

BACIA DO PARANÁ

Sumário Geológico e Setores em Oferta

Rodrigo Morelato
Superintendência de Definição de Blocos - SDB

2017

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. HISTÓRICO EXPLORATÓRIO.....	4
3. EVOLUÇÃO TECTONOESTRATIGRÁFICA	7
4. SISTEMAS PETROLÍFEROS	12
4.1 Geração e Migração	12
4.2 Rochas Reservatório	14
4.3 Rochas Selantes	14
4.4 Trapas	15
4.5 Plays Exploratórios.....	15
5. SETORES EM OFERTA	16
5.1 Descrição Sumária.....	16
5.2 Avaliação dos Blocos Propostos.....	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

A bacia intracratônica do Paraná se localiza na porção centro-leste da América do Sul (Figura 1) e abrange área de aproximadamente 1.500.000 km², dos quais cerca de 1.100.000 km² se encontram em território brasileiro. Possui forma ovalada, com semi-eixo maior a norte-sul, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica meso-cenozoica do continente (Milani *et al.*, 2007). Abriga em seu depocentro um pacote sedimentar-magmático da ordem de 7.000 metros de espessura, incluindo alguns horizontes com características de rochas geradoras e outros com atributos de reservatório. O registro tectonoestratigráfico da bacia sugere a interação de fenômenos orogênicos nas bordas da placa Sul-Americana, com eventos epirogênicos marcados por épocas de subsidência, soerguimento e magmatismo no interior da placa (Milani e Ramos, 1998).

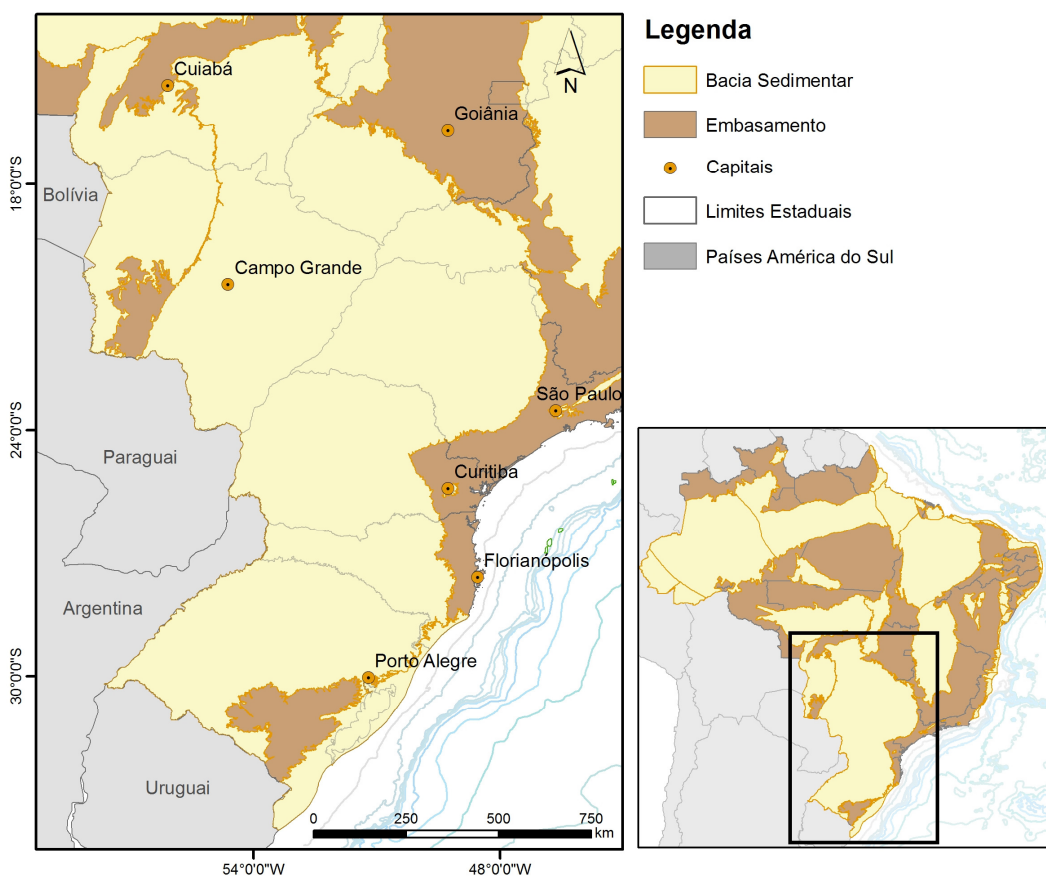


Figura 1. Mapa de localização da Bacia do Paraná.

Para a Décima Quinta Rodada de Licitações da ANP estão em oferta 13 blocos no Setor SPAR-N, totalizando área de 36.658,30 km² (Figura 2).

