



AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO,
GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
DÉCIMA SEXTA RODADA DE LICITAÇÕES



BACIA DE PERNAMBUCO-PARAÍBA

Sumário Geológico e Setores em Oferta

Superintendência de Definição de Blocos
SDB

Elaborado por: Carlos Mikael Arnemann Batista, André Lopes Ferreira, Vivian
Azor de Freitas e Bruna Lyra Tavares

2019



AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO,
GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
DÉCIMA SEXTA RODADA DE LICITAÇÕES



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. HISTÓRICO EXPLORATÓRIO.....	2
3. EVOLUÇÃO TECTONOESTRATIGRÁFICA.....	3
4. SISTEMA PETROLÍFERO.....	8
4.1. Geração e Migração.....	8
4.2. Rochas Reservatório.....	9
4.3. Rochas Selantes.....	9
4.4. Trapas.....	10
4.5. Plays Exploratórios.....	10
5. SETORES EM OFERTA.....	11
5.1 Descrição Sumária.....	11
5.2 Avaliação dos Blocos Propostos.....	12
5.3 Objetivo Exploratório.....	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

1. INTRODUÇÃO

A Bacia de Pernambuco-Paraíba localiza-se na Margem Leste Brasileira. À norte apresenta limite geográfico com a plataforma de Touros, a sul apresenta limite geológico com a Bacia de Sergipe-Alagoas, e é subdividida nas sub-bacias de Pernambuco (ou Bacia do Cabo, segundo Córdoba *et al.*, 2007) e de Paraíba, separadas pelo Lineamento de Pernambuco.

A bacia marítima estende-se por uma área de 212.901 km² e sua espessura sedimentar pode superar 4.000 metros. Para a 16ª Rodada de Licitações, estão em oferta cinco blocos exploratórios, todos no setor SPEPB-AP3, com aproximadamente 3.809 km² de área em oferta (Figura 1).

