



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
**Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás**

## **GRUPO DE TRABALHO – PORTARIA MMA N° 449/2016**

### **PARECER TÉCNICO PRELIMINAR GTPEG N° 2018 – I**

**Assunto:** Análise ambiental prévia dos blocos propostos para a 15ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios da ANP.

#### **1. INTRODUÇÃO**

Este parecer trata da análise ambiental prévia dos blocos propostos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP para serem ofertadas na 15ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios da ANP.

A Resolução do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE n° 17, de 8 de junho de 2017, estabeleceu que para as áreas que ainda não tenham sido concluídos estudos multidisciplinares de avaliações ambientais de bacias sedimentares, possíveis restrições ambientais serão sustentadas por manifestação conjunta do Ministério de Minas e Energia e do Ministério do Meio Ambiente, complementadas, no que se refere a bacias sedimentares terrestres, por pareceres emanados pelos Órgãos Estaduais do Meio Ambiente, com competência para o licenciamento ambiental na área em questão.

As Resoluções CNPE n° 10, de 11 de abril de 2017, e a n° 22, de 09 de novembro de 2017, autorizaram a realização da Décima Quinta Rodada de Licitações de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural, blocos nas bacias sedimentares marítimas do Ceará, Potiguar, Sergipe-Alagoas, Campos e Santos e nas bacias terrestres do Parnaíba e do Paraná.

A Portaria MMA n° 119/2008 instituiu no âmbito do Ministério do Meio Ambiente – MMA o Grupo de Trabalho Interinstitucional de Atividades de Exploração e Produção de Óleo e Gás – GTPEG, com o objetivo de apoiar tecnicamente a interlocução com o setor de exploração e produção de petróleo e gás natural, em especial no que se refere às análises ambientais prévias à definição de áreas para outorga e às recomendações estratégicas para o processo de licenciamento ambiental dessas atividades no território nacional e águas jurisdicionais brasileiras. Os atuais integrantes do GTPEG foram designados pela Portaria MMA n° 499/2016.

## Os Ofícios

O Ministério do Meio Ambiente recebeu os seguintes ofícios a respeito da 15ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios, a saber:

- Ofício nº 103/2017/GAB-ANP, de 18 de outubro de 2017, informando que a Resolução nº 10/2017 do CNPE autorizou a ANP a realizar a 15ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios;
- Ofício nº 124/2017/GAB-ANP, de 07 de novembro de 2017, informando que a proposta anteriormente encaminhada fora modificada, com alterações nas configurações do Bloco C-M-657, C-M-709 e C-M-711 da Bacia de Campos e a inclusão de novos blocos nas bacias do Ceará e Potiguar;
- Ofício nº 137/2017/GAB-ANP, de 14 de novembro de 2017, com cópia para o Coordenador de Licenciamento Ambiental de Produção de Petróleo e Gás do Ibama, informando que a reunião extraordinária do CNPE, realizada em 09 de novembro de 2017, aprovava os blocos a serem ofertados na 15ª Rodada de Licitações de blocos exploratórios. Acrescenta que esse Conselho optou por não incluir as bacias da Foz do Amazonas e Pernambuco-Paraíba e o bloco SEAL-M-567 da Bacia Sergipe-Alagoas. ANP solicita a elaboração de parecer ambiental para os blocos a serem ofertados.

Os blocos exploratórios da 15ª Rodada, no total de 70, estão localizados nas seguintes bacias sedimentares:

<b>Bacia Sedimentar</b>	<b>Blocos</b>
Campos	C-M-657, C-M-709, C-M-753, C-M-755, C-M-789, C-M-791, C-M-793, C-M-821, C-M-823
Ceará	CE-M-527, CE-M-529, CE-M-531, CE-M-533, CE-M-535, CE-M-599, CE-M-601, CE-M-605, CE-M-663, CE-M-667, CE-M-716, CE-M-719.
Paraná	PAR-T-83, PAR-T-84, PAR-T-85, PAR-T-86, PAR-T-99, PAR-T-100, PAR-T-101, PAR-T-102, PAR-T-115, PAR-T-116, PAR-T-117, PAR-T-118, PAR-T-119
Parnaíba	PN-T-70, PN-T-88, PN-T-98, PN-T-104, PN-T-105, PN-T-113, PN-T-120, PN-T-121
Potiguar	POT-M-571, POT-M-662, POT-M-667, POT-M-669, POT-M-759, POT-M-762, POT-M-766, POT-M-857, POT-M-859, POT-M-863, POT-M-865, POT-M-948, POT-M-952
Santos	S-M-534, S-M-536, S-M-645, S-M-647, S-M-649, S-M-760, S-M-762, S-M-764
Sergipe-Alagoas	SEAL-M-283, SEAL-M-355, SEAL-M-430, SEAL-M-505, SEAL-M-573, SEAL-M-575, SEAL-M-637

Os blocos ofertados referem-se a doze setores, a saber:

- Campos: SC-AP5;
- Ceará: SCE-AP2 e SCE-AP3;
- Paraná (Nova Fronteira): SPAR-N;
- Parnaíba (Nova Fronteira): SPN-N e SPN-SE;
- Potiguar: SPOT-AP1, SPOT-AP2 e SPOT-AR1;
- Santos: SS-AUP1;
- Sergipe-Alagoas: SSEAL-AUP1 e SSEAL-AUP2.

A emissão do parecer técnico do GTPEG pretende contribuir para um processo licitatório com maior segurança para o meio ambiente e para os empreendedores da área de petróleo e gás.

## **2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ANÁLISE E ABORDAGEM METODOLÓGICA**

A análise ambiental prévia às rodadas de licitações da ANP é feita regularmente desde 2004 (6ª rodada), por força da Resolução CNPE nº 08/2003 e, agora, da nº 17/2017. Inicialmente esta análise era realizada pelo IBAMA, por meio de um grupo de trabalho (GT) informal com representantes de diferentes diretorias do Instituto, depois formalizado pelas Portarias IBAMA nº 2.040/05 (7ª rodada) e 2.110/06 (8ª rodada). Com a criação do ICMBio em 2007, o GT foi reestruturado como GTPEG e sua composição passou a incluir representantes do MMA, do IBAMA e do ICMBio, de acordo com a Portaria MMA nº 119/08.

Os integrantes do GTPEG foram posteriormente atualizados pelas Portarias MMA nº 218/2012, 234/2013, 360/2014 e 435/2014, e 499/2016. Sua composição atual engloba as seguintes instituições/setores:

- MMA/Gabinete e Secretaria-Executiva;
- MMA/Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano;
- MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas;
- ICMBio/Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade;
- ICMBio/Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação;
- IBAMA/Diretoria de Licenciamento Ambiental/Coordenação Geral de Petróleo e Gás.
- ANA.

Os seguintes elementos deverão ser considerados na análise:

- Lei da Mata Atlântica: identificação de sobreposição dos blocos com a área de aplicação da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, cuja futura verificação permitirá a determinação das regras e condicionantes existentes relativas ao desenvolvimento da atividade em determinada área do bioma Mata Atlântica. A Lei trata de diversas vedações e condicionantes para a realização de atividades e empreendimentos que

impliquem o corte ou a supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica.

- Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira (Portaria MMA nº 09/2007): identificação de áreas consideradas prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, avaliando-se o grau de prioridade e as ações indicadas para a região.
- Unidades de Conservação (UCs): identificação de sobreposição e proximidade das áreas com Unidades de Conservação existentes no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC/MMA, dados consolidados em junho de 2017). O CNUC é a base de dados oficial administrada pelo Ministério do Meio Ambiente, com a colaboração dos órgãos gestores de unidades de conservação federal, estaduais, distrital e municipais. Complementarmente, o Sistema Informatizado de Monitoria de Reservas Particulares do Patrimônio Natural - SIMRPPN é utilizado como base de dados sobre as Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN federais. Esclarecemos que há RPPN federais mencionadas neste Parecer criadas com base no Decreto 1.922, de 05 de junho de 1996, que não exigia georreferenciamento da área requerida para criação. Portanto, em muitos casos não é possível localizá-las precisamente, pois não constam no processo de criação, mapas com limites naturais identificáveis, nem outros referenciais ou coordenadas geográficas. Nesses casos, o ICMBio adota como referencial a sede municipal. Aquelas RPPN federais criadas com base em legislação posterior, o Decreto nº 5.746 de 5 de abril de 2006, estão na base de dados do SIMRPPN com localização geográfica precisa. Além da sobreposição com UCs, foram feitas recomendações específicas para os blocos próximos a UCs identificados como áreas potenciais para Sítios Ramsar. Por fim, destacamos que quando houver sobreposição com unidade de conservação ou sua zona de amortecimento, o licenciamento ambiental estará sujeito aos procedimentos previstos na Resolução CONAMA nº 428/2010.
- Espécies da Biodiversidade Brasileira Ameaçadas de Extinção: As informações relativas à ocorrência de espécies ameaçadas têm duas fontes: (1) polígonos de extensão de ocorrência originados principalmente a partir de um mínimo polígono convexo do conjunto total de pontos de registro de ocorrência, e (2) os pontos de registro de ocorrência em si formado por um par de coordenadas geográficas. A sobreposição do polígono de extensão de ocorrência não garante a presença da espécie naquele local, mas indica sim a possibilidade de ocorrência. Por outro lado, a existência de um registro de ocorrência assegura a existência daquela espécie naquele local à época do registro. Tendo estas duas informações disponíveis no âmbito do ICMBio, optou-se por fornecer ambas, porém detalhando em lista apenas as espécies com registro de ocorrência por ser um dado mais contundente. As espécies ameaçadas da biodiversidade brasileira estão listadas nas Portarias MMA nº 443, nº 444 e nº 445 de 2014, e são classificadas em

três categorias de risco de extinção: Vulnerável (VU), Em Perigo (EN) e Criticamente Em Perigo (CR). Optou-se por detalhar em anexo apenas informações daquelas espécies da fauna que foram consideradas ameaçadas de extinção por critérios de distribuição geográfica restrita.

- Cavernas: Os dados de localização são provenientes do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE gerido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio) (<http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>). Esses dados não representam todo o universo de cavernas existentes no território brasileiro. Eles reúnem apenas as cavidades que já foram prospectadas, por pessoas físicas, grupos ou instituições, cujos dados foram publicados, em diversos meios de divulgação, e que foram cadastradas no CANIE. Diante desta realidade, torna-se válida a avaliação da potencialidade de ocorrência de cavernas. Para tanto, o CECAV disponibiliza em seu site um Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil elaborado por Jansen et al. 2012, que na presente análise foi utilizado para verificar quais os graus de potencialidade em que os setores da 14ª rodada estão inseridos.
- Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo – Cartas SAO: utilização das informações disponíveis nos Atlas de Sensibilidade existentes, assim como os conceitos gerais de vulnerabilidade do litoral para subsidiar a avaliação da aptidão das áreas à indústria petrolífera. Foram consideradas as informações constantes nos Atlas de Sensibilidade e nas Cartas SAO (MMA, 2004; MMA, 2007; MMA, 2010; MMA, 2013). Essa sensibilidade está expressa no Índice de Sensibilidade do Litoral – ISL, sendo útil na previsão do grau de impacto e de permanência do óleo derramado em cada área, assim como na determinação das técnicas mais apropriadas de remediação a serem adotadas. O índice varia de 1 a 10, sendo 1 indicativo de ambientes menos sensíveis, como costões rochosos lisos de alta declividade e estruturas artificiais lisas, e 10 sendo representado por ecossistemas de elevada sensibilidade ambiental, como marismas, manguezais e deltas de rio vegetados, entre outros.
- Experiência pretérita dos processos de licenciamento ambiental conduzidos pela DILIC/IBAMA: incorpora a experiência da Coordenação Geral de Petróleo e Gás – CGPEG no licenciamento ambiental das atividades petrolíferas para auxiliar a avaliar os impactos e riscos envolvidos nas atividades de E&P de petróleo e gás natural. A partir dos resultados das modelagens de vazamento de óleo disponíveis nos processos de licenciamento ambiental foram estabelecidos critérios de exclusão, buscando evitar o leilão de blocos para os quais dificilmente haveria solução técnica em nível de projeto face a sensibilidade das áreas. Assim, são ratificados os critérios de exclusão utilizados em rodadas anteriores referentes a profundidades inferiores a 50 m – com o objetivo de minimizar os riscos do óleo atingir ecossistemas estabelecidos sobre o fundo marinho – e a distâncias da costa inferiores a 50 km – com o objetivo de evitar que haja toque de óleo nos ecossistemas costeiros e unidades de conservação em tempo inferior ao

necessário para os procedimentos de resposta à emergência. Sempre que disponíveis, foram utilizadas informações específicas para as bacias em análise, considerando outras limitações identificadas nos processos de licenciamento (dificuldades logísticas, condições meteoceanográficas específicas, etc.).

- Conhecimentos setoriais do ICMBio, da ANA e do MMA: conhecimentos desenvolvidos e gerenciados pelas diversas instituições partícipes do grupo de trabalho, com especial atenção para as informações sobre unidades de conservação, ambientes sensíveis, aquíferos aflorantes, bacias hidrográficas e espécies ameaçadas, dentre outros, incluindo um levantamento sobre os processos de criação de unidades de conservação federais.

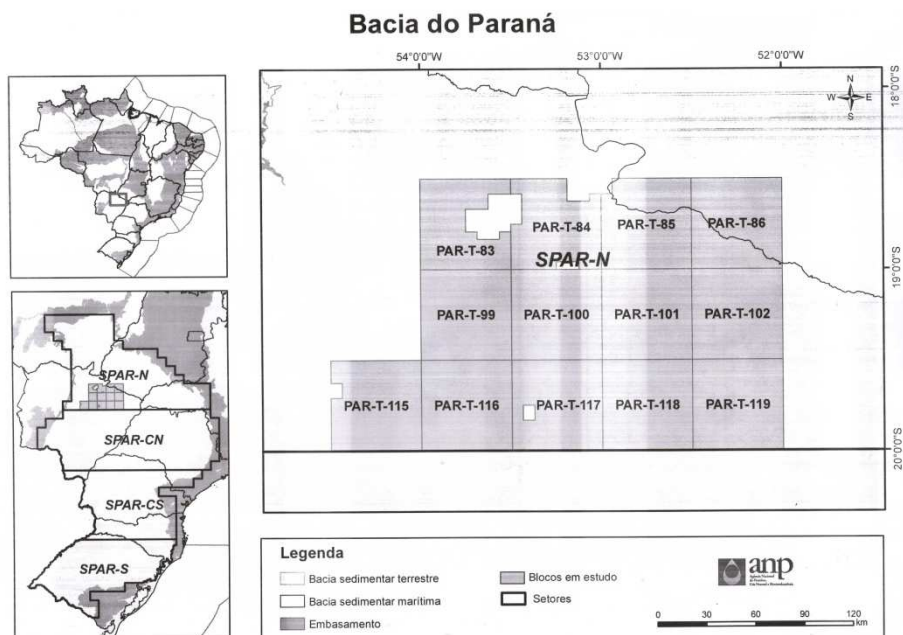
Recomendações da Agência Nacional de Águas - ANA, relativas a licitação de blocos visando exploração e produção de recursos não convencionais, encontram-se no Anexo 1.

### 3. ANÁLISE DAS ÁREAS PROPOSTAS PARA A 15ª RODADA DE LICITAÇÕES DE BLOCOS EXPLORATÓRIOS

#### 3.1 BACIAS TERRESTRES

##### 3.1.1 - Bacia do Paraná – Bacia de Nova Fronteira

Setor	Número de Blocos	Blocos
SPAR-N	13 blocos	PAR-T-83, PAR-T-84, PAR-T-85, PAR-T-86, PAR-T-99, PAR-T-100, PAR-T-101, PAR-T-102, PAR-T-115, PAR-T-116, PAR-T-117, PAR-T-118, PAR-T-119



### 3.1.1.1 – Considerações Gerais

A ANP apresentou 13 blocos para análise na bacia sedimentar do Paraná referentes ao setor SPAR-N.

### 3.1.1.2 – Geologia e Hidrogeologia

A Bacia do Paraná é uma ampla região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, totalizando uma área que se aproxima dos 1,5 milhão de quilômetros quadrados. A bacia tem uma forma ovalada com eixo maior N-S, sendo seu contorno atual definido por limites erosivos relacionados em grande parte à história geotectônica mesocenoica do continente (Milani *et al.*, 2007). Geologicamente, a bacia é limitada a Nordeste pela Flexura de Goiânia, a oeste pelo Arco de Assunção, que a separa da Bacia do Chaco e a leste pelo embasamento soerguido pela tectônica que deu origem às serras do Mar e da Mantiqueira, bem como o Arco de Ponta Grossa.

#### Arcabouço Estrutural da Bacia do Paraná

De acordo com Godoy (2006), as principais feições estruturais reconhecidas na Bacia do Paraná, em âmbito regional, apresentam-se na forma de diversos alinhamentos estruturais, que no geral apresentam direções NE-SW, NW-SE e, de uma maneira menos frequente, na direção E-W. Estes alinhamentos são decorrentes de reativações de estruturas pré-existentes no embasamento da bacia, sendo paralelas a grandes feições estruturais formadas durante o Ciclo Brasileiro, que por apresentarem maior propensão à deformação dútil, condicionaram a geração e reativação de novas descontinuidades. Portanto, estas direções foram reativadas várias vezes durante o Fanerozoico, condicionando a sedimentação e a deformação dos pacotes da bacia. A propagação destes alinhamentos pelo pacote sedimentar condicionou a formação de falhas, padrões de fraturamento, altos e baixos estruturais alinhados. No Mesozoico, principalmente os alinhamentos NW-SE condicionaram a colocação de *sills* e diques de diabásio (Magmatismo Serra Geral) e a ocorrência de corpos alcalinos.

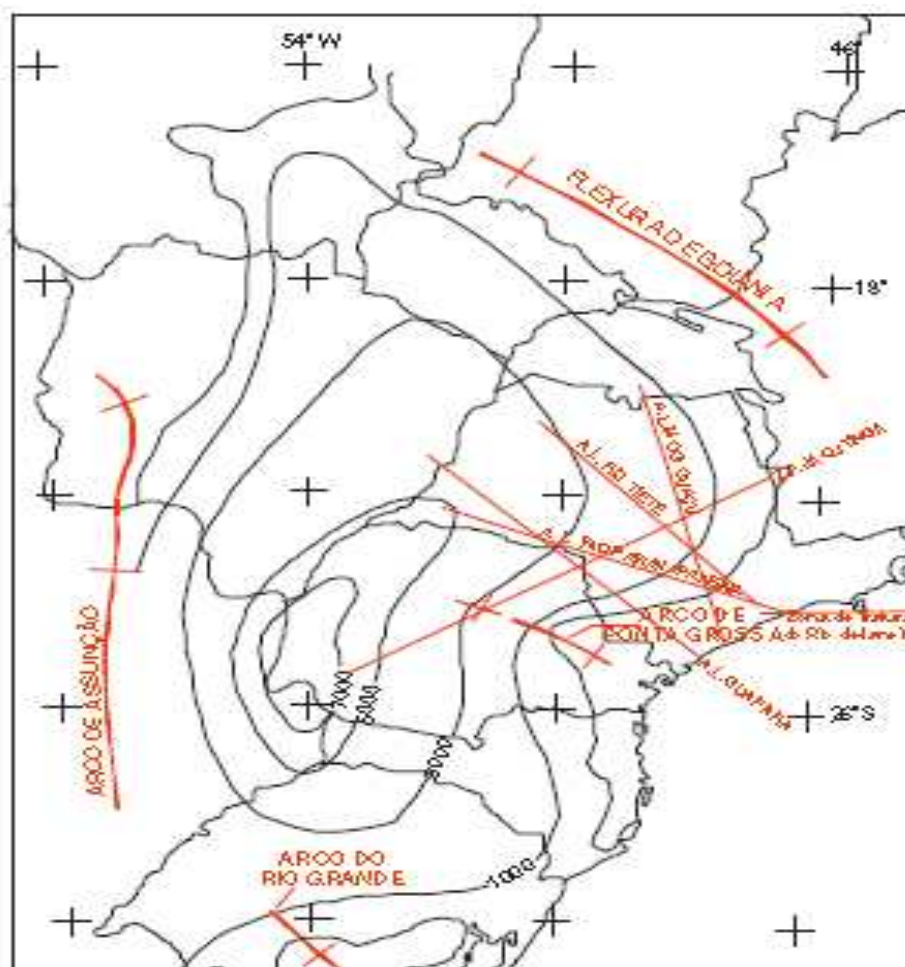
Segundo Soares (1991), regionalmente é possível reconhecer cinco alinhamentos estruturais principais, sendo eles as direções Paraná (N25E), Pitanga (N60E), Rio Ivaí (N45W), Rio Piriíqui (N70W) e Goioxim (N20W).

A direção N55-45E (Pitanga), é a mais importante em termos de extensão e de formação; corresponde à transcorrência principal, reativada paralelamente ao sistema de transcorrência sudeste (Cubatão, Jacutinga, Major Gercino, etc.), com cinemática horária.

Para Fassbinder (1990), a direção N25-45E (Paraná) é bastante desenvolvida e corresponde a um leque de falhas de empurrão de alto ângulo até falhas mistas (fraturas P do sistema Lancinha).

As direções N70W (Piquiri) e N45W (Ivaí) correspondem às fraturas extensionais do sistema de transcorrência neoproterozoica.

Riccomini (1995), através de estudos restritos à porção paulista da bacia, descreve também vários alinhamentos, mapeados anteriormente com base em mapas gravimétricos (Paulipetro, 1982), sendo parte deles coincidentes com alguns alinhamentos propostos por Soares (1991). Os principais alinhamentos que podem ser reconhecidos são os alinhamentos do Rio Paranapanema, Rio Moji-Guaçu, Rio Tietê (NW-SE) e o prolongamento da zona de Falha de Jacutinga (NE-SW) (**Figura 1**). O alinhamento do Rio Moji-Guaçu engloba as intrusões alcalinas de Jaboticabal, Ipanema, Varnhagem e Salto do Pirapora e nas proximidades do cruzamento com o alinhamento estrutural do Rio Tietê ocorrem as estruturas de Pitanga, Artemis, Pau d'Alho e Jibóia, entre outras de menor importância. Porém, os altos estruturais ao longo destes alinhamentos na depressão periférica, ocorrem nas proximidades da zona de Falha de Jacutinga. Segundo Riccomini *et al.* (2005) o alinhamento de Jacutinga tem grande importância no arcabouço estrutural na área de estudo, lhe associando diques clásticos arenosos injetados por fraturas, de forma ascendente, que ocorrem próximo ao Domo de Pitanga, formados durante reativação do alinhamento sofrida durante o Permotriássico. Já os alinhamentos de direção NW passam a ter grande importância a partir do Cretáceo Inferior, por ser a principal direção de alojamento de diques de diabásio, como é o caso do enxame dediques do Arco de Ponta Grossa.

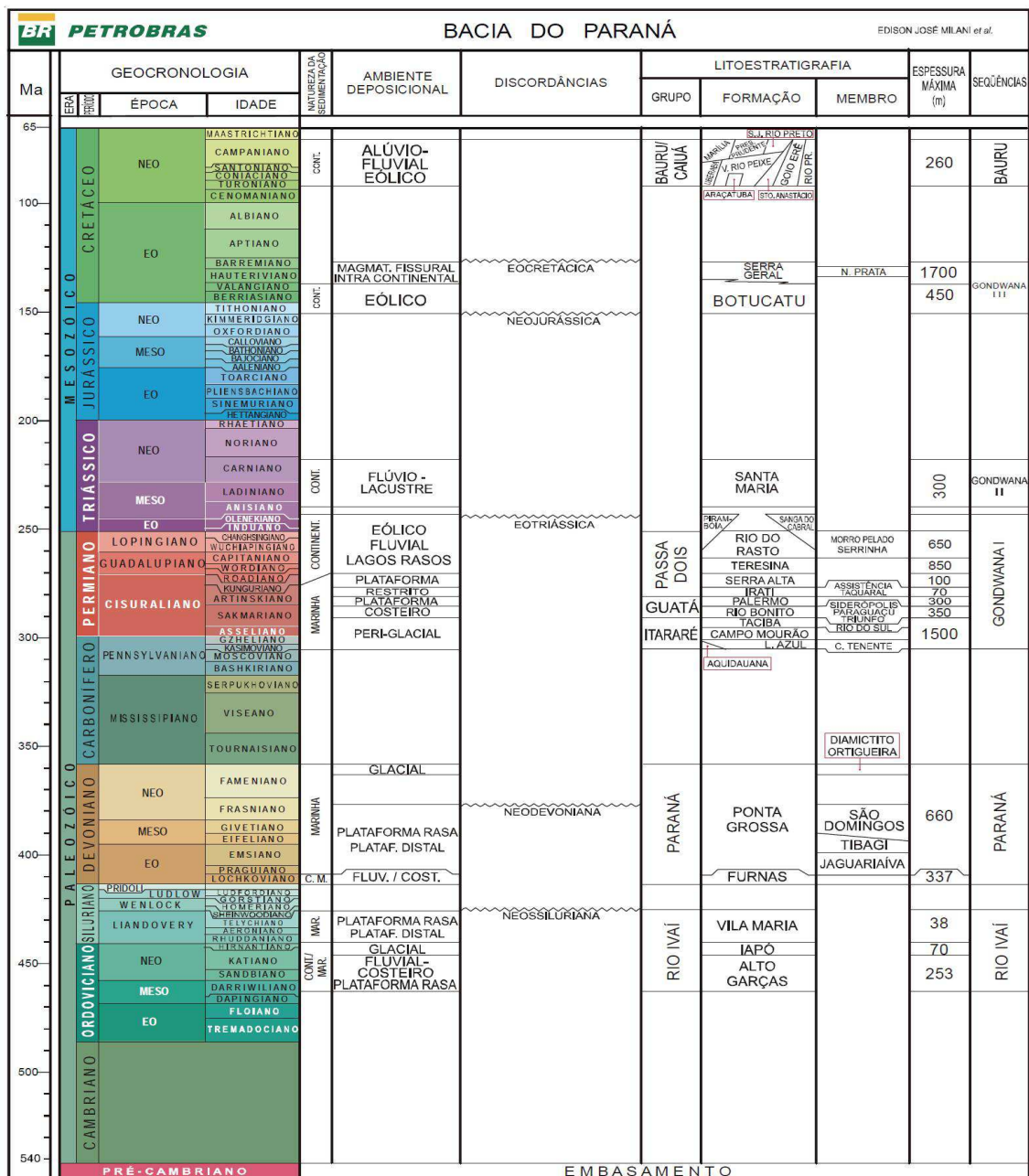


**Figura 1** - Principais alinhamentos estruturais da Bacia do Paraná (Riccomini, 1995).



## Estratigrafia da Bacia do Paraná

Com um preenchimento sedimentar predominantemente siliciclástico, a Bacia Sedimentar do Paraná é descrita por Milani (1997) como um arcabouço aloestratigráfico de seis supersequências formadas por pacotes rochosos que representam intervalos temporais de evolução, denominadas de Supersequência Rio Ivaí, Supersequência Paraná, Supersequência Gondwana I, Supersequência Gondwana II, Supersequência Gondwana III e Supersequência Bauru (**Figura 2**). As três primeiras sequências caracterizam ciclos completos de transgressão e regressão marinhas ligadas às oscilações do nível relativo do mar no Paleozoico, enquanto as outras representam a deposição continental e rochas vulcânicas associadas (Milani *et al.*, 2007).



