

11 – PETRÓLEO E GÁS NAS BACIAS DA MARGEM CONTINENTAL BRASILEIRA: QUAIS AS PERSPECTIVAS DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS NUM AMBIENTE DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA? *OIL AND GAS IN BASINS OF THE BRAZILIAN MARGINAL BASINS: PERSPECTIVES OF FOSSIL FUELS IN THE ENERGETIC TRANSITION WORLD*

Rui Jorge Baptista

*Departamento de Geologia
Universidade de Lisboa, Portugal*

André Etienne Ferraz

*Departamento de Geologia e Geofísica
Universidade Federal Fluminense - UFF*

José Milton Cronemberger Mendes

Consultor Independente, Brasil

Cristiano Leite Sombra

Consultor Independente, Brasil

Eugenio V. Santos Neto

Marcelo Carvalho

Bernardo Peluso

Andre Luiz Ferrari

Luiz Antonio Pierantoni Gamboa
*Departamento de Geologia e Geofísica
Universidade Federal Fluminense - UFF*

Resumo

Embora as mudanças climáticas indiquem a necessidade de alterações no sistema energético global fortemente baseado no uso de recursos fósseis, todos os cenários de mudança considerados pelos inúmeros especialistas que suportam de forma independente e credível as teses defendidas pela ONU, preveem ainda a continuação do uso de fontes fósseis nas próximas décadas. Sendo pilar fundamental para a economia do país gerir os seus recursos endógenos, incluindo os energéticos renováveis e não renováveis, impõe-se um bom conhecimento do potencial existente em todo o território através de levantamentos e de reconhecimentos feitos responsavelmente por especialistas de diversas áreas do saber. Como pode um país defender e gerenciar os seus próprios recursos se não tiver um bom conhecimento do potencial existente em todo o seu território terrestre e marítimo? Neste capítulo, será apresentada uma breve história da exploração e exploração de recursos petrolíferos em bacias costeiras e *offshore*, incluindo áreas em águas rasas e profundas. Faz-se uma referência especial às descobertas na secção pré-sal das águas ultra profundas de Santos e Campos e aos desafios impostos pela exploração e produção nestes ambientes hostis de fronteira tecnológica. O potencial remanescente não descoberto também é apontado noutras bacias *offshore*, nomeadamente aquelas da margem equatorial, onde são previstos sistemas petrolíferos ativos e acumulações de hidrocarbonetos com elevado potencial econômico, mas ainda exigindo a confirmação através de atividades de exploração intensiva.

Palavras-chave: margem continental, Brasil, transição energética, potencial petrolífero, mudança climática.

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

Abstract

Although the dramatic climatic events require changes in the global energy system strongly based on the use of fossil resources, all scenarios of change, considered by the numerous experts who independently and credibly support the theses advocated by the UN, still foresee the continued use of fossil sources in the coming decades. Being a fundamental pillar for the country's economy to manage its endogenous resources, including renewable and non-renewable energy resources, it is mandatory a good knowledge of the potential that exists throughout the territory, through research and recognition made in a responsible manner by specialists from various areas of knowledge. How can a country defend and manage their own resources if there isn't a good knowledge of the existing potential all over the territory including onshore and offshore areas? In this paper a briefly history of the exploration and exploitation of oil and gas resources in onshore and offshore basins including areas in shallow and deep waters. A special reference is made to the discoveries in the pre-salt section in the Santos and Campos ultra-deep waters and the technological challenges imposed by the exploration and production in these hostile frontier environments. The remaining potential is also appointed in other offshore basins, namely on the equatorial margin, where active petroleum systems and large accumulations of hydrocarbons with high economic potential are anticipated but still is requiring intensive exploration activities to be confirmed.

Keywords: continental margin, Brazil, energetic transition, petroliferous potential, climate change.

Esta é uma visualização. O conteúdo exibido é limitado.

Referências Bibliográficas

ARAI, M. 1988. Geochemical reconnaissance of the Mid-Cretaceous anoxic event in the Santos Basin, Brazil. *Rev. Bras. de Geoc.*, 18(3): 273–282. DOI: [10.25249/0375-7536.1988273282](https://doi.org/10.25249/0375-7536.1988273282).

