

apresentação

A evolução do conhecimento geológico das bacias terrestres brasileiras se confunde com a história da exploração de petróleo no Brasil. A partir das primeiras descobertas feitas pelo Conselho Nacional do Petróleo (CNP), na Bacia do Recôncavo, nos anos 1930 e 1940, e das campanhas exploratórias realizadas nas bacias paleozoicas do Amazonas e Paraná, realizadas entre os anos 1940 e 1960, seguiram-se campanhas de perfuração de poços em praticamente todas as bacias continentais brasileiras. As décadas de 1960 e 1970 testemunharam novas e importantes descobertas, então nas bacias de Sergipe, Alagoas, Potiguar, Espírito Santo e Solimões. Em função do monopólio de exploração e produção vigente àquela época, todos os dados das bacias brasileiras eram adquiridos e tratados exclusivamente pela Petrobras, e com eles veio o rápido desenvolvimento, principalmente dentro da Empresa, de uma forte cultura geológica das nossas bacias.

O sucesso exploratório obtido nas bacias terrestres garantiu o fôlego financeiro necessário ao inevitável mergulho em busca de novas jazidas nas bacias marítimas, além de um sólido conhecimento geológico para dar suporte à exploração da plataforma continental e das águas profundas da margem brasileira.

A partir daí, nos anos 1970 e 1980, as atenções da comunidade geológica se voltaram para o mundo das águas profundas, onde grandes volumes de petróleo foram descobertos em depósitos marinhos profundos da Bacia de Campos. Tinha início a “Era de Ouro” dos turbiditos de água profunda, que anos mais tarde pavimentaria o caminho rumo à sonhada autossuficiência em petróleo.

Nesse período, coube às bacias terrestres o papel, não menos importante, de suportar as campanhas exploratórias no mar, por meio do aporte perene de recursos financeiros necessários à nova realidade, lastreados numa produção estável que duraria mais de meio século. Com a quebra do monopólio de exploração de petróleo, em meados dos

anos 1990, abriu-se o mercado brasileiro a outras companhias. A partir desse marco, tiveram lugar sucessivas rodadas licitatórias da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que incluíram ofertas de áreas em praticamente todas as bacias terrestres brasileiras, incluindo bacias sedimentares onde havia pouca ou nenhuma atividade exploratória, como, por exemplo, as bacias do Amazonas, Parnaíba e São Francisco. Mais tarde, outras bacias terrestres pouco conhecidas, como Rio do Peixe, Parecis–Alto Xingu e Acre, teriam áreas licitadas pela ANP.

Vieram os anos 2000 e, com eles, novas descobertas nas bacias marinhas do Sudeste brasileiro (Santos, Campos e Espírito Santo), coroadas pelas impressionantes jazidas do pré-sal na Bacia de Santos, que monopolizaram a cena geológica nacional e internacional pela magnitude das descobertas.

Nesse mesmo período, em especial a partir de 2006, as bacias terrestres americanas chamaram a atenção da indústria petrolífera internacional com as descobertas de imensos volumes de gás em reservatórios de baixíssima permeabilidade e em “folhelhos” geradores (*gas shales* e *oil shales*) ou, como ficaram conhecidos, os recursos não convencionais. Nesse novo contexto, os conceitos de rocha geradora e rocha reservatório foram inteiramente revistos, notadamente a partir da introdução do fraturamento hidráulico maciço em poços horizontais, que abriu uma perspectiva praticamente inesgotável de novos recursos energéticos nas bacias terrestres do mundo inteiro.

Ao longo destes 80 anos de exploração petrolífera no Brasil, cerca de 23 mil poços foram perfurados em mais de 20 bacias sedimentares terrestres, em unidades estratigráficas cujas idades vão do Proterozoico ao Cenozoico, perfazendo aproximadamente 25 milhões de metros perfurados, de onde foram cortados cerca de 149 mil metros de testemunhos, além de milhares de amostras laterais, que geraram um imenso volume de dados petrofísicos, bioestratigráficos, petrográficos, etc.