**Figura 2** - Carta estratigráfica da Bacia Sedimentar do Paraná (Milani *et al.*, 2007).

No contexto de rifte central, tem início a sedimentação da Bacia do Paraná com a

deposição da ***Supersequência Rio Ivaí***. A sedimentação desta supersequência durante o Ordosiluriano, segundo Milani (2004), assumiu caráter transgressivo, com vários depocentros alinhados segundo NE-SW, uma vez que a subsidência da bacia caracterizou um imenso golfo, no qual adentrava as águas do PaleocenoPanthalassa. Causada pela orogenia Oclóyica do Neordoviciano, essa orogenia estaria relacionada com a geração de espaço para o primeiro episódio deposicional na bacia, que inclui os arenitos basais da Formação Alto Garças, camadas de diamictitos da Formação Iapó que registram a glaciação Ordosiluriana do Gondwana, compreendendo também folhelhos fossilíferos e siltitos da Formação Vila Maria.

Milani *et. al.* (2007) diz que a bacia voltou a sofrer subsidência, resultando na deposição da ***Supersequência Paraná*** no Devoniano, que compreende sedimentos arenosos continentais a transicionais e os devonianos da Formação Furnas, passando gradualmente para sedimentos marinhos da Formação Ponta Grossa, composta por folhelhos, folhelhos silticos, siltitos e arenitos. Os mesmos autores detalham que a espessura variável apresentada por este pacote foi resultado de escavações erosivas ocorridas entre o Neodevoniano e o Carbonífero Médio, provavelmente associadas à Orogenia Herciniana.

A ***Supersequência Gondwana I*** representa um ciclo transgressivo-regressivo completo, com as unidades apresentando características sedimentares que indicam uma variação nas condições deposicionais, desde uma marcante influência glacial, no Neocarbonífero, até um amplo e árido interior continental com domínio de campos de dunas eólicas, no Mesozoico. Engloba o maior volume de sedimentos da bacia com espessura média de 2.500 metros. A Supersequência Gondwana I é representada pelos grupos Itararé, Guatá e Passa Dois, incluindo-se os arenitos da Formação Pirambóia que formam a base do Sistema Aquífero Guarani nesta região.

O episódio deposicional seguinte foi denominado por Milani (1997) de ***Supersequência Gondwana II***, e segundo Milani *et al.* (2007), a sedimentação que era restrita a porção sul parece ter se acumulado em uma bacia do tipo gráben associada a uma distensão generalizada ocorrida no Triássico. Compõem-se pelas rochas da Formação Santa Maria e se caracteriza por arenitos e pelitos avermelhados, provenientes de depósitos fluviais e lacustres.

A ***Supersequência Gondwana III*** tem início no final do Jurássico sendo representada pelos sedimentos eólicos de ambiente árido da Formação Botucatu e, posteriormente, no Eocretáceo, pelas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Neste contexto, estas duas formações geológicas formam o Grupo São Bento (Zalánet *al.*, 1987). É importante salientar que as rochas depositadas neste período formam dois dos principais sistemas aquíferos locais. A Formação Botucatu que representa o topo do Sistema Aquífero Guarani e a Formação Serra Geral que forma o sistema aquífero homônimo.

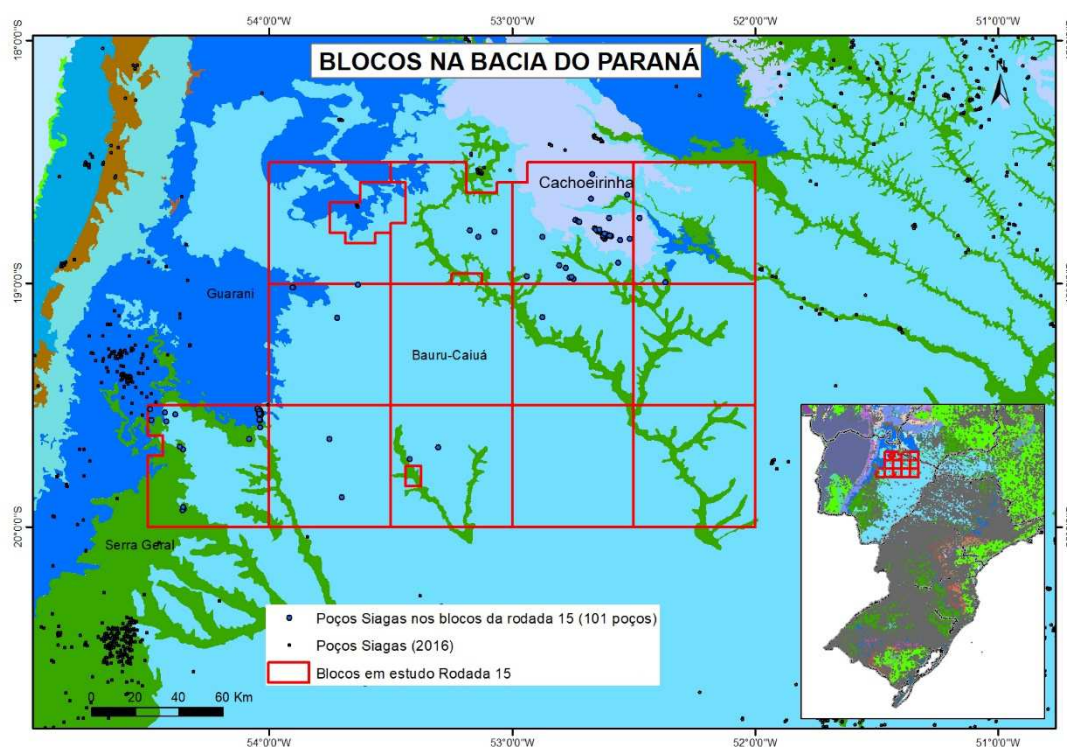
A sedimentação ocorrida após os derrames basálticos corresponde à ***Supersequência Bauru***, formada em condições semiáridas, com mais umidade nas margens, e representada pelos arenitos do Grupo Bauru, e mais desérticas em seu interior, correspondente ao Grupo Caiuá. As rochas desta supersequência representam o sistema aquífero superficial Bauru-Caiuá.

Durante o Terciário Inferior iniciou-se a sedimentação das formações Araguaia e

Cachoeirinha, as quais possuem conceituação controversa. Há autores que descrevem que teriam sido originadas por falhamentos e arqueamentos terciários, ambas sob a forma de bacias continentais (Gonçalves & Schneider, 1970). Outros discordam de sua caracterização como unidade autônoma, englobando os sedimentos nas coberturas lateríticas (Ianze *et al.*, 1983).

### Principais Sistemas Aquíferos da Bacia do Paraná

De acordo com ANA (2013), os blocos da Bacia do Paraná em estudo pela ANP para a 15ª Rodada estão situados em superfície sobre áreas de afloramento dos sistemas aquíferos Guarani, Serra Geral, Bauru-Caiuá e Cachoeirinha. Na **Figura 3** estão expostos os principais sistemas aquíferos com ocorrência na referida região.



**Figura 3** - Sistemas aquíferos aflorantes na Bacia do Paraná, sobrepostos pelos blocos e campo marginal em estudo pela ANP para a 15ª Rodada de Licitações (ANA, 2013).

#### *Sistema Aquífero Guarani*

O Sistema Aquífero Guarani (SAG) é constituído por arenitos das formações Pirambóia, na base, e Botucatu, no topo. A Formação Pirambóia é formada por arenitos de granulação média a fina, localmente grossos e conglomeráticos. Apresenta estratificação de médio porte, cruzada planar ou acanalada e estratificação plano-paralela, com lâminas ricas em argila e silte. A Formação Botucatu é constituída predominantemente por arenitos de granulação média a fina, avermelhados, com grãos de alta esfericidade e bem selecionados, exibindo estratificação cruzada de grande porte. Na área dos blocos em estudo da 15ª Rodada na Bacia do Paraná, o SAG está assentado em discordância erosiva sobre a Formação Aquidauana e, em menor proporção, sobre a Formação Palermo, Grupo Passa Dois e Formação Ponta Grossa. Estudos indicam que a espessura do sistema aquífero na região em análise varia de 200 a 400 metros (Araújo *et al.*, 1995;

LEBAC, 2008). Gastmans (2007) descreve que na cidade de Camapuã (MS), os poços perfurados no SAG apresentam profundidades de até 190 metros sem alcançar a Formação Aquidauana.

Na área dos blocos em estudo da 15ª Rodada na Bacia do Paraná, o SAG é aflorante em uma pequena área a oeste e noroeste, mergulhando em direção à área central da Bacia do Paraná (**Figura 3**). Entretanto, no restante da área em análise o SAG é recoberto pelos basaltos da Formação Serra Geral, que chegam a apresentar espessuras de até 300 metros, e pelos sedimentos relacionados ao Grupo Bauru (SANESUL/TAHAL, 1998). A recarga na área dos blocos em estudo pela ANP para a 15ª Rodada de Licitações ocorre essencialmente de forma indireta, a partir das águas provenientes dos sistemas aquíferos Serra Geral, Bauru-Caiuá e Cachoeirinha.

As estimativas e determinações dos parâmetros hidrodinâmicos indicam os seguintes valores característicos:

- i. Permeabilidade - varia de 3,5 a 5,18 m/dia. Entretanto, valor médio de 2,25 m/dia foi encontrado por Silva (1983) a partir de datações de isótopos radiativos do Carbono-14;
- ii. Transmissividade - varia de 150 a 1.296m<sup>2</sup>/dia;
- iii. Coeficiente de armazenamento - entre 0,10 e 0,25 no aquífero livre e entre  $2 \times 10^{-4}$  a  $10^{-6}$ , no confinado;
- iv. Capacidade específica – apresenta valor médio aproximado de 4,5 m<sup>3</sup>/h/m;
- v. Porosidade média - 16 a 17%.

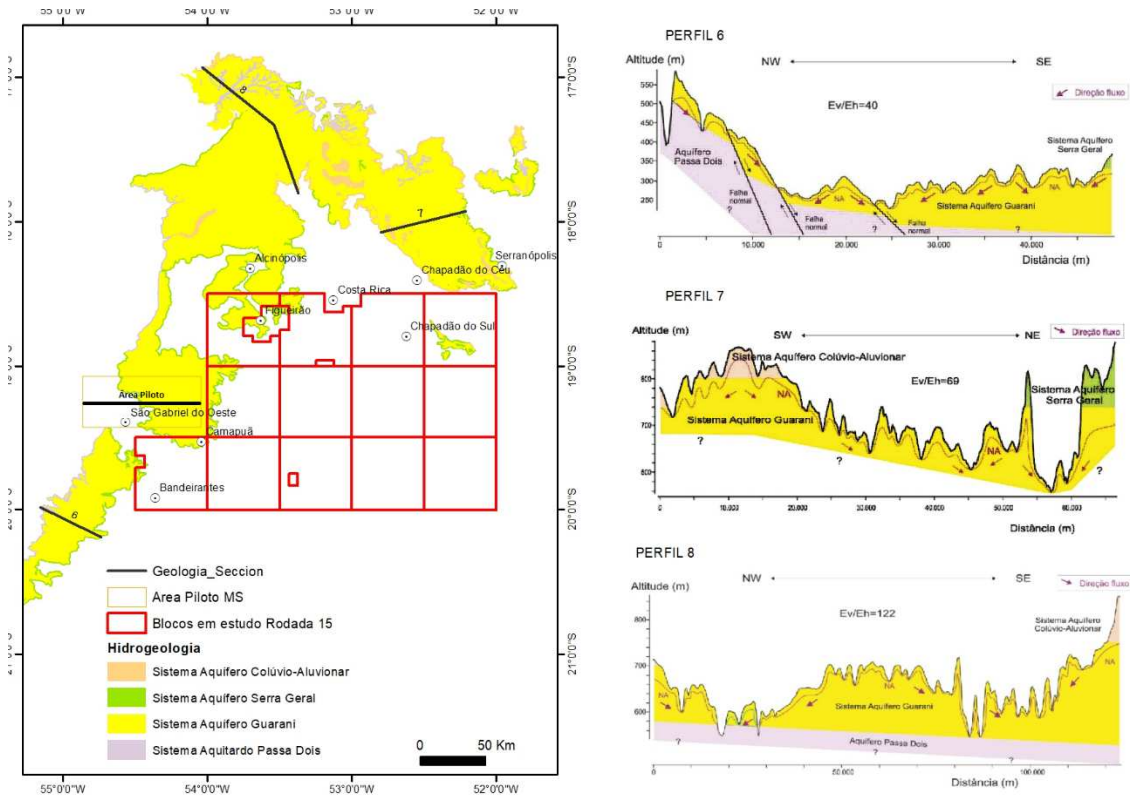
Segundo dados de Jordão (1997), os poços perfurados no SAG livre (aflorante) da área dos blocos da 15ª Rodada de Licitações apresentam vazões baixas, variando de 4 a 27 m<sup>3</sup>/h, nos municípios de Alcinoópolis (MS) e Camapuã (MS). Porém o SAG confinado destaca-se em importância devido a sua grande área de ocorrência e produtividade normalmente elevada, a qual abastece parcialmente muitas cidades, como São Gabriel do Oeste (MS), Camapuã (MS) e Figueirão (MS).

MMA/SRH (2008) salienta que em Cassilândia (MS), no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Paraná para 15ª Rodada de Licitações da ANP, são reportadas vazões médias de 350 m<sup>3</sup>/h.

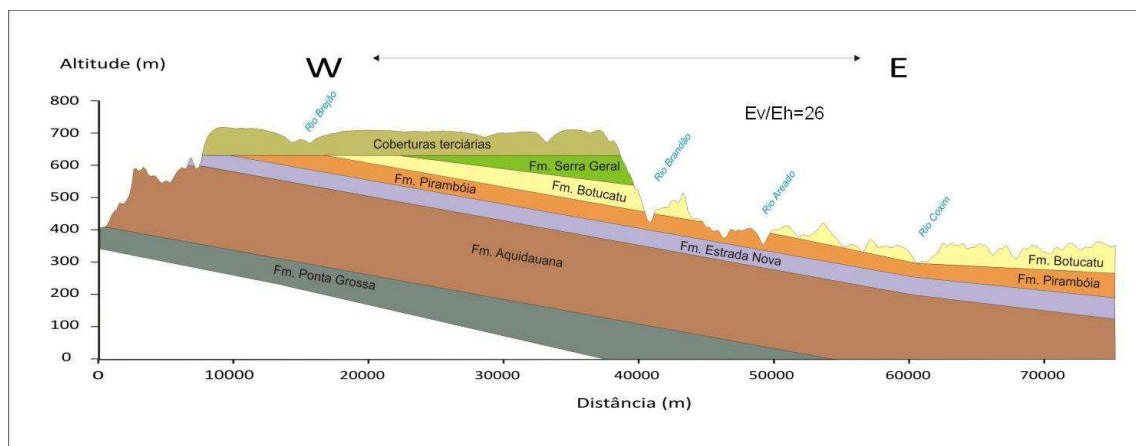
No Estado de Mato Grosso do Sul, trabalhos efetuados por SANESUL/TAHAL (1998) estabeleceram como valores característicos: condutividade elétrica de 20 a 100 µS na área aflorante e de 870 µS, na área mais confinada; pH de 6,5 a 9,5 e temperatura de 22 a 44,5°C, que aumentam no sentido do confinamento; cálcio de 2 a 30 mg/L, magnésio de 1 a 8 mg/L, sódio de 0,3 a 170 mg/L e potássio menor que 2 mg/L.

A variação das fácies hidroquímicas dentro do SAG no Estado de Mato Grosso do Sul (de bicarbonatadas cálcicas para bicarbonatadas sódicas), mostra uma tendência de aumento das salinidades a partir das áreas de recarga, situadas ao norte e ao sul do estado, em direção à zona de maior confinamento do aquífero, no centro da Bacia, onde encontra-se a área em análise, inclusive com algumas áreas onde podem existir complicações hidrogeoquímicas e/ou concentrações de elementos traços (Foster *et al.*, 2009).

Em relação à vulnerabilidade natural, o SAG encontra-se, na área dos blocos, na quase totalidade recoberto pelos aquíferos Serra Geral, Bauru-Caiuá e Cachoeirinha, devendo, neste quesito, ter atenção especial somente onde aflora. As espessuras médias do conjunto sobreposto ao SAG são da ordem 350 metros. A espessura média do SAG nesta área é de 300 metros. Algumas seções geológicas esquemáticas da Bacia do Paraná foram produzidas em um estudo relativo a vulnerabilidade natural à contaminação e as estratégias de proteção do Sistema Aquífero Guarani (ANA, 2016) e mostraram as espessuras das distintas unidades geológicas em áreas nas adjacências dos blocos da 15ª Rodada de Licitações da ANP (**Figura 4**), sendo a mais próxima localizada na região de São Gabriel do Oeste (MS), uma das áreas piloto do estudo supracitado (**figuras 4 e 5**).



**Figura 4** - Seções geológicas esquemáticas da Bacia do Paraná em áreas nas adjacências dos blocos da 15ª Rodada de Licitações da ANP(ANA, 2016).



**Figura 5** - Seção geológica esquemática da Bacia do Paraná na região de São Gabriel

do Oeste (MS) (ANA, 2016).

### *Sistema Aquífero Serra Geral*

O Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) é composto por uma sequência de derrames basálticos e arenitos intertrapeanos, de idade jurocretácica. Trata-se de um aquífero fissural, com condições de armazenamento e circulação da água localizada em fraturas e outras descontinuidades, como zonas vesiculares e amigdaloidais de topo de derrame e zonas de disjunção horizontal. O contato inferior dessa formação é discordante com os arenitos eólicos da Formação Botucatu e o contato superior é discordante com os Grupos Caiuá e Bauru.

Para Lastoria *et al.* (2006), no Estado de Mato Grosso do Sul, o SASG representa um dos principais aquíferos, se não o mais importante, pois em sua área de afloramento estão localizadas as duas microrregiões mais densamente habitadas do Estado: Campo Grande e Dourados, que concentram cerca de 60% da população estadual.

Na área dos blocos em estudo da 15ª Rodada na Bacia do Paraná, o SASG é praticamente todo confinado, sendo aflorante apenas em pequenas manchas como resposta do encaixe das principais drenagens locais (**Figura 3**). Nestes blocos, a espessura do SASG atinge em média de 100 a 300 metros (Zalán *et al.*, 1986), e suas características permitem a captação de água subterrânea a um custo muitíssimo menor ao da captação no SAG e supre satisfatoriamente comunidades rurais, indústrias e até sedes municipais. Lastoria *et al.* (2006) consideram que o Sistema Aquífero Serra Geral, em sua porção não aflorante possui recarga indireta, com contribuição dos aquíferos subjacente (Guarani) e sobrejacente (Bauru-Caiuá).

Estes mesmos autores caracterizaram alguns parâmetros hidrogeológicos do SASG no Estado de Mato Grosso do Sul. As vazões encontradas foram de 0,30 a 144 m<sup>3</sup>/h, cuja média foi de 21,88 m<sup>3</sup>/h. As capacidades específicas variaram de 0,03 a 50 m<sup>3</sup>/h/m, com valor médio de 2,07 m<sup>3</sup>/h/m.

No Mato Grosso do Sul, segundo Lastoria *et al.* (2006), as amostras coletadas apresentaram temperaturas variando entre 24 e 28°C e o pH entre 5,5 e 7,8 para as águas do SASG. Os valores de condutividade elétrica observados variaram de 40 até 300 µS/cm. São geralmente do tipo bicarbonatadas cálcio-magnesianas.

### *Sistema Aquífero Bauru-Caiuá*

O Sistema Aquífero Bauru-Caiuá (SABC) é composto por rochas sedimentares de idade cretácea superior (MATO GROSSO DO SUL, 2010), que compõem o último episódio significativo de deposição sobre a Bacia do Paraná. Essa sequência sedimentar em Mato Grosso do Sul é subdividida em dois Grupos: Grupo Bauru e Grupo Caiuá (CPRM, 2006). Tal divisão considera as Formações Marília e Vale do Rio do Peixe pertencendo ao Grupo Bauru e as Formações Santo Anastácio e Caiuá, ao Grupo Caiuá.

O Grupo Bauru é constituído por arenitos finos e mal selecionados na base e por arenitos argilosos e calcíferos no topo (Campos, 2004). O Grupo Caiuá, por sua vez, é formado por arenitos de muito finos a finos, quartzosos, bem selecionados, com coloração de marrom-avermelhada a arroxeada, grãos com brilho fosco e películas de

óxido de ferro e está assentado sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral (Batezelli, 2010).

Sendo um aquífero poroso e livre, predomina área de recarga em toda a sua área de afloramento, sendo feita diretamente pela precipitação pluvial e o fluxo regional da água subterrânea se dá em direção às drenagens principais da Bacia do Rio Paraná. De acordo com MATO GROSSO DO SUL (2010), a espessura média do SABC na região em análise está em torno de 100 e 150 metros.

O modelo conceitual do SABC em Mato Grosso do Sul é baseado em estudo realizado pela SANESUL/TAHAL (1998), que estabelece o sentido predominante do fluxo do aquífero de oeste para leste. As cotas potenciométricas são da ordem de 650 a 600 metros na região ocidental, onde se encontra as áreas dos blocos da 15ª Rodada na Bacia do Paraná, próximo ao município de Campo Grande, diminuindo para até 250 metros próximo à calha do Rio Paraná, a leste (CPRM, 2012a).

Em Mato Grosso do Sul, os dados hidrodinâmicos do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá são apresentados, separados por unidades aquíferas (**Tabela 1**), em estudo realizado pela SANESUL/TAHAL (1998), o qual mostra o alto potencial hidrogeológico do SABC no estado. Esse trabalho destaca a ocorrência de poços com capacidade específica muito elevada em municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, como Bataguassu e Ivinhema, com valores respectivos de 6,21 e 7,7 m<sup>3</sup>/h/m.

As águas dos poços monitorados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) no SABC de Mato Grosso do Sul, no período de 2012 e 2013, em sua maioria (71,5%) são bicarbonatas cálcicas, e secundariamente bicarbonatadas sódicas. Os valores do pH das amostras variaram de 5,01 a 7,27, com valor médio de 6,14, sendo que, em geral, apresentaram característica levemente ácida das águas.

**Tabela 1-** Principais parâmetros hidrodinâmicos do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá no Estado de Mato Grosso do Sul (SANESUL/TAHAL, 1998).

<b>Parâmetro</b>	<b>Grupo Caiuá Indiviso</b>	<b>Formação Santo Anastácio</b>	<b>Formação Vale do Rio do Peixe</b>	<b>Formação Marília</b>
<b>Espessura (m)</b>	150	150	100	---
<b>Capacidade Específica (m<sup>3</sup>/h/m)</b>	1,5	1,3 a 8,8	<1,0	0,01 a 0,1
<b>Vazão (m<sup>3</sup>/h)</b>	62,5	5 a 100	2,0 a 18,0	25,0 a 75,0
<b>Transmissividade (m<sup>2</sup>/d)</b>	200	73 a 380	<10	---
<b>Condutividade Hidráulica (m/d)</b>	1,5	1,0 a 3,9	---	---

#### *Sistema Aquífero Cachoeirinha*

O Sistema Aquífero Cachoeirinha (SACH) normalmente aflora descontinuamente sob a forma de pequenas manchas. É constituído pelas rochas sedimentares associadas à Formação Cachoeirinha. Trata-se basicamente de sedimentos cenozoicos arenos-argilosos inconsolidados de coloração vermelha, argilitos cinza com estratificação incipiente e arenitos mal classificados, com níveis decimétricos e lenticulares de

conglomerados e parcialmente laterizados.

Segundo CPRM (1972), a unidade tem, em geral, de 20 a 30 metros de espessura, mas pode alcançar até 70 metros. Assenta-se discordantemente sobre as rochas das formações Furnas, Ponta Grossa, Aquidauana, Palermo, Botucatu, Serra Geral e Grupos Bauru e Rio Ivaí.

De acordo com CPRM (2001), a conceituação da Formação Cachoeirinha é muito controversa, havendo alguns autores que discordam de sua caracterização como unidade autônoma, englobando os sedimentos nas coberturas lateríticas.

