: metano, leque do Amazonas, Cone de Rio Grande, recurso energético, mudança climática, geohazard.

Abstract

This chapter starts with an introduction of the topic of natural gas hydrates, presenting the main existing types, how they form, the main gases involved in their formation, their economic and environmental (including climate change and as geohazards) importance, in addition to their worldwide natural occurrences. Also included is a brief history of the study and exploration of gas hydrates in Brazil, and a description of the two confirmed occurrences in the country: The Amazon fan (Foz do Amazonas basin) and the Rio Grande Cone (Pelotas Basin). The chapter ends with a brief comparison between the two occurrences and a discussion about the future development of the exploration for gas hydrates in the country.

Keywords: methane, Amazon fan, Rio Grande Cone, energy resource, climate change, geohazard.

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

Agradecimentos

Os autores agradecem aos organizadores desta publicação, Lauro Calliari e Norberto Horn Filho, pelo convite para escrever este capítulo sobre hidratos de gás no Brasil. Os autores agradecem também à PETROBRAS por suporte financeiro ao projeto CONEGAS na Bacia de Pelotas e à Seaseep Dados de Petróleo Ltda. pela colaboração no projeto Tucuxi na Bacia da Foz do Amazonas. M.K. agradece ao CNPq e a CAPES pelo apoio aos projetos 309915/2015-5 e 0558/2015, respectivamente.

Referências Bibliográficas

- AGUIAR, L.F.; FREIRE, A.F.M.; SANTOS, L.A.; DOMINGUEZ, A.C.F.; NEVES, E.H.P.; GUIZAN SILVA, C.; CETALE SANTOS, M.A. 2019. Analysis of seismic attributes to recognize bottom simulating reflectors in the Foz do Amazonas basin, Northern Brazil. *Brazilian Journal of Geophysics*, 37: 43–53. DOI: [10.22564/rbgf.v37i1.1988](https://doi.org/10.22564/rbgf.v37i1.1988).
- ARCHER, D. 2007. Methane hydrate stability and anthropogenic climate change. *Biogeosciences*, 4: 521–544. DOI: [10.5194/bg-4-521-2007](https://doi.org/10.5194/bg-4-521-2007).
- BERNDT, C.; FESEKER, T.; TREUDE, T.; KRASTEL, S.; LIEBETRAU, V, NIEMANN, H.; BERTICS, V.J.; DUMKE, I.; DÜNNBIER, K.; FERRÉ, B.; GRAVES, C.; GROSS, F.; HISSMANN, K.; HÜHNERBACH, V.; KRAUSE, S.; LIESER, K.; SCHAUER, J.; STEINLE, L. 2014. Temporal constraints on hydrate-controlled methane seepage off Svalbard. *Science*, 343: 284–287. DOI: [10.1126/science.1246298](https://doi.org/10.1126/science.1246298).
- BOHRMANN G.; TORRES M.E. 2006. Gas Hydrates in Marine Sediments. *In*: SCHULZ, H.D.; ZABEL, M. (Orgs.). *Marine Geochemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg. 481–512. DOI: [10.1007/3-540-32144-6_14](https://doi.org/10.1007/3-540-32144-6_14).
- BOSWELL, R.; COLLETT, T.S. 2011. Current perspectives on gas hydrate resources. *Energy & Environmental Science*, 4: 1206–1215. DOI: [10.1039/C0EE00203H](https://doi.org/10.1039/C0EE00203H).
- CASTILLO, L.L.A.; KAZMIERCZAK, T. DE S.; CHEMALE JR., F. 2009. Rio Grande cone tectono-stratigraphic model e Brazil: seismic sequences. *Earth Sci. Res. J.*, 13: 42–53.
- CLAYPOOL, G.E.; KVENVOLDEN, K.A. 1983. Methane and other hydrocarbon gases in marine sediment. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 11: 299–327. DOI: [10.1146/annurev.ea.11.050183.001503](https://doi.org/10.1146/annurev.ea.11.050183.001503).
- CLENELL, M.B. 2000. Hidrato de gás submarino: natureza, ocorrência e perspectivas para exploração na margem continental brasileira. *Braz. J. Geophys.*, 18: 397–410. DOI: [10.1590/S0102-261X2000000300013](https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300013).
- COLLETT, T.S.; JOHNSON, A.H.; KNAPP, C.C.; BOSWELL, R., 2009. Natural gas hydrates: a review. *In*: COLLETT, T.S.; JOHNSON, A.H.; KNAPP, C.C.; BOSWELL, R. (Orgs.). *Natural Gas Hydrates - Energy Resource Potential and Associated Geologic Hazards*. AAPG Memoir, 89: 146–219. DOI: [10.1306/13201142M891602](https://doi.org/10.1306/13201142M891602).
- CONTRERAS, J.; ZÜHLKE, R.; BOWMAN, S.; BECHSTÄDT, T. 2010. Seismic stratigraphy and subsidence analysis of the southern Brazilian margin (Campos, Santos and Pelotas basins). *Mar. Pet. Geol.*, 27: 1952–1980. DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2010.06.007](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2010.06.007).