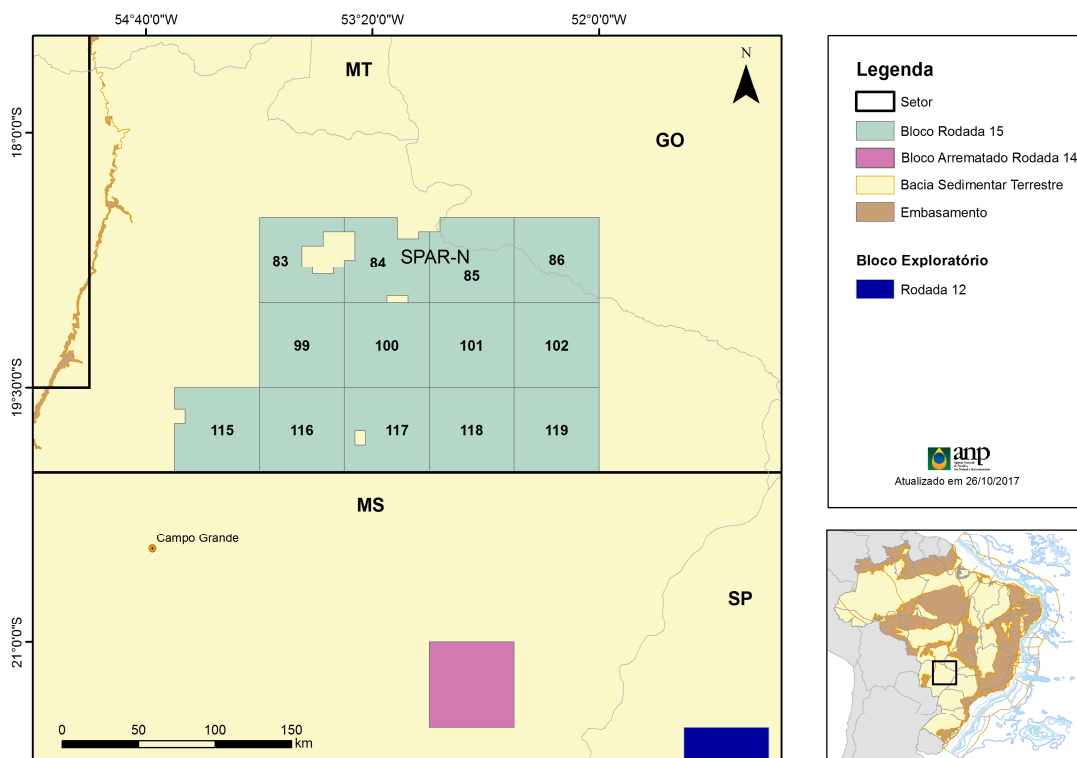


Figura 2. Mapa de localização dos blocos em oferta no Setor SPAR-N da Bacia do Paraná na Décima Quinta Rodada de Licitações.

2. HISTÓRICO EXPLORATÓRIO

O interesse pelo potencial petrolífero da Bacia do Paraná iniciou no final do século XIX quando foram identificadas ocorrências de arenitos asfálticos no flanco leste da bacia, motivando trabalhos pioneiros de sondagem. Ainda no final do século XIX, entre 1892 e 1897, na localidade de Bofete, no Estado de São Paulo, foi perfurado o primeiro poço para a exploração de petróleo no Brasil. O poço alcançou aproximadamente 500 metros de profundidade e, segundo relatos, teria recuperado dois barris de petróleo.

No início, as atividades exploratórias na bacia foram direcionadas para locações de poços pouco profundos (inferiores a 1.000 m) em áreas não cobertas pelos basaltos e nas proximidades das ocorrências superficiais de óleo (Zalán *et al.*, 1990). A partir da década de 50, com a criação da Petrobrás, iniciou-se intensa pesquisa sistemática e organizada da bacia, incluindo levantamentos geofísicos de magnetometria, gravimetria e sísmica 2D e 3D. Entre 1953 e 1979 foram perfurados 60 poços exploratórios localizados a partir de mapeamento geológico de superfície e

levantamentos geofísicos. Esses investimentos culminaram na descoberta de quatro acumulações subcomerciais de óleo no Estado de Santa Catarina.

Na década de 80, entre 1979 e 1983, por meio dos denominados “contratos de risco”, atuaram na bacia a British Petroleum e a Paulipetro. Nesse período foram perfurados 30 poços exploratórios e realizadas as descobertas das acumulações subcomerciais de gás natural de Cuiabá Paulista e Chapéu do Sol.

Entre 1986 e 1998 a Petrobras retomou as atividades exploratórias na Bacia do Paraná com a aquisição de aproximadamente 18.000 km lineares de dados sísmicos 2D e com a perfuração de sete poços exploratórios. Nesse período foi realizada a primeira descoberta comercial da bacia: o campo de gás de Barra Bonita.

Posteriormente à Criação da ANP, a Bacia do Paraná passou a ser incluída nas rodadas de licitações e também foi objeto de investimentos da própria Agência que, por meio de seu programa de aquisição sistemática de dados geológicos, investiu cerca de R\$ 232 milhões na aquisição de novos dados.

Blocos exploratórios da Bacia do Paraná foram ofertados nas Rodadas de Licitações 1, 2, 3, 10, 12 e 14. Os blocos arrematados nas rodadas 2 e 10 foram posteriormente devolvidos. Nesse período foram perfurados 10 poços exploratórios.

Com relação aos investimentos da ANP, no âmbito do Plano Plurianual da Autarquia, foram coletados cerca de 13.000 km lineares de dados sísmicos 2D; dados gravimétricos e magnetométricos; além de levantamento magnetotelúrico e processamento de dados sísmicos antigos (pré-1998). Os levantamentos conduzidos pela ANP estão ilustrados na Figura 3.