Para a CPRM (2010b), o SACH é um sistema aquífero descontínuo e livre. Devido a sua pequena espessura e produtividade inferior em relação aos aquíferos sotopostos, poucos poços tubulares profundos exploram exclusivamente águas neste contexto e o mais comum é o revestimento completo da seção perfurada no SACH, com a instalação de filtros e captação direta de fraturas dos basaltos da Formação Serra Geral ou dos poros das formações sedimentares imediatamente sotopostas. Além disso, segundo GOIÁS (2006), trata-se de um sistema aquífero de difícil exploração e desenvolvimento complexo dos poços, uma vez que o material friável e argiloso que o compõe causa turbidez na água e a própria perfuração é dificultada devido a constantes desmoronamentos.

Por meio da análise de 18 poços perfurados no âmbito do Sistema Aquífero Cachoeirinha no Estado de Goiás, o estudo GOIÁS (2006) indicou uma vazão média de 9,5 m<sup>3</sup>/h com máxima de 60 m<sup>3</sup>/h. Entretanto, os pesquisadores neste mesmo trabalho afirmam que estes dados são considerados muito elevados e não compatíveis com as características físicas do sistema aquífero. Eles supõem que, para os casos onde não há disponibilidade de acesso a perfis geológicos ou construtivos, na prática a captação principal se dá a partir dos basaltos da Formação Serra Geral ou arenitos do Sistema Aquífero Guarani. O valor modal de 5 m<sup>3</sup>/h obtido do cadastro deve representar um valor mais próximo da média esperada para o SACH. Neste sentido, este sistema aquífero tem atuação importante como filtro e no processo de recarga das unidades subjacentes, gerando importante escoamento de base para os nele entalhados.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, ANA (2015) avalia que o Sistema Aquífero Cachoeirinha é pouco significativo em termos de utilização das águas subterrâneas em razão de ocorrer sobreposto aos aquíferos Bauru-Caiuá e Serra Geral. Ainda segundo este estudo, a produtividade média dos poços deste sistema na Bacia do Paranaíba é de 11,2 m<sup>3</sup>/h e a capacidade específica de 0,45 m<sup>3</sup>/h/m. Contudo, é importante destacar que certamente estes valores estão equivocados, uma vez que dentre os 9 poços analisados, muitos devem captar água nos aquíferos sotopostos, pois a profundidade média e máxima destes é, respectivamente, de 60 e 90 metros.

#### Estatística dos Poços Tubulares na Bacia do Paraná

Inicialmente se deve esclarecer que esta análise foi realizada a partir dos poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) mantido pela CPRM. Foi desenvolvido a partir de mapeamento e de pesquisa hidrogeológica em todo o país, sendo composto por uma base de dados de poços permanentemente atualizada e de módulos capazes de realizar consulta, pesquisa, extração e geração de relatórios. É



importante salientar que apenas uma parcela dos poços existentes no Brasil foi cadastrada no SIAGAS. Há ainda uma quantidade muito elevada de poços perfurados que não compõe esta base de dados.

As **tabelas 2 e 3** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 34 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Cachoeirinha, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Paraná para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 3**. É importante lembrar que poços perfurados sobre estes sistemas aquíferos podem penetrar e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes (Bauru-Caiuá, Serra Geral e Guarani).

**Tabela 2** - Estatística de profundidade e vazão para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Cachoeirinha localizados na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

N = 34	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	90	158	129	25
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	5,4	52	27,4	20
CE (µS/cm)	7,04	8,4	-	2

**Tabela 3** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Cachoeirinha na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (µS/cm)
Até 100 m	5	9,83 (N=3)	--
>100 e <=158 m	20	30,54 (N=17)	7,72 (N=2)

Foi observado por meio da avaliação das **tabelas 2 e 3** e da análise dos perfis geológicos destes poços, dada a baixa espessura do aquífero Cachoeirinha, que a totalidade dos poços perfurados neste contexto exploram água do sistema aquífero subjacente, o Bauru-Caiuá. Nenhum destes poços penetra os sistemas aquíferos Serra Geral e/ou Guarani.

A **Tabela 4** apresenta dados estatísticos para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 22 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Bauru-Caiuá, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Paraná para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 3**. É importante lembrar que poços perfurados sobre estes sistemas aquíferos podem penetrar e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes (Serra Geral e/ou Guarani).

**Tabela 4** - Estatística de profundidade e vazão para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Bauru-Caiuá aflorante localizados na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

N = 22	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	62	165	111	6
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	3,8	50,0	12,3	6
CE (µS/cm)	-	-	-	-

É possível observar por meio da avaliação da **Tabela 4** a existência de poços com vazões que atingem até 50 m<sup>3</sup>/h, mostrando a importância do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá

para a região dos blocos da 15ª Rodada de Licitações da ANP na Bacia do Paraná. Por meio da análise dos perfis geológicos destes poços no SIAGAS, percebe-se que a totalidade deles explora água do próprio SABC. Apenas um poço penetra o Sistema Aquífero Serra Geral, porém sem explorar suas águas, uma vez que os filtros foram aplicados apenas nos horizontes perfurados no SABC.

As **tabelas 5 e 6** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 10 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Serra Geral, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Paraná para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 3**. É importante lembrar que poços perfurados sobre estes sistemas aquíferos podem penetrar e explorar águas subterrâneas do sistema aquífero subjacente, o Guarani.

**Tabela 5** - Estatística de profundidade e vazão para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Serra Geral aflorante localizados na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

N = 10	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	62	151	106	10
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	5,1	36,9	18,7	9
CE (µS/cm)	79,9	79,9	79,9	1

**Tabela 6** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Serra Geral aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (µS/cm)
Até 100 m	6	14,21 (N=6)	79,9 (N=1)
>100 e <=151 m	4	27,6 (N=3)	--

Através da avaliação realizada por meio das **tabelas 5 e 6**, percebe-se que a vazão média dos poços é de 18,7 m<sup>3</sup>/h e a vazão máxima é de 36,9 m<sup>3</sup>/h, mostrando ser um sistema aquífero fraturado de alto potencial hidrogeológico na região. A análise dos perfis geológicos destes poços diretamente no SIAGAS mostra que pelo menos dois poços penetraram o Sistema Aquífero Guarani e, possivelmente, exploram também as suas águas.

Entretanto, diante do pequeno número de poços cadastrados no SIAGAS (**Tabela 5**) em virtude da pequena área de exposição aflorante do Sistema Aquífero Serra Geral na região dos blocos da 15ª Rodada de Licitações da ANP na Bacia do Paraná, além de não existirem poços perfurados em aquíferos sobrejacentes que explorem água do SASG e que são registrados no SIAGAS, percebe-se que este sistema aquífero na área destes blocos possui atualmente importância limitada, principalmente porque o Sistema Aquífero Bauru-Caiuá (sobrejacente) possui potencial hidrogeológico que atende até o momento as demandas locais.

As **tabelas 7 e 8** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 35 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Guarani, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Paraná para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 3**. Devido ao alto potencial e a espessura mediana do SAG nesta

área diante das formações geológicas que se encontram abaixo no perfil, normalmente não se explora águas de aquíferos subjacentes.

**Tabela 7** - Estatística de profundidade e vazão para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Guarani aflorante localizados na área dos blocos propostos para 15<sup>a</sup> Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

N = 35	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	80	324	149	35
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	2	66	16,7	33
CE (μS/cm)	--	--	--	--

**Tabela 8** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Guarani aflorante na área dos blocos propostos para 15<sup>a</sup> Rodada da ANP na Bacia do Paraná.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (μS/cm)
Até 100 m	1	5	--
>100 e <=200 m	32	17	--
>200 e <=324 m	1	--	--

Através da avaliação realizada por meio das **tabelas 7 e 8**, percebe-se a existência de poços com vazões que atingem até 66 m<sup>3</sup>/h, mostrando ser o SAG o sistema aquífero de maior potencial hidrogeológico para a região dos blocos da 15<sup>a</sup> Rodada de Licitações da ANP na Bacia do Paraná, somando-se também devido a sua grande espessura. A análise dos perfis geológicos diretamente no SIAGAS mostra poços que possuem até 195 metros de profundidade e que perfurados exclusivamente o Sistema Aquífero Guarani.

#### Sistemas Petrolíferos da Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná apresenta dois sistemas petrolíferos conhecidos, o Ponta Grossa – Itararé (PG – It) e o Irati – Rio Bonito/Pirambóia (I – RB/P), os quais são comprovados pela descoberta comercial de gás de Barra Bonita, pelas descobertas subcomerciais de gás e óleo realizadas na bacia, pelos inúmeros indícios de hidrocarbonetos em vários poços perfurados, alguns até com recuperação de óleo e/ou gás, e até mesmo pelas exsudações de hidrocarbonetos em afloramentos na porção leste da bacia.

#### *Sistema Petrolífero Irati – Rio Bonito/Pirambóia*

As rochas geradoras desse sistema são os folhelhos pretos betuminosos da Formação Irati, que são imaturos na maior parte da bacia, com exceção do depocentro onde apresentam potencial para geração de óleo.

As acumulações petrolíferas principais ocorrem nos arenitos da Formação Rio Bonito (Neopermiano), que alcançam porosidades de até 20% a profundidades de 4.000 metros. Na borda oriental da Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo, são conhecidas cerca de 20 acumulações em *tar sands* da Formação Pirambóia (Triássico), com cerca de 26 milhões de barris de óleo *in place*, biodegradado, gerado na Formação Irati (Thomaz Filho, 1982).

## *Sistema Petrolífero Ponta Grossa - Itararé*

As rochas geradoras desse sistema são os folhelhos pretos laminados e carbonosos da Formação Ponta Grossa, que abrangem quase 2/3 da bacia e estão senis em quase toda a sua área de ocorrência.

As acumulações petrolíferas principalmente ocorrem nos arenitos do Grupo Itararé (Neocarbonífero/Eopermiano), particularmente os da Formação Lagoa Azul. Destacam-se também os arenitos da Formação Campo Mourão, produtores do campo de gás de Barra Bonita, que apresentam porosidade e permeabilidade melhoradas pela ocorrência de fraturas subverticais.

Resumidamente, os sistemas petrolíferos da Bacia do Paraná funcionam da seguinte forma:

### **Geração**

- Formações Irati e Ponta Grossa.

### **Reservatórios**

- Arenitos da Formação Rio Bonito e do Grupo Itararé (Fms. Lagoa Azul, Campo Mourão e Taciba). Arenitos das Formações Alto Garças e Furnas são reservatórios potenciais.

### **Selos**

- Folhelhos das formações Vila Maria, Ponta Grossa e Palermo. Folhelhos intraformacionais também constituem selantes, especialmente para reservatórios do Grupo Itararé. Selos não convencionais podem ser formados por vulcânicas da Formação Serra Geral em alguns segmentos da Bacia do Paraná.

### **Trapas**

- Estruturas arqueadas associadas ou não a falhamentos, estratigráficas, ou mistas.

### **Migração**

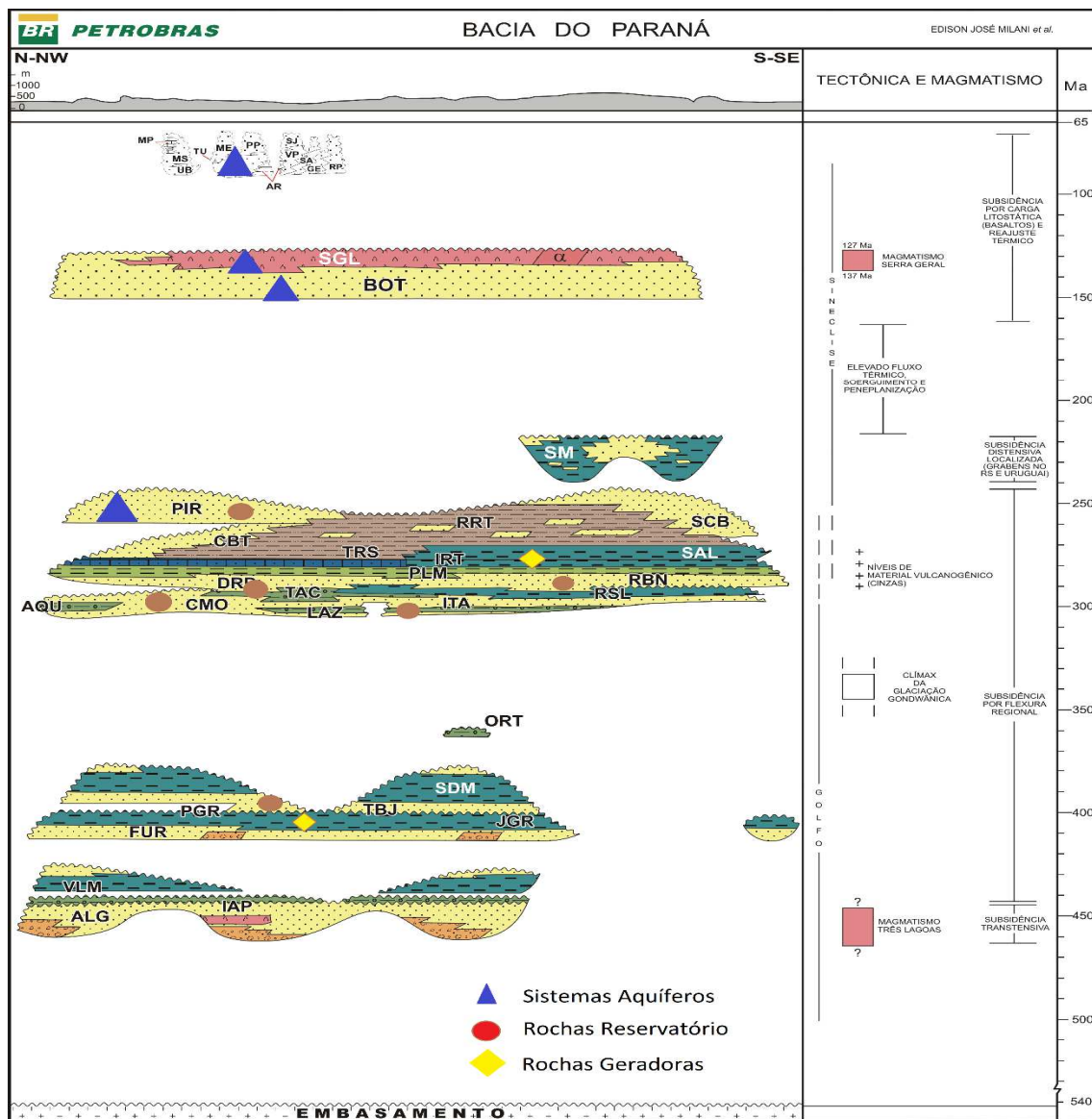
- Planos de falhas ou diques de diabásio, ou por movimentos de fluidos em camadas permeáveis, planos de acamamento e superfícies de discordância.

Os sistemas aquíferos Cachoeirinha, Bauru-Caiuá e Serra Geral (até 350 metros de espessura em conjunto) são os mais rasos de toda a bacia. ANP (2013) descreve que os folhelhos intraformacionais da Formação Rio Bonito, siltitos da Formação Palermo e o conjunto de rochas pelíticas das formações Serra Alta e Teresina servem como rochas selantes da base deste conjunto de sistemas aquíferos, reduzindo os riscos de impacto ambiental negativo em relação às suas águas durante as possíveis atividades para a exploração de petróleo e gás, excetuando-se quando da presença de descontinuidades pré-existentes que podem ser reativadas e daquelas que podem ser geradas com o *fracking* (no caso de reservatórios não convencionais) e permitirem a passagem de fluidos e gás até os aquíferos.

Uma análise realizada exclusivamente com os poços tubulares cadastrados no SIAGAS, na região dos blocos da 15<sup>a</sup> Rodada de Licitações da ANP na Bacia do Paraná, mostrou que existem poços com profundidade de até 324 metros perfurados no Sistema Aquífero

Guarani aflorante. Nessa região os sistemas aquíferos superiores - Cachoeirinha, Bauru-Caiuá, Serra Geral, têm espessura estimada em 350 metros e considerando o Guarani com espessura por volta de 300 metros, há indicação que, localmente, o conjunto formado por esses sistemas aquíferos, tem espessura estimada de 650 metros. Dessa forma, é importante frisar que os conjuntos de camadas de cimentações e revestimentos dos poços de exploração, desenvolvimento e produção para recursos não convencionais se estendam à profundidades compatíveis para a proteção desse conjunto de aquíferos. Destaca-se que as espessuras e profundidades exatas dos aquíferos existentes na área serão mais adequadamente conhecidas quando da realização de estudos sísmicos e da perfuração dos poços exploratórios, momento este que se terá um cenário com a delimitação precisa das extensões dos conjuntos de revestimentos e cimentações.

A **Figura 6** mostra a relação entre os principais sistemas aquíferos e as rochas geradoras e reservadoras de petróleo e gás na Bacia do Paraná.



**Figura 6** – Estratigrafia da Bacia do Paraná e a relação entre os principais sistemas aquíferos e as rochas geradoras e reservadoras de petróleo e gás (apud Milani et al., 2007).

### 3.1.1.3 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Apenas 1 bloco não apresenta sobreposição com Áreas Prioritárias (PAR-T-116). Há sobreposição de 12 blocos a 7 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade do **Bioma Cerrado**, sendo que 2 delas são classificadas como prioridade Extremamente Alta, conforme quadro abaixo:

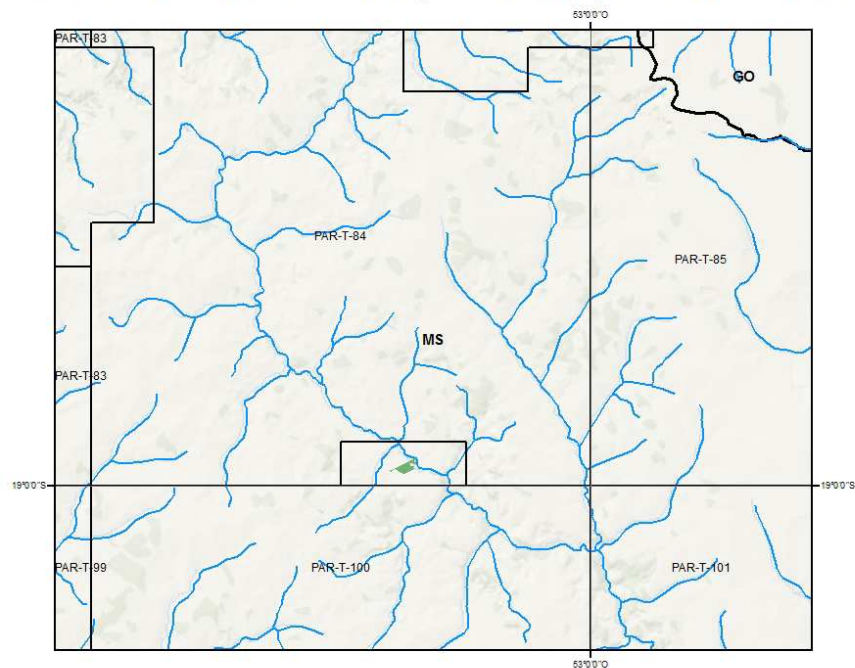
Nome do Bloco	Nome da Área Prioritária	Prioridade
PAR-T-115	Ribeirão Aquidauana	Extremamente alta
PAR-T-83	Rio Coxim	Alta
PAR-T-83	Rio Jauru -MS	Muito alta
PAR-T-99	Rio Coxim	Alta
PAR-T-84	Rio da Prata	Muito alta
PAR-T-84	Três Lagoas	Extremamente alta
PAR-T-100	Rio São Domingos	Muito alta
PAR-T-100	Três Lagoas	Extremamente alta
PAR-T-117	Rio São Domingos	Muito alta
PAR-T-85	Rio da Prata	Muito alta
PAR-T-85	Três Lagoas	Extremamente alta
PAR-T-101	Três Lagoas	Extremamente alta
PAR-T-118	Três Lagoas	Extremamente alta
PAR-T-86	Jacuba - Corrente	Muito alta
PAR-T-86	Rio da Prata	Muito alta
PAR-T-102	Rio da Prata	Muito alta
PAR-T-119	Três Lagoas	Extremamente alta

### 3.1.1.4 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

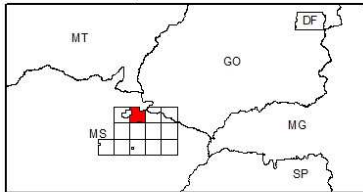
Existe sobreposição entre o bloco PAR-T-85, uma unidade de conservação municipal – a Área de Proteção Ambiental das Bacias do Rio Aporé e do Rio Sucuriu, localizada no município de Chapadão do Sul/MS. A análise foi feita com a localização aproximada do limite da unidade, sendo necessário aferição exata com órgão gestor responsável. A princípio, ainda que haja sobreposição direta, não há impedimento técnico relevante, pois a categoria da unidade prevê uso sustentável de seus recursos naturais, desde que respeitado o disposto em seu plano de manejo. Assim, recomenda-se que o órgão gestor da UC (Prefeitura Municipal de Chapadão do Sul) seja contatado para se aferir (i) o alinhamento das atividades de extrativismo previstas no bloco e os usos possíveis no interior da unidade, (ii) bem como a sua localização exata.

É importante destacar ainda a total circunscrição da RPPN Ponte de Pedra (esfera estadual) pelo bloco PAR-T-84, conforme figura abaixo. É necessário que o bloco seja readequado visando conformidade com a Resolução CONAMA nº 428, §2º, artigo 1º, que estabelece no licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, uma distância mínima de 3 km.

## Bacia do Paraná - Circunscrição de RPPN pelo Bloco PAR-T-84

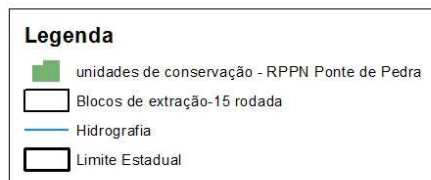


### Macrolocalização



Elaboração:  
Ministério do Meio Ambiente  
Secretaria de Biodiversidade  
Departamento de Áreas Protegidas

Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Escala: 1: 15.107.000



0 170 340 680 Quilômetros

Caso este bloco seja efetivado, é fundamental aferir, durante o processo de licenciamento, prováveis impactos ambientais à unidade, oriundos das atividades de extração a serem realizadas. Inclusive, sugere-se contato prévio com o órgão gestor da UC (no caso, o IMASUL) no intuito de se alinhar expectativas e facilitar o andamento do processo.

O bloco PAR-T-86 está próximo ao ponto de localização georreferenciado (sede municipal) da RPPN Reserva Santuário de Vida Silvestre Pousada das Araras. É necessário verificar a localização exata desta unidade junto ao seu órgão gestor. Por fim, cabe ressaltar que o bloco PAR-T-115, está localizado a menos de 4.25 Km da RPPN Duas Pedras

### 3.1.1.5 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SPAR-N há sobreposição com o polígono de 47 espécies ameaçadas de extinção, sendo três (6%) categorizadas como CR, 10 (21%) EN e o restante 34 (72%)

como VU (Tabela 1).

Quanto os registros de ocorrência há sobreposição de nove espécies ameaçadas de extinção, sendo dois (22%) categorizadas como EN e o restante sete (77%) como VU (Tabela 2).

Em relação aos Planos de Ação Nacional para Conservação (PAN), a área do setor SPAR-N se sobrepõe com as áreas dos seguintes PANs: Cervídeos, Grandes Felinos, Ariranha, Canídeos e Aves do Cerrado e Pantanal.