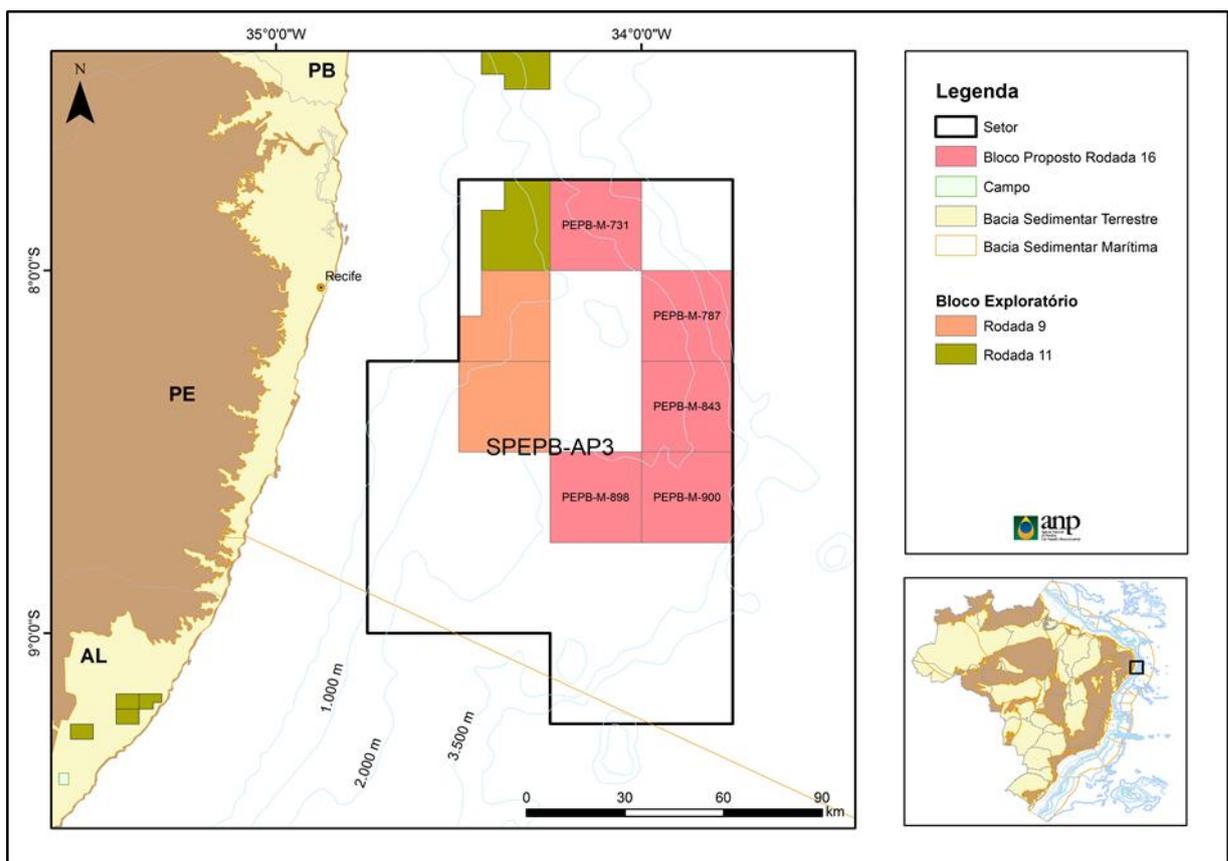


Figura 1 Localização da Bacia de Pernambuco-Paraíba, com destaque para os blocos em oferta da 16ª Rodada de Licitações da ANP



2. HISTÓRICO EXPLORATÓRIO

Os primeiros estudos de reconhecimento realizados consideravam que as bacias de Pernambuco e da Paraíba não apresentavam potencial petrolífero devido a diversos fatores, em especial devido à ausência de dados. Colaborou para essa avaliação negativa a perfuração do primeiro poço da bacia, 2-IST-1-PE. Executado em 1969 na Ilha de Itamaracá, alcançou o embasamento depois de atravessar apenas 400 m de rochas sedimentares.

No começo da década de 1970, foram realizados os primeiros levantamentos geofísicos na região de plataforma. Já na década de 1980, alguns estudos utilizando tais dados indicaram a existência de crosta continental estirada formando um platô em frente à região de plataforma da Bacia de Pernambuco (Alves & Costa, 1986; Melo et al., 1988). Esses foram alguns dos primeiros trabalhos a tratar da importante espessura de sedimentos ali existente. A partir do final da década de 1980 e em meados da década de 1990, mais evidências do potencial petrolífero da bacia foram sendo reveladas. Porém, pouco se avançou no aspecto exploratório da bacia, pois seu potencial se concentra em águas profundas e ultraprofundas.

Com a Lei 9.478 de 1997 e a criação da ANP, bacias sedimentares até então sem atividades de exploração, como a Bacia de Pernambuco-Paraíba, passaram a receber investimentos.

A partir de 2002, a ANP iniciou esforços para ampliar o conhecimento sobre o potencial petrolífero da bacia de Pernambuco-Paraíba. Nesse sentido, no âmbito do Plano Plurianual de Geologia e Geofísica da ANP, foram executados projetos para conhecer e avaliar o potencial petrolífero dessa bacia, tais como um estudo dos sistemas petrolíferos e um levantamento geoquímico de sedimentos de fundo oceânico. Através desses investimentos, foi possível determinar a presença de microexsudações de hidrocarbonetos na região da plataforma e do platô da sub-bacia de Pernambuco, aumentando a atratividade da bacia e reduzindo o risco exploratório.

Apesar disso, a Bacia de Pernambuco-Paraíba ainda é uma das bacias sedimentares brasileiras com menor volume de dados adquiridos e, conseqüentemente, menor conhecimento geológico. É a única bacia sedimentar brasileira sem poços perfurados em sua porção marinha, e conta com dados sísmicos bidimensionais principalmente em águas rasas, e um levantamento tridimensional (Figura 2).