ASSAYAG, M.I.; CASTRO, G.; MINAMI, K.; ASSAYAG, S. 1997. Campos Basin: A real scale lab for deepwater technology development. *In: Offshore Technology Conference, 1997, Houston. OTC-8492*. DOI: [10.4043/8492-MS](https://doi.org/10.4043/8492-MS).

BASTOS, L.P.H.; PEREIRA, E.; CAVALCANTE, D.C.; ALFERES, C.L.F.; MENEZES, C.J.; RODRIGUES, R. 2020. Expression of Early Cretaceous global anoxic events in northeastern Brazilian basins. *Cretaceous Research*, 110: 104390. DOI: [10.1016/j.cretres.2020.104390](https://doi.org/10.1016/j.cretres.2020.104390)

BARROS FILHO, A.-K. D.; CARMONA, R.G.; ZALÁN, P. V. 2021. Nota Técnica Sobre a Margem Equatorial Brasileira. Um Novo “Pré-Sal” no Arco Norte do Território Brasileiro?

BELTRÃO, R. L. C.; SOMBRA, C. L.; LAGE, A. C. V. M.; FAGUNDES NETTO, J. R.; HENRIQUES, C. C. D. 2009. Challenges and new technologies for the development of the

Pre-salt cluster, Santos Basin, Brazil. *In: Offshore Technology Conference*, 2009, Houston. OTC-19880. DOI: [10.4043/19880-MS](https://doi.org/10.4043/19880-MS).

BRUHN, C. H. L.; PINTO, A. C. C.; JOHANN, P. R. S.; BRANCO, C. C. M.; SALOMÃO, M. C.; FREIRE, E. B. 2017. Campos and Santos Basins. 40 Years of Reservoir Characterization and Management of Shallow- to Ultra-Deep Water, Post- and Pre-Salt Reservoirs - Historical Overview and Future Challenges. *In: Offshore Technology Conference OTC Brasil*. 2017. Rio de Janeiro. OTC-28159-MS. DOI: [10.4043/28159-MS](https://doi.org/10.4043/28159-MS).

CANELLAS, D. B.; KARAM, M.; NASCIMENTO, F.; SOUZA, A.; BALDI, R.; AZAMBUJA, N. 2018. Sistemas de Canais e Lobos Turbidíticos do Cretáceo Superior em Águas Profundas na Bacia do Pará-Maranhão. *In: 49º Congresso Brasileiro de Geologia*. 2018. SBG. Rio de Janeiro.

CARMINATTI, M.; DIAS, J. L.; WOLFF, B. 2009. From turbidites to carbonates: breaking paradigms in deep waters. *In: Offshore Technology Conference*. 2009. Houston. OTC-20124. DOI: [10.4043/20124-MS](https://doi.org/10.4043/20124-MS).

CARMINATTI, M.; WOLF, B.; GAMBOA, L. 2008. New Exploration Frontiers in Brazil. *In: 9th World Petroleum Congress*, Spain 2008 - Forum 01 – New Frontier Exploration

CAUSER, A.; PÉREZ-DÍAZ, L.; ADAM, J.; EAGLES, G. 2020. Uncertainties in break-up markers along the Iberia–Newfoundland margins illustrated by new seismic data. *Solid Earth*, 11, 397–417. DOI: [10.5194/se-11-397-2020](https://doi.org/10.5194/se-11-397-2020)

FORMIGLI, J. M. 2008. Santos Basin Pre-Salt Cluster: How to Make Production Development Technical and Economically Feasible. Oral presentation in: Rio Oil & Gas Conference, held in Rio de Janeiro/Brazil, 18 setembro 2008. <https://pt.slideshare.net/petrobrasri/18-092008-jos-miranda-formigli-filho-na-rio-oil-and-gas-expo-conference-no-rio-de-janeiro-somente-em-ingles>

GAMBOA, L.; FERRAZ, A.; DREHMER, L.; DEMERCIAN, L. 2021. Seismic, Magnetic, and Gravity Evidence of Marine Incursions in the Santos Basin During the Early Aptian. *In: MELLO, M.R.; YILMAZ, P.O.; KATZ, B.J. (Eds.). The Supergiant Lower Cretaceous Pre-Salt Petroleum Systems of the Santos Basin, Brazil. AAPG Memoir 124*, chapter 10, 257–272. DOI: [10.1306/13722322MSB.10.1853](https://doi.org/10.1306/13722322MSB.10.1853).