Tabela 1: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SPAR-N.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPAR-N	<i>Loricaria coximensis</i>	Peixes Continentais	CR	Sim
SPAR-N	<i>Ortalis guttata remota</i>	Aves	CR	Sim
SPAR-N	<i>Sporophila maximiliani</i>	Aves	CR	Não
SPAR-N	<i>Coryphaspiza melanotis</i>	Aves	EN	Não
SPAR-N	<i>Geositta poeciloptera</i>	Aves	EN	Não
SPAR-N	<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Mamíferos	EN	Sim
SPAR-N	<i>Melanorivulus scalaris</i>	Peixes Continentais	EN	Sim
SPAR-N	<i>Melipona rufiventris</i>	Invertebrados Terrestres	EN	Sim
SPAR-N	<i>Nothura minor</i>	Aves	EN	Não
SPAR-N	<i>Taoniscus nanus</i>	Aves	EN	Não
SPAR-N	<i>Urubitinga coronata</i>	Aves	EN	Não
SPAR-N	<i>Leopardus tigrinus</i>	Mamíferos	EN	Não
SPAR-N	<i>Thylamys macrurus</i>	Mamíferos	EN	Não
SPAR-N	<i>Alectrurus tricolor</i>	Aves	VU	Não
SPAR-N	<i>Canthon corpulentus</i>	Invertebrados Terrestres	VU	Sim
SPAR-N	<i>Corumbataia britskii</i>	Peixes Continentais	VU	Sim
SPAR-N	<i>Furipterus horrens</i>	Mamíferos	VU	Não
SPAR-N	<i>Glyphonycteris behnii</i>	Mamíferos	VU	Sim



<b>SPAR-N</b>	<i>Harpia harpyja</i>	Aves	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Hydropsalis candicans</i>	Aves	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Lonchorhina aurita</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Lycalopex vetulus</i>	Mamíferos	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Melanorivulus rutilicaudus</i>	Peixes Continentais	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Natalus macrourus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Penelope ochrogaster</i>	Aves	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Priodontes maximus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Sapajus cay</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Simpsonichthys nigromaculatus</i>	Peixes Continentais	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Simpsonichthys parallelus</i>	Peixes Continentais	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Aves	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Speothos venaticus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Puma yagouarondi</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Puma concolor</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Leopardus wiedii</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Pseudalopex vetulus</i>	Mamíferos	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Panthera onca</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Leopardus guttulus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Leopardus colocolo</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Thylamys velutinus</i>	Mamíferos	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Tayassu pecari</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Tapirus terrestris</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Blastocerus dichotomus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPAR-N</b>	<i>Philodryas livida</i>	Répteis	VU	Sim
<b>SPAR-N</b>	<i>Alectrurus tricolor</i>	Aves	VU	Não

Tabela 2: Espécies ameaçadas de extinção com registro de ocorrência para o setor SPAR-N.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPAR-N	<i>Melanorivulus scalaris</i>	Peixes Continentais	EN	Sim
SPAR-N	<i>Urubitinga coronata</i>	Aves	EN	Não
SPAR-N	<i>Corumbataia britskii</i>	Peixes Continentais	VU	Sim
SPAR-N	<i>Lonchorhina aurita</i>	Mamíferos	VU	Não
SPAR-N	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Mamíferos	VU	Não
SPAR-N	<i>Natalus macrourus</i>	Mamíferos	VU	Não
SPAR-N	<i>Priodontes maximus</i>	Mamíferos	VU	Não
SPAR-N	<i>Simpsonichthys nigromaculatus</i>	Peixes Continentais	VU	Sim
SPAR-N	<i>Sporophila palustris</i>	Aves	VU	Não

### 3.1.1.6 - Subsídios ao licenciamento ambiental

Considerando a competência estadual para o licenciamento ambiental das atividades de E&P em blocos terrestres, de acordo com a Lei Complementar nº 140/2011, o GTPEG apresenta algumas contribuições e recomendações de caráter geral para esse processo:

- Deverão ser observadas em sua integralidade as normativas vigentes nas esferas federal, estaduais e municipais para o desenvolvimento de quaisquer atividades que interfiram ou se sobreponham a unidades de conservação, Áreas de Preservação Permanente (APPs), cursos d'água, Mata Atlântica (Lei Federal Nº 11428/2006), áreas de ocorrência espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção (Portarias MMA nº 443, 444, 445, de 17 de dezembro de 2014) e espécies migratórias, dentre outras.
- Diante da proximidade dos blocos com Unidades de Conservação e dependendo das características da atividade a ser desenvolvida, o licenciamento ambiental deve considerar a possibilidade de afetação a ambientes e recursos especialmente protegidos pelas unidades, em especial quanto aos riscos de acidentes associados aos empreendimentos. Devem ser exigidas ações específicas que evitem ou minimizem os efeitos danosos de possíveis acidentes a UC.
- Nos casos em que as atividades relacionadas à exploração e produção de petróleo e gás, em licenciamento, possam afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o órgão responsável pela administração da UC deve ser formalmente consultado, sendo que o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental só poderá ser concedido após sua autorização (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000). Esse procedimento está previsto na Resolução CONAMA nº 428/2010 e deve ser seguido em todos os casos identificados, independente da esfera de governo à qual a UC está vinculada.

- Quando for identificada unidade de conservação que não esteja cadastrada no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, o órgão gestor deverá ser informado, de forma a adotar providências necessárias para o cadastramento da unidade, junto ao Ministério do Meio Ambiente.
- O licenciamento de atividades em blocos exploratórios que estiverem sobrepostos a unidades de conservação da categoria Área de Proteção Ambiental (APA) deverá observar os objetivos de criação, bem como o disposto no plano de manejo e no zoneamento da unidade.
- Recomenda-se que durante o processo de licenciamento ambiental para atividades nos blocos adquiridos, seja observada a possível existência de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) na região, uma vez que a localização de unidades de conservação desta categoria podem não estar com precisão geográfica adequada (para o caso de algumas unidades federais) nem constar no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Ressalta-se que não é permitida a realização de atividades de E&P nas RPPN.
- Deverá ser considerada a ocorrência de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (MMA, 2007) como um fator que eleva o nível de exigência do licenciamento em termos de diagnóstico ambiental (eventualmente com levantamento de dados primários) e de plano de controle ambiental (medidas mitigadoras, compensatórias e de monitoramento).
- Diante da identificação da riqueza de espécies ameaçadas, recomenda-se que durante o licenciamento ambiental das atividades seja solicitada a realização de estudo que descreva a interação entre o empreendimento e as espécies identificadas, contemplando eventuais prejuízos causados pelas atividades a serem desenvolvidas.
- Deverão ser observados os Planos de Ação Nacionais para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, visando compatibilizar aspectos do licenciamento ambiental com suas disposições.
- Deverão ser consultados no processo de licenciamento ambiental, nos termos da legislação vigente, a depender das particularidades do bloco em questão: (i) a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) quanto à existência de terras indígenas; (ii) a Fundação Cultural Palmares quanto aos territórios quilombolas; (iii) o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) quanto aos sítios históricos e arqueológicos; e (iv) o Ministério da Saúde quando em áreas de risco ou endêmicas para malária. Mesmo considerando que a maioria dos licenciamentos ambientais deverá ser conduzida pelos estados, apontamos a Portaria Interministerial nº 60/2015, que regulamenta a atuação dos órgãos e entidades incumbidos da elaboração de parecer em processo de licenciamento ambiental de competência federal (FUNAI, Fundação Cultural Palmares - FCP, IPHAN e Ministério da Saúde). Ressaltamos que esses órgãos possuem normativas específicas sobre como eles se manifestam no processo de licenciamento.
- Deve ser observada a legislação relacionada ao licenciamento ambiental e proteção do patrimônio espeleológico. O principal instrumento jurídico vigente é o Decreto nº 99.556/1990, com alterações dadas pelo Decreto nº 6.640/2008. Além destes, destaca-se a Instrução Normativa MMA 2/2009, que traz os conceitos e métodos para a elaboração dos estudos necessários; a Resolução CONAMA 347/2004, que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico; e a Instrução Normativa ICMBio 30/2012, que trata dos procedimentos afetos à execução das outras formas de compensação,

conforme § 3º, art. 4º do Decreto 99.556/90. Ressalta-se que os dados existentes na base geoespacializada de cavernas do Brasil, disponibilizada pelo CECAV (<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>), não representam todo o universo de cavernas existentes no território brasileiro. Esta base reúne unicamente a pequena porção de cavidades que já foi prospectada por pessoas físicas, grupos ou instituições, cujos dados foram publicados em diversos meios de divulgação e que foram sistematizados, georreferenciados e analisados pelo CECAV. A atribuição das atividades de prospecção, identificação e registro de cavidades naturais subterrâneas, em processos de licenciamento ambiental, bem como elaboração dos estudos de impacto ao patrimônio espeleológico e, quando necessário, a classificação do grau de relevância de cavidades, é de responsabilidade do empreendedor, a ser definida pelo órgão ambiental competente no Termo de Referência do rito do licenciamento ambiental.

- Deverá ser observada a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006) quando a atividade em licenciamento estiver abrangida pela área de aplicação prevista na Lei. Destaca-se que a legislação prevê diversas restrições e condicionantes para a realização de atividades e empreendimentos que impliquem o corte ou a supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica, em especial quando se tratar de vegetação em estágio primário e avançado e médio de regeneração e quando abrigar espécies ameaçadas de extinção, proteger o entorno de unidades de conservação, exercer a função de proteção de mananciais e prevenção de controle de erosão, formar corredores ecológicos, entre outros.
- Não deverão ser permitidas perfurações sobre a orla, ficando o licenciamento, em blocos que a abarquem, condicionado à utilização de tecnologias alternativas (poços direcionais, por exemplo). Isto significa que o licenciamento de atividades de E&P nesses blocos deverá ser condicionado a uma avaliação prévia da viabilidade de exploração por poços direcionais ou outras tecnologias que atendam esta exigência. Para fins de entendimento, adotamos a definição de orla estabelecida no Decreto nº 5.300/04 (Art. 23), o qual determina como limite na área marinha a isóbata dos 10 metros e, na área terrestre, 50 metros em áreas urbanizadas e 200 metros em áreas não urbanizadas, contados na direção do continente, a partir do limite de contato terra/mar, em qualquer de suas feições: costão, praia, restinga, manguezal, duna ou falésia.
- O licenciamento ambiental de atividade de perfuração em blocos exploratórios que contenham em seu interior áreas alagáveis deve ser condicionado ao mapeamento prévio da área de influência, em escala compatível, e que não seja permitida perfuração direta sobre quaisquer áreas alagáveis. Deverá ser avaliada previamente a viabilidade do uso de tecnologias alternativas (poços direcionais) para perfuração somente a partir de áreas de terra firme;
- Devem ser estabelecidas medidas para proteção dos aquíferos, como a avaliação dos projetos de poço para assegurar o adequado isolamento deste aquíferos; controle sobre a ecotoxicidade e biodegradabilidade dos fluidos de perfuração e complementares; adequada destinação final dos fragmentos de rocha (“cascalho”) gerados pela atividade, de forma a evitar a percolação no solo e subsolo de contaminantes associados ou relativos aos fluidos aderidos; medidas locais de transporte, armazenamento e utilização de produtos

químicos que diminuam os riscos de queda ao solo; adequada disposição final da água de produção – no caso de injeção nas formações rochosas deverá ser realizada avaliação do potencial de contaminação sobre os aquíferos e do potencial indutor de sismos desta prática; formulação de Plano de Emergência que estabeleça medidas efetivas para evitar a chegada do óleo aos cursos da água da região e sua percolação no subsolo.

- A avaliação geológica, geofísica detalhada é ponto chave para redução dos impactos e riscos das atividades petrolíferas. O levantamento hidrogeológico deve atentar ao posicionamento estratigráfico e/ou estrutural das rochas alvos (geradora e armazenadora) em relação aos aquíferos existentes, de forma a isolá-los durante as atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos, para evitar sua contaminação em todas as etapas, com atenção específica ao projeto do revestimento final do poço. Deve-se implementar a avaliação e o monitoramento da integridade dos poços de forma a evitar contaminações nos aquíferos adjacentes.
- É importante que os estudos hidrogeológicos sejam estabelecidos em escala local, objetivando-se a identificação e a caracterização (ambiente geológico, parâmetros hidráulicos e comportamento hidrodinâmico) dos diferentes sistemas aquíferos (rasos e profundos). Ainda, é indispensável:
  - Detalhamento das áreas de recarga dos diferentes sistemas aquíferos, sob o ponto de vista pedo-geológico, geomorfológico e de uso/ocupação;
  - Detalhamento das áreas de descarga e relação com os recursos hídricos superficiais;
  - Usos efetivos ou potenciais; e
  - Desenvolvimento, para cada área de projeto, de modelos hidrogeológicos conceitual e matemático, de maneira a permitir o estabelecimento de mapas de vulnerabilidade natural e de perigo/potencial de contaminação com as atividades existentes e as atividades pretendidas.
- Deve-se proceder a análise de dados de *baseline* e *background* (sismicidade, qualidade de águas subterrâneas e superficial) previamente ao início das atividades exploratórias. O monitoramento quali-quantitativo de recursos hídricos subterrâneos e superficiais deve ser realizado antes, durante e após o fechamento dos poços de hidrocarbonetos. Deve-se realizar avaliação ambiental prévia das substâncias utilizadas nos fluidos de perfuração, completação, intervenção e fraturamento hidráulico tanto para avaliação dos riscos de contaminação de aquíferos como para o planejamento do monitoramento.
- Recomenda-se atenção especial ao manuseio e descarte das águas residuárias geradas no processo de produção dos hidrocarbonetos. Estas devem ser adequadamente tratadas, de forma a não contaminar os aquíferos presentes nas respectivas áreas. Algumas técnicas, como a injeção em poços para descarte de resíduos líquidos e sólidos, podem trazer a desvantagem do alto risco da contaminação das águas subterrâneas. Em caso de sua escolha, deverão ser utilizadas formações rochosas permeáveis não aquíferas, com centenas de metros de profundidade em um contexto confinado por camadas impermeáveis e não fraturáveis. Destaca-se que a injeção contínua de grandes volumes de águas residuárias, quando próximos a falhas e em condições de *stress* desfavoráveis, podem potencialmente induzir a geração de sismos.
- Os blocos exploratórios podem sobrepor-se ou estar muito próximos a áreas de grande densidade populacional. Portanto, no momento do licenciamento ambiental

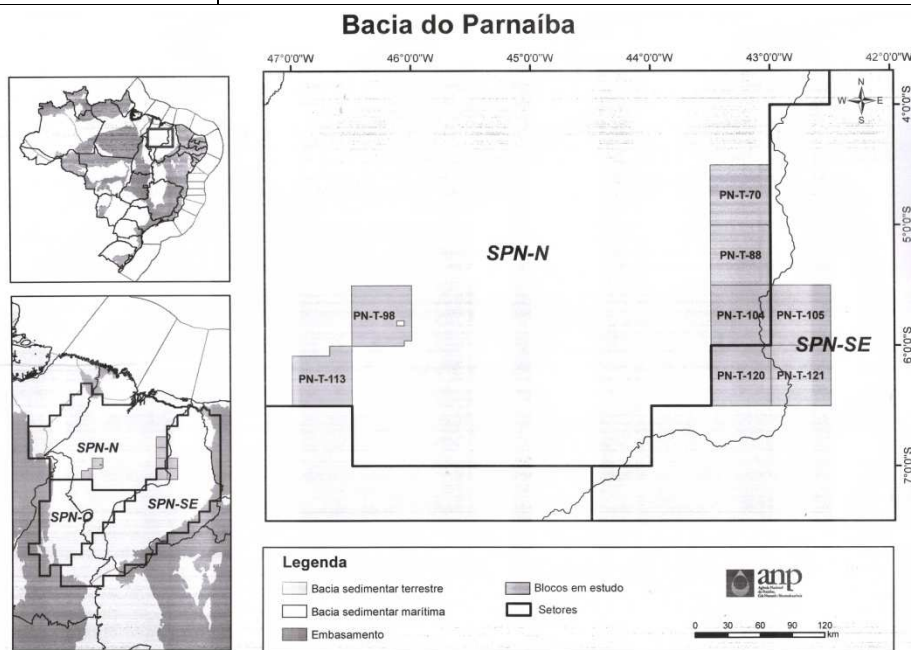
deve-se reservar especial atenção aos Estudos de Análise de Risco (EAR) e aos Planos de Emergência, no que tange aos potenciais riscos de acidentes que possam afetar a circunvizinhança dos blocos de exploração, notadamente aqueles eventos que possam ocasionar contaminação do solo, ar e água (especialmente aqueles mananciais que se prestam à captação de água para abastecimento da população).

### 3.1.1.7 – Conclusão sobre os campos apresentados

Necessidade de readequação do bloco PAR-T-84, visando conformidade com a Resolução CONAMA nº 428, §2º, artigo 1º, que estabelece no licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, uma distância mínima de 3 km.

### 3.1.2 - Bacia do Parnaíba – Bacia de Nova Fronteira

Setor	Número de Blocos	Blocos
SPN-SE	3 blocos	PN-T-105, PN-T-120, PN-T-121
SPN-N	5 blocos	PN-T-70, PN-T-88, PN-T-98, PN-T-104, PN-T-113



#### 3.1.2.1 – Considerações Gerais

A ANP apresentou para análise na porção terrestre da bacia do Parnaíba 8 blocos, sendo 3 na porção sudeste (setor SPN-SE) e 5 na porção Norte (setor SPN-N).

#### 3.1.2.2 – Geologia e Hidrogeologia

Nos textos geológicos mais antigos, a Bacia do Parnaíba é identificada pelos nomes Bacia do Maranhão ou do Piauí-Maranhão. Ocupa uma área de cerca de 600 mil km<sup>2</sup> da porção noroeste do Nordeste brasileiro e, no depocentro, a espessura total de suas rochas atinge cerca de 3.500 metros. Os limites com o embasamento são efetuados ao norte pelo Cráton de São Luís; a oeste pelo Cráton do Amazonas, a Faixa de

Dobramentos Paraguai-Araguaia e o Maciço de Goiás; ao sul pela Faixa de Dobramentos Brasília, e a leste pelo Crátondo São Francisco e pela Faixa de Dobramentos Nordeste. A compartimentação estrutural é feita pelo Arco do Tocantins localizado a noroeste, separando-a das bacias de Marajó e Médio Amazonas; pelo Arco de São Francisco situado a sul e sudeste, separando-a da Bacia Sanfranciscana.

#### Arcabouço Estrutural da Bacia do Parnaíba

A Bacia do Parnaíba é classificada como intracratônica, possui forma circular e depocentro levemente elíptico com orientação NW-SE. Desenvolveu-se sobre um embasamento continental durante a fase de estabilização da Plataforma Sul-Americana (Almeida & Carneiro, 2004).

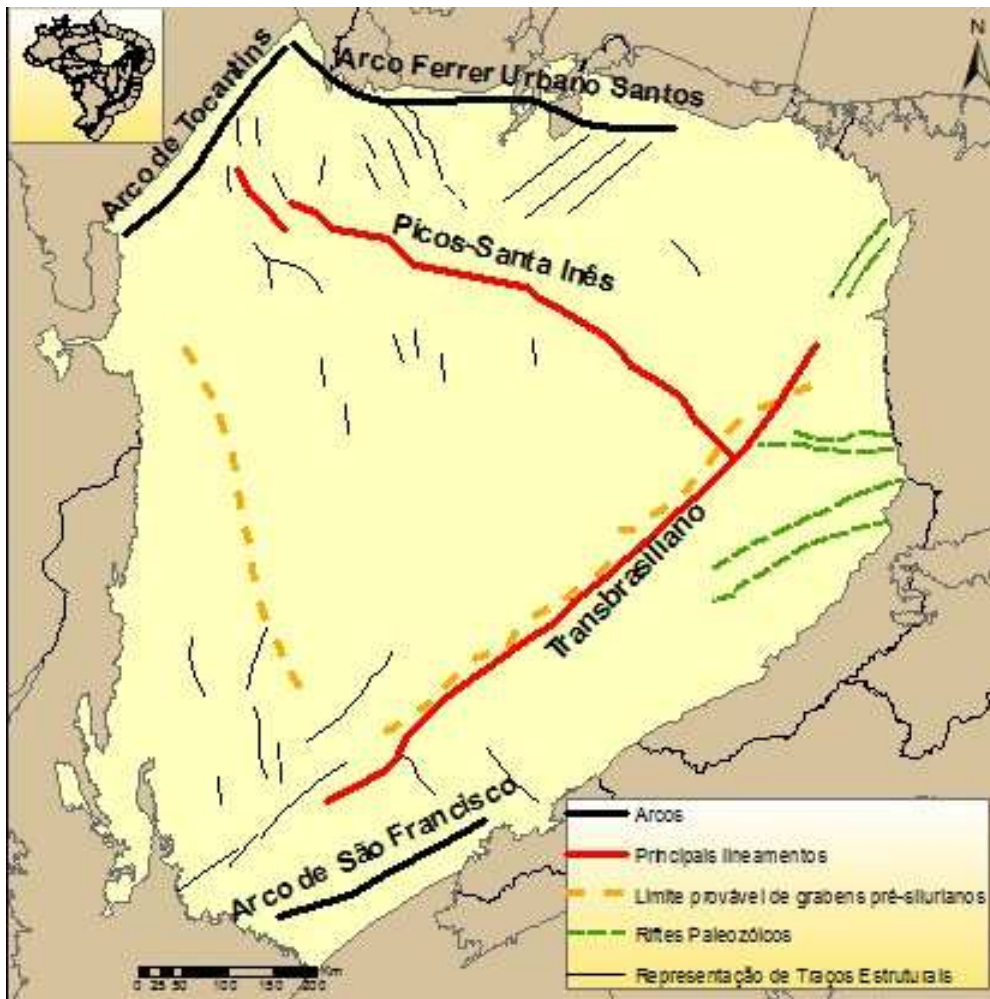
A sedimentação pós-ordoviciano da Bacia do Parnaíba foi fortemente influenciada pelo período terminal do Ciclo Brasileiro, cujos pulsos propiciaram a formação de grábens distribuídos por toda a bacia (Góes *et al.*, 1990; Vaz *et al.*, 2007). Esses autores corroboram que estruturas grabeniformes interpretadas no substrato da Bacia do Parnaíba teriam controlado o depocentro inicial desta bacia. Esses sítios deposicionais, ou riftes precursoros da Bacia do Parnaíba, seriam correlacionáveis ao Gráben Jaibas e a outros grábens, situados na Província Borborema, que foram gerados em um sistema de riftes do final do Proterozoico e início do Paleozoico (Vaz *et al.*, 2007), conforme **Figura 7**.

O Lineamento Picos-Santa Inês e a Zona de Falha Transbrasiliana constituem fraturas e falhas herdadas do embasamento, com relevante importância desde a fase inicial da bacia e por toda a sua evolução, pois controlaram as direções dos eixos deposicionais até o Eocarbonífero (Vaz *et al.*, 2007). Esses lineamentos destacam-se entre as principais feições estruturais da Bacia do Parnaíba.

A Zona de Falha Transbrasiliana, também chamada de Lineamento Transbrasiliano, constitui uma faixa altamente estruturada no sentido NE-SW, que abrange um complexo de falhas normais e transcorrentes, altos estruturais e grábens com eixos paralelos às falhas. Apresenta uma feição alongada com cerca de 2.700 km, que cruza o território brasileiro do Ceará ao Mato Grosso do Sul. No interior da Bacia do Parnaíba, o Lineamento Transbrasiliano é demarcado por falhas orientadas no sentido NE-SW que cortam seções paleozoicas e mesozoicas, bem como por diques de diábasio orientados no mesmo sentido (Cunha, 1986).

As evidências do Lineamento Picos-Santa Inês não são tão explícitas quanto às do Transbrasiliano; entretanto, se refletem em uma série de alinhamentos orientados para noroeste que possivelmente interagiram com o desenvolvimento da bacia, controlando um expressivo eixo deposicional NW-SE (Cunha, 1986). As principais feições estruturais da Bacia do Parnaíba estão representadas na **Figura 7**.

Acompanhando os efeitos da separação dos continentes sul-americano e africano com consequente abertura do Oceano Atlântico Equatorial, ocorreu um significativo processo magmático intrusivo e extrusivo (Góes *et al.*, 1990), que foi responsável por falhamentos de pequeno rejeito, dobras e outras estruturas (Vaz *et al.*, 2007).



**Figura 7** - Mapa com os principais lineamentos e feições estruturais da Bacia do Parnaíba.

#### Estratigrafia da Bacia do Parnaíba

É dividida em cinco seqüências deposicionais, denominadas de seqüências siluro-ordovicianas (I), devoniana (II), carbonífero-triássica (III), jurássica (IV) e cretácica (V) (**Figura 8**), separadas por discordâncias regionais e correlacionáveis a eventos tectônicos de natureza global (Góes *et al.*, 1990 e Góes & Feijó, 1994).

A **Seqüência I** corresponde ao Grupo Serra Grande (formações Ipu, Tianguá, Jaicós). Trata-se de um ciclo transgressivo-regressivo completo, representativo da primeira manifestação marinha na bacia. O início da sedimentação ocorreu em consequência da atuação de um mega-sistema de fraturas, associado com a contração térmica ocorrida no final da Orogenia Brasileira e o seu término é atribuído aos reflexos da Orogenia Caledoniana da Cordilheira Andina, provavelmente entre o Siluriano e o Devoniano. Como já descrito, é nesta seqüência que se encontra os arenitos do Grupo Serra Grande, o qual forma um dos mais importantes sistemas aquíferos da Bacia do Parnaíba: o Sistema Aquífero Serra Grande.

A **Seqüência II** corresponde ao Grupo Canindé (formações Itaim, Pimenteiras, Cabeças, Longá e Poti) e indica uma nova fase de subsidência e expansão da bacia, resultando na implantação de um novo ciclo transgressivo-regressivo, refletindo as oscilações do nível



do mar e representando sua maior ingressão marinha. O final da sedimentação é atribuído ao soerguimento provocado pelos reflexos da Orogenia Eo-Herciniana, da Cordilheira dos Andes.

A ***Sequência Carbonífero-Triássica (Sequência III)*** corresponde ao Grupo Balsas (formações Piauí, Pedra de Fogo, Motuca e Sambaíba) e marca mudanças estruturais e ambientais profundas na bacia. Seus principais eixos deposicionais, antes controlados por expressivas zonas de fraqueza de direção nordeste e noroeste, deslocaram-se em direção ao centro da bacia e os mares abertos com ampla circulação e clima temperado (Caputo, 1984) passaram para mares de circulação restrita e clima quente. Aqui também se tem um novo ciclo transgressivo-regressivo, no entanto sob condições de mar raso e restrito, caracterizando uma sedimentação controlada por condições severas de aridez, responsáveis pela deposição de evaporitos e pela implantação de desertos no início e fim do ciclo. O término da sedimentação é atribuído a um soerguimento generalizado, resultante da Orogenia Gonduanide (Zalán, 1991).

É importante destacar que foi nas sequências II e III que ocorreram as deposições dos arenitos das formações Cabeças, Poti (Sequência II) e Piauí (Sequência III). Estas unidades geológicas formam dois importantes sistemas aquíferos na Bacia do Parnaíba: Sistema Aquífero Cabeças e Sistema Aquífero Poti-Piauí.

A ***Sequência Jurássica (Sequência IV)*** corresponde ao Grupo Mearim (formações Pastos Bons e Corda), o qual se apresenta com distribuição restrita e espessuras bastante reduzidas, marcando uma deposição exclusivamente continental na bacia. Sua deposição é creditada ao peso do pacote vulcânico resultante do magmatismo básico ocorrido na bacia durante o Triássico (Formação Mosquito).

Outro aquífero importante para o abastecimento que ocorre nas áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15ª Rodada de Licitações da ANP é o Sistema Aquífero Corda, formado pelas rochas sedimentares da formação homônima e que foi depositado durante a Sequência Jurássica.