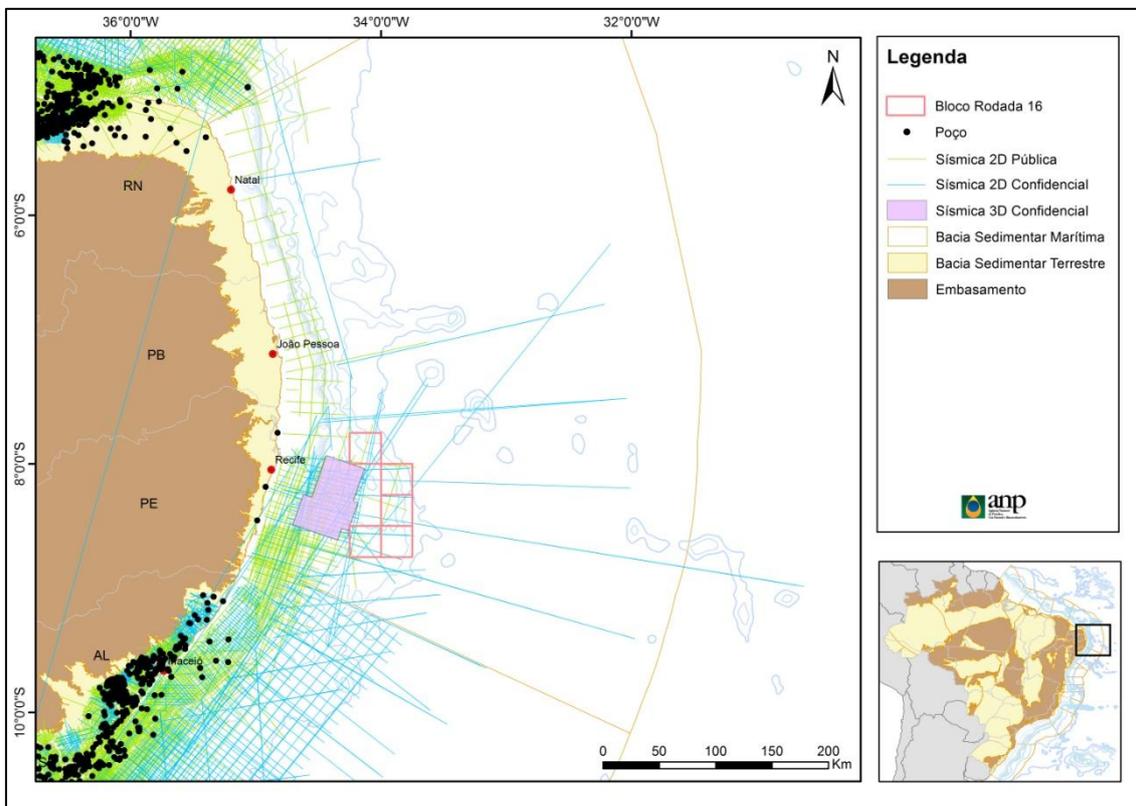


Figura 2. Mapa com distribuição dos dados sísmicos e de poços da Bacia de Pernambuco-Paraíba.

3. EVOLUÇÃO TECTONOESTRATIGRÁFICA

O conhecimento estratigráfico da Bacia de Pernambuco-Paraíba teve início com estudos de geologia de superfície efetuados ao longo da Faixa costeira dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte pela



UFPE desde a década de 1960. Em 1984 foi publicada oficialmente a primeira carta estratigráfica da bacia.

Em 2003, foi elaborada uma nova carta estratigráfica para a bacia. Os dados que deram suporte a tal carta foram os três poços estratigráficos, além de outros poços perfurados ao longo da faixa costeira com diferentes finalidades, como também a malha sísmica bidimensional disponível. Esta carta foi publicada por Córdoba *et al.* (2007), e serviu de base para o presente trabalho (Figura 3).

Os autores reconhecem a ocorrência de duas Supersequências: Rifte e Drifte. Ao contrário da vizinha Bacia de Sergipe-Alagoas, não foi identificada nenhuma sequência sedimentar pré-rifte, o que indica que possivelmente a região constituía um paleoalto naquela época.