- DALLIMORE, S.R.; YAMAMOTO, K.; WRIGHT, J.F.; BELLEFLEUR, G. 2012. Scientific Results from the JOGMEC/NRCan/Aurora Mallik 2007-2008 Gas Hydrate Production Research Well Program, Mackenzie Delta, Northwest. Geological Survey of Canada, Bulletin 601, 291 p. DOI: [10.4095/291751](https://doi.org/10.4095/291751).
- DAMUTH, J.E.; KUMAR, N. 1975. Amazon cone, morphology, sediments, age, and growth pattern. *Geol. Soc. Am., GSA Bull.*, 86: 863–878. DOI: [10.1130/0016-7606\(1975\)86%3C863:ACMSAA%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1975)86%3C863:ACMSAA%3E2.0.CO;2).
- DE SILVA, J.M.; DAWE, R. 2011. Towards Commercial Gas Production from Hydrate Deposits. *Energies*, 4: 215–238. DOI: [10.3390/en4020215](https://doi.org/10.3390/en4020215).
- DEMIRBAS, A. 2010. Processes for Methane Production from Gas Hydrates. *In: DEMIRBAS, A. Methane Gas Hydrate. Green Energy and Technology.* Springer, Londres. p. 161–181. DOI: [10.1007/978-1-84882-872-8_5](https://doi.org/10.1007/978-1-84882-872-8_5).
- DICKENS, G. R. 1999. The blast in the past. *Nature*, 401: 752–755. DOI: [10.1038/44486](https://doi.org/10.1038/44486).
- DICKENS, G. R. 2001. On the fate of past gas: what happens to methane released from a bacterially mediated gas hydrate capacitor? *Geochem., Geophys., Geosyst.*, 2: 1–5. DOI: [10.1029/2000GC000131](https://doi.org/10.1029/2000GC000131).
- DICKENS, G. R. 2011. Down the Rabbit Hole: toward appropriate discussion of methane release from gas hydrate systems during the Paleocene-Eocene thermal maximum and other past hyperthermal events. *Climate Past*, 7: 831–846. DOI: [10.5194/cp-7-831-2011](https://doi.org/10.5194/cp-7-831-2011).
- DICKENS, G. R.; QUINBY-HUNT, M. S. 1994. Methane hydrate stability in seawater. *Geophys. Res. Lett.*, 21: 2115–2118. DOI: [10.1029/94GL01858](https://doi.org/10.1029/94GL01858).
- EGOROV, A.; CRANE, K.; VOGT, P.R.; ROZHKOVA, A.N.; SHIRSHOV, P.P. 1999. Gas hydrates that outcrop on the sea floor: stability models. *Geo-Marine Letters*, 19: 68–75. DOI: [10.1007/s003670050094](https://doi.org/10.1007/s003670050094).
- FIGUEIREDO, J.; HOORN, C.; VAN DER VEN, P.; SOARES, E. 2009. Late Miocene onset of the Amazon River and the Amazon deep-sea fan: Evidence from the Foz do Amazonas Basin. *Geology*, 37: 619–622. DOI: [10.1130/G25567A.1](https://doi.org/10.1130/G25567A.1).
- FLOOD, R.D.; MANLEY, P.L.; KOWSMANN, R.O.; APPI, C.J.; PIRMEZ, C. 1991. Seismic facies and Late Quaternary growth of Amazon submarine fan. *In: WEIMER, P.; LINK, M.H. (Eds.). Seismic facies and sedimentary processes of submarine fans and turbidite systems.* Springer-Verlag New York, p. 415–434. DOI: [10.1007/978-1-4684-8276-8_23](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8276-8_23).
- FLOOD, R.D.; PIPER, D.J.W.; KLAUS, A. *et al.* 1995. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, v. 155 Initial Reports, College Station, TX (Ocean Drilling Program), 1233 pp. DOI: [10.2973/odp.proc.ir.155.1995](https://doi.org/10.2973/odp.proc.ir.155.1995)
- FONTANA, R.L. 1989. Evidências geofísicas da Presença de Hidratos de Gás na Bacia de Pelotas. *In: 1st Congress of the Brazilian Geophysical Society, SBGf. Rio de Janeiro, Brazil, 20 November. Proceedings.*
- FONTANA, R.L. 1996. Geotectnia e sismoestratigrafia da Bacia de Pelotas Plataforma de Florianópolis. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 214 p.
- FONTANA, R.L.; MUSSUMECI, A. 1994. Hydrates offshore Brazil. *In: Annals of the New York Academy of Sciences. International Conference on Natural Gas Hydrates; New York Academy of Sciences: New York, NY, EUA, 1994; Annals*, v. 715, p. 106–113. DOI: [10.1111/j.1749-6632.1994.tb38827.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1994.tb38827.x).