A ***Sequência Cretácica (Sequência V)***, corresponde às formações Grajaú, Codó e Itapecuru; caracterizada por uma nova subsidência da Bacia do Parnaíba, propiciando um novo ciclo de sedimentação marinha, resultante de uma rápida transgressão, seguida da retirada definitiva do mar, culminando com uma sedimentação continental e o encerramento do ciclo sedimentar.

A coluna estratigráfica da bacia compreende rochas do Paleozoico, representadas pelas formações Cabeças, Longá, Poti (Sequência II) e Piauí (Sequência III), envolvendo sedimentos correspondentes a ciclos transgressivo-regressivos, com depósitos de origem continental, transicional e marinho; rochas mesozoicas da Formação Sardinha, constituída pelas intrusivas básicas, originadas de eventos magmáticos do Eocretáceo e sedimentos das formações Codó e Itapecuru (Sequência V); primeira de origem lagunar associada a bacias restritas evaporíticas e a segunda de origem transicional (deltaico e planície de maré), recobertos pelos sedimentos das formações superficiais do Cenozoico.

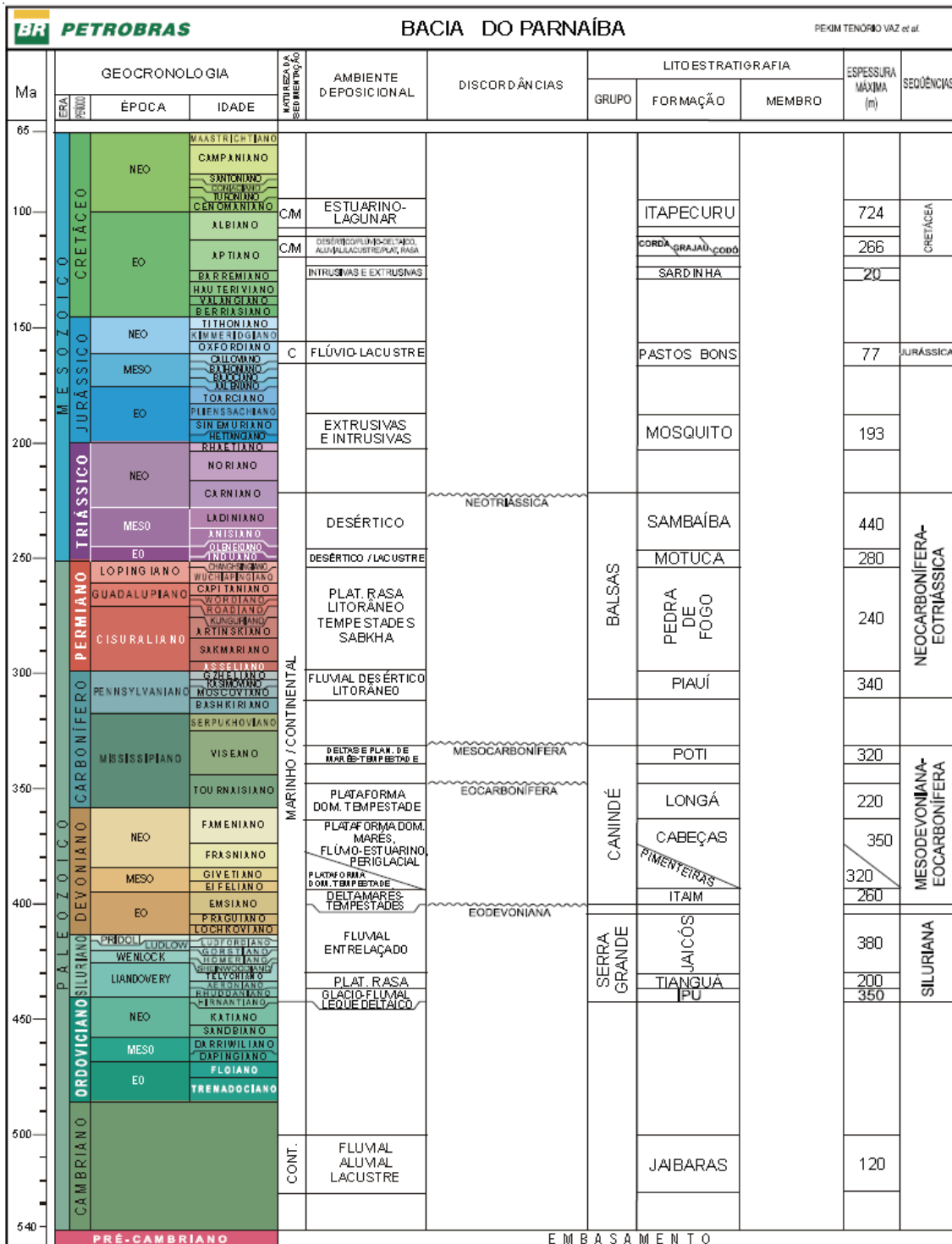
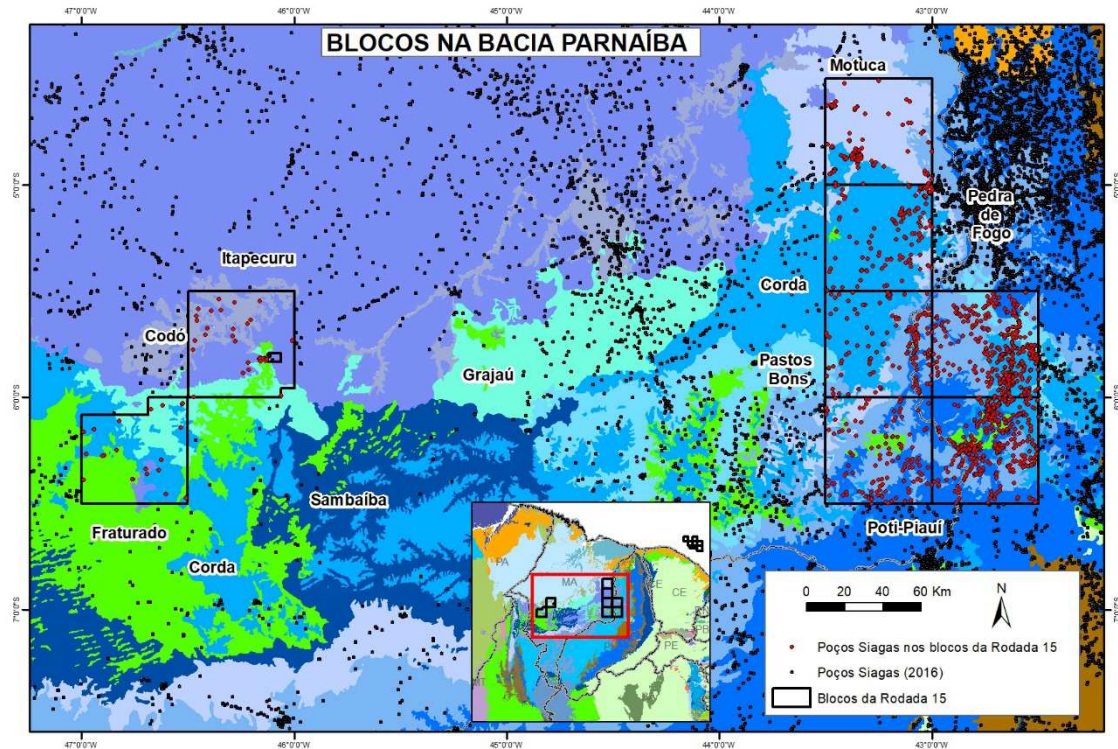


Figura 8 - Estratigrafia da Bacia do Parnaíba (Vaz et al., 2007).

### Principais Sistemas Aquíferos da Bacia do Parnaíba

De acordo com ANA (2013), os blocos da Bacia do Parnaíba em avaliação pela ANP para a 15ª Rodada estão situados sobre áreas de afloramento de diversos sistemas aquíferos, sendo os aflorantes mais relevantes o Poti-Piauí e o Corda, e de forma confinada os sistemas aquíferos Serra Grande e Cabeças. Na Figura 9 são mostrados os sistemas aquíferos com ocorrência na referida região.



**Figura 9** - Sistemas aquíferos aflorantes na Bacia do Parnaíba, sobrepostos pelos blocos em estudo pela ANP para a 15ª Rodada de Licitações (ANA, 2013).

### *Sistema Aquífero Serra Grande*

Encontra-se confinado pelos folhelhos da Formação Pimenteiras, e se assenta diretamente sobre as rochas do embasamento cristalino. A zona de recarga direta e indireta do Sistema Aquífero Serra Grande (SASGde) estende-se do sul do Piauí, município de Parnaguá até próximo ao município de Parnaíba, no extremo norte do estado, em uma faixa de aproximadamente 950 km de extensão e largura de 67 km em sua porção central, próximo ao município de Picos; portanto na porção leste da região hidrográfica.

É constituído por arenitos brancos a beges, com granulação média a muito grossa, comumente conglomeráticos. Esses sedimentos mergulham suavemente para leste, no sentido do fluxo das águas subterrâneas. Trata-se de unidade geológica com espessuras anômalas e muito variáveis, tanto em sua faixa aflorante como em subsuperfície, em função de movimentações tectônicas que ocorreram durante sua sedimentação, especialmente na borda da bacia. No poço estratigráfico CC 220, com 953 metros de profundidade, perfurado pela CPRM, situado no Parque Nacional Serra da Capivara, a 10 km da borda da bacia, esta unidade apresenta no perfil litológico do poço 791 metros de espessura, sem atingir a interface com o embasamento cristalino (CPRM, 2009b). Segundo Costa (1994) apresenta espessura média de 500 metros.

Estudos desenvolvidos em 35 poços na cidade de Picos (PI) e imediações, o SASGde apresentou os seguintes dados: vazão (Q) - 8 a 144 m<sup>3</sup>/h e capacidade específica (q) - 0,52 a 9,69 m<sup>3</sup>/h/m. A profundidade do nível d'água, referente à data da perfuração, varia de 2,5 a 118 metros. O nível dinâmico pode alcançar até 160 metros (CPRM,

2012c). Os parâmetros hidrodinâmicos médios deste sistema aquífero na borda sudeste da Bacia do Parnaíba são: transmissividade(T)  $-7,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , condutividade hidráulica (K)  $-2,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  e coeficiente de armazenamento (S)  $-1,0 \times 10^{-4}$  (Correia Filho *et al.*, 2010).

A alimentação desse sistema aquífero é realizada através de infiltração direta de chuvas, principalmente em sua área de recarga. Deve ocorrer, também contribuição por filtração vertical procedente do Sistema Aquífero Cabeças, via Aquitardo Pimenteiras.

Na zona de recarga do SASGde o principal fator na definição da vulnerabilidade do aquífero é o nível estático. À medida que se torna confinado pela Formação Pimenteiras ocorre uma redução do índice de vulnerabilidade, ficando mais protegido (CPRM, 2012c).

Estudos de vulnerabilidade na Bacia do Parnaíba, abrangendo a região sudoeste do estado, foram realizados por Araújo & Marques (2008), em escala 1:500.000. Nestetrabalho o Sistema Aquífero Serra Grande é classificado como de vulnerabilidade moderada.

Normalmente suas águas são usadas para abastecimento humano, realizado por meio de poços públicos, particulares ou explorados por pequenas comunidades, na maioria dos casos, por intermédio de chafarizes. Em segundo lugar, vem o uso para irrigação (Andrade Júnior *et al.*, 2004). Contribui também no abastecimento das seguintes regiões: Baixo Parnaíba Maranhense, Litoral do Piauí, Ibiapaba, Crateús (CE), Alto e Médio Canindé, Valença (PI) e São Raimundo Nonato (PI). Condições de artesianismo são frequentes, ao longo da borda oriental da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Na cidade de Picos (PI), o abastecimento é feito exclusivamente por águas subterrâneas e quase que de forma integral pelo Sistema Aquífero Serra Grande (Soares Filho, 1993). A utilização intensiva da água neste município provocou a depleção acentuada no nível potenciométrico (Vidal, 2003).

A qualidade da água é boa na maior parte do aquífero; apresenta resíduo seco médio de 300 mg/L (Costa, 1994). Em Picos (PI) apresenta-se mais salina, com restrição para uso agrícola, nos limites leste com valores de CE de  $1,2 \text{ dSm}^{-1}$ , alcançando até  $2,5 \text{ dSm}^{-1}$  (Andrade Júnior *et al.*, 2004). A utilização intensiva da água neste município provocou a depleção acentuada no nível potenciométrico (CPRM, 2009b).

### *Sistema Aquífero Cabeças*

O Sistema Aquífero Cabeças (SACab) apresenta arenitos finos a grossos, com intercalações de siltitos e folhelhos e por vezes de bancos oolíticos e piritosos, que indica um ambiente marinho e deltaico. Tem na área dos blocos em estudo pela ANP para a 15ª Rodada de Licitações seu comportamento confinado, não aflorando na região. Em condições de confinamento ocorre regionalmente entre o Aquitardo Pimenteiras na base e o Aquitardo Longá, no topo (CPRM, 2012c).

Na região dos blocos da 15ª Rodada de Licitações as espessuras aumentam progressivamente para o interior da bacia, ficando em torno de 250 e 300 metros na região do médio Vale do Gurguéia (Feitosa, 1990). A recarga se dá, principalmente, por

infiltração direta de água das chuvas e por parte das águas escoadas nos locais, onde o Rio Piauí é influente, além de drenança vertical ascendente.

Tratando-se apenas da região dos blocos em análise de um sistema confinado, apresenta valor médio de vazão de 50,2 m<sup>3</sup>/h (CPRM, 2009a). Alguns parâmetros representativos desse sistema aquífero: transmissividade(T) - 6,39 x 10<sup>-3</sup>m<sup>2</sup>/s; condutividade hidráulica (K) - 5,32 x 10<sup>-5</sup>m/s; porosidade efetiva (e) - 3% (Correia Filho *et al.*, 2010). Por ser um aquífero de natureza confinada, pode alcançar capacidade específica (q) - 10 m<sup>3</sup>/h/m. É considerado o melhor aquífero da região, apesar de possuir menor espessura do que o Serra Grande.

Os principais usos da água desse sistema aquífero são o doméstico e a irrigação (CPRM, 2009a). No vale do Gurguéia, porção sul do Estado do Piauí, existem centenas de poços desprovidos de projetos construtivos adequados e de equipamentos de controle de vazão, aspectos que associados à ocorrência do artesianismo, gera grande desperdícios da água subterrânea.

Suas águas apresentam baixa salinidade, com a maioria dos valores de sólidos totais dissolvidos, abaixo de 100 mg/L, recomendadas tanto para consumo humano e animal, como para a agricultura; no entanto quando confinadas podem se tornar salinas. Localmente, podem ser encontradas águas cloretadas, com maior teor salino que representam riscos ao solo e a maior parte das culturas, além da presença acentuada de ferro (CPRM, 2009b).

Os resultados de análises químicas das águas mostram uma predominância de água bicarbonatada mista, branda, doce, levemente ácida, adequada para consumo humano (desde que sejam observados os parâmetros bacteriológicos), consumo animal e irrigação (CPRM, 2009b), também indústrias de suco de frutas, laticínios e alimentícias (Correia Filho *et al.*, 2010).

#### *Sistema Aquífero Poti-Piauí*

O Sistema Aquífero Poti-Piauí (SAPP) posiciona-se acima da Formação Longá e abaixo da Formação Pedra de Fogo. Aflora extensivamente no Estado do Piauí e sudeste do Estado do Maranhão, nas nascentes do Rio Parnaíba e o acompanha em sua extensão norte.

Está representado por arenitos esbranquiçados, predominantemente finos a médios, com estratificação plano paralelo, ou mesmo, cruzada de baixo ângulo. São porosos e friáveis. Na parte superior do pacote arenoso ocorrem folhelhos e siltitos cinzas a cinza-arroxeados, finamente laminados, micáceos (CPRM, 2009b).

A recarga deste sistema também é processada, em quase sua totalidade, pela infiltração a partir das precipitações, existindo ainda alguma contribuição do Rio Gurguéia e seus principais afluentes.

O SAPP é considerado conjuntamente por não existir entre as duas formações aquíferas nenhum aquíclode ou aquícardo que proporcione separação das águas armazenadas nos dois aquíferos. As condições livres são dominantes, mas apresenta-se também semiconfinado. Apresenta, segundo CPRM (2009a), vazão (Q), livre e semiconfinada,

respectivamente, de 18 e 40 m<sup>3</sup>/h; capacidade específica (q) - 1,4 (livre) e 2,57 m<sup>3</sup>/h/m (confinado); transmissividade (T) - 1,7 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s; condutividade hidráulica (K) - 1,7 x 10<sup>-5</sup> m/s; e coeficiente de armazenamento (s) - 2,0 x 10<sup>-3</sup> (livre). A produtividade do sistema é elevada a média. Na região de José de Freitas, no Piauí, é livre, possui 751 poços cadastrados, com espessuras de até 372 metros e profundidade dos poços de 80 a 200 metros (Pereira & Santos, 2002). A espessura média da unidade é de 400 metros (Costa, 1994).

A água é de boa qualidade, com resíduo seco médio da ordem de 200mg/L (Costa, 1994). O principal uso das águas do Sistema Aquífero Poti-Piauí é o doméstico. Os poços tubulares na região de Teresina exploram fortemente o Sistema Aquífero Poti-Piauí, sendo responsável por aproximadamente 75% do total do abastecimento com águas subterrâneas; A qualidade da água subterrânea na região de Teresina (PI), não apresenta riscos de salinização do solo para o uso na irrigação, haja vista o uso intenso para fruticultura (CPRM, 1999).

### *Sistema Aquífero Corda*

Os sedimentos do Sistema Aquífero Corda (SACor) assentam-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Mosquito e arenitos da Formação Sambaíba. Seu contato superior, mantido com a Formação Itapecuru, é geralmente concordante (Lima & Leite, 1978).

Aflora no centro sul do Maranhão e, com base no conteúdo fossilífero, posiciona-se no Jurássico Superior (ANA, 2005). É constituído por arenitos médios a grosseiros, arenitos finos a médios e sequência de ritmitosarenopelíticos, em ambiente continental. Apresenta uma espessura média de 160 metros (Costa, 1994).

No SACor os poços apresentam profundidades médias da ordem de 150 metros e, de acordo com Vaz *et al.* (2007), a espessura deste sistema aquífero pode atingir 266 metros. O nível estático médio é da ordem de 25 metros (Santos, 2010). Sua produtividade é média, tendo os poços a capacidade específica (q) entre 1 e 4 m<sup>3</sup>/h/m e vazão (Q) entre 5 e 25 m<sup>3</sup>/h (Lopes, 2004). Ocorre sob condições livre, semiconfinado e confinado. Os parâmetros hidrodinâmicos médios são: transmissividade (T) - 8,10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s, condutividade hidráulica (K) - 2 x 10<sup>-5</sup> m/s e coeficiente de armazenamento (s) - 4 x 10<sup>-6</sup> (condição confinada) (Costa, 1994). Na região de Açailândia (MA), onde é semiconfinado e possui profundidade de até 400 metros, existem vazões de até 50 m<sup>3</sup>/h (CPRM, 2008).

A água é de boa qualidade com média de resíduo seco de 400 mg/L (Costa, 1994). O principal uso da água é para o abastecimento doméstico. (CPRM, 2009a).

O SACor apresenta-se como alternativa viável de exploração de água subterrânea em porção leste do Estado do Maranhão, sobretudo, considerando-se que as formações Itapecuru e Codó, que lhe sobrepõe, muitas vezes não produzem vazões satisfatórias, além do mais, outros sistemas aquíferos mais importantes como o Poti-Piauí e o Cabeças encontram-se a profundidades economicamente inviáveis (Santos, 2010).

## Estatística dos Poços Tubulares na Bacia do Parnaíba

A **Tabela 9** apresenta dados estatísticos para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 11 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Itapecuru, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 9**. É importante lembrar que poços perfurados sobre estes sistemas aquíferos podem penetrar e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes.

**Tabela 9** - Estatística de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Itapecuru na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

N = 11	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	149	180	164,5	2
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	4,4	6	5,2	2
CE (μS/cm)	38	325	114	9

A **Tabela 9** mostra que o Sistema Aquífero Itapecuru apresenta nesta região uma potencialidade baixa, com vazões máximas de 6 m<sup>3</sup>/h (atenta-se que existem apenas informações de 02 poços). Possivelmente estes poços cadastrados no SIAGAS foram perfurados exclusivamente neste sistema aquífero, o qual pode ter espessura superior a 700 metros (Vaz *et al.*, 2007). Também é possível avaliar que estes poços não devam atingir uma rocha geradora / reservatório não convencional de hidrocarbonetos da Bacia do Parnaíba (formações Pimenteiras, Tianguá e Longá), uma vez que estas estão estratigraficamente muito abaixo, com mais de 1.600 metros da base do Sistema Aquífero Itapecuru.

As **tabelas 10 e 11** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 540 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Corda aflorante, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 9**. É importante lembrar que poços perfurados sobre este sistema aquífero podem penetrar e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes.

**Tabela 10** - Estatística de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Corda aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

N = 540	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	11	360	119	377
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	0,8	102	14,4	194
CE (μS/cm)	15,4	9.929	245	289

**Tabela 11** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Corda aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (μS/cm)
Até 100 m	169	17,2 (N=70)	186,6 (N=77)
>100 e <=200 m	185	12,31 (N=108)	350,7 (N= 111)

>200 e <=360 m	23	18,44 (N=14)	323,8 (N=8)
----------------	----	--------------	-------------

Por meio da avaliação das **tabelas 10 e 11** é possível observar que a maioria dos poços perfurados neste contexto exploram água do próprio Sistema Aquífero Corda, que devem ser aqueles com profundidade de até 200 metros (cerca de 94% dos poços). Ao analisar a **Tabela 11**, pode-se verificar que os poços com profundidades superiores aos 200 metros (23 poços – 6% do total) podem até penetrar sistemas aquíferos subjacentes (por exemplo Sardinha, Pastos Bons, Mosquito, etc.), entretanto a exploração total deve ocorrer mesmo no próprio SACor, uma vez que a sua potencialidade é bem superior às apresentadas pelos aquíferos subjacentes que podem se encontrar até 360 metros de profundidade (vide poço mais profundo da **Tabela 10**). Também é possível avaliar pelas **tabelas 10 e 11** que estes poços não devam atingir uma rocha geradora / reservatório não convencional de hidrocarbonetos da Bacia do Parnaíba (formações Pimenteiras, Tianguá e Longá), uma vez que estas estão estratigraficamente muito abaixo, com mais de 1.400 metros da base do SACor.

As **tabelas 12 e 13** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 102 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Pastos Bons aflorante, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 9**. É importante lembrar que poços perfurados sobre este sistema aquífero podem atingir e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes.

**Tabela 12** - Estatística de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Pastos Bons aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

N = 102	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	40	220	112	83
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	0,9	50	13,74	61
CE (µS/cm)	47	657	273	57

**Tabela 13** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Pastos Bons aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (µS/cm)
Até 100 m	43	12,4 (N=26)	266 (N=29)
>100 e <=200 m	38	14,50 (N=34)	261 (N=18)
>200 e <=220 m	2	21,4 (N=1)	319 (N=1)

Por meio da avaliação das **tabelas 12 e 13** é possível observar que a maioria dos poços perfurados neste contexto exploram água do próprio Sistema Aquífero Pastos Bons e outros subjacentes também de importância reduzida na área da Bacia (Mosquito, Sambaíba, etc.), que devem ser aqueles com profundidade de até 200 metros (cerca de 97,59% dos poços). Ao analisar a **Tabela 13**, pode-se verificar que os poços com profundidades superiores aos 200 metros (02 poços – 2,41% do total) - há a mudança drástica das vazões -, muito possivelmente significa que explora, total ou parcialmente, águas do Sistema Aquífero Poti-Piauí, que também corresponde a um dos reservatórios convencionais de hidrocarbonetos da Bacia do Parnaíba. Também é possível avaliar



pelas **tabelas 12 e 13** que estes poços não devam atingir uma rocha geradora / reservatório não convencional de hidrocarbonetos da Bacia do Parnaíba (formações Pimenteiras, Tianguá e Longá), uma vez que estas estão estratigraficamente muito abaixo, com mais de 1.300 metros da base do Sistema Aquífero Pastos Bons.

As **tabelas 14 e 15** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 138 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Motuca aflorante, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15<sup>a</sup> Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 9**. É importante lembrar que poços perfurados sobre este sistema aquífero podem atingir e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes (por exemplo, Poti-Piauí).

**Tabela 14** - Estatística de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Motuca aflorante na área dos blocos propostos para 15<sup>a</sup> Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

N = 138	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	3,5	200	77	102
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	3	18	9,12	23
CE (µS/cm)	55	1.440	401	19

**Tabela 15** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Motuca aflorante na área dos blocos propostos para 15<sup>a</sup> Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (µS/cm)
Até 100 m	75	8,54 (N=11)	423 (N=8)
>100 e <=200 m	27	9,61 (N=11)	327 (N= 7)

Por meio da avaliação das **tabelas 14 e 15** é possível observar que os poços perfurados neste contexto exploram água do próprio Sistema Aquífero Motuca. Ao analisar a **Tabela 14**, pode-se verificar que o poço com a maior profundidade tem 200 metros, a qual é inferior à espessura média deste sistema aquífero na região – 280 metros (Vaz *et al.*, 2007). A **Tabela 15** demonstra este fato ao observarmos que as vazões médias do conjunto de poços com profundidades de até 100 metros e o conjunto de poços com profundidades superiores a 100 metros são bastante próximas, sendo 8,54 e 9,61 m<sup>3</sup>/h, respectivamente. Também é possível avaliar pelas **tabelas 14 e 15** que estes poços não devam atingir uma rocha geradora / reservatório não convencional de hidrocarbonetos da Bacia do Parnaíba (formações Pimenteiras, Tianguá e Longá), uma vez que estas estão estratigraficamente muito abaixo, com mais de 800 metros da base do Sistema Aquífero Motuca.