A Supersequência Rifte corresponde à Formação Cabo, que foi depositada em ambiente tectonicamente ativo, com subsidência mecânica. Essa formação é composta por leques aluviais e lacustres, cunhas espessas de conglomerados associados às falhas de borda e níveis de arenitos, argilitos e folhelhos negros com bioturbação, sendo um indicativo de deposição lacustre profunda. Também há alojamento sintectônico de rochas subvulcânicas da Suíte Magmática Ipojuca e sequências vulcanossedimentares no limite entre a crosta continental e a crosta oceânica, observáveis na sísmica pelos possíveis *Seaward-Dipping Reflectors* (SDR).

A deposição dessa Supersequência apresenta um controle cíclico considerável, no qual as fácies das partes basais indicam um ambiente lacustre profundo a raso, com predomínio de assoreamento dos lagos por um sistema flúvio-deltaico ou de leques aluviais nas porções superiores.

A Supersequência Rifte apresenta estrutura de meio-gráben, sendo que a margem falhada encontra-se no continente e a flexural em direção às águas profundas. O limite superior é uma pronunciada discordância, associada a importante evento erosivo que teria consumido até 2.000 metros de rochas da



Formação Cabo. Também foi caracterizada uma seção evaporítica nessa Formação, por meio de interpretação dos dados sísmicos. Essa seção possivelmente foi gerada a partir da instalação de bacias evaporíticas associadas a um mar epicontinental (Córdoba *et al.*, 2007).

Já a Supersequência Drifte é constituída por um conjunto de sequências transgressivas e um conjunto regressivo. O primeiro inclui as Formações Estiva, Beberibe, Itamaracá e Gramame. A segunda engloba as Formações Calumbi, Maria Farinha, Algodoads, Marituba e Barreiras.

A Formação Estiva foi descrita detalhadamente na porção emersa da Sub-bacia de Pernambuco, por meio de dados de poços e de afloramentos. É constituída por calcários maciços, microcristalinos e dolomitizados, associados a siltitos e argilitos escuros e folhelhos esverdeados, depositados em sistemas de leques costeiros e deltas proximais com transição para uma plataforma carbonática de baixa energia. Essa plataforma carbonática era possivelmente do tipo rampa homoclinal, na qual os carbonatos se interdigitaram com sedimentos siliciclásticos.

A Formação Beberibe é composta por arenitos de sistemas fluviais meandrantos, se interdigitando com os arenitos fossilíferos e calcíferos da Formação Itamaracá, depositada em sistemas litorâneos estuarinos e lagunares. Por sua vez, deve ocorrer a transição dos sedimentos siliciclásticos calcíferos para a plataforma carbonática, em ambiente marinho raso, representada por *grainstones* e *packstones* maciços, margas e *mudstones* da Formação Gramame. Os carbonatos dessa formação também podem estar dolomitizados, além de apresentar grãos siliciclásticos.

A Sequência Drifte Regressiva foi depositada sobre a discordância do topo do Maastrichtiano. Na sub-bacia da Paraíba ela é constituída por rochas depositadas em sistemas marinhos rasos a profundos, com ausência de sistemas fluviais e inclui as Formações Marituba, Maria Farinha e Calumbi.



AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO,
GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
DÉCIMA SEXTA RODADA DE LICITAÇÕES



Já na sub-bacia de Pernambuco, essa sequência é composta por rochas depositadas em sistemas fluviais, marinhos e transicionais, incluindo as Formações Algodoads, Marituba e Calumbi.

A Formação Algodoads é composta por conglomerados polimíticos e arenitos intercalados com argilitos, depositados em sistemas fluviais de padrão entrelaçado a meandrante. Por sua vez, as rochas da Formação Maria Farinha representam uma plataforma carbonática, com *grainstones* e *packstones* bioclásticos, de ocorrência restrita à porção *offshore* da sub-bacia de Pernambuco. Já a Formação Calumbi é constituída de folhelhos pelágicos e turbiditos, equivalente em nome, idade e litotipos à unidade correspondente da Bacia de Sergipe-Alagoas. Por fim, a Formação Marituba corresponde às rochas depositadas em sistemas siliciclásticos costeiros do Oligoceno ao Recente.