- FUJII, T.; SUZUKI, K.; TAKAYAMA, T.; TAMAKI, M.; KOMATSU, Y.; KONNO, Y.; YONEDA, J.; YAMAMOTO, K.; NAGAO, J. 2015. Geological setting and characterization of a methane hydrate reservoir distributed at the first offshore production test site on the Daini-Atsumi Knoll in the eastern Nankai Trough, Japan. *Mar. Petrol. Geol.*, 66: 310–322. DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2015.02.037](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2015.02.037).
- GIONGO, A.; HAAG, T.; LOPES-SIMÃO, T.L.; MEDINA-SILVA R.; UTZ L.R.P.; BOGO M.R.; BONATTO S.L.; ZAMBERLAN P.M.; AUGUSTIN, A.H. *et al.* 2016. Discovery of a chemosynthesis-based community in the western South Atlantic Ocean. *Deep Sea Res. Part I: Oceanogr. Res. Pap.*, 112: 45–56. DOI: [10.1016/j.dsr.2015.10.010](https://doi.org/10.1016/j.dsr.2015.10.010).
- HAACKE, R.R.; WESTBROOK, G.K.; HYNDMAN, R.D. 2007. Gas hydrate, fluid flow and free gas: Formation of the bottom-simulating reflector. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 261: 407–420. DOI: [10.1016/j.epsl.2007.07.008](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.07.008).
- HERNÁNDEZ-MOLINA, F.J.; SOTO, M.; PIOLA, A.R.; TOMASINI, J.; PREU, B.; THOMPSON, P.; BADALINI, G.; CREASER, A.; VIOLANTE, R.A.; MORALES, E.; PATERLINI M., DE SANTA ANA H. 2016. A contourite depositional system along the Uruguayan continental margin: Sedimentary, oceanographic and paleoceanographic implications. *Mar. Geol.*, 378: 333–349. DOI: [10.1016/j.margeo.2015.10.008](https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.10.008).
- HEUER, V.B.; POHLMAN, J.W.; TORRES, M.E.; ELVERT, M.; HINRICHS, K.-U. 2009. The stable carbon isotope biogeochemistry of acetate and other dissolved carbon species in deep seafloor sediments at the northern Cascadia Margin. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 73: 3323–3336. DOI: [10.1016/j.gca.2009.03.001](https://doi.org/10.1016/j.gca.2009.03.001).