As **tabelas 16 e 17** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 279) perfurados sobre o Sistema Aquífero Pedra de Fogo aflorante, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15<sup>a</sup> Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 9**. É importante lembrar que poços perfurados sobre este sistema aquífero podem penetrar e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes.

**Tabela 16** - Estatística de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Pedra de Fogo aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

N = 279	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	3	250	111	175
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	1,2	30,8	9,98	68
CE (µS/cm)	24	1540	268	113

**Tabela 17** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Pedra de Fogo aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (µS/cm)
Até 100 m	80	8,5 (N=24)	264,77 (N=55)
>100 e <=200 m	86	9,9 (N=38)	277,2 (N= 54)
>200 e <=250 m	9	9,75 (N=6)	186,6 (N=4)

Por meio da avaliação das **tabelas 16 e 17** é possível observar que a maioria dos poços perfurados neste contexto exploram água do próprio Sistema Aquífero Pedra de fogo, que devem ser aqueles com profundidade de até 200 metros (cerca de 94,86% dos poços). Ao analisar a **Tabela 17**, pode-se verificar que os poços com profundidades superiores aos 200 metros (09 poços – 5,14% do total) não devem penetrar o sistema aquífero subjacente (Poti-Piauí), sendo a exploração total deve ocorrer mesmo no próprio Sistema Aquífero Pedra de Fogo, uma vez que a sua potencialidade é bem inferior apresentada pelo Sistema Aquífero Poti-Piauí (vide vazão média “>200 e <=400 m” da **Tabela 19**). Também é possível avaliar pelas **tabelas 16 e 17** que estes poços não devam atingir uma rocha geradora / reservatório não convencional de hidrocarbonetos da Bacia do Parnaíba (formações Pimenteiras, Tianguá e Longá), uma vez que estas estão estratigraficamente muito abaixo, com mais de 500 metros da base do Sistema Aquífero Pedra de Fogo.

As **tabelas 18 e 19** apresentam dados estatísticos e de intervalos de ocorrência para os poços cadastrados no SIAGAS até dezembro de 2016 (totalizam 382 poços) perfurados sobre o Sistema Aquífero Poti-Piauí aflorante, no interior das áreas delimitadas pelos blocos previstos na Bacia do Parnaíba para 15ª Rodada de Licitações da ANP, conforme mostrado na **Figura 9**. É importante lembrar que poços perfurados sobre este sistema aquífero podem penetrar e explorar águas subterrâneas dos sistemas aquíferos subjacentes (por exemplo, Cabeças e/ou Serra Grande).

**Tabela 18** - Estatística de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Poti-Piauí aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

N = 382	Mín.	Máx.	Média	N (dados)
Profundidade (m)	10	600	105	242
Vazão (m <sup>3</sup> /h)	1	90	13,62	107
CE (µS/cm)	25	686	231	175

**Tabela 19** - Faixas de intervalo de valores de profundidade, vazão e condutividade elétrica para poços tubulares perfurados sobre o Sistema Aquífero Poti-Piauí aflorante na área dos blocos propostos para 15ª Rodada da ANP na Bacia do Parnaíba.

Faixa de Prof. (m)	N (dados)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /h)	CE Média (µS/cm)
--------------------	-----------	---------------------------------	------------------

Até 100 m	146	12,07 (N=55)	227 (N=106)
>100 e <=200 m	86	13,56 (N=46)	216 (N= 60)
>200 e <=400 m	9	28,33 (N=6)	344 (N=8)
>400 e <=600 m	1	--	597 (N=1)

Por meio da avaliação da **Tabela 19** observa-se que as vazões dos poços perfurados sobre este sistema aquífero aumentam com a profundidade. Possivelmente muitos dos poços com profundidades superiores aos 200 metros estejam explotando, total ou parcialmente, águas subterrâneas do Sistema Aquífero Cabeças, cuja potencialidade hidrogeológica é bastante superior ao Sistema Aquífero Poti-Piauí. Também é possível afirmar que o poço perfurado nesta área com 600 metros de profundidade (**Tabela 19**) explota água do Sistema Aquífero Cabeças e/ou Serra Grande.

#### Sistemas Petrolíferos da Bacia do Parnaíba

O principal sistema petrolífero na Bacia do Parnaíba, observado nos três campos atualmente em produção, é o sistema Pimenteiras-Cabeças (!) cuja rocha geradora é constituída pelos folhelhos marinhos radioativos da Formação Pimenteiras e o reservatório pelos arenitos deltaicos da Formação Cabeças. Além desta configuração, ocorre o sistema Pimenteiras-Poti (!), no qual os reservatórios são formados por arenitos mesocarboníferos, ou, secundariamente, o sistema Pimenteiras-Piauí (!), cujo reservatório compreende sedimentos neocarboníferos continentais a costeiros.

#### *Sistema Petrolífero Pimenteiras-Cabeças*

O sistema petrolífero Pimenteiras-Cabeças (!) é classificado como conhecido com base no trabalho de Rodrigues (1995), que associou os melhores indícios de óleo (no poço 1-TB-2-MA) e gás (no poço 2-CP-1-MA) aos folhelhos geradores devonianos da Formação Pimenteiras, considerando suas características geoquímicas. Segundo Góes *et al.* (1990), a Formação Pimenteiras é considerada a principal unidade potencialmente geradora de petróleo na Bacia do Parnaíba, distribuindo-se amplamente e alcançando espessuras superiores a 500 metros. Os reservatórios são os arenitos da Formação Cabeças, enquanto que os selos são representados por folhelhos, tanto da Formação Cabeças, quanto da Formação Longá (Rodrigues, 1995).

Resumidamente, os sistemas petrolíferos da Bacia do Parnaíba funcionam da seguinte forma:

#### **Geração**

- Fm. Pimenteiras (principal) / Fm. Tianguá (secundária) / Fm Longá (?).

#### **Reservatórios**

- Fm. Cabeças (principal) /Fm. Poti (secundário) /Fm. Piauí (secundário) / Fm. Ipu (?) / Fm Itaim (?).

#### **Selos**

- Rochas intrusivas básicas da Formação Mosquito que podem selar qualquer reservatório, independentemente de sua posição estratigráfica. Folhelhos sobrepostos ou intercalados das formações Tianguá, Pimenteiras, Pedra de Fogo e Longá.

### Trapas

- Estratigráficas (existem também dique diabásicos), estruturais ou mistas.

### Migração

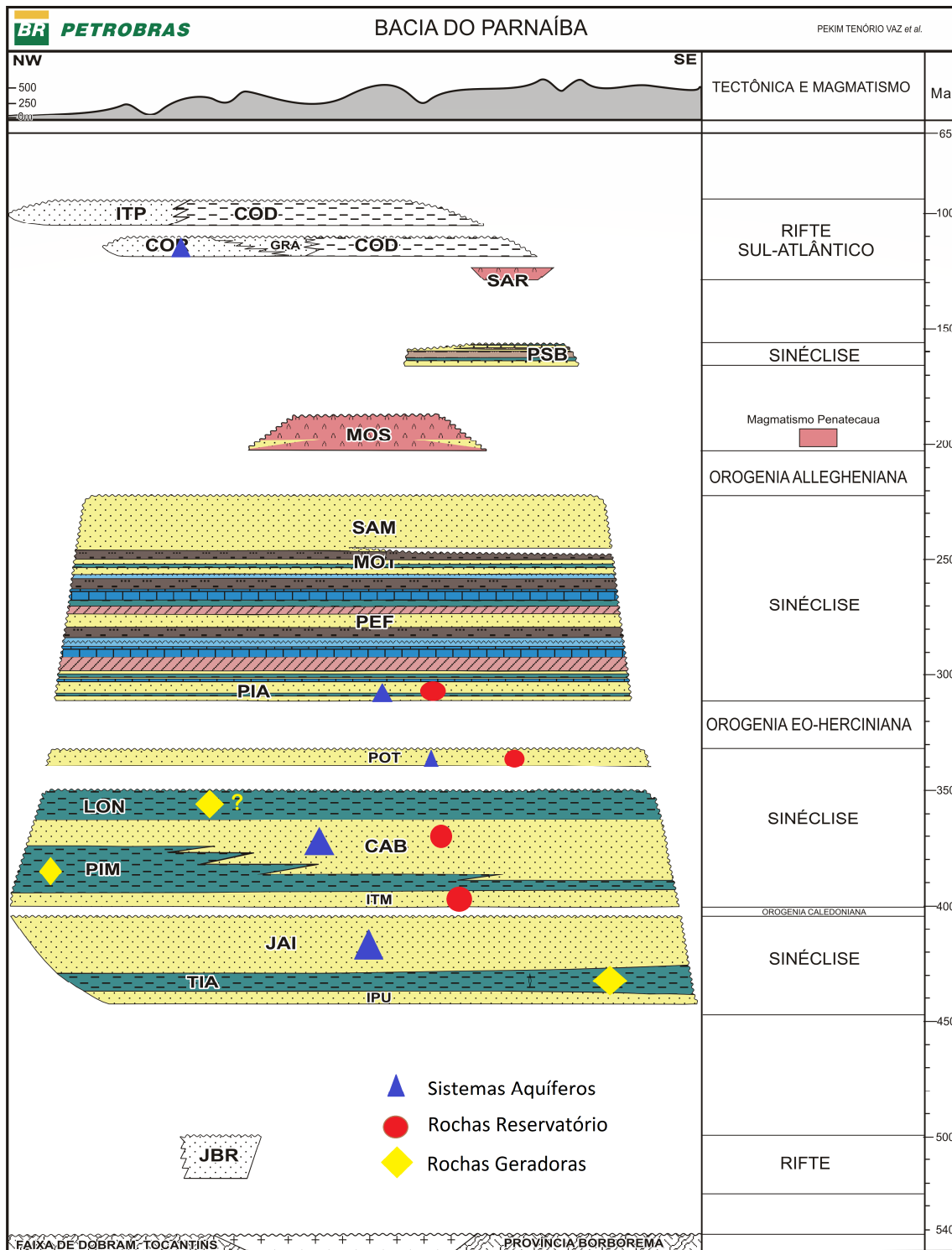
- Planos de falhas, diques de diabásio ou contato direto gerador-reservatório.

O Sistema Aquífero Corda é do ponto de vista estratigráfico o mais raso nas áreas delimitadas pelos blocos previstos para 15<sup>a</sup> Rodada de Licitações da ANP. Na Bacia do Parnaíba, as principais rochas impermeáveis que oferecem barreiras à percolação de hidrocarbonetos são as rochas intrusivas básicas da Formação Mosquito e os folhelhos sobrepostos ou intercalados das formações Tianguá, Pimenteiras, Pedra de Fogo e Longá. Todas estas servem como rochas selantes, reduzindo os riscos de impacto ambiental em relação às águas do Sistema Aquífero Corda durante as possíveis atividades para a exploração de petróleo e gás, excetuando-se quando da presença de descontinuidades pré-existentes que podem ser reativadas e daquelas que podem ser geradas com o *fracking* (reservatórios não convencionais) e permitindo a passagem de fluidos e gás até os aquíferos.

Vale destacar que o Grupo Serra Grande tem litologias com função geradora (Formação Tianguá) e também aloja o importante Sistema Aquífero Serra Grande. Logo, em caso de exploração do reservatório não convencional, se deve dar atenção especial a essa proximidade no caso do uso do fraturamento hidráulico. Relação semelhante ocorre entre o Sistema Aquífero Cabeças e as potenciais rochas geradoras das formações Pimenteiras e Longá (Geração?), também demandando cuidados para evitar possíveis contaminações do aquífero durante as operações.

Análise realizada exclusivamente nos poços tubulares cadastrados no SIAGAS, inseridos na região dos blocos da 15<sup>a</sup> Rodada de Licitações da ANP, situados na Bacia do Parnaíba mostrou que existem poços perfurados diretamente sobre os afloramentos do Sistema Aquífero Poti-Piauí, os quais podem atingir e também explorar águas dos sistemas aquíferos subjacentes Cabeças e/ou Serra Grande, os mais promissores desta bacia, com profundidades de até 600 metros (**Tabela 19**). As espessuras e profundidades dos diversos sistemas aquíferos dessa bacia são bastantes variáveis, conforme o posicionamento estratigráfico e topográfico, como por exemplo os sistemas aquíferos Cabeças e Serra Grande, que podem estar aflorando ou confinados a centenas de metros. Na região do Vale do Guruguéia, sul do Piauí, o Sistema Aquífero Serra Grande encontra-se em profundidades na faixa de 1.000 metros. Dessa maneira, o dimensionamento dos conjuntos de revestimentos e cimentações protetivas dos aquíferos devem considerar o quadro estratigráfico e topográfico local, obtidos com a realização de avaliações mais detalhadas, incluindo sísmica e perfuração de poços exploratórios.

A **Figura 10** mostra a relação entre os principais sistemas aquíferos e as rochas geradoras e reservadoras de petróleo e gás na Bacia do Parnaíba.



**Figura 10-** Estratigrafia da Bacia do Parnaíba e a relação entre os principais sistemas aquíferos e as rochas geradoras e reservadoras de petróleo e gás (*apud Vaz et al., 2007*).

### 3.1.2.3 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Há sobreposição de 5 blocos a 5 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade do **Bioma Cerrado**, sendo 1 de prioridade Extremamente Alta, conforme quadro abaixo:

Nome do Bloco	Nome da Área Prioritária	Prioridade
PN-T-98	Entorno TI Bacuruzinho	Extremamente Alta
PN-T-70	Chapadinha	Alta
PN-T-88	Matões	Alta
PN-T-88	Brejo do Itaperu	Alta
PN-T-88	Teresina Timon III	Alta
PN-T-104	Matões	Alta
PN-T-104	Brejo do Itaperu	Alta
PN-T-105	Brejo do Itaperu	Alta

Existe ainda sobreposição de 5 blocos a 11 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade do **Bioma Caatinga**, sendo 4 com prioridade Extremamente Alta, conforme quadro abaixo:

Nome do Bloco	Cod_AP	Prioridade
PN-T-88	CA056	Muito Alta
PN-T-104	CA062	Muito Alta
PN-T-104	CA072	Extremamente Alta
PN-T-104	CA073	Muito Alta
PN-T-104	CA074	Muito Alta
PN-T-104	CA080	Extremamente Alta
PN-T-104	CA082	Alta
PN-T-120	CA080	Extremamente Alta
PN-T-120	CA082	Alta
PN-T-120	CA092	Alta
PN-T-120	CA123	Extremamente Alta
PN-T-105	CA056	Muito Alta
PN-T-105	CA062	Muito Alta
PN-T-105	CA073	Muito Alta
PN-T-105	CA082	Alta
PN-T-121	CA082	Alta
PN-T-121	CA091	Extremamente Alta
PN-T-121	CA092	Alta
PN-T-121	CA108	Muito Alta

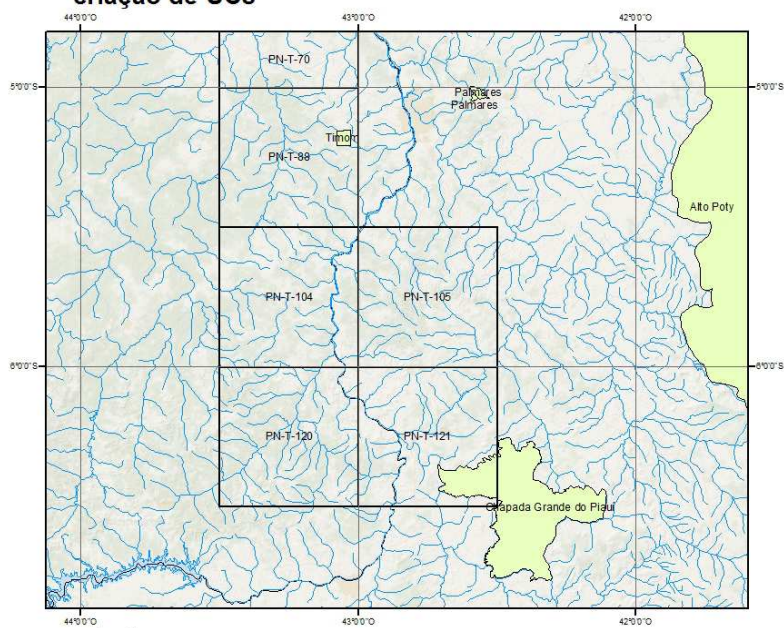
O bloco PN-T-98 se sobrepõe ainda a uma Área Prioritária do **Bioma Amazônico** – Am143, com importância Muito Alta e prioridade Extremamente Alta.

### 3.1.2.4 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

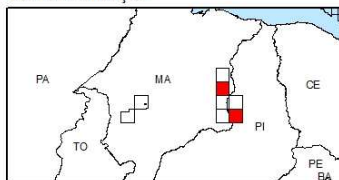
Não há sobreposição com unidades de conservação. Contudo, dois blocos apresentam sobreposições com Territórios Quilombolas, ambos já titulados: PN-T-70 (sobreposição com TQ Usina Velha) e PN-T-88 (sobreposição com TQs Olho D'Água do Raposo e Jenipapo).

Além disso, os Blocos PN-T-88 e PN-T-121 apresentam sobreposição com propostas de unidades de conservação federal, respectivamente, as RESEX Timom (inserção total) e Chapada Grande do Piauí (inserção parcial), conforme mapa abaixo.

### Bacia do Parnaíba - Sobreposição com propostas de criação de UCs



Macrolocalização



Elaboração:  
Ministério do Meio Ambiente  
Secretaria de Biodiversidade  
Departamento de Áreas Protegidas

Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Escala: 1: 1.600.000

#### Legenda

- Blocos de extração-15 rodada
- Propostas de criação
- Hidrografia



0 180 360 720 Quilômetros

#### 3.1.2.5 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SPN-SE há sobreposição com o polígono de 25 espécies ameaçadas de extinção, sendo cinco (20%) categorizadas como EN e 20 (80%) como VU (Tabela 3).

Quanto os registros de ocorrência há sobreposição de duas espécies ameaçadas de extinção, sendo uma (50%) categorizadas como EN e a outra (50%) como VU (Tabela 4).

No setor SPN-N há sobreposição com o polígono de 37 espécies ameaçadas de extinção, sendo três (8%) categorizadas como CR, seis (16%) como EN e o restante, 28 (76%) como VU (Tabela 5).

Quanto os registros de ocorrência há sobreposição do setor SPN-N de quatro espécies ameaçadas de extinção, todas na categoria VU (Tabela 6).

Em relação aos Planos de Ação Nacional para Conservação (PAN), as áreas dos setores SPN-SE e SPN-N se sobrepõem com as áreas dos seguintes PANs: Grandes Felinos,

Ariranha, Canídeos e Aves da Caatinga e Tatu-bola.

Tabela 3: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SPN-SE.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPN-SE	<i>Alouatta ululata</i>	Mamíferos	EM	Sim
SPN-SE	<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Mamíferos	EM	Sim
SPN-SE	<i>Melipona (Michmelia) rufiventris</i>	Invertebrados Terrestres	EM	Sim
SPN-SE	<i>Tolypeutes tricinctus</i>	Mamíferos	EM	Sim
SPN-SE	<i>Urubitinga coronata</i>	Aves	EM	Não
SPN-SE	<i>Celeus obrieni</i>	Aves	VU	Sim
SPN-SE	<i>Furipterus horrens</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Lonchorhina aurita</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Lycalopex vetulus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-SE	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Natalus macrourus</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Neomorphus geoffroyi</i>	Aves	VU	Não
SPN-SE	<i>Penelope jacucaca</i>	Aves	VU	Sim
SPN-SE	<i>Sclerurus cearensis</i>	Aves	VU	Sim
SPN-SE	<i>Sporagra yarrellii</i>	Aves	VU	Sim
SPN-SE	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	Aves	VU	Sim
SPN-SE	<i>Kerodon rupestris</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-SE	<i>Speothos venaticus</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Puma yagouarondi</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Puma concolor</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Leopardus wiedii</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Pseudalopex vetulus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-SE	<i>Leopardus colocolo</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Tayassu pecari</i>	Mamíferos	VU	Não
SPN-SE	<i>Tapirus terrestris</i>	Mamíferos	VU	Não

Tabela 4: Espécies ameaçadas de extinção com registro de ocorrência para o setor SPN-SE.



Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPN-SE	<i>Tolypeutes tricinctus</i>	Mamíferos	EN	Não
SPN-SE	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	Aves	VU	Sim

Tabela 5: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SPN-N.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPN-N	<i>Chiropotes satanas</i>	Mamíferos	CR	Sim
SPN-N	<i>Paratrygon aiereba</i>	Peixes Continentais	CR	Não
SPN-N	<i>Sporophila maximiliani</i>	Aves	CR	Não
SPN-N	<i>Alouatta ululata</i>	Mamíferos	EN	Sim
SPN-N	<i>Lonchophylla dekeyseri</i>	Mamíferos	EN	Sim
SPN-N	<i>Melipona (Michmelia) rufiventris</i>	Invertebrados Terrestres	EN	Sim
SPN-N	<i>Tolypeutes tricinctus</i>	Mamíferos	EN	Sim
SPN-N	<i>Urubitinga coronata</i>	Aves	EN	Não
SPN-N	<i>Leopardus tigrinus</i>	Mamíferos	EN	Não
SPN-N	<i>Saguinus niger</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Alouatta belzebul</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Celeus obrieni</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Furipterus horrens</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Harpia harpyja</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Lonchorhina aurita</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Lycalopex vetulus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Morphnus guianensis</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Natalus macrourus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Neomorphus geoffroyi</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Penelope jacucaca</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Priodontes maximus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Pyrrhura lepida lepida</i>	Aves	VU	Sim

SPN-N	<i>Sporagra yarrellii</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Kerodon rupestris</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Speothos venaticus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Puma yagouarondi</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Puma concolor</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Leopardus wiedii</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Pseudalopex vetulus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Panthera onca</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Leopardus colocolo</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Tayassu pecari</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Tapirus terrestris</i>	Mamíferos	VU	Sim
SPN-N	<i>Stenocercus dumerilii</i>	Répteis	VU	Sim

Tabela 6: Espécies ameaçadas de extinção com registro de ocorrência para o setor SPAR-N.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPN-N	<i>Celeus obrieni</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Pyrrhura lepida</i>	Aves	VU	Sim
SPN-N	<i>Neomorphus geoffroyi</i>	Aves	VU	Não
SPN-N	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	Aves	VU	Sim

### 3.1.2.6 - Subsídios ao licenciamento ambiental

Considerando a competência estadual para o licenciamento ambiental das atividades de E&P em blocos terrestres, de acordo com a Lei Complementar n°140/2011, o GTPEG apresenta algumas contribuições e recomendações de caráter geral para esse processo:

- Deverão ser observadas em sua integralidade as normativas vigentes nas esferas federal, estaduais e municipais para o desenvolvimento de quaisquer atividades que interfiram ou se sobreponham a unidades de conservação, Áreas de Preservação Permanente (APPs), cursos d'água, Mata Atlântica (Lei Federal N° 11428/2006), áreas de ocorrência espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção (Portarias MMA n° 443, 444, 445, de 17 de dezembro de 2014) e espécies migratórias, dentre outras.

- Diante da proximidade dos blocos com Unidades de Conservação e dependendo das características da atividade a ser desenvolvida, o licenciamento ambiental deve considerar a possibilidade de afetação a ambientes e recursos especialmente protegidos pelas unidades, em especial quanto aos riscos de acidentes associados aos empreendimentos. Devem ser exigidas ações específicas que evitem ou minimizem os efeitos danosos de possíveis acidentes a UC.
- Nos casos em que as atividades relacionadas à exploração e produção de petróleo e gás, em licenciamento, possam afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o órgão responsável pela administração da UC deve ser formalmente consultado, sendo que o licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental só poderá ser concedido após sua autorização (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000). Esse procedimento está previsto na Resolução CONAMA nº 428/2010 e deve ser seguido em todos os casos identificados, independente da esfera de governo à qual a UC está vinculada.
- Quando for identificada unidade de conservação que não esteja cadastrada no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, o órgão gestor deverá ser informado, de forma a adotar providências necessárias para o cadastramento da unidade, junto ao Ministério do Meio Ambiente.
- O licenciamento de atividades em blocos exploratórios que estiverem sobrepostos a unidades de conservação da categoria Área de Proteção Ambiental (APA) deverá observar os objetivos de criação, bem como o disposto no plano de manejo e no zoneamento da unidade.
- Recomenda-se que durante o processo de licenciamento ambiental para atividades nos blocos adquiridos, seja observada a possível existência de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) na região, uma vez que a localização de unidades de conservação desta categoria podem não estar com precisão geográfica adequada (para o caso de algumas unidades federais) nem constar no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Ressalta-se que não é permitida a realização de atividades de E&P nas RPPN.
- Deverá ser considerada a ocorrência de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (MMA, 2007) como um fator que eleva o nível de exigência do licenciamento em termos de diagnóstico ambiental (eventualmente com levantamento de dados primários) e de plano de controle ambiental (medidas mitigadoras, compensatórias e de monitoramento).
- Diante da identificação da riqueza de espécies ameaçadas, recomenda-se que durante o licenciamento ambiental das atividades seja solicitada a realização de estudo que descreva a interação entre o empreendimento e as espécies identificadas, contemplando eventuais prejuízos causados pelas atividades a serem desenvolvidas.
- Deverão ser observados os Planos de Ação Nacionais para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, visando compatibilizar aspectos do licenciamento ambiental com suas disposições.
- Deverão ser consultados no processo de licenciamento ambiental, nos termos da legislação vigente, a depender das particularidades do bloco em questão: (i) a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) quanto à existência de terras indígenas; (ii) a Fundação Cultural Palmares quanto aos territórios quilombolas; (iii) o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) quanto aos sítios históricos e arqueológicos; e (iv) o Ministério da

Saúde quando em áreas de risco ou endêmicas para malária. Mesmo considerando que a maioria dos licenciamentos ambientais deverá ser conduzida pelos estados, apontamos a Portaria Interministerial nº 60/2015, que regulamenta a atuação dos órgãos e entidades incumbidos da elaboração de parecer em processo de licenciamento ambiental de competência federal (FUNAI, Fundação Cultural Palmares - FCP, IPHAN e Ministério da Saúde). Ressaltamos que esses órgãos possuem normativas específicas sobre como eles se manifestam no processo de licenciamento.