A Formação Barreiras está presente nas partes mais proximais da bacia e é constituída por sedimentos depositados em leques aluviais e fluviais.

4. SISTEMA PETROLÍFERO

4.1. Geração e Migração

O poço 2-CPE-0001-PE foi perfurado na porção terrestre da Sub-bacia de Pernambuco e encontrou rochas das Formações Estiva e Cabo. A análise de amostras desse poço demonstrou que a Formação Cabo possui conteúdo orgânico de baixo a moderado, com a maior parte das amostras apresentando teores de carbono orgânico total (COT) menores ou em torno de 1% (querogênio do tipo III), com algumas poucas amostras apresentando teores mais elevados (2 a 4%). Valores de HI mais altos (da ordem de 400 a 700mgHC/gCOT) associados às amostras ricas em COT indicam que localmente há mistura com querogênio dos tipos I e/ou II, de natureza algálica/bacteriana, mais adequados à geração de hidrocarbonetos líquidos (ANP/FUNPEC/UFRN, 2003).

Amostras selecionadas da seção da Formação Cabo desse poço foram submetidas a análises de petrografia orgânica, as quais permitiram mediação da reflectância de vitrinita em três níveis distintos (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados de Reflectância de Vitrinita em Amostras da Formação Cabo no Poço 2-CPE-01-PE (ANP/FUNPEC/UFRN, 2003).

Amostra	Profundidade (m)	Ro vitrinita	Ro alginita	Ro inertinita	Temperatura equivalente (°C)
RV-02	1.085	0,6-0,7	0,33		80
RV-03	1.093	0,7-0,8		3,3	
RV-04	2.083			2,2	
RV-05	2.089		0,37	1,4	
RV-06	2.947	1,0	0,6		150

Neste poço, o intervalo gerador se encontra acima da janela de maturação de óleo. No entanto, modelagens geoquímicas 1D e 2D na sub-

bacia de Pernambuco indicaram que a base da seção rifte nos trechos mais profundos, teria alcançado a janela de gás (ANP/FUNPEC/UFRN, 2003).

Além disso, com base na análise geoquímica e microbiológica de testemunhos de *piston core* de sedimentos do fundo oceânico, foi confirmada a presença de um sistema petrolífero ativo na Bacia de Pernambuco-Paraíba. Os hidrocarbonetos teriam sido gerados por sedimentos depositados em um ambiente marinho anóxico, de idade Albo-Cenomaniana (OCEANSATPEG, 2005). Segundo este relatório, verificaram-se amostras com elevada contagem de microorganismos consumidores de hidrocarbonetos e alta concentração de diamantóides. Desse modo, os dados dos estudos realizados pelo convênio ANP/FUNPEC/UFRN e do levantamento geoquímico marítimo da OCEANSATPEG apontam para a presença de um intervalo gerador na Bacia de Pernambuco-Paraíba.

A presença de planos de falha pode ter permitido a migração vertical dos possíveis hidrocarbonetos gerados até os reservatórios. Além disso, é possível a migração lateral direta entre os geradores e possíveis reservatórios intercalados.

4.2. Rochas Reservatório

Os reservatórios previstos, que foram interpretados analisando as sismofácies características, são os leques submarinos e turbiditos lacustres da Formação Cabo; os carbonatos plataformais e arenitos turbidíticos das Formações Estiva e Gramame; e os turbiditos da Formação Calumbi.

4.3. Rochas Selantes

As rochas selantes dos turbiditos lacustres da Formação Cabo são os folhelhos negros e argilitos da própria formação. Já para os reservatórios da Formação Estiva e Formação Gramame, rochas como siltitos, argilitos e folhelhos esverdeados constituem o selo. E no caso da Formação Calumbi, os

folhelhos pelágicos que estão intercalados com os turbiditos (Córdoba *et al.*, 2007).