Somem-se a este universo de dados os inúmeros afloramentos descritos e estudados por gerações de geocientistas ligados à indústria e/ou universidades brasileiras e estrangeiras, motivados por projetos associados à exploração e produção de petróleo e gás, que agregaram um conhecimento geológico sólido das nossas áreas sedimentares. Este acervo está devidamente preservado e compõe um registro de valor inestimável para o conhecimento da geologia das bacias sedimentares brasileiras, o que possibilita a reconstituição da história geológica das nossas bacias em todas as escalas de trabalho, com interesse tanto da academia quanto da indústria. Esta última, que vive um momento de crise do setor de petróleo e gás, tem no uso intensivo e extensivo de dados, informações e conhecimento uma poderosa ferramenta para adequação à nova realidade, que se apresenta como uma demanda crescente de alto desempenho, eficiência e produtividade.

Este volume do Boletim de Geociências da Petrobras (BGP) visa resgatar o conhecimento

existente em algumas bacias terrestres brasileiras do Proterozoico, Paleozoico e Mesozoico, com a contribuição de trabalhos realizados na Petrobras e na academia. Os trabalhos são diversos, não só quanto aos temas abordados, como quanto aos contextos das bacias estudadas. São trabalhos que abordam a formalização estratigráfica em área de fronteira, modelagem estratigráfica em bacia madura, estratigrafia de sequências em diferentes contextos tectonossedimentares, caracterização de reservatórios em escala de afloramentos e vulcanismo em bacia rifte. Esta diversidade demonstra a riqueza geológica das bacias terrestres e a sua enorme contribuição ao conhecimento geocientífico brasileiro.

Bom proveito!

Otaviano da Cruz Pessoa Neto
Gerente Geral
E&P Exploração
Gerência de Gestão de Ativos
Exploratórios das Bacias Terrestres

presentation

The evolution of geological knowledge on the Brazilian onshore basins is mingled with the history of oil exploration in Brazil. Starting with the first discoveries made by the National Oil Council (CNP), in the Recôncavo Basin in the 1930s and 1940s, and the exploratory campaigns carried out in the Paleozoic basins in Amazonas and Paraná between the 1940s and 1960s, there followed drilling campaigns for wells in practically all of the Brazilian continental basins. The decades of the 1960s and 1970s witnessed new and important discoveries in the Sergipe, Alagoas, Potiguar, Espírito Santo and Solimões basins. Due to the monopoly of exploration and production in force at that time, all data concerning the Brazilian basins were acquired and dealt with exclusively by Petrobras, and with them came the rapid development of a strong geological culture of our basins, mostly within the Company.

The exploration success obtained in the onshore basins guaranteed the financial breathing space necessary before the inevitable dive into the search for new deposits in the offshore basins, in addition to solid geological knowledge to provide support for exploration of the continental shelf and the deep waters off the Brazilian coast.

From that point on, in the 1970s and 1980s, the attention of the geological community was directed towards the world of deep waters, where large volumes of oil were discovered in deep offshore deposits in the Campos Basin. The "Golden Age" of the deepwater turbidites had begun, which years later would pave the way towards the much-dreamed-of self-sufficiency in oil.

In this period, a no-less-important role fell to the onshore basins: to support the exploration campaigns offshore, by way of continuing contributions of the financial resources necessary for the new reality, tied to stable production that would last more than half a century. With the end of the oil exploration monopoly in the middle of the 1990s, the Brazilian market was opened up to other companies. From this point on, there have been

successive bidding rounds from the National Oil Agency (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP), which have included offers for areas in almost all Brazilian onshore basins, including sedimentary basins where there has been little or no exploration activity, such as for example, the Amazonas, Parnaíba and São Francisco basins. Later, other little known onshore basins such as Rio do Peixe, Parecis-Alto Xingu and Acre would have areas auctioned by the ANP.

The years 2000 arrived together with new discoveries in the Brazilian South-east offshore basins (Santos, Campos and Espírito Santo), crowned by the impressive deposits from the Pre-salt fields in the Santos Basin, which monopolized the national and international geological scene due to the magnitude of the discoveries.