GAMBOA, L., FERRAZ, A., BAPTISTA, R., SANTOS NETO, E.V. 2019. Geotectonic controls on CO₂ Formation and Distribution processes in the Brazilian pre-salt basins. *Geosciences*, 9(6): 252. DOI: [10.3390/geosciences9060252](https://doi.org/10.3390/geosciences9060252).

HERBIN, J. P.; MULLER, C.; DE GRACIANSKY, P. C.; JACQUIN, T.; MAGNIEZ-JANNIN, F.; UNTERNEHR, P. 1987. Cretaceous anoxic events in the South Atlantic. *Rev. Bras. Geoc.*, 17(2): 92–99. DOI: [10.25249/0375-7536.19879299](https://doi.org/10.25249/0375-7536.19879299).

MACHADO, M.A.P. 2018. Pré-sal: A Saga - A História de uma das Maiores Descobertas Mundiais de Petróleo. L&PM – Porto Alegre. ISBN 978-85-254-3777-8.

MATOS, R. M. D. 2021. Magmatism and hotspot trails during and after continental break-up in the South Atlantic. *Marine and Petroleum Geology*, 129: 105077. DOI: [10.1016/j.marpetgeo.2021.105077](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2021.105077).

MENDES, J. M. C. 1994. Análise Estratigráfica da seção Neo-aptiana/Eocenomaniana (Fm. Riachuelo) na área do Alto de Aracaju e Adjacências – Bacia de Sergipe-Alagoas, 166 p. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Porto Alegre, 1994.

MENDES, J.M.C. 2018. E&P Perspectives Brazil. *In*: 49º Congresso Brasileiro de Geologia. SBG. Rio de Janeiro, 2018.

MILANI, E. J.; BRANDÃO, J. A. S. L.; ZALÁN, P. V.; GAMBOA, L. A. P. 2000. Petróleo na Margem Continental Brasileira: Geologia, Exploração, Resultados e Perspectivas. *Brazilian Journal of Geophysics*, 18(3): 351–396. DOI: [10.1590/S0102-261X2000000300012](https://doi.org/10.1590/S0102-261X2000000300012).

MOULIN, M.; ASLANIAN, D.; UNTERNEHR, P. 2010. A new starting point for the south and equatorial Atlantic Ocean. *Earth Sci. Rev.*, 98(1–2): 1–37. DOI: [10.1016/j.earscirev.2009.08.001](https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2009.08.001)

MOULIN, M.; ASLANIAN, D.; RABINEAU, M.; PATRIAT, M.; MATIAS, L. 2012. Kinematic keys of the Santos-Namibe basins. *Geol. Soc. Lond., Spec. Publ.* 369, 91–107. DOI: [10.1144/SP369.3](https://doi.org/10.1144/SP369.3)

SANTOS NETO, E.V.; HAYES, J.M.; TAKAKI, T. 1996. Isotopic and geochemical evidence of the Upper Aptian anoxic event in the Potiguar Basin, Northeastern Brazil. *In*: 5th ALAGO Congreso Latinoamericano de Geoquímica Orgánica, Cancun, Mexico.

SCHNÜRLE, P.; MOULIN, M.; AFILHADO, A.; EVAÏN, M.; LOUREIRO, A.; DIAS, N., ASLANIAN, D. 2019. From rifting to spreading: The proto-oceanic crust. *In*: ROSSETI, F. BLANC A. C.; RIGUZZI F.; LEROUX E.; PAVLOPOULOS K.; BELLIER, O.; KAPSIMALIS V. (Eds.). *The Structural Geology Contribution to the Africa-Eurasia Geology: Basement and Reservoir Structure, Ore Mineralisation and Tectonic Modelling*. CAJG 2018. *Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)*. Springer, Cham. p. 329–331. DOI: [10.1007/978-3-030-01455-1_72](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01455-1_72)

SZATMARI, P.; FRANÇOLIN, J. B. L.; ZANOTTO, O.; WOLFF, S. 1987. Evolução Tectônica da Margem Equatorial Brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, 17(2): 180–188. DOI: [10.25249/0375-7536.1987180188](https://doi.org/10.25249/0375-7536.1987180188).