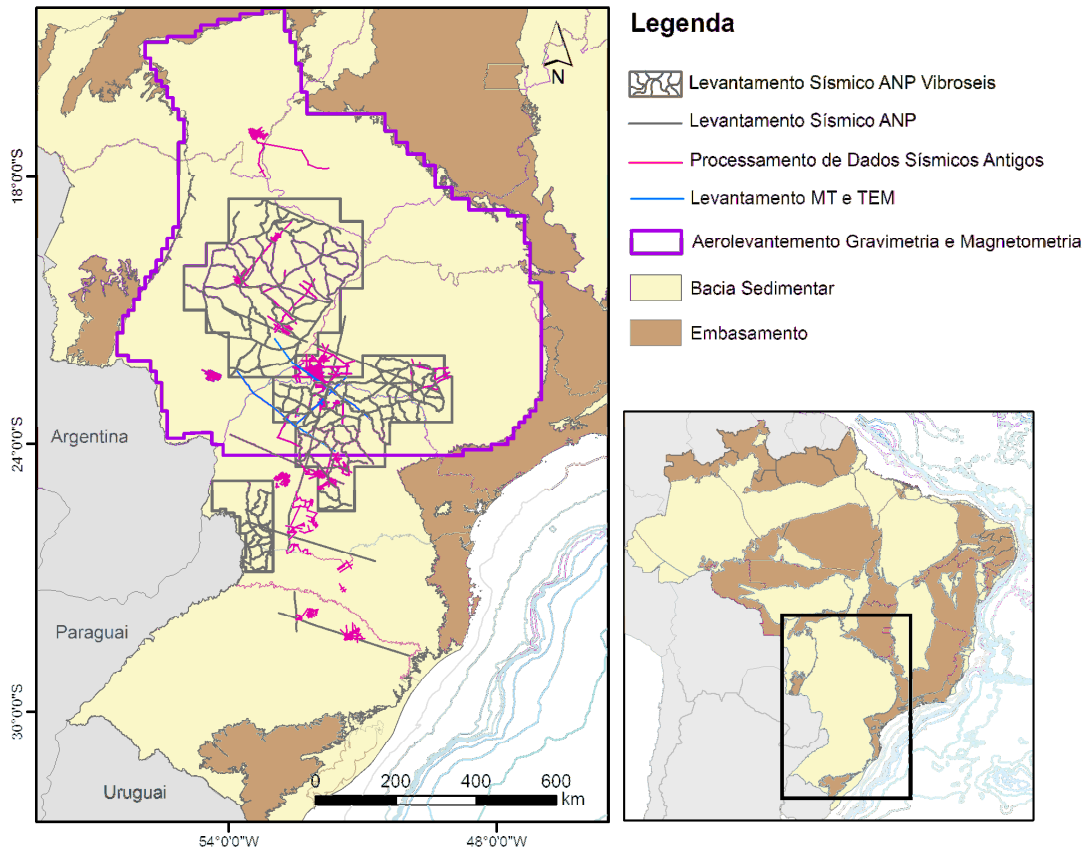


Figura 3. Mapa de localização da Bacia do Paraná com indicação dos levantamentos geológicos e geofísicos realizados pela ANP no âmbito do Plano Plurianual de Estudos de Geologia e Geofísica.

A Bacia do Paraná possui 124 poços exploratórios distribuídos de forma irregular que estão concentrados predominantemente no Estado do Paraná. Os resultados das perfurações incluem 16 poços com indícios de gás, 5 de óleo, 2 de gás e condensado, e 87 classificados como secos, sem indicação de óleo ou gás. Os poços em destaque são 1BB 0001 PR (Barra Bonita-1) e 1MR 0001 PR (Mato Rico-1), que produziram gás em teste. O poço de Barra Bonita é classificado como descobridor de campo e os testes de avaliação mostraram produtividade superior a 200.000 m³/dia em cada um dos 2 poços perfurados na área (Campos *et al.*, 1998). Posteriormente o poço de Mato Rico foi abandonado por acidente mecânico.

A bacia é coberta por levantamentos sísmicos de reflexão. A distribuição dos dados sísmicos e de poços pode ser observada na Figura 4.

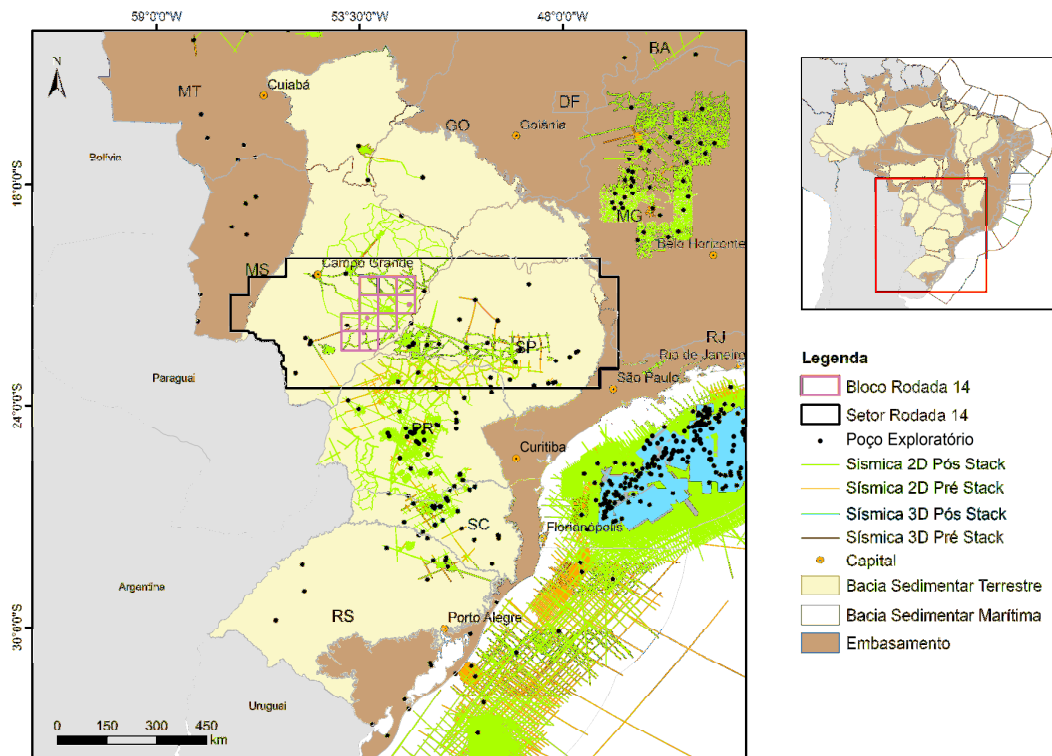


Figura 4. Mapa de localização da Bacia do Paraná com indicação dos levantamentos sísmicos e dados de poços disponíveis.

3. EVOLUÇÃO TECTONOESTRATIGRÁFICA

A Bacia do Paraná é uma grande bacia intracratônica sul-americana, desenvolvida completamente sobre crosta continental. Foi preenchida por rochas sedimentares associadas a vulcanismo e intrusões básicas, que podem alcançar até 7.000 m de espessura. Apresenta em seu contexto litoestratigráfico a maior manifestação de vulcanismo fissural ocorrida em região continental, que resultou no empilhamento de até 2.000 m de lavas sobre seus sedimentos além de intrudir-se por entre os mesmos, sob a forma de diques e soleiras (Milani e Thomaz Filho, 2000).

O arcabouço estrutural da Bacia do Paraná originou-se e evoluiu a partir de um rifte Neo-Ordoviciano, para uma típica bacia intracratônica. A bacia é alongada na direção geral N-S, com depocentro na porção centro-oeste, onde o preenchimento excede a 7.000 m de espessura, dos quais 5.500 m são sedimentos. As características estruturais mais proeminentes da bacia são os arcos regionais de Ponta Grossa e Rio Grande, e numerosos lineamentos NW-SE e NE-SW, que correspondem a fraturas proterozoicas reativadas (Figura 5). As fraturas alinhadas na direção NW-SE foram

os dutos preferenciais para os eventos extrusivos e intrusivos e estão preenchidos por diques de diabásio. Secundariamente ocorrem lineamentos de direção E-W.