4.4. Trapas

As trapas esperadas são do tipo mista, estrutural e estratigráfica. No entanto, nas proximidades do alto vulcânico há presença de pinch-out nos flancos, constituindo apenas trapas estratigráficas nessa região.

4.5. Plays Exploratórios

São esperados dois *plays* principais, especialmente na região de águas profundas da bacia.

O *play* Arenitos Lacustres e Fluviais do Cretáceo Inferior apresenta reservatórios em arenitos fluviais, fan-deltaicos e deltaicos da Formação Cabo, além de arenitos turbidíticos na fácies de fundo de lago. A proximidade das oportunidades com folhelhos potencialmente geradores, que favorece a migração lateral, eleva a chance de sucesso deste *play*. Podem ocorrer estruturados em altos paleogeomórficos ou em trapas estratigráfica e mista.

Já o *play* Carbonatos do Cretáceo Superior, é representado pela Formação Estiva e caracterizado por sistemas deposicionais que incluem leques costeiros e deltas nas porções proximais, gradando para uma plataforma carbonática de águas rasas e baixa energia.

Correlata à Formação Cotinguiba, da Bacia Sergipe-Alagoas, os carbonatos da Formação Estiva são formados por dolomitos de cor cinza, aspecto maciço, por vezes com intercalações argilosas e fossilíferas (Lima Filho, 1998). Apesar desta descrição, a paleogeomorfologia em rampa homoclinal relacionada à condição deposicional restrita possibilita a ocorrência de fácies de alta energia.

A Formação Gramame, que na sub-bacia de Pernambuco ocorre principalmente na porção *offshore*, é descrita com base em afloramentos e



poços da sub-bacia Paraíba (Córdoba et al., 2007). Uma importante discordância regional que separa as duas formações é assinalada em sísmica na forma de refletores com terminações em *toplap* e truncamento erosional. Seus litotipos principais são *grainstones* a *packstones*, maciços e por vezes intensamente dolomitizados e/ou contendo grãos siliciclasticos; por *mudstones* e margas, com intensa bioturbação.

Embora os calcários das formações Estiva e Gramame, na porção emersa da bacia, sejam formadas por fácies depositadas sob condições de baixa energia, a porosidade do tipo vugular associada a fraturas podem reunir as condições necessárias a um reservatório. Além disto, fácies de alta energia podem ocorrer na porção offshore da bacia.

5. SETORES EM OFERTA

5.1 Descrição Sumária

Para a 16ª Rodada de licitações da ANP serão ofertados 5 blocos na Bacia de Pernambuco-Paraíba, todos incluídos no setor SPEPB-AP3, totalizando uma área de 3.809 km² (Figura 4).