TEDESCHI, L. R.; JENKYN, H. C.; ROBINSON, S. A.; SANJINÉS, A. E. S.; VIVIERS, M. C.; QUINTAES, C. M. S. P.; VAZQUEZ, J. C. 2017. New age constraints on Aptian evaporites and carbonates from the South Atlantic: Implications for Oceanic Anoxic Event 1a. *Geology*, 45(6): 543–546. DOI: [10.1130/G38886.1](https://doi.org/10.1130/G38886.1).

WAGREICH, M. 2012. “OAE 3” - Regional Atlantic organic carbon burial during the Coniacian-Santonian. *Climate of the Past*, 8(5): 1447–1455. DOI: [10.5194/cp-8-1447-2012](https://doi.org/10.5194/cp-8-1447-2012).

Conferências ABGP

4ª Live ABGP | ZALÁN, P. 2021. O Potencial Exploratório Bilionário das Águas Ultra-Profundas do Pará-Maranhão – Geologia e Sistemas Petrolíferos. (Abril 2021).

<https://abgp.com.br/4-live-abgp-o-potencial-exploratorio-bilionario-das-aguas-ultra-profundas-do-para-maranhao-geologia-e-sistemas-petroliferos>

5ª Live ABGP | FRANÇA, A.; AMORIM, W. 2021. Avanços na qualidade e imageamento sísmico na Bacia do Paraná – uma quebra de paradigma (Abril 2021)

<https://abgp.com.br/5a-live-abgp-avancos-na-qualidade-e-imageamento-sismico-na-bacia-do-parana-uma-quebra-de-paradigma>

6ª Live ABGP | MATOS, R.D. 2021. Perspetivas exploratórias nas Bacias de Pernambuco e Paraíba e suas circunvizinhanças. (Maio 2021)

<https://abgp.com.br/6a-live-abgp>

8ª Live ABGP | CONCEIÇÃO, J.C. 2021. Província Petrolífera da Bacia de Sergipe: um ensaio sobre a Exploração Digital. (Junho 2021)

<https://abgp.com.br/provincia-petrolifera-da-bacia-de-sergipe-um-ensaio-sobre-a-exploracao-digital>

9ª Live ABGP | LIMA, C. 2021. Bacia do Parnaíba: um Modelo Geológico Regional e Perspectivas Exploratórias. (Junho 2021)

<https://abgp.com.br/9-live-abgp-bacia-do-parnaiba-um-modelo-geologico-regional-e-perspectivas-exploratorias>

Sobre os Autores

Rui Jorge Baptista

Desde 2005/2006 Professor Auxiliar Convidado da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, tendo a seu cargo a regência da disciplina de Geologia do Petróleo. É geólogo formado na FCUL em 1979 e Mestre em Geologia de Engenharia pela FCT da UNLisboa em 1987. Tem mais de 40 anos de experiência na indústria petrolífera, tendo desempenhado ao longo da sua carreira na empresa portuguesa Petrogal, SA diversas funções, estando atualmente aposentado. Até 2013 teve participação ativa em todos os projetos em que a empresa participou em Portugal, Médio Oriente, Angola, Brasil, Moçambique e Timor Leste, nomeadamente nos que levaram às maiores descobertas de hidrocarbonetos do Brasil na Bacia de Santos. Colaborou ao longo dos anos com os Serviços Geológicos de Portugal (atual LNEG) na revisão da maioria das cartas geológicas 1/50 000 da orla mesocenoica ocidental de Portugal. Atuou ainda como consultor do governo de S. Tomé e Príncipe e da Organização das Nações Unidas - UNTAET, aquando da independência de Timor-Leste.

E-mail: ruijorge.baptista@gmail.com

Andre Etienne Ferraz

Graduado em Geologia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em 1981, realizou ao longo de 12 anos, como geofísico, dezenas de projetos de consultoria para aquisição, processamento e interpretação de dados magnetométricos, gama espectrométricos, métodos elétricos (terrestres e aéreos), gravimétricos, EM e sísmica rasa destinados a prospecção mineral e a indústria do petróleo. Doutorado em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

E-mail: andreetienne@id.uff.br

ORCID: [0000-0002-3911-5732](https://orcid.org/0000-0002-3911-5732)

José Milton Cronemberger Mendes

Geólogo da Petrobras durante 24 anos. Coordenador da Petrobras America, Inc. Gerente de exploração. Superintendente de Exploração Enauta. Consultor independente. Rio de Janeiro.