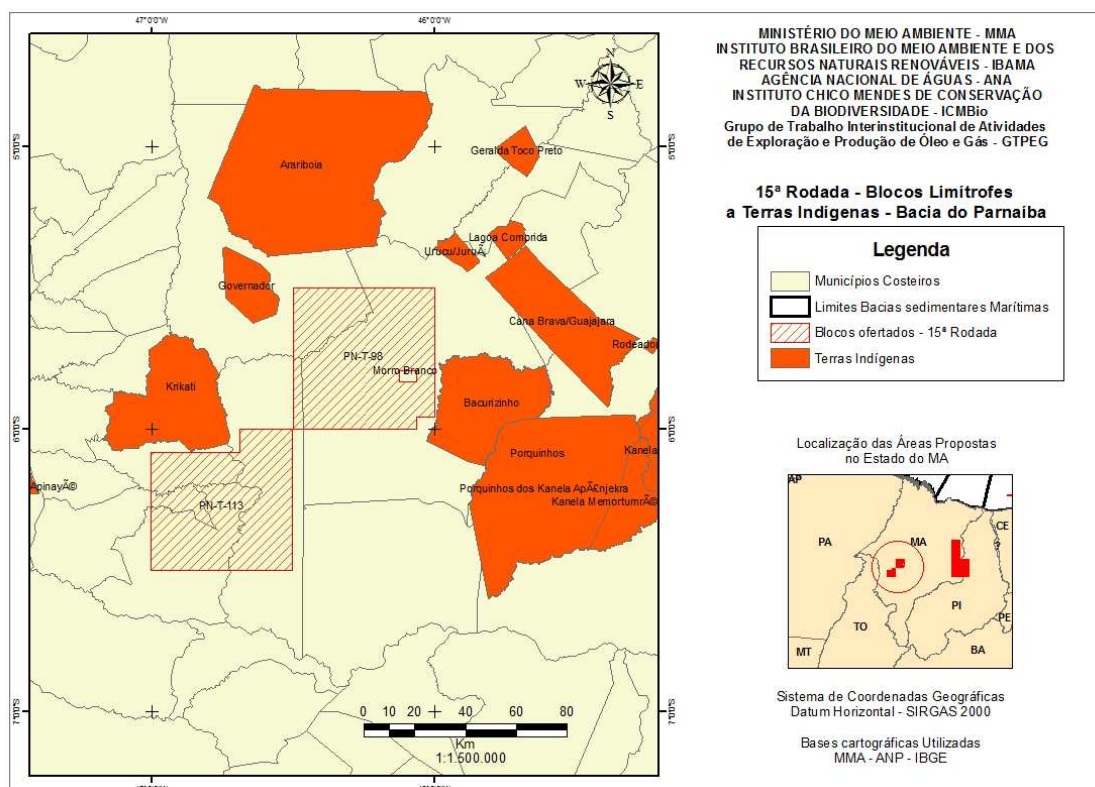
- Deve ser observada a legislação relacionada ao licenciamento ambiental e proteção do patrimônio espeleológico. O principal instrumento jurídico vigente é o Decreto nº 99.556/1990, com alterações dadas pelo Decreto nº 6.640/2008. Além destes, destaca-se a Instrução Normativa MMA 2/2009, que traz os conceitos e métodos para a elaboração dos estudos necessários; a Resolução CONAMA 347/2004, que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico; e a Instrução Normativa ICMBio 30/2012, que trata dos procedimentos afetos à execução das outras formas de compensação, conforme § 3º, art. 4º do Decreto 99.556/90. Ressalta-se que os dados existentes na base geoespacializada de cavernas do Brasil, disponibilizada pelo CECAV (<http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>), não representam todo o universo de cavernas existentes no território brasileiro. Esta base reúne unicamente a pequena porção de cavidades que já foi prospectada por pessoas físicas, grupos ou instituições, cujos dados foram publicados em diversos meios de divulgação e que foram sistematizados, georreferenciados e analisados pelo CECAV. A atribuição das atividades de prospecção, identificação e registro de cavidades naturais subterrâneas, em processos de licenciamento ambiental, bem como elaboração dos estudos de impacto ao patrimônio espeleológico e, quando necessário, a classificação do grau de relevância de cavidades, é de responsabilidade do empreendedor, a ser definida pelo órgão ambiental competente no Termo de Referência do rito do licenciamento ambiental.
- Deverá ser observada a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006) quando a atividade em licenciamento estiver abrangida pela área de aplicação prevista na Lei. Destaca-se que a legislação prevê diversas restrições e condicionantes para a realização de atividades e empreendimentos que impliquem o corte ou a supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica, em especial quando se tratar de vegetação em estágio primário e avançado e médio de regeneração e quando abrigar espécies ameaçadas de extinção, proteger o entorno de unidades de conservação, exercer a função de proteção de mananciais e prevenção de controle de erosão, formar corredores ecológicos, entre outros.
- Não deverão ser permitidas perfurações sobre a orla, ficando o licenciamento, em blocos que a abarquem, condicionado à utilização de tecnologias alternativas (poços direcionais, por exemplo). Isto significa que o licenciamento de atividades de E&P nesses blocos deverá ser condicionado a uma avaliação prévia da viabilidade de exploração por poços direcionais ou outras tecnologias que atendam esta exigência. Para fins de entendimento, adotamos a definição de orla estabelecida no Decreto nº 5.300/04 (Art. 23), o qual determina como limite na área marinha a isóbata dos 10 metros e, na área terrestre, 50 metros em áreas urbanizadas e 200 metros em áreas não urbanizadas, contados na direção do continente, a partir do limite de contato

terra/mar, em qualquer de suas feições: costão, praia, restinga, manguezal, duna ou falésia.

- O licenciamento ambiental de atividade de perfuração em blocos exploratórios que contenham em seu interior áreas alagáveis deve ser condicionado ao mapeamento prévio da área de influência, em escala compatível, e que não seja permitida perfuração direta sobre quaisquer áreas alagáveis. Deverá ser avaliada previamente a viabilidade do uso de tecnologias alternativas (poços direcionais) para perfuração somente a partir de áreas de terra firme;
- Devem ser estabelecidas medidas para proteção dos aquíferos, como a avaliação dos projetos de poço para assegurar o adequado isolamento deste aquíferos; controle sobre a ecotoxicidade e biodegradabilidade dos fluidos de perfuração e complementares; adequada destinação final dos fragmentos de rocha (“cascalho”) gerados pela atividade, de forma a evitar a percolação no solo e subsolo de contaminantes associados ou relativos aos fluidos aderidos; medidas locais de transporte, armazenamento e utilização de produtos químicos que diminuam os riscos de queda ao solo; adequada disposição final da água de produção – no caso de injeção nas formações rochosas deverá ser realizada avaliação do potencial de contaminação sobre os aquíferos e do potencial indutor de sismos desta prática; formulação de Plano de Emergência que estabeleça medidas efetivas para evitar a chegada do óleo aos cursos da água da região e sua percolação no subsolo.
- A avaliação geológica, geofísica detalhada é ponto chave para redução dos impactos e riscos das atividades petrolíferas. O levantamento hidrogeológico deve atentar ao posicionamento estratigráfico e/ou estrutural das rochas alvos (geradora e armazenadora) em relação aos aquíferos existentes, de forma a isolá-los durante as atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos, para evitar sua contaminação em todas as etapas, com atenção específica ao projeto do revestimento final do poço. Deve-se implementar a avaliação e o monitoramento da integridade dos poços de forma a evitar contaminações nos aquíferos adjacentes.
- É importante que os estudos hidrogeológicos sejam estabelecidos em escala local, objetivando-se a identificação e a caracterização (ambiente geológico, parâmetros hidráulicos e comportamento hidrodinâmico) dos diferentes sistemas aquíferos (rasos e profundos). Ainda, é indispensável:
  - Detalhamento das áreas de recarga dos diferentes sistemas aquíferos, sob o ponto de vista pedo-geológico, geomorfológico e de uso/ocupação;
  - Detalhamento das áreas de descarga e relação com os recursos hídricos superficiais;
  - Usos efetivos ou potenciais; e
  - Desenvolvimento, para cada área de projeto, de modelos hidrogeológicos conceitual e matemático, de maneira a permitir o estabelecimento de mapas de vulnerabilidade natural e de perigo/potencial de contaminação com as atividades existentes e as atividades pretendidas.
- Deve-se proceder a análise de dados de *baseline* e *background* (sismicidade, qualidade de águas subterrâneas e superficial) previamente ao início das atividades exploratórias. O monitoramento quali-quantitativo de recursos hídricos subterrâneos e superficiais deve ser realizado antes, durante e após o fechamento dos poços de hidrocarbonetos. Deve-se realizar avaliação ambiental prévia das substâncias utilizadas nos fluidos de perfuração,

completação, intervenção e fraturamento hidráulico tanto para avaliação dos riscos de contaminação de aquíferos como para o planejamento do monitoramento.

- Recomenda-se atenção especial ao manuseio e descarte das águas residuárias geradas no processo de produção dos hidrocarbonetos. Estas devem ser adequadamente tratadas, de forma a não contaminar os aquíferos presentes nas respectivas áreas. Algumas técnicas, como a injeção em poços para descarte de resíduos líquidos e sólidos, podem trazer a desvantagem do alto risco da contaminação das águas subterrâneas. Em caso de sua escolha, deverão ser utilizadas formações rochosas permeáveis não aquíferas, com centenas de metros de profundidade em um contexto confinado por camadas impermeáveis e não fraturáveis. Destaca-se que a injeção contínua de grandes volumes de águas residuárias, quando próximos a falhas e em condições de *stress* desfavoráveis, podem potencialmente induzir a geração de sismos.
- Os blocos exploratórios podem sobrepor-se ou estar muito próximos a áreas de grande densidade populacional. Portanto, no momento do licenciamento ambiental deve-se reservar especial atenção aos Estudos de Análise de Risco (EAR) e aos Planos de Emergência, no que tange aos potenciais riscos de acidentes que possam afetar a circunvizinhança dos blocos de exploração, notadamente aqueles eventos que possam ocasionar contaminação do solo, ar e água (especialmente aqueles mananciais que se prestam à captação de água para abastecimento da população).



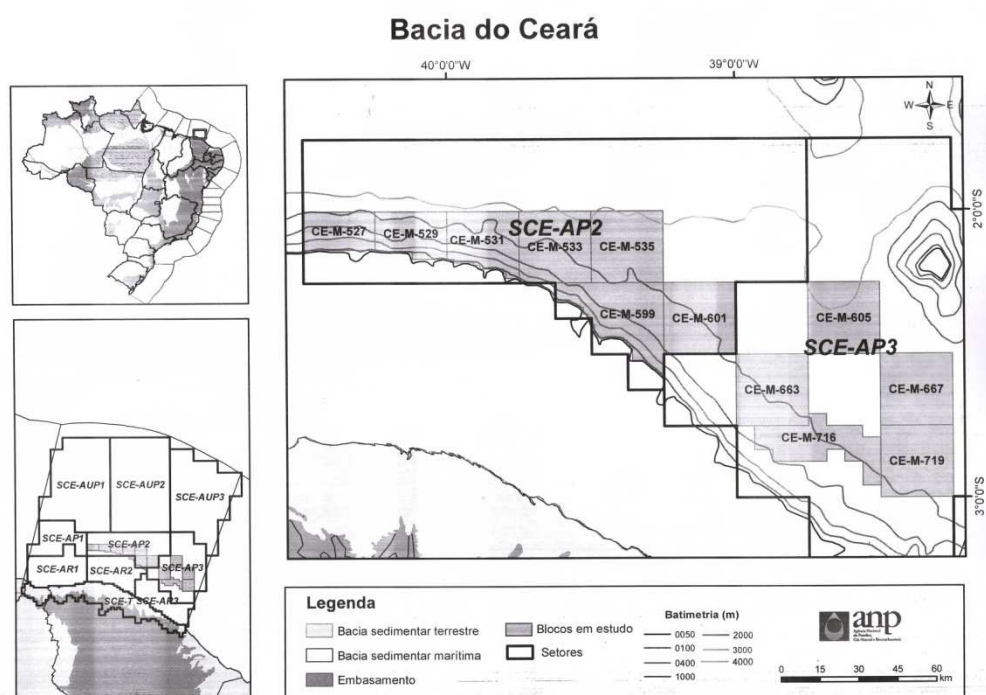
### 3.1.2.7 – Conclusão sobre os blocos apresentados

Sem necessidade de adequação, mas os blocos PN-T-98 e PM-T-113 encontram-se limítrofes a territórios indígenas. Assim, o órgão ambiental responsável possivelmente deverá ouvir a FUNAI durante o processo de licenciamento.

## 3.2 BACIAS MARÍTIMAS

### 3.2.1 - Baía Marítima do Ceará

Setor	Número de Blocos	Blocos
SCE-AP2	7 blocos	CE-M-527, CE-M-529, CE-M-531, CE-M-533, CE-M-535, CE-M-599, CE-M-601
SCE-AP3	5 blocos	CE-M-605, CE-M-663, CE-M-667, CE-M-716, CE-M-719



#### 3.2.2.1 – Considerações Gerais

A ANP apresentou para análise na bacia marítima do Ceará 12 blocos de águas profundas, sendo 7 no setor SCE-AP2 e 5 no setor SCE-AP3.

#### 3.2.2.2 – Geologia e Hidrogeologia

As informações dessa Bacia encontram-se no Anexo 1.

#### 3.2.2.3 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Há sobreposição de 6 blocos a 4 Áreas Prioritárias da **Zona Costeira e Marinha**, sendo 1 de prioridade Extremamente Alta, conforme quadro abaixo:

Nome do Bloco	Cod_AP	Importância Biológica	Prioridade
CE-M-601	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
CE-M-601	Zm082	Muito Alta	Muito Alta
CE-M-663	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
CE-M-663	Zm082	Muito Alta	Muito Alta
CE-M-663	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
CE-M-716	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
CE-M-716	Zm082	Muito Alta	Muito Alta
CE-M-716	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
CE-M-605	Zm033	Insuficientemente Conhecida	Alta
CE-M-605	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
CE-M-667	Zm033	Insuficientemente Conhecida	Alta
CE-M-667	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
CE-M-719	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
CE-M-719	Zm082	Muito Alta	Muito Alta
CE-M-719	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta

### 3.2.2.4 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

Não foram encontradas sobreposições.

### 3.2.2.5 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SCE-AP2 há sobreposição com o polígono de 58 espécies ameaçadas de extinção, sendo 15 (26%) categorizadas como CR, 11 (19%) como EN e 32 (55%) como VU (Tabela 7).

No setor SCE-AP3 há sobreposição com o polígono de 38 espécies ameaçadas de extinção, sendo dez (26%) categorizadas como CR, sete (18%) como EN e o restante, 21 (55%) como VU (Tabela 8).

Não há nenhum registro de ocorrência para os setores SCE-AP2 e SCE-AP3 na base de dados utilizada.

Em relação aos Planos de Ação Nacional para a Conservação (PAN), as áreas dos setores SCE-AP2 e SCE-AP3 se sobrepõem com as áreas dos seguintes PANs: Tartarugas Marinhas, Pequenos Cetáceos e Grande Cetáceos. Outros PANs estão situados em áreas próximas a estes setores, sendo estes: Tubarões e Raias, Corais e Sirênios.

Tabela 7: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SCE-AP2.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SCE-AP2	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
SCE-AP2	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não



<b>SCE-AP2</b>	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Sphyrna media</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Sphyrna tudes</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Thunnus thynnus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Ophidion holbrookii</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Gymnura altavela</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Epinephelus itajara</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Carcharhinus porosus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Euvola ziczac</i>	Invertebrados Aquáticos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Pterodroma madeira</i>	Aves	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Sphyrna mokarran</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Scarus trispinosus</i>	Peixes Marinhos	EN	Sim
<b>SCE-AP2</b>	<i>Mustelus canis</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Astropecten marginatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Linckia guildingi</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Aliger costatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SCE-AP2</b>	<i>Oreaster reticulatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não

SCE-AP2	<i>Sotalia guianensis</i>	Mamíferos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Eustrombus goliath</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Sim
SCE-AP2	<i>Luidia senegalensis</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Lytechinus variegatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Carcharhinus perezi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Lutjanus purpureus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Mobula hypostoma</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Mobula japonica</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Mobula thurstoni</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Negaprion brevirostris</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Sparisoma frondosum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixes Marinhos	VU	Sim
SCE-AP2	<i>Scarus zelindae</i>	Peixes Marinhos	VU	Sim
SCE-AP2	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Hyporthodus niveatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Epinephelus morio</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SCE-AP2	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

Tabela 8: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SCE-AP3.

Setor	Espécie	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
-------	---------	-------	-----------	--------------------

<b>SCE-AP3</b>	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Sphyrna media</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Sphyrna tudes</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Epinephelus itajara</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Pterodroma madeira</i>	Aves	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Mustelus canis</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Carcharhinus perezi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Lutjanus purpureus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Mobula hypostoma</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Mobula japanica</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Mobula thurstoni</i>	Peixes Marinhos	VU	Não

<b>SCE-AP3</b>	<i>Negaprion brevirostris</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Hyporthodus niveatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Epinephelus morio</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SCE-AP3</b>	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

### 3.2.2.6 - Subsídios ao licenciamento ambiental

A atividade de produção de petróleo *offshore* na costa do Ceará remonta a década de 1970, com a descoberta do campo de Xaréu, em 1977.

Devido aos aspectos históricos da própria evolução da legislação ambiental brasileira, quase toda a infraestrutura marítima de produção e escoamento dos campos em água rasa do litoral cearense encontra-se em processo de licenciamento de regularização por meio de Termo de Ajustamento de Conduta - TAC. Atendendo ao especificado neste TAC, diversas obrigações vem sendo cumpridas pela Petrobras, com análise e acompanhamento do Ibama, particularmente das medidas mitigadoras, compensatórias e de salvaguarda ambiental, visando a emissão das licenças de operação.

Todos os blocos apresentados encontram-se a uma distância superior a 50 km da costa. No que se refere a profundidade, apenas o bloco CE-M-599 possui uma pequena parte de sua área em batimetria inferior a 50 m.

O licenciamento de atividades petrolíferas tem demandado especial atenção dos operadores com relação aos ambientes de fundo como os bancos de rodolitos e de corais de águas profundas. Neste sentido tem sido exigida a caracterização detalhada dos locais de perfuração de poços e instalação das estruturas submarinas a partir de dados primários, como por exemplo, imagens de ROV e dados de *side-scan* sonar.

No caso de identificação destes ambientes nas locações inicialmente previstas são solicitadas alterações de locação ou de projeto, ou ainda a utilização de tecnologias específicas – como, por exemplo, a perfuração com recolhimento dos cascalhos em todas as fases da perfuração – de modo a evitar os impactos diretos. Mesmos com isto, ressalta-se que para alguns blocos a identificação de locações adequadas tem se mostrado especialmente complicada em decorrência da grande extensão dos bancos de algas calcárias em águas rasas.

Um segundo ponto de destaque são os conflitos com a atividade pesqueira, de grande relevância na região em questão, pelo uso do espaço marinho. Observa-se que, quando evidenciados impactos não mitigáveis sobre a atividade pesqueira artesanal, poderá ser exigida a implementação de Projeto de Compensação por parte dos operadores.

Por fim, destaca-se que projetos em blocos próximos à costa tem indicado que o tempo de toque no litoral pode ser da ordem de poucas horas, o que dificulta o estabelecimento de estratégias de emergência efetivas para proteção dos ecossistemas costeiros da região e, conseqüentemente, a aprovação dos Planos de Emergência Individuais (PEI) exigidos para a obtenção de Licenças de Operação para as atividades petrolíferas.

Observa-se, assim, que mesmo a distância mínima da costa de 50 km, que vem sendo usualmente utilizada na análise prévia das rodadas como forma de aumentar a proteção das regiões costeiras e reduzir o risco de não-obtenção da licença ambiental por parte dos operadores, pode, em alguns casos, não ser suficiente para garantir a viabilidade das atividades de E&P, quando o projeto apresentado ao licenciamento não está adequado com as características ambientais da região onde pretende operar.

### 3.2.2.7 - Subsídios ao licenciamento ambiental

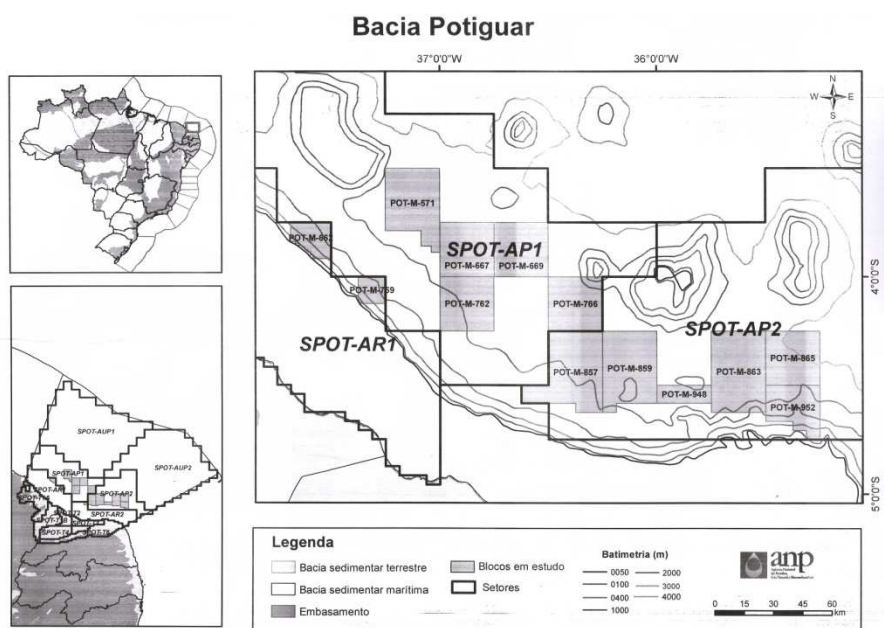
Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados na bacia devem contemplar análises robustas de vulnerabilidade do litoral, com especial atenção às Unidades de Conservação, aos ecossistemas de elevada sensibilidade e às espécies ameaçadas presentes na área, para o que poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA nº 398/08. Observa-se, ainda, que caso as modelagens indiquem elevada probabilidade de chegada de óleo nestes ativos ambientais, e a operadora não seja capaz de apresentar estratégias efetivas de resposta, as licenças ambientais poderão ser negadas.

### 3.2.2.8 – Conclusão sobre os blocos apresentados

Solicita-se adequação do bloco CE-M- 599, por possuir pequena parte de sua área em batimetria inferior a 50 m. Para os demais blocos, entende-se que não existem impeditivos para a oferta dos blocos analisados no presente parecer técnico, desde que observada as recomendações aqui constantes.

### 3.2.3 - Bacia Marítima Potiguar

Setor	Número de Blocos	Blocos
SPOT-AP1	5 blocos	POT-M-571, POT-M-667, POT-669, POT-M-762, POT-M-766
SPOT-AP2	6 blocos	POT-M-857, POT-M-859, POT-M-863, POT-M-865, POT-M-948, POT-M-952
SPOT-AR1	2 blocos	POT-M-662, POT-M-759



### 3.2.3.1 – Considerações Gerais

A ANP apresentou para análise na bacia marítima Potiguar 13 blocos, sendo 11 de águas profundas, em SPOT-AP1 e SPOT-AP2, e 2 blocos no setor SPOT-AR1.