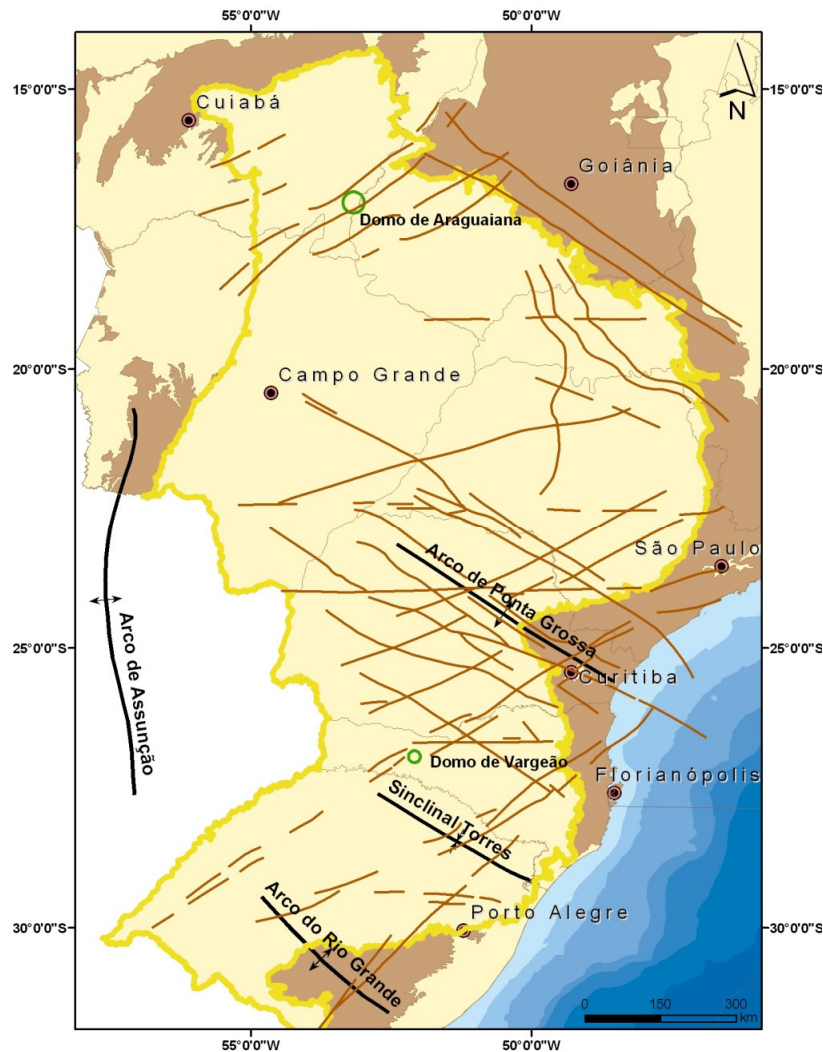


Figura 5. Arcabouço estrutural da Bacia do Paraná (Zalán *et al.*, 1990).

Segundo Milani (1997), o registro sedimentar-magmático da Bacia do Paraná é representado por seis Superseqüências deposicionais (Figura 6): Rio Ivaí (Ordoviciano - Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero - Eocretáceo), Gondwana II (Meso a Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico - Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo).

A origem da Bacia do Paraná ocorreu em forma de depressões alongadas na direção NE-SW. O espaço de acomodação para a Superseqüência Rio Ivaí foi criado pela reativação de zonas de fraqueza do embasamento. Esta seqüência inclui os arenitos basais da Formação Alto Garças, camadas de diamictitos da Formação Iapó

que registram a glaciação Ordovício-Siluriana do Gondwana, compreende também folhelhos fossilíferos e siltitos da Formação Vila Maria. O topo da seqüência é definido por uma superfície de inundação máxima (Milani, 1997). A exposição subárea desse pacote resultou em remoção erosiva, marcando uma discordância neossiluriana.

Retomada a subsidência, depositou-se a Supersequência do Paraná, que compreende um ciclo transgressivo – regressivo completo de oscilação do nível do Panthalassa, iniciando com sedimentos arenosos continentais a transicionais eodevonianos da Formação Furnas, passando gradualmente para sedimentos marinhos da Formação Ponta Grossa, que é composta por folhelhos, folhelhos sílticos, siltitos e arenitos. Diversas dessas fácies sedimentares foram severamente erodidas, resultando na discordância neodevoniana.

Sobre essa discordância, depositou-se a Supersequência Gondwana I, que alcança espessuras de até 2.500 m. Segundo Milani (1997) esta superseqüência comporta uma porção basal transgressiva, correspondente ao grupo Itararé, constituído por depósitos sedimentares glacio-marinhos, e ao Grupo Guatá, formado por rochas de ambiente deltaico, marinho e litorâneo da Formação Rio Bonito e marinho da Formação Palermo. Acima, uma seção regressiva acomoda-se por um ciclo de subsidência correspondendo ao Grupo Passa Dois, constituído pelas Formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rasto. A supersequência Gondwana I finaliza com a progressiva continentalização dos sistemas deposicionais registrada na Formação Rio do Rasto.

Implementada uma distensão generalizada no Triássico, a Supersequência Gondwana II, restrita ao Estado do Rio Grande do Sul, insere-se numa bacia do tipo gráben. Compõem-se pelas rochas da Fm. Santa Maria, e se caracteriza por arenitos e pelitos avermelhados, provenientes de depósitos fluviais e lacustres (Milani, 1997). Esse substrato sofreu abrasão eólica pelas persistentes condições erosivas, refletindo-se na lacuna estratigráfica mais pronunciada na bacia.