E-mail: mendesjmc@uol.com.br

Cristiano Leite Sombra

Geólogo pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia (UFBA, 1978) e mestre em Sedimentologia e Petrologia Sedimentar pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP, 1987). Desenvolveu atividade profissional na Petrobras desde 1978 a 2020: em Acompanhamento geológico de poços em Aracaju (1978-81), Geologia de Desenvolvimento de Reservatórios (1981-1987), passando a integrar em 1987, no Rio de Janeiro, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguêz de Mello (CENPES), onde desenvolveu atividades técnicas e gerenciais em Geologia de Reservatórios e de Exploração, com ênfase em Petrologia e Petrografia Sedimentar, Prevenção de Dano a Formações, Integração Rocha-Perfil-Sísmica, Geologia de Reservatórios, Modelagem de Bacias Sedimentares, Métodos de Previsão de Porosidade em prospectos exploratórios, e desde 2007 até 2020 coordenou o PROSAL, Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios Pré-sal.

E-mail: csombra@id.uff.br

ORCID: [0000-0001-7297-4996](https://orcid.org/0000-0001-7297-4996)

Eugenio Vaz dos Santos Neto

Geólogo de petróleo da PETROBRAS em 1981, iniciou sua carreira de geólogo de petróleo em acompanhamento geológico de poços nas bacias de Campos e do Espírito Santo. Em 1982 foi transferido para o Setor de Ensino da Bahia e, a seguir, para o Setor de Ensino do Rio como parte do corpo docente para ministrar cursos de Geologia do Petróleo, Mapas Geológicos e Geologia Geral. Participou de todos os cursos de especialização na área de geologia de petróleo exigidos pelo treinamento interno da Petrobras e a seguir foi transferido para a Gerência de Geoquímica do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (Cenpes) onde permaneceu de 1984 a 2016, quando se aposentou.

E-mail: santosnetoeugenio@gmail.com

ORCID: [0000-0003-4418-5513](https://orcid.org/0000-0003-4418-5513)

Marcelo Carvalho

Graduado em Geofísica pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG/USP, 2000), possui mestrado em Geodinâmica e Geofísica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN, 2003). Atuou como geofísico de exploração na Petrogal Brasil S.A durante o período de 2005 a 2016 e atualmente está cursando o doutorado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra na Universidade Federal Fluminense (UFF).

E-mail: marcelojc@id.uff.br

ORCID: [0000-0003-2872-066X](https://orcid.org/0000-0003-2872-066X)

Bernardo Peluso Erthal de Souza

Graduação em Geofísica pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente está na UFF. Especialização em aplicações de atributos sísmicos para caracterização estrutural.

E-mail: bernardopeluso@id.uff.br

ORCID: [0000-0003-3154-4214](https://orcid.org/0000-0003-3154-4214)

Andre Luiz Ferrari

Graduado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 1978, e com Doutorado em Geologia Sedimentar pela Universidade de São Paulo (USP), em 2001, tem atuado na análise estrutural da reativação de áreas plataformais em bordas continentais, formação de bacias rifte, tectono-sedimentar, e controle tectônico do magmatismo. Desde 1984 é Professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense (UFF).

E-mail: andreluizferrari@id.uff.br

ORCID: [0000-0003-4019-931X](https://orcid.org/0000-0003-4019-931X)

Luiz A. P. Gamboa

Geólogo formado pela UFGJ obteve mestrado em Geologia Marinha na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e o doutorado na Universidade de Columbia, Nova York, EUA. Trabalhou na Gulf Oil, no Ocean Drilling Program e foi professor na Universidade do Texas A&M, College Station, Texas. Trabalha no Departamento de Exploração e Produção da Petrobras e no Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense (UFF).

E-mail: lgamboa@id.uff.br

ORCID: [0000-0001-9340-1863](https://orcid.org/0000-0001-9340-1863)