- HOVLAND, M.; GUDMESTAD, O.T., 2001. Potential influence of gas hydrates on seabed installations. *In: PAULL, C.K.; DILLON, W.P. (Orgs.), Natural Gas Hydrates: Occurrence, Distribution, and Detection. American Geophysical Union, Washington, D.C., v. 124: 307–315.* DOI: [10.1029/GM124p0307](https://doi.org/10.1029/GM124p0307).
- KETZER, J.M.; AUGUSTIN, A.; RODRIGUES, L.F.; OLIVEIRA, R.; PRAEG, D.; PIVEL, M.A.G.; REIS, A.T.; SILVA, C.G.; LEONEL, B. 2018. Gas seeps and gas hydrates in the Amazon deep-sea fan. *Geo-Marine Letters*, 38: 429–438. DOI: [10.1007/s00367-018-0546-6](https://doi.org/10.1007/s00367-018-0546-6).
- KETZER, M.; PRAEG, D.; PIVEL, M.A.G.; AUGUSTIN, A.H.; RODRIGUES, L.F.; VIANA, A.R.; CUPERTINO, J.A. 2019. Gas Seeps at the Edge of the Gas Hydrate Stability Zone on Brazil's Continental Margin. *Geosciences*, 9: 193. DOI: [10.3390/geosciences9050193](https://doi.org/10.3390/geosciences9050193).
- KETZER, M.; PRAEG, D.; RODRIGUES, L.F.; AUGUSTIN, A.H.; PIVEL, M.A.G.; RAHMATI-ABKENAR, M.; MILLER, D.J.; VIANA, A.R.; CUPERTINO, J.A. 2020. Gas hydrate dissociation linked to contemporary ocean warming in the southern hemisphere. *Nature Communications*, 11: 3788. DOI: [10.1038/s41467-020-17289-z](https://doi.org/10.1038/s41467-020-17289-z).
- KETZER, M.; VIANA, A.; MILLER, D.J.; AUGUSTIN, A.H.; RODRIGUES, L.F.; PRAEG, D.; CUPERTINO, J.A.; FREIRE, A.F.M.; KOWSMANN, R.O.; DICKENS, G.R.; MALINVERNO, A. 2022. Gas hydrate systems on the Brazilian continental margin. *In: MIENERT, J.; BERNDT, C.; TRÉHU, A.M.; CAMERLENGHI, A.; LIU, C.S. (Eds.). World Atlas of Submarine Gas Hydrates in Continental Margins. Springer-Nature Switzerland, p. 343–353.* DOI: [10.1007/978-3-030-81186-0_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-81186-0_29).
- KVENVOLDEN, K.A. 1993. Gas hydrates – geological perspective and global change. *Rev. Geophysics*, 31: 173–187. DOI: [10.1029/93RG00268](https://doi.org/10.1029/93RG00268).