Sobre a superfície assim estabelecida, acumulou-se a Supersequência Gondwana III, composta pela Fm. Botucatu, que são arenitos quartzosos de finos a médios provenientes de dunas eólicas, e a Fm. Serra Geral, associada à ruptura do paleocontinente Gondwana. Essa formação corresponde ao maior vulcanismo fissural em região continental, que resultou no empilhamento de até 2.000 m de basaltos sobre

os sedimentos da Bacia do Paraná, além de intrudir-se por entre os mesmos, sob a forma de diques e soleiras (Milani e Thomaz Filho, 2000) (Figura 7).

Segundo Milani (2007), cessadas as atividades vulcânicas e promovidos os ajustes isostáticos, definiu-se uma depressão sobre o pacote basáltico, onde a Superseqüência Bauru depositou-se no Cretáceo Superior. É composta por rochas sedimentares de sistemas eólicos, fluviais e aluviais, finalizando a história deposicional da Bacia do Paraná. Ainda no Neocretáceo, ocorreu um magmatismo de natureza alcalina, registrado, por exemplo, em Lages (SC) e Iporá (GO).

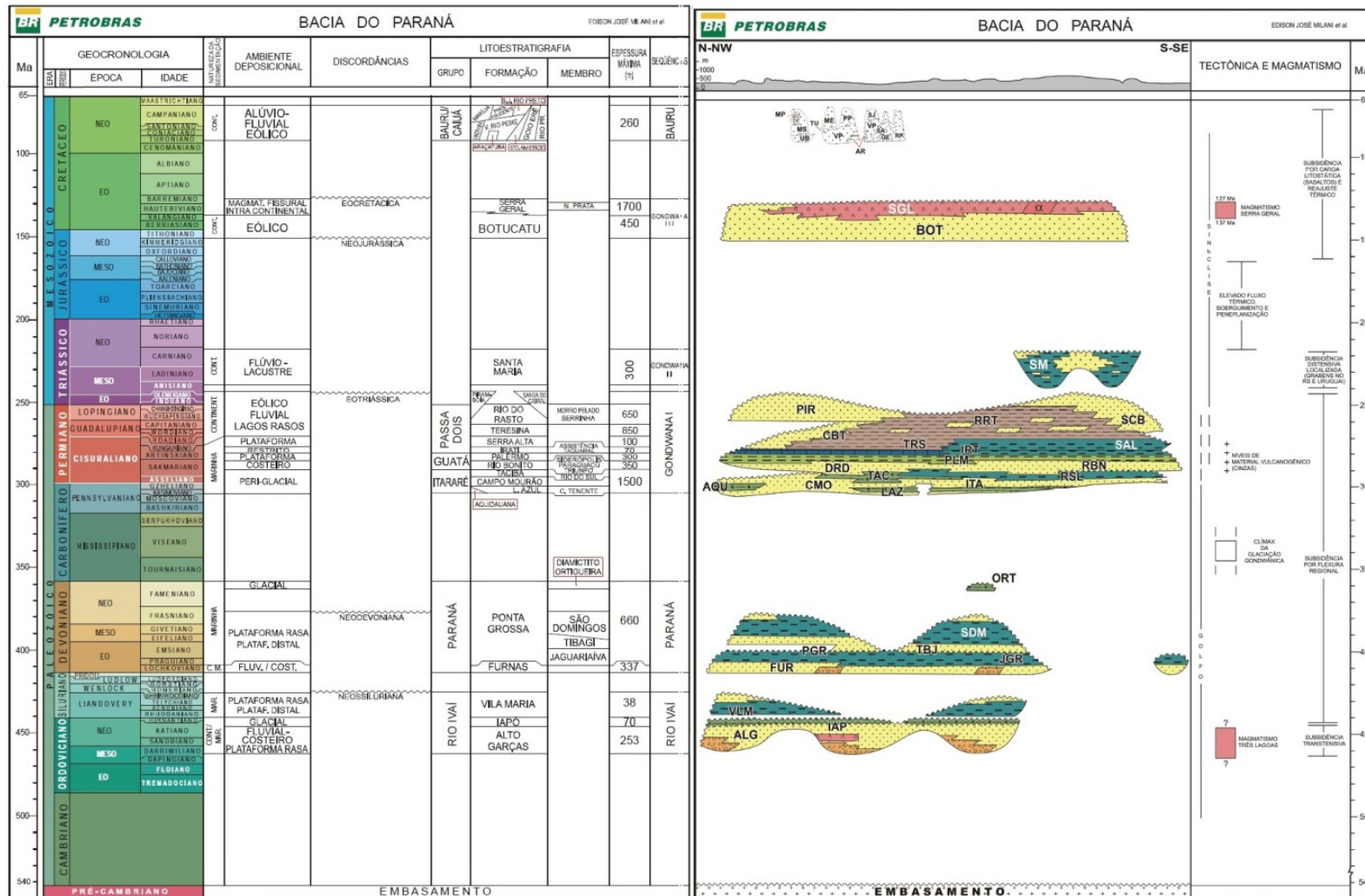


Figura 6. Diagrama Estratigráfico da Bacia do Paraná (Milani et al., 2007).

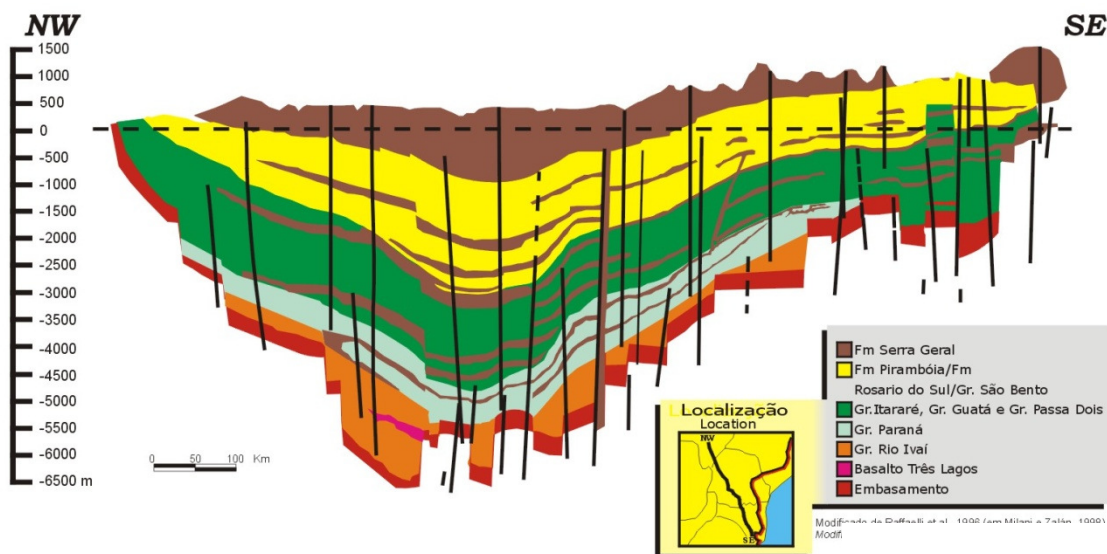


Figura 7. Seção geológica esquemática da Bacia do Paraná (Milani e Zalán, 1998).