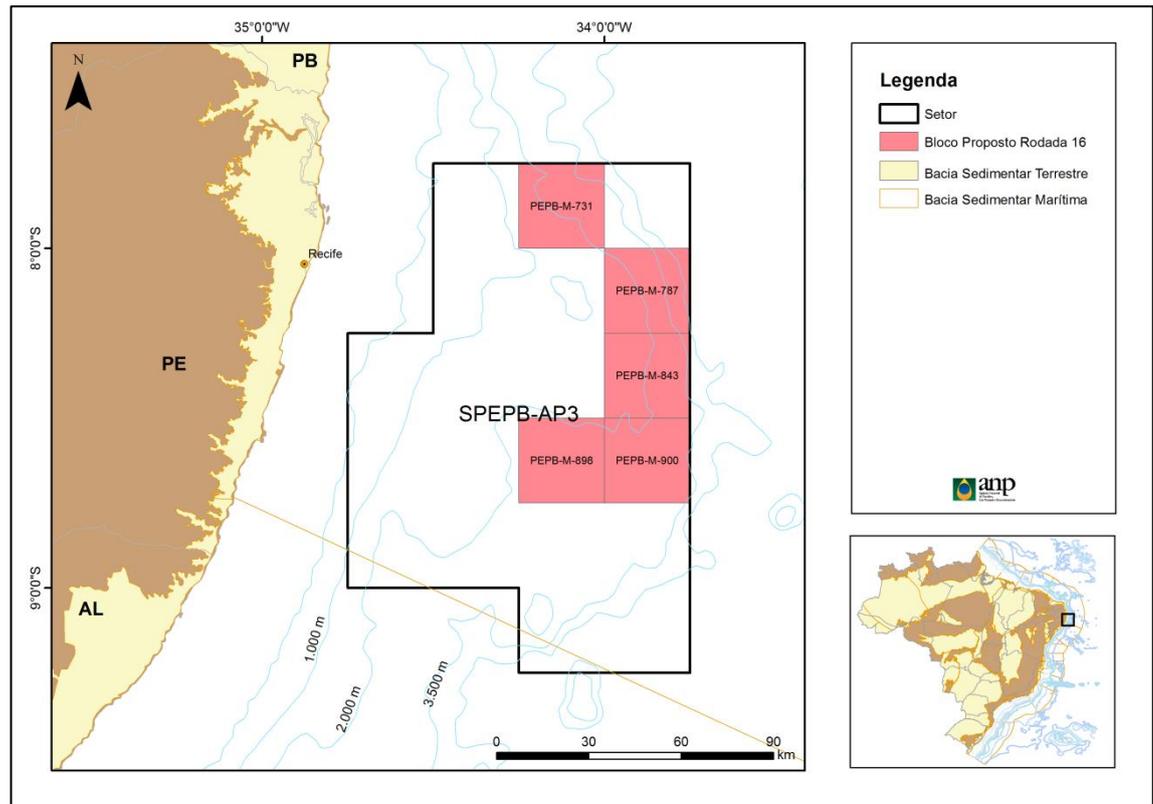


Figura 5. Mapa de localização dos blocos em oferta da Bacia de Pernambuco-Paraíba na Décima Sexta Rodada de Licitações.

5.2 Avaliação dos Blocos Propostos

Os blocos selecionados estão localizados na porção sul da Bacia de Pernambuco-Paraíba, em lâmina d'água entre 1.000 e 3.500 metros.

As oportunidades exploratórias são encontradas na seção Rifte e Drifte. A seção Rifte possui um pacote gerador de idade aptiana a albiana e reservatórios turbidíticos de mesma idade. Na seção Drifte, o pacote gerador está contido no mesmo intervalo, e o reservatório carbonático está presente do Cenomaniano ao Maastrichtiano.



5.3 Objetivo Exploratório

O objetivo exploratório para os blocos propostos para a 16ª Rodada de Licitações da ANP são os carbonatos do Cretáceo Superior das Formações Estiva e Gramame.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.C.; COSTA, M.P.A. 1986. Interpretação sismoestratigráfica da porção norte do Platô de Pernambuco e suas possíveis correlações com a bacia Pernambuco Paraíba. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 34, Goiânia. Anais, 1: 286-297.

ANP/ FUNPEC/UFRN. Avaliação do potencial petrolífero da Bacia de Pernambuco-Paraíba, 2003.

CÓRDOBA, V.C.; JARDIM DE SÁ, E. F.; SOUZA, D. C.; ANTUNES, A. F. 2007. Bacia de Pernambuco-Paraíba. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 15, n. 2, p. 391-403.

LIMA FILHO, M.F., 1998. Análise Estrutural e Estratigráfica da Bacia Pernambuco. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 139p.

MELLO, S.L.M., COSTA, M.P.A., MIRANDA, C.A., BOA HORA, M.P.P. 1988. Modelagem gravimétrica do limite crosta continental/oceânica na região do Platô de Pernambuco. In: **Congresso Brasileiro de Geologia**, 35, Belém. Anais, 4: 1647-1656.

OCEANSATPEG. Identificação e caracterização de sistemas petrolíferos na porção marinha da Bacia de Pernambuco-Paraíba – Relatório Final, 2005.