KUZUMIN, M.I.; GELETIY, V.F.; KALMYCHKOV, G.; KUZNETSOV, F.A.; LARIONOV, E.G.; MANAKOV, A.Y.; MIRONOV, Y.I.; SMOLJAKOV, B.S.; DYADIN, Y.A.; DUCHKOV, A.D.; BAZIN, N.M.; MAHOV, G.M. 2000. The first discovery of the gas hydrates in the sediments of the Lake Baikal. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 912: 112–115. DOI: [10.1111/j.1749-6632.2000.tb06764.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06764.x).

MANLEY, P.L.; FLOOD, R.D. 1988. Cyclic sediment deposition within Amazon deep-sea fan. *Am. Assoc. Petrol. Geol., AAPG Bulletin*, 72: 912–925. DOI: [10.1306/703C910E-1707-11D7-8645000102C1865D](https://doi.org/10.1306/703C910E-1707-11D7-8645000102C1865D).

MARTINS, L. R.; MELO, U.; FRANÇA, A. M. C.; SANTANA, C. I.; MARTINS, I. R. 1972. Distribuição Faciológica da Margem Continental Sul Riograndense. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*. SBG. Belém, PA, Brasil. Anais, 26, 115–132.

MASLIN, M.; OWEN, M.; BETTS, R.; DAY, S.; JONES, T.D.; RIDGWELL, A. 2010. Gas hydrates: Past and future geohazard? *Philos. Trans. R. Soc. Am.*, 368: 2369–2393. DOI: [10.1098/rsta.2010.0065](https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0065).

MATSUDA, N.S.; FREIRE, A.F.M. 2008. The Bottom Simulating Reflector (BSR) along the Brazilian Atlantic Coast: A New Perspective for Gas Hydrates Exploration in the Southern Hemisphere. AAPG International Conference and Exhibition, Cape Town, South Africa, 26–29 October 2008. Proceedings.

McCONNELL, D.R.; ZHANG, Z.; BOSWELL, R. 2012. Review of progress in evaluating gas hydrate drilling hazards. *Mar. Pet. Geol.*, 34: 209–223. DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2012.02.010](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2012.02.010).

MEDINA-SILVA, R.; OLIVIERA, R. R.; TRINDADE, F. J.; BORGES L. G. A.; SIMÃO T. L. L.; AUGUSTIN A. H.; VALDEZ F. P.; CONSTANT M.J.; SIMUNDI C. L.; EIZIRIK E.; GROPOSO C.; MILLER D. J.; SILVA P. R.; VIANA A. R.; KETZER J. M. M.; GIONGO A. 2017. Microbiota associated with tubes of *Escarpia* sp. from cold seeps in the southwestern Atlantic Ocean constitutes a community distinct from that of surrounding marine sediment and water. *Antonie van Leeuwenhoek. Int. J. Gen. Mol. Microbiol.*, 111: 533–550. DOI: [10.1007/s10482-017-0975-7](https://doi.org/10.1007/s10482-017-0975-7).

MILLER, D. J.; KETZER, J. M.; VIANA, A. R.; KOWSMANN, R. O.; FREIRE, A. F. M.; OREIRO, S. G.; AUGUSTIN, A. H.; LOUREGA, R. V.; RODRIGUES, L. F.; HEEMANN, R.; PRESSLER, A. G.; MACHADO, C. X.; SBRISSA, G. F. 2015. Natural gas hydrates in the Rio Grande Cone (Brazil): a new province in the western South Atlantic. *Mar. Pet. Geol.*, 67: 187–196. DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2015.05.012](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2015.05.012).

OLIVEIRA, S.; VILHENA, O.; DA COSTA, E. 2010. Time–frequency spectral signature of Pelotas Basin deep water gas hydrates system. *Mar. Geophys. Res.*, 31: 89–97. DOI: [10.1007/s11001-010-9085-x](https://doi.org/10.1007/s11001-010-9085-x).

PIÑERO, E.; MARQUARDT, M.; HENSEN, C.; HAECKEL, M.; WALLMANN, K. 2013. Estimation of the global inventory of methane hydrates in marine sediments using transfer functions. *Biogeosciences*, 10: 959–975. DOI: [10.5194/bg-10-959-2013](https://doi.org/10.5194/bg-10-959-2013).

REIS, A.T.; PEROVANO, R.; SILVA, C.G.; VENDEVILLE, B.C.; ARAÚJO, E.; GORINI, C.; OLIVEIRA, V. 2010. Two-scale gravitational collapse in the Amazon Fan: a coupled system of gravity tectonics and mass-transport processes. *J. Geol. Soc.*, 167: 593–604. DOI: [10.1144/0016-76492009-035](https://doi.org/10.1144/0016-76492009-035).