4. SISTEMAS PETROLÍFEROS

A Bacia do Paraná apresenta dois sistemas petrolíferos comprovados, o Ponta Grossa – Itararé (PG-It) e Irati – Rio Bonito/Pirambóia (I-RB/P).

O sistema PG-It combina geração nos folhelhos devonianos da Formação Ponta Grossa e acumulação nos arenitos carboníferos do Grupo Itararé. O sistema petrolífero I-RB/P combina geração nos folhelhos permianos da Formação Irati com acumulação nos arenitos da Formação Rio Bonito e/ou Pirambóia.

4.1 Geração e Migração

O sistema petrolífero I-RB/P é considerado atípico segundo a classificação de Magoon e Dow (1994), pois a geração ocorre principalmente a partir do efeito térmico de intrusivas sobre os folhelhos da Fm. Irati. Na porção setentrional da bacia a Fm. Irati é caracterizada predominantemente por carbonatos e evaporitos, sendo que os folhelhos betuminosos foram depositados preferencialmente em sua porção sul (Milani, 2007). Os poços próximos da área em oferta corroboram essa descrição, indicando que essa formação é muito pobre em matéria orgânica nessa região (poços 2RA 0001 MS e 2TQ 0001 MT). Desse modo, como o sistema I-RB/P depende de geração localizada e migração lateral de curtas distancias (Araújo *et al.*, 2000), esse sistema petrolífero não foi considerado como relevante para a área em oferta

Os folhelhos devonianos da Formação Ponta Grossa possuem potencial para geração de hidrocarbonetos. Abrangem quase 2/3 da bacia e estão senis em quase toda essa área. Apresentam COT variando entre 1,5 e 2,5%, com picos de 4,6%, sendo a matéria orgânica do tipo II com potencial para geração de gás e condensado (Figura 8).

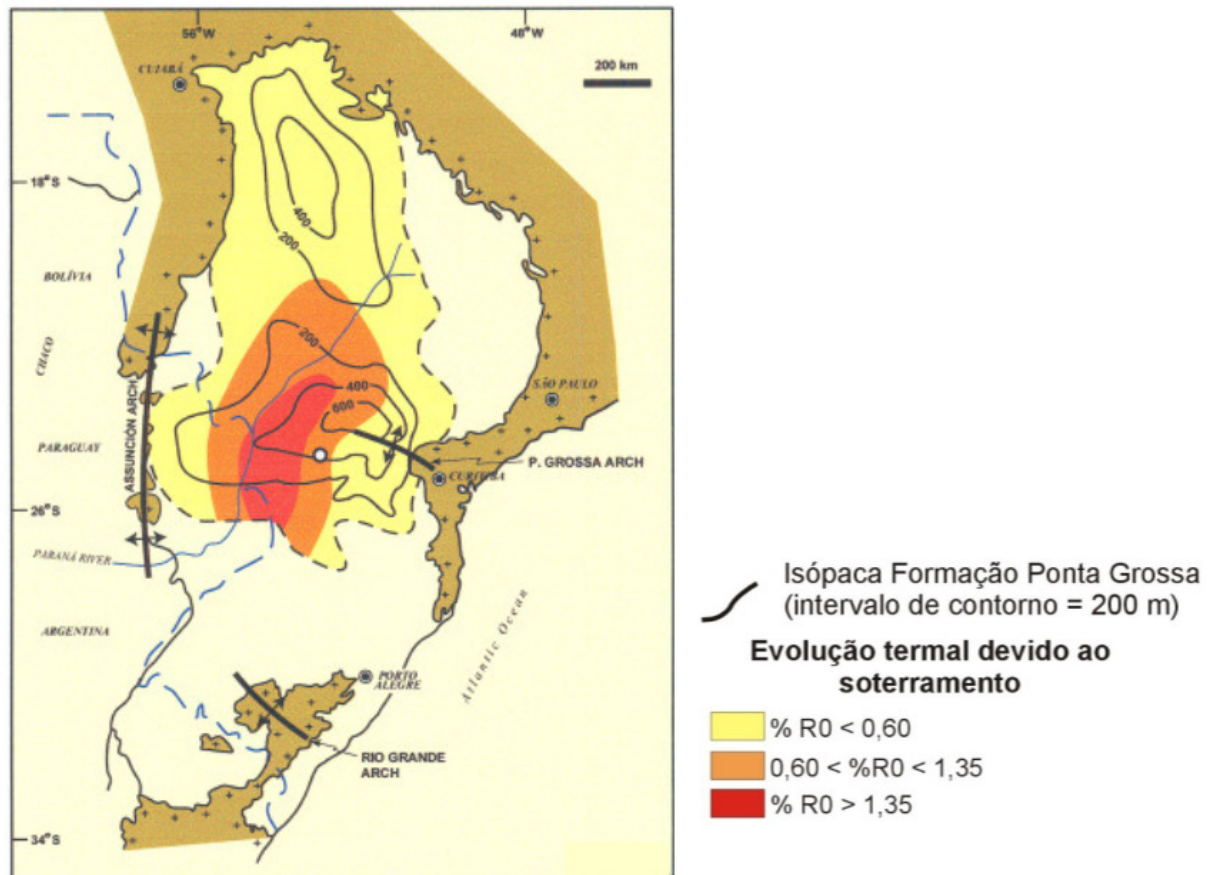


Figura 8. Mapa de isópacas da Formação Ponta Grossa (Zalán *et al.*, 1990).