During this same period, and especially from 2006 on, the American onshore basins have attracted the attention of the international oil industry with the discovery of immense volumes of gas and oil in very low permeability reservoirs in gas shales and oil shales, or, as they have become known, non-conventional resources. Within this new context, the concepts of source rocks and reservoir rocks have been completely revised, notably as a result of the introduction of massive hydraulic fracking in horizontal wells, which opened up the prospect of virtually inexhaustible new energy resources in the onshore basins all over the world.

Throughout these eighty years of oil exploration in Brazil, around 23,000 wells have been drilled in more than 20 onshore sedimentary basins, in stratigraphic units whose ages range from the Proterozoic to the Cenozoic, making approximately 25 million meters drilled, from which were extracted about 149,000 meters of cores, in addition to thousands of lateral samples, which have generated an immense volume of petrophysical, biostratigraphical, petrographic and other data.

Added to this universe of data, are the countless outcrops described and studied by generations

of geoscientists connected to the industry and/or Brazilian or foreign universities, motivated by projects associated with the exploration and production of oil and gas, which aggregated solid geological knowledge about our sedimentary areas. This collection has been duly preserved and comprises a record of inestimable value for the geological knowledge of Brazilian sedimentary basins, which enables the reconstitution of the geological history of our basins in every scale of work, interesting to both academics and industry. The latter, which is passing through a time of crisis in the oil and gas sector, has, in the intensive and extensive use of data, information and knowledge, a powerful tool to adapt to the new reality, which is presented as a growing demand for high performance efficiency and productivity.

This volume of the Boletim de Geociências da Petrobras (BGP) aims at retrieving the existing knowledge in certain Brazilian onshore basins from

the Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic periods, using the contribution of work carried out by Petrobras and academy. The works are diverse, not only regarding the themes approached, but also the contexts of the basins studied. They are works which approach the stratigraphic formalization in frontier areas, stratigraphic modelling in mature basins, stratigraphic sequences in different tectono-sedimentary settings, reservoirs characterization in outcrop scale and volcanism in rift basins. This diversity demonstrates the geological wealth of onshore basins and their enormous contribution to Brazilian geoscientific knowledge.

Take advantage!

Otaviano da Cruz Pessoa Neto
General Manager
E&P Exploration
Department of Onshore Basin
Exploration Asset Management

editorial

Este número marca um momento especial da história do Boletim de Geociências da Petrobras (BGP): será o primeiro número exclusivamente digital! Concomitantemente, também se inicia a nova fase do *site* de acesso ao boletim, permitindo maior interatividade com os usuários. Em breve, toda a comunidade receberá informações sobre esta nova visão e as formas de acesso.

Quanto ao seu conteúdo, oferecemos ao leitor uma diversidade de temas geocientíficos, que abordam várias disciplinas e áreas geográficas em diferentes idades da evolução geológica.

Iniciamos este número com o trabalho de Mario Luis Assine e colaboradores, que nos trazem uma nova abordagem para as rochas depositadas durante o Andar Alagoas, na Bacia do Araripe, em sua fase pós-rifte, segundo os conceitos da estratigrafia de sequências.

A seguir, o leitor poderá apreciar o artigo de Gustavo Garcia e colaboradores, que, a partir de modelagem estratigráfica, avaliam a passagem de um ambiente de sedimentação siliciclástica (Formação Açu) para um ambiente de deposição de carbonatos (Formação Jandaíra) ao final do Eocretáceo da Bacia Potiguar.

O grupo liderado por Antônio Jorge Vasconcelos Garcia ilustra a utilização das rochas expostas em afloramentos da Bacia de Sergipe-Alagoas como análogos para a simulação de fluxo em modelagem 3D de reservatórios carbonáticos e mistos.

Souza-Lima *et al.* propõem uma nova unidade litoestratigráfica de idade paleozoica que ocorre na porção central da Bacia de Sergipe-Alagoas

(Domo de Igreja Nova). Esta unidade, denominada Formação Karapotó, é constituída de depósitos fluviodeltaicos.