REIS, A.T., ARAÚJO, E.; SILVA, C.G.; CRUZ, A.M.; GORINI, C.; DROZ, L.; MIGEON, S.; PEROVANO, R.; KING, I.; BACHE, F. 2016. Effects of a regional décollement level for

gravity tectonics on late Neogene to recent large-scale slope instabilities in the Foz do Amazonas Basin, Brazil. *Mar. Petrol. Geol.*, 75: 29–52. DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2016.04.011](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2016.04.011).

RODRIGUES, L.F.; KETZER, J.M.; OLIVEIRA, R.R.; SANTOS, V.H.J.M.; AUGUSTIN, A.H.; CUPERTINO, J.A.; VIANA, A.R.; LEONEL, B.; DORLE, W. 2019 Molecular and isotopic composition of hydrate-bound, dissolved and free gases in the Amazon deep-sea fan and slope sediments, Brazil. *Geosciences*, 9: 73. DOI: [10.3390/geosciences9020073](https://doi.org/10.3390/geosciences9020073).

ROSA, A.P. 2007. Interpretação sísmo-estratigráfica da porção da Bacia de Pelotas que engloba o Cone do Rio Grande e a avaliação do seu potencial petrolífero. Macaé. 277 p. Tese de doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense.

RUPPEL, C.D.; KESSLER, J. D. 2017. The interaction of climate change and methane hydrates. *Rev. Geophys.*, 55: 126–168. DOI: [10.1002/2016RG000534](https://doi.org/10.1002/2016RG000534).

SAD, A. R. E.; SILVEIRA, D. P.; MACHADO, M. A. P. 1998. Marine gas hydrates evidence along the Brazilian coast. *In: AAPG International Conference and Exhibition, Rio de Janeiro, Brazil, Nov. 8–11. Abstract Volume.*

SILVA, S.R.P., MACIEL, R.R., SEVERINO, M.C.G. 1998. Cenozoic tectonics of Amazon Mouth Basin. *Geo-Marine Letters*, 18: 256–262. DOI: [10.1007/s003670050077](https://doi.org/10.1007/s003670050077).

SILVEIRA, D.P.; MACHADO, M.A.P. 2004 Bacias sedimentares brasileiras: Bacia de Pelotas. *Boletim Informativo da Fundação Paleontológica Phoenix, ano 6, n. 63.*

SLOAN, E.D.; KOH, C.A.; SUM, A.K. 2010. Gas Hydrate Stability and Sampling: The Future as Related to the Phase Diagram. *Energies*, 3: 1991–2000. DOI: [10.3390/en3121991](https://doi.org/10.3390/en3121991).

SOH, W. 1997. Computed tomography scan analysis of Site 941 cores, western mass-transport deposit, Amazon Fan. *In: FLOOD, R.D., PIPER, D.J.W., KLAUS, A., PETERSON, L.C. (Eds.). Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Amazon Fan. Ocean Drilling Program, College Station, TX, v. 155, p. 465–476.* DOI: [10.2973/odp.proc.sr.155.231.1997](https://doi.org/10.2973/odp.proc.sr.155.231.1997).

TANAKA, M.D.; SILVA, C.G.; CLENNELL, M.B. 2003. Gas hydrates on the Amazon Submarine Fan, Foz do Amazonas Basin, Brazil. *In: AAPG Annual Convention. Salt Lake City, Utah, EUA. AAPG Search and Discovery, Article #90013 11–14 May 2003. Proceedings.*

THARIMELA, R.; AUGUSTIN, A.H.; KETZER, M.; CUPERTINO, J.A.; MILLER, D.J.; VIANA, A.R.; SENGER, K. 2019. 3D controlled-source electromagnetic imaging of gas hydrates: Insights from the Pelotas Basin offshore Brazil. *Interpretation*, 7: SH111–SH131. DOI: [10.1190/INT-2018-0212.1](https://doi.org/10.1190/INT-2018-0212.1).

VIANA, A.R. 2002. Seismic expression of shallow- to deep-water contourites along the south-eastern Brazilian margin. *Mar. Geophys. Res.*, 22: 509–521.