Modelagens geoquímicas indicam que os folhelhos da Formação Ponta Grossa alcançaram a janela de óleo no Eojurássico, com intervalo de maior geração entre o Eocretáceo e o Recente, e entraram na janela de gás entre o Eoterciário e o Recente.

A migração dos hidrocarbonetos pode ter se dado ao longo dos planos de falhas ou diques de diabásio, ou por movimentos de fluidos em camadas permeáveis, planos de acamamento e superfícies de discordância. No Campo de Barra Bonita a migração ocorre por contato direto pela erosão por canais glaciais, preenchidos por

reservatórios carboníferos, que atingiram os geradores devonianos subjacentes (Figura 9).

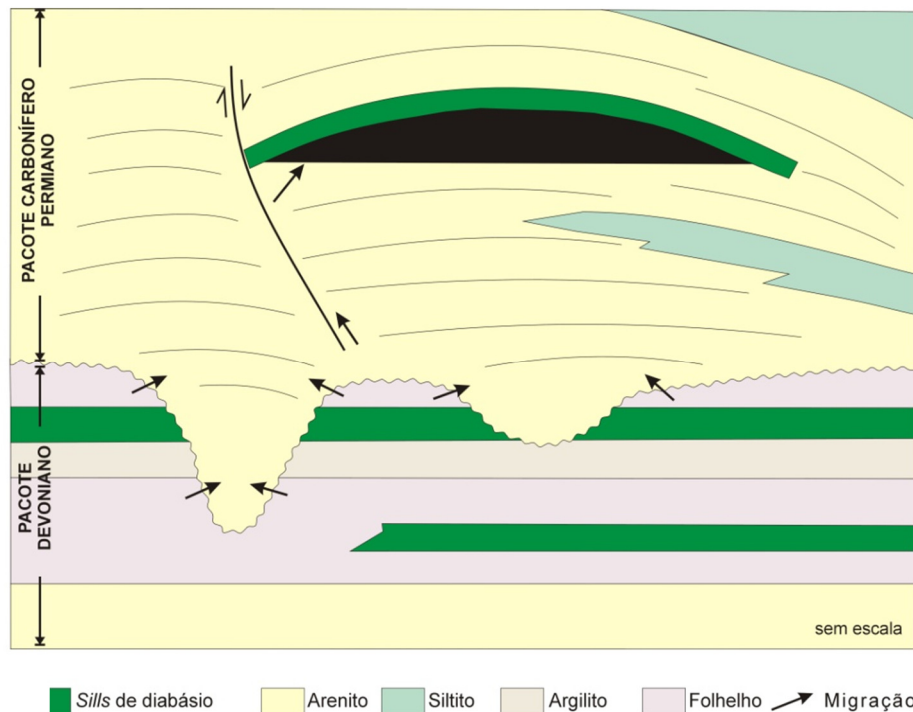


Figura 9. Modelo esquemático de acumulação do Campo de Barra Bonita, incluindo as rotas de migração entre geradora e reservatório (Milani e Catto, 1998).

4.2 Rochas Reservatório

Os arenitos do Grupo Itararé (Neocarbonífero/Eopermiano) e Fm. Aquidauana são os principais reservatórios para a área em oferta, com porosidade variando entre 12-18%. Destaca-se o fato de que os arenitos produtores no Campo de gás de Barra Bonita apresentam porosidade e permeabilidade dos reservatórios melhorados pela ocorrência de fraturas subverticais, fenômeno que também pode ocorrer nas acumulações de gás da área em oferta.

4.3 Rochas Selantes

Unidades transgressivas recobrimdo unidades regressivas constituem bons selos da bacia. Assim sendo, no intervalo Devoniano da bacia, folhelhos do membro São Domingos podem capear os arenitos do membro Tibagi na Fm. Ponta Grossa. Folhelhos intraformacionais também constituem selantes, especialmente para

reservatórios do Grupo Itararé. Selos não convencionais podem ser formados por vulcânicas da Fm. Serra Geral em alguns segmentos da Bacia do Paraná. No Campo de Barra Bonita, por exemplo, o selo é proporcionado por uma soleira arqueada de diabásio.

4.4 Trapas

Estruturas arqueadas, associadas ou não a falhamentos, são bem visíveis nas linhas sísmicas mais recentes e de melhor qualidade. Destacam-se também grandes estruturas em flor associadas ao Lineamento Transbrasiliano. Investiga-se, também, trapeamentos estratigráficos ou combinados, associados à paleocanais, comuns na sequência devoniana. O campo de Barra Bonita tem controle estrutural, caracterizado por um anticlinal aberto, porém com um importante componente estratigráfico, representado por canais erosivos cortando profundamente a seção devoniana, permitindo assim a migração direta do gás para os reservatórios glaciogênicos.

4.5 Plays Exploratórios

Neste contexto os objetivos principais são os arenitos Permo-Carboníferos do Grupo Itararé e Fm. Aquidauana, capeados pelos pelitos das sequências transgressivas associadas ou por soleiras de diabásio. A geração na área em oferta ocorre nos folhelhos Devonianos da Fm. Ponta Grossa, em condição de maturação por subsidência.

O modelo de acumulação esperado é semelhante àquele da Bacia do Parnaíba no Parque dos Gaviões, caracterizado pela presença de soleiras de diabásio que atuam como catalisadoras para a geração do petróleo e também como para a formação das trapas (salto das soleiras) para as acumulações.

5. SETORES EM OFERTA

5.1 Descrição Sumária

A área em oferta na Décima Quinta Rodada de Licitações na Bacia do Paraná consiste em 13 blocos exploratórios localizados no setor SPAR-N, totalizando área de 36.658,30 km² (Figura 10).

O setor SPAR-N está localizado na porção norte da bacia, em um contexto geopolítico bastante atrativo, próxima da região mais desenvolvida da América do Sul, com alta demanda energética e inserida no maior polo consumidor do país, nas proximidades do gasoduto Brasil – Bolívia.