O artigo de autoria de Michael Strugale discorre sobre a aplicação de estratigrafia de sequências de alta resolução em depósitos deltaicos em lagos, representados pela Formação Pojuca (BA). O autor aplica os conceitos em dois campos de petróleo da Bacia do Recôncavo, Miranga e Santiago, inferindo a necessidade de redefinir as zonas de produção.

Paulo Cesar Soares e colaboradores apresentam a análise estratigráfica e estrutural da Sequência Triássica-Jurássica da Bacia do Paraná, que mostra complexidade e heterogeneidade acentuadas em seus aspectos genéticos, englobando as formações Santa Maria, Botucatu e Piramboia.

Este volume se encerra com duas breves comunicações. Na primeira, Silva *et al.* reportam a ocorrência de rochas piroclásticas (ignimbritos e brechas) na superfície da Bacia do Rio do Peixe, com idade eodevoniana. Tal descoberta traz uma nova conotação à evolução tectonossedimentar da Província Borborema.

Já Claudemir Severiano de Vasconcelos e colegas apresentam uma revisão da estratigrafia da região de Salto Magessi (MT), Bacia dos Parecis-Alto Xingu, com base em informações obtidas em poço estratigráfico.

Boa leitura,

**COMITÊ EDITORIAL DO BOLETIM DE
GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS**

editorial

This edition marks a special moment in the history of the Boletim de Geociências da Petrobras (BGP): it will be the first exclusively digital edition! Concomitantly, a new phase has also begun for the bulletin home page, allowing for greater interactivity with all users. The entire community will soon receive information about this new vision and the forms of access.

As for its content, we offer the reader a diversity of geoscientific themes, covering several disciplines and geographic areas in different ages of geological evolution.

We begin this edition with the work by Mario Luis Assine and collaborators, which brings us a new approach to the rocks deposited during the Alagoas Stage, in the post-rift phase of the Araripe Basin, according to concepts of stratigraphic sequences.

Next, the reader can appreciate the article by Gustavo Garcia and collaborators, which, based on stratigraphic modelling in the Potiguar Basin, evaluates the passage of a siliciclastic sedimentation environment (Açu Formation) to a carbonate deposition environment (Jandaíra Formation) by the end of the Eocretaceous.

The group led by Antônio Jorge Vasconcelos Garcia illustrates the use of rock outcrops in the Sergipe-Alagoas Basin as an analogous to 3D modelling of flow simulation for carbonate and mixed reservoirs.

Souza-Lima and co-workers propose a new lithostratigraphic unit of Paleozoic age that occurs in the central portion of the Sergipe-Alagoas Basin

(Domo de Igreja Nova). This unit, denominated the Karapotó Formation, is constituted from fluvial/deltaic deposits.

The article written by Michael Strugale outlines the application of high-resolution sequential stratigraphy on deltaic deposits in lakes, represented by the Pojuca Formation (Recôncavo Basin). The author applies the concepts in two oilfields (Miranga and Santiago) suggesting redefinition of the production zones.

Paulo Cesar Soares and collaborators present a stratigraphic and structural analysis of the Triassic-Jurassic sequence in the Paraná Basin, which shows complexity and heterogeneity in its genetic aspects, incorporating the Santa Maria, Botucatu and Piramboia formations.

This volume finishes with two short communications. In the first, Silva et al. report on the occurrence of early Devonian pyroclastic rocks (ignimbrites and breccias) in outcrops of the Rio do Peixe Basin. This discovery brings a new connotation to the tectono-sedimentary evolution of the Borborema Province.

And last, but not the least, Claudemir Severiano de Vasconcelos and colleagues present a stratigraphic revision of the Salto Magessi (MT) region in the Parecis-Alto Xingu Basin, based on information obtained from a stratigraphic well.

Good reading,

**EDITORIAL COMMITTEE OF THE BOLETIM
DE GEOCIÊNCIAS DA PETROBRAS**