WHITICAR, M. J. 1999. Carbon and hydrogen isotope systematics of bacterial formation and oxidation of methane. *Chem. Geol.*, 161: 291–314. DOI: [10.1016/S0009-2541\(99\)00092-3](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(99)00092-3).

YE, J.-L.; QIN, X.-W.; XIE, W.-W.; LU, H.-L.; *et al.* 2020. The second natural gas hydrate production test in the South China Sea. *China Geology*, 2: 197–209. DOI: [10.31035/cg2020043](https://doi.org/10.31035/cg2020043)

ZERPA, L.E.; SALAGER, J.-L.; KOH, C.A.; SLOAN, E.D.; SUM, A.K. 2011. Surface Chemistry and Gas Hydrates in Flow Assurance. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 50: 188–197. DOI: [10.1021/ie100873k](https://doi.org/10.1021/ie100873k).

Sobre os Autores

João Marcelo Ketzer

Geólogo e mestre em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS, 1994, 1997) e doutor em Mineralogia, Petrologia e Tectônica pela Universidade de Uppsala, Suécia (2002). Estágio de pós-doutorado no Instituto Francês do Petróleo (IFP, 2003) e experiência em missões oceanográficas no oceano Atlântico e nos mares Mediterrâneo, Báltico e do Japão. Atualmente é professor titular da Universidade de Linnaeus na Suécia.

E-mail: marcelo.ketzer@lnu.se

ORCID: [0000-0003-4796-8177](https://orcid.org/0000-0003-4796-8177)

Adriano Viana

Geólogo formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e com doutorado em Geologia Marinha e Sedimentologia pela Universidade de Bordeaux, França. Atua na Academia da Exploração da Petrobras e representa a empresa em Programas do Plano Setorial de Recursos do Mar (PSRM) da Secretaria da Comissão Interministerial de Recursos do Mar (SECIRM), e no PGGM.

E-mail: aviana@petrobras.com.br / vianaadri@hotmail.com

ORCID: [0000-0001-8527-3080](https://orcid.org/0000-0001-8527-3080)

Dennis Miller

Geólogo formado pela Northern Arizona University, EUA e mestre em Sistemas Petrolíferos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ). Atualmente é geólogo Sênior da Gerência de Geoquímica do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da PETROBRAS (CENPES).

E-mail: miller@petrobras.com.br

ORCID: [0000-0002-8587-4182](https://orcid.org/0000-0002-8587-4182)

Adolpho Augustin

Formado em Geologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2005 e com Mestrado em Geoquímica pela UFRGS em 2007. Trabalho desde 2010 com Hidratos de Gás, participei de inúmeros Missões Oceanográficas para a coleta de dados Geofísicos e Amostragem para Hidratos de Gás e trabalho com processamento de dados Geofísicos Marinhos.

E-mail: adolpho.augustin@puhrs.br / ahaugustin@yahoo.com.br

ORCID: [0000-0002-4889-9735](https://orcid.org/0000-0002-4889-9735)

Frederico Rodrigues

Químico Industrial pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mestrado e doutorado em Química Analítica pela UFSM e Pós-doutorado em Geociências pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

E-mail: frederico.rodrigues@puhrs.br

ORCID: [0000-0001-5960-4843](https://orcid.org/0000-0001-5960-4843)

Daniel Praeg

Possui graduação em Ciências Geológicas pela Universidade Dalhousie, Canadá (1984) e doutorado em Geologia Marinha e Geofísica pela Universidade de Edimburgo, Escócia (1997).

Possui interesse em sistemas criogênicos e geodinâmicos de margens continentais.

E-mail: daniel.praeg@geoazur.unice.fr

ORCID: [0000-0003-1107-3128](https://orcid.org/0000-0003-1107-3128)

José Cupertino

Geólogo formado pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) e doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). É atualmente assessor de pesquisa do Instituto do Petróleo e dos Recursos Naturais da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e representante deste junto ao PGGM.

E-mail: jose.cupertino@pucrs.br

ORCID: [0000-0002-1684-1870](https://orcid.org/0000-0002-1684-1870)