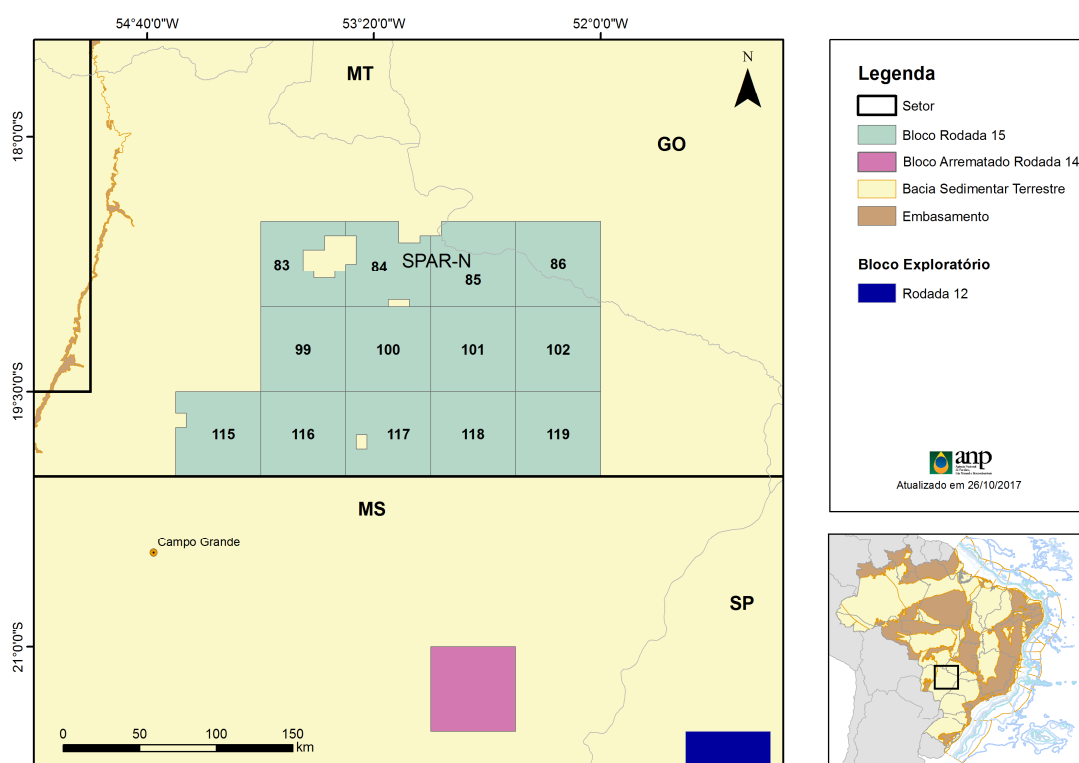


Figura 10. Blocos exploratórios localizados no setor SPAR-N na Bacia do Paraná em oferta na Décima Quinta Rodada de Licitações.

5.2 Avaliação dos Blocos Propostos

Em virtude da pouca amostragem, principalmente em termos de poços e de sísmica, somada à extensa área de ocorrência, a Bacia do Paraná é classificada como Nova Fronteira. Contudo, inúmeros aspectos favoráveis podem ser apontados, com ênfase na área que está sendo colocada em licitação.

A Bacia do Paraná possui dois sistemas petrolíferos ativos comprovados: Ponta Grossa – Itararé (PG-It) e Irati – Rio Bonito/Pirambóia (I – RB/P). Apresenta numerosos indícios de óleo em afloramentos, especialmente nas partes leste e sudeste da bacia; várias acumulações subcomerciais; numerosos indícios em poços perfurados, incluindo o campo de Barra Bonita com volume de gás *in place* da ordem de 500 milhões de m³.

A área em oferta situa-se na porção setentrional da bacia, alguns dos blocos possuem excelente qualidade de imageamento sísmico, o que proporciona redução do risco exploratório. O Gerador devoniano (Formação Ponta Grossa) exibe concentração de COT (carbono orgânico total) em torno de 0,5%, porém com espessuras da ordem de 600 m.

Os arenitos do Grupo Itararé constituem o principal reservatório e apresentam porosidade de 12 a 18%, com espessas isólitais de arenito na área em oferta.

As trapas esperadas são análogas às aquelas identificadas nos campos de gás natural do Parque dos Gaviões na Bacia do Parnaíba, formadas pelo salto das soleiras para níveis estratigráficos superiores, propiciando a armadilha para aprisionamento dos hidrocarbonetos.

A expectativa é pela descoberta de acumulações de gás natural.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, L. M., TRIRIGUIS, J. A., CERQUEIRA, J. R., FREITAS, L. D. S., 2000. Chapter 26: The Atypical Permian Petroleum System of the Parana Basin, Brazil. AAPG Memoir 73.
- CAMPOS, L., MILANI E., TOLEDO M., QUEIROZ R., CATTO A., SELKE S. 1998. Barra Bonita: a Primeira Acumulação Comercial de Hidrocarbonetos da Bacia do Paraná- Rio Oil and Gas Conference – IBP.
- MAGOON, L. B., DOW, W. G., 1994. The petroleum system: From source to trap: AAPG Memoir 60, 655 p.
- MILANI, E. J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com ageodinâmica Fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Porto Alegre. 225p. Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- MILANI, E. J. 2004. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO NEVES, B. B. Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca Produções Culturais. p. 265-279.
- MILANI, E. J.; CATTO, E. 1998. Petroleum Geology of the Paraná Basin, Brazil. AAPG, International Conference & Exhibition, Rio de Janeiro, Abstracts. P. 442-443, 1998.
- MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. 1998 Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 527-544.
- MILANI, E. J., ZALÁN P. V. 1998. The Geology of Paleozoic Cratonic Basins and Mesozoic Interior Rifts of Brazil – AAPG Int. Conf. & Exhibition – Rio de Janeiro, Brazil - Short Course Coord. Carminatti, M.
- MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A. 2000. Sedimentary Basins of South América. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D. A. Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, In-Fólio Produção Editorial. p.389-449.
- MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. 2007. Bacia do Paraná. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 15, n.2, p. 265-287.
- ZALAN, P. V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J. C. J., MARQUES, A., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T., ZANOTTO, O. A. 1990. Bacia do Paraná. In: ORIGEM E EVOLUÇÃO DE BACIAS SEDIMENTARES, págs. 135 a 169, Petrobras, Rio de Janeiro.