### 3.2.3.2 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Há sobreposição de 7 blocos a 4 Áreas Prioritárias da **Zona Costeira e Marinha**, sendo 1 de prioridade Extremamente Alta, conforme quadro abaixo:

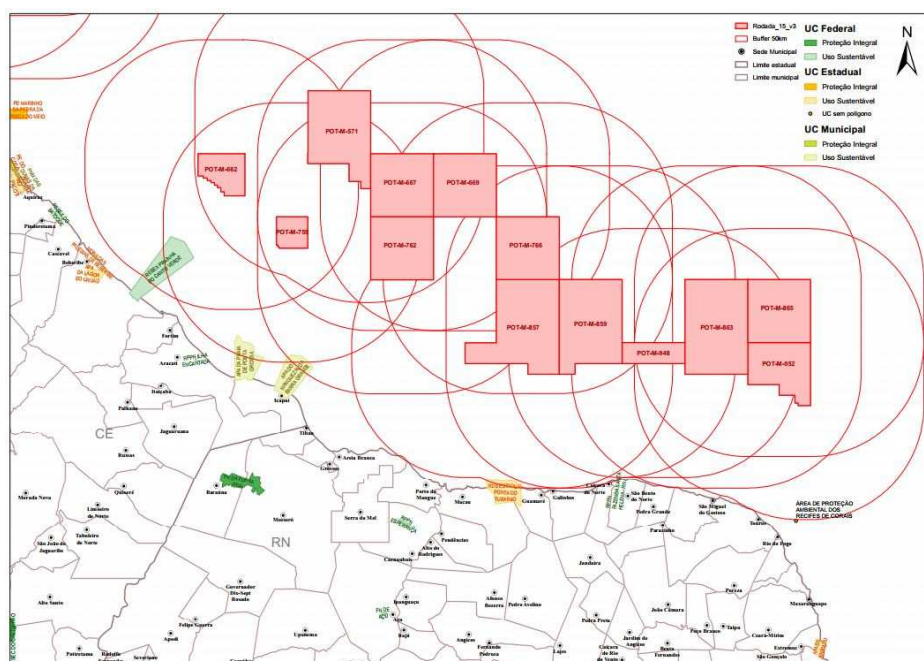
Nome do Bloco	Cod_AP	Importância Biológica	Prioridade
POT-M-667	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
POT-M-667	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-669	Zm028	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-669	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-762	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
POT-M-762	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-766	Zm077	Extremamente Alta	Muito Alta
POT-M-766	Zm028	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-766	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-857	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
POT-M-857	Zm028	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-857	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-859	Zm077	Extremamente Alta	Muito Alta
POT-M-859	Zm030	Muito Alta	Extremamente Alta
POT-M-859	Zm028	Insuficientemente Conhecida	Alta
POT-M-859	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta

### 3.2.3.3 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

Foi realizada análise de sobreposição utilizando-se um *buffer* de raio 50 km a partir dos blocos da bacia Potiguar (vide mapa abaixo). Como resultado, foi verificado a inserção de 9 unidades de conservação na zona do *buffer* de 6 blocos de extração conforme tabela abaixo:

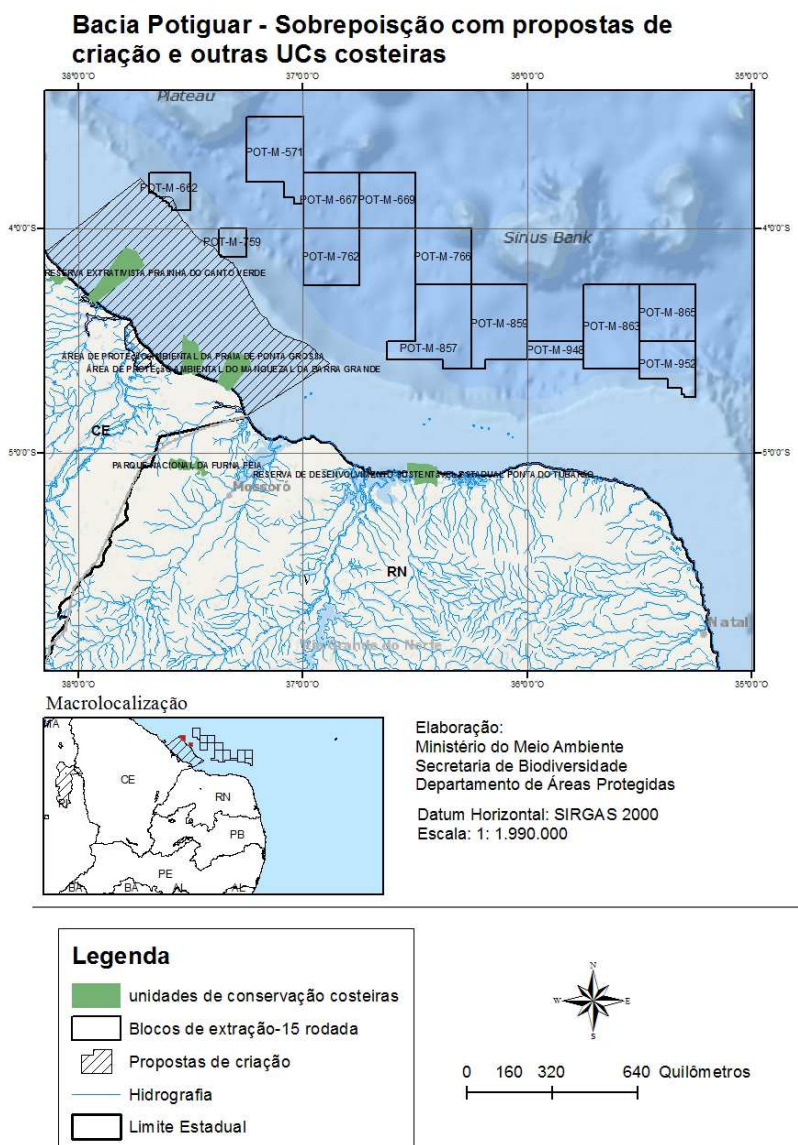
Situação	Nomenclatura	Nome UC	Categoria	Grupo	Esfera
M	POT-M-857	RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ESTADUAL PONTA DO TUBARÃO	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	US	estadual
M	POT-M-662	RESERVA EXTRATIVISTA PRAINHA DO CANTO VERDE	Reserva Extrativista	US	federal
M	POT-M-759	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA PRAIA DE PONTA GROSSA	Área de Proteção Ambiental	US	municipal
M	POT-M-759	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BARRA GRANDE	Área de Proteção Ambiental	US	municipal
M	POT-M-762	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BARRA GRANDE	Área de Proteção Ambiental	US	municipal
M	POT-M-662	RESERVA EXTRATIVISTA PRAINHA DO CANTO VERDE	Reserva Extrativista	US	federal
M	POT-M-759	RESERVA EXTRATIVISTA PRAINHA DO CANTO VERDE	Reserva Extrativista	US	federal
M	POT-M-759	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BARRA GRANDE	Área de Proteção Ambiental	US	municipal
M	POT-M-762	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BARRA GRANDE	Área de Proteção Ambiental	US	municipal

Recomenda-se contato com os órgãos gestores destas unidades, visando discutir alternativas caso as atividades pretendidas nos blocos venham a causar algum impacto ambiental negativo (ainda que indireto) à manutenção das UCs, visto que eventuais acidentes nas plataformas poderiam trazer implicações aos recursos protegidos por estas unidades.



Além do resultado desta análise foi observada ainda leve sobreposição entre os blocos POT-M-759 POT-M-662 e uma proposta de criação de UC do ICMBio, denominada

Área de Proteção Ambiental Litoral Leste do Ceará, que visa justamente criar uma “zona de amortecimento” para algumas unidades destacadas na tabela anterior (ver mapa abaixo).



Conforme já exposto acima, a categoria APA não é, a princípio, conflitiva com as finalidades pretendidas nos blocos de extração. Contudo, é necessário o contato com o ICMBio para discussão sobre o andamento/continuidade do processo de criação e posterior alinhamento de objetivos entre as atividades mineradoras e os objetivos da APA a ser criada (se for o caso) conforme o seu plano de manejo.

### 3.2.3.4 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SPOT-AP1 há sobreposição com o polígono de 39 espécies ameaçadas de extinção, sendo 11 (28%) categorizadas como CR, seis (15%) como EN e 22 (57%) como VU (Tabela 9).

No setor SPOT-AP2 há sobreposição com o polígono de 51 espécies ameaçadas de extinção, sendo 14 (27%) categorizadas como CR, nove (18%) como EN e o restante, 28 (55%) como VU (Tabela 10).



No setor SPOT-AR1 há sobreposição com o polígono de 59 espécies ameaçadas de extinção, sendo 16 (27%) categorizadas como CR, 11 (18%) como EN e o restante, 32 (55%) como VU (Tabela 11).

Não há nenhum registro de ocorrência para os setores SPOT-AP1, SPOT-AP2 e SPOT-AR1 na base de dados utilizada.

Em relação aos Planos de Ação Nacional para Conservação (PAN), as áreas dos setores SPOT-AP1, SPOT-AP2 e SPOT-AR1 se sobrepõem com as áreas dos PANs de Pequenos Cetáceos e Grandes Cetáceos. Os setores SPOT-AP1 e SPOT-AR1 também se sobrepõem com o PAN Tartarugas Marinhas. Outros PANs estão situados em áreas próximas a estes setores, sendo estes: Tubarões e Raias, Corais, Sirênios e Manguezal.

Tabela 9: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SPOT-AP1.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SPOT-AP1	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Pterodroma deserta</i>	Aves	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Sphyrna media</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Sphyrna tudes</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Epinephelus itajara</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
SPOT-AP1	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
SPOT-AP1	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
SPOT-AP1	<i>Pterodroma madeira</i>	Aves	EN	Não
SPOT-AP1	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SPOT-AP1	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
SPOT-AP1	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
SPOT-AP1	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não

<b>SPOT-AP1</b>	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Carcharhinus perezii</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Lutjanus purpureus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Mobula hypostoma</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Mobula japonica</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Mobula tarapacana</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Mobula thurstoni</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Negaprion brevirostris</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Myxeroperca interstitialis</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Myxeroperca bonaci</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Hyporthodus niveatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Epinephelus morio</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP1</b>	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

Tabela 10: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SPOT-AP2.

<b>Setor</b>	<b>Táxon</b>	<b>Grupo</b>	<b>Categoria</b>	<b>Endêmica do Brasil</b>
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Pterodroma deserta</i>	Aves	CR	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não

SPOT-AP2	<i>Sphyrna media</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Sphyrna tudes</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Thunnus thynnus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Epinephelus itajara</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
SPOT-AP2	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Pterodroma madeira</i>	Aves	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Sphyrna mokarran</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Mustelus canis</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
SPOT-AP2	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Astropecten marginatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Linckia guildingi</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Sotalia guianensis</i>	Mamíferos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Lytechinus variegatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Carcharhinus perezi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AP2	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não

<b>SPOT-AP2</b>	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Lutjanus purpureus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Mobula hypostoma</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Mobula japanica</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Mobula tarapacana</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Mobula thurstoni</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Negaprion brevirostris</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Lopholatilus villarii</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Hyporthodus niveatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Epinephelus morio</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AP2</b>	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

Tabela 11: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SPOT-AR1.

<b>Setor</b>	<b>Espécie</b>	<b>grupo</b>	<b>Categoria</b>	<b>Endêmica do Brasil</b>
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Pterodroma deserta</i>	Aves	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sphyrna media</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sphyrna tudes</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Thunnus thynnus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não

<b>SPOT-AR1</b>	<i>Ophidion holbrookii</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Gymnura altavela</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Epinephelus itajara</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Carcharhinus porosus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Euvola ziczac</i>	Invertebrados Aquáticos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Pterodroma madeira</i>	Aves	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sphyrna mokarran</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Scarus trispinosus</i>	Peixes Marinhos	EN	Sim
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Mustelus canis</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Carcharhinus obscurus</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Astropecten marginatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Linckia guildingi</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Aliger costatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Oreaster reticulatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Sotalia guianensis</i>	Mamíferos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Luidia senegalensis</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Lytechinus variegatus</i>	Invertebrados Aquáticos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SPOT-AR1</b>	<i>Carcharhinus perezi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não

SPOT-AR1	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Lutjanus purpureus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Mobula hypostoma</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Mobula japanica</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Mobula thurstoni</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Negaprion brevirostris</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Sparisoma frondosum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Sparisoma axillare</i>	Peixes Marinhos	VU	Sim
SPOT-AR1	<i>Scarus zelindae</i>	Peixes Marinhos	VU	Sim
SPOT-AR1	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Hyporthodus niveatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Epinephelus morio</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SPOT-AR1	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

### 3.2.3.5 – Contribuições do licenciamento ambiental federal

A atividade de produção de petróleo *offshore* na costa do ceará remonta a década de 1970, com a descoberta do campo de Ubarana, em 1976.

Devido aos aspectos históricos da própria evolução da legislação ambiental brasileira, quase toda a infraestrutura marítima de produção e escoamento dos campos em água rasa do litoral cearense encontra-se em processo de licenciamento de regularização por meio de Termo de Ajustamento de Conduta - TAC. Atendendo ao especificado neste TAC, diversas obrigações vem sendo cumpridas pela Petrobras, com análise e acompanhamento do Ibama, particularmente das medidas mitigadoras, compensatórias e de salvaguarda ambiental, visando a emissão das licenças de operação.

Todos os blocos apresentados encontram-se a uma distância superior a 50 km da costa. No que se refere a profundidade, apenas os blocos POT-M-662 e 759 possuem pequena parte de sua área limítrofe a batimetria de 50 m.

O licenciamento de atividades petrolíferas tem demandado especial atenção dos operadores com relação aos ambientes de fundo como os bancos de rodolitos e de corais de águas profundas. Neste sentido tem sido exigida a caracterização detalhada dos locais de perfuração de poços e instalação das estruturas submarinas a partir de dados primários, como por exemplo, imagens de ROV e dados de *side-scan* sonar.

No caso de identificação destes ambientes nas locações inicialmente previstas são solicitadas alterações de locação ou de projeto, ou ainda a utilização de tecnologias específicas – como, por exemplo, a perfuração com recolhimento dos cascalhos em todas as fases da perfuração – de modo a evitar os impactos diretos. Mesmos com isto, ressalta-se que para alguns blocos a identificação de locações adequadas tem se mostrado especialmente complicada em decorrência da grande extensão dos bancos de algas calcárias em águas rasas.

Um segundo ponto de destaque são os conflitos com a atividade pesqueira, de grande relevância na região em questão, pelo uso do espaço marinho. Observa-se que, quando evidenciados impactos não mitigáveis sobre a atividade pesqueira artesanal, poderá ser exigida a implementação de Projeto de Compensação por parte dos operadores.

Por fim, destaca-se que projetos em blocos próximos à costa tem indicado que o tempo de toque no litoral pode ser da ordem de poucas horas, o que dificulta o estabelecimento de estratégias de emergência efetivas para proteção dos ecossistemas costeiros da região e, conseqüentemente, a aprovação dos Planos de Emergência Individuais (PEI) exigidos para a obtenção de Licenças de Operação para as atividades petrolíferas.

Observa-se, assim, que mesmo a distância mínima da costa de 50 km, que vem sendo usualmente utilizada na análise prévia das rodadas como forma de aumentar a proteção das regiões costeiras e reduzir o risco de não-obtenção da licença ambiental por parte dos operadores, pode, em alguns casos, não ser suficiente para garantir a viabilidade das atividades de E&P, quando o projeto apresentado ao licenciamento não está adequado com as características ambientais da região onde pretende operar.

#### **3.2.3.6 - Subsídios ao licenciamento ambiental**

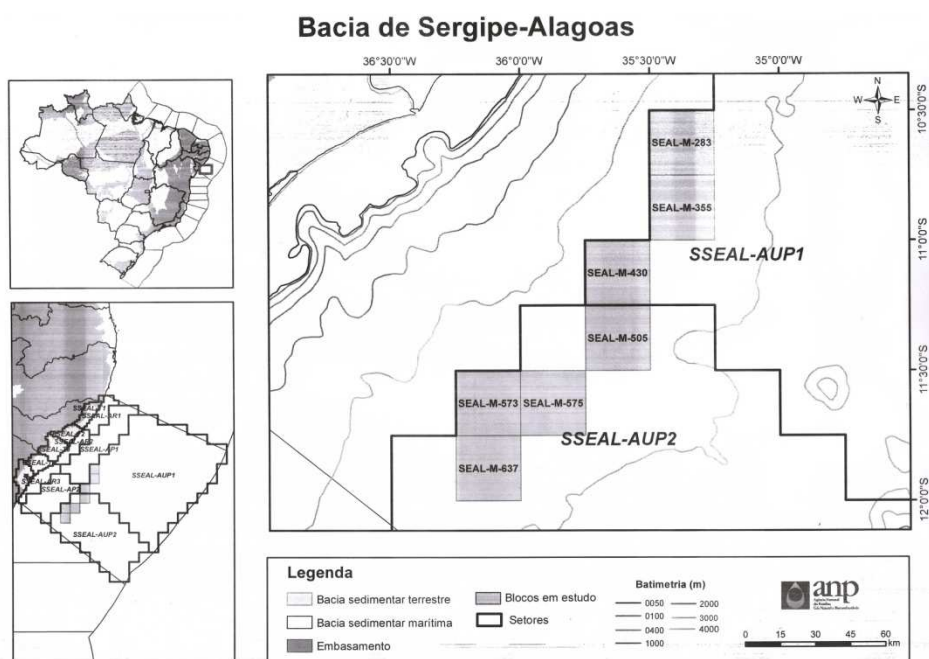
Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados na bacia devem contemplar análises robustas de vulnerabilidade do litoral, com especial atenção às Unidades de Conservação, aos ecossistemas de elevada sensibilidade e às espécies ameaçadas presentes na área, para o que poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA n° 398/08. Observa-se, ainda, que caso as modelagens indiquem elevada probabilidade de chegada de óleo nestes ativos ambientais, e a operadora não seja capaz de apresentar estratégias efetivas de resposta, as licenças ambientais poderão ser negadas.

#### **3.2.3.7 – Conclusão sobre os blocos apresentados**

Entende-se que não existem impeditivos para a oferta dos blocos analisados no presente parecer técnico, desde que observadas as recomendações aqui constantes.

### 3.2.4 - Bacia Marítima de Sergipe-Alagoas

Setor	Número de Blocos	Blocos
SSEAL-AUP1	3 blocos	SEAL-M-283, SEAL-M-355, SEAL-M-430
SSEAL-AUP2	4 blocos	SEAL-M-505, SEAL-M-573, SEAL-M-575, SEAL-M637



#### 3.2.4.1 – Considerações Gerais

A ANP apresentou para análise na bacia marítima de Sergipe/Alagoas 7 blocos localizados em dois setores de águas ultra profundas: SSEAL-AUP1 e SSEAL-AUP2

#### 3.2.4.2 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Todos os blocos apresentam sobreposição a Áreas Prioritárias da **Zona Costeira e Marinha**, 4 no total, sendo 1 de importância Extremamente Alta, conforme quadro abaixo:

Nome do Bloco	Cod_AP	Importância Biológica	Prioridade
SEAL-M-573	Zm059	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-573	Zm069	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-637	Zm059	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-637	Zm069	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-575	Zm059	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-430	Zm059	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-430	Zm069	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-430	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-505	Zm067	Extremamente Alta	Alta



SEAL-M-505	Zm059	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-505	Zm069	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-505	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-283	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-355	Zm059	Insuficientemente Conhecida	Alta
SEAL-M-355	Zm075	Insuficientemente Conhecida	Alta

### 3.2.4.3 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

Não foram encontradas sobreposições.

### 3.2.4.4 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SSEAL-AUP1 há sobreposição com o polígono de 40 espécies ameaçadas de extinção, sendo dez (25%) categorizadas como CR, sete (17%) como EN e 23 (58%) como VU (Tabela 12).

No setor SSEAL-AUP2 há sobreposição com o polígono de 26 espécies ameaçadas de extinção, sendo sete (27%) categorizadas como CR, sete (27%) como EN e o restante, 12 (46%) como VU (Tabela 13).

Não há nenhum registro de ocorrência para os setores SSEAL-AUP1 e SSEAL-AUP2 na base de dados utilizada.

Em relação aos Planos de Ação Nacional (PAN), as áreas dos setores SSEAL-AUP1 e SSEAL-AUP2 se sobrepõem com as áreas dos PANs de Pequenos Cetáceos e Grandes Cetáceos. Outros PANs estão situados em áreas próximas a estes setores, sendo estes: Tubarões e Raias, Corais e Sirênios.

Tabela 12: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SSEAL-AUP1.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SSEAL-AUP1	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Sphyrna media</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Sphyrna tudes</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Epinephelus itajara</i>	Peixes Marinhos	CR	Não

SSEAL-AUP1	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
SSEAL-AUP1	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Phaethon aethereus</i>	Aves	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Phaethon lepturus</i>	Aves	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
SSEAL-AUP1	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Carcharhinus perezi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Microspathodon chrysurus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Mobula hypostoma</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Mobula japanica</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Mobula thurstoni</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Negaprion brevirostris</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Peixes Marinhos	VU	Não

SSEAL-AUP1	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Hyporthodus niveatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Epinephelus morio</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Epinephelus marginatus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP1	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

Tabela 13: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SSEAL-AUP2.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SSEAL-AUP2	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
SSEAL-AUP2	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Phaethon aethereus</i>	Aves	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Phaethon lepturus</i>	Aves	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
SSEAL-AUP2	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Procellaria conspicillata</i>	Aves	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não

AUP2				
SSEAL-AUP2	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Hippocampus reidi</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Microspathodon chrysurus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SSEAL-AUP2	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

### 3.2.4.5 – Contribuições do licenciamento ambiental federal

A exploração petrolífera no litoral de Sergipe, em águas rasas e próximas à costa, teve início no final da década de 1960, com primeira produção nos campos de Guaricema, Dourado e Camorim já no princípio da década de 1970. Estes campos passaram por fases posteriores de desenvolvimento, resultantes da perfuração de novos poços e reservatórios, da ampliação da infraestrutura e pela implantação de métodos de elevação artificial e recuperação secundária por injeção de gás.

Devido aos aspectos históricos da própria evolução da legislação ambiental brasileira, quase toda a infraestrutura marítima de produção e escoamento destes campos até recentemente se encontrava em processo de licenciamento de regularização por meio de Termo de Ajustamento de Conduta - TAC. Atendendo ao especificado neste TAC, diversas obrigações vem sendo cumpridas pela Petrobras, em decorrência deste TAC com análise e acompanhamento do Ibama, particularmente das medidas mitigadoras, compensatórias e de salvaguarda ambiental, visando a emissão das licenças de operação.

Com o declínio acentuado da produção nestes campos, foi desenvolvido o “Projeto de Ampliação do Sistema de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural nos Campos de Camorim, Dourado e Guaricema” prevendo a implantação de projeto de recuperação secundária por injeção de água para aumentar o fator de recuperação dos reservatórios existentes, bem como o acesso a novos reservatórios ainda não explorados nestes campos e nova fase de perfuração exploratória em horizontes cretácicos e terciários.

Este projeto de ampliação foi inicialmente aventado no começo da década de 2000, sendo retomado em 2006, quando foi aberto novo processo de licenciamento a ser conduzido conforme Resolução CONAMA nº 237/97. O Estudo de Impacto Ambiental

– EIA demonstrou a grande sensibilidade ambiental da região, representada pela presença de distintos ambientes com importância socioambiental associada – como os estuários, os manguezais, a zona costeira e as praias arenosas – e presença de espécies residentes e migratórias, incluindo várias ameaçadas, como tartarugas e mamíferos marinhos, além da existência de grande número de unidades de conservação federais, estaduais e municipais.

Em função disto, a análise técnica considerou que devido aos altos riscos ambientais e diversos impactos envolvidos não seria aceitável a implementação de um novo projeto de exploração e produção em região com tão elevada sensibilidade ambiental. Observa-se que as modelagens numéricas determinísticas de dispersão de poluentes demonstraram que em caso de descarga acidental haveria toque de óleo em regiões com elevado Índice de Sensibilidade em poucas horas, tanto para condições de verão como de inverno, para todos os cenários considerados (8m<sup>3</sup>, 200m<sup>3</sup> e pior caso).

Conforme os pareceres técnicos emitidos, a avaliação do empreendimento somente pode prosseguir ao se ponderar os riscos elevados – em grande parte já instalados – com os impactos socioeconômicos decorrentes da desativação da atividade que a não implementação do projeto implicaria.

Assim, a emissão da Licença Prévia somente foi possível com a previsão de 17 projetos de monitoramentos ambientais e 7 Programas de Mitigação/Compensação, incluindo a conclusão de medidas compensatórias a 94 comunidades costeiras.

Se um projeto de ampliação em infraestrutura já existente vem apresentando inúmeras dificuldades técnicas para sua implementação e licenciamento, ainda não foi demonstrada a viabilidade de licenciamento ambiental para a perfuração exploratória em águas rasas na região. Em 2001, no licenciamento do bloco BSEAL-3 – também no litoral de Sergipe, a 27 km da costa e em lâmina d'água de 30 m – a empresa operadora não conseguiu apresentar um PEI que oferecesse condições adequadas de proteção aos ativos ambientais da região e a licença requerida para perfuração não foi concedida. Os Pareceres Técnicos do Ibama ressaltaram a sensibilidade ambiental da área demonstrada pelo estudo ambiental da empresa, e reiteradamente expuseram as insuficiências da estrutura de atendimento à emergência.

Em 2017, o IBAMA concluiu o TAC SEAL com a emissão da LO 1391/2017, para a Regularização do licenciamento ambiental por Termo de Ajustamento de Conduta das atividades de produção e escoamento de petróleo e gás natural nos campos de Camorim, Caioba, Dourado e Guaricema, bem como do campo de Salgo e do seu sistema de produção e escoamento pela plataforma de Robalo.

Para o setor de águas rasas do litoral de Alagoas, a única atividade e, portanto, o único Plano de Emergência aprovado nos setores confrontantes ao estado de Alagoas, se refere ao Sistema Piloto de Recuperação de Gás Natural e Condensado do Poço 4-ALS-39 – sistema sem plataforma associada, no qual a produção é feita através de um *manifold* submarino que recebe a produção diretamente do poço produtor e a encaminha por gasoduto para o continente – no campo de Paru (16 km da costa e profundidade de 25 m), cuja Licença Prévia de Produção para Pesquisa foi emitida em 1996. Nos últimos anos a operadora vem tentando retomar as perfurações na área, sem, contudo, ter superado até o momento as questões ambientais.

Apesar de já haver processo de licenciamento ambiental em trâmite no IBAMA, para atividade de produção em águas profundas na bacia de SEAL, como o TLD de Farfan, por exemplo, o que possibilitou aprofundamento nas análises de modelagens numéricas para vazamento de óleo, bem como de planos de emergência para a região, ressalta-se que ainda não existem modelagens de vazamentos de óleo ou PEIs aprovados para o setor AP-1 que apresentem estratégias viáveis de proteção a estes ecossistemas. Considerando que os recifes se prolongam além da linha de costa, seriam necessários estudos específicos de modelagem e análise de riscos para avaliar se a distância de 50 km pode ser suficiente para viabilizar Planos de Emergência na área. Adicionalmente, a própria presença destes recifes já é um fator complicador para as estratégias de resposta (deslocamento das embarcações, posicionamento de barreiras, aplicação de dispersantes). Observa-se, neste sentido, que estruturas coralíneas similares não são encontradas no litoral do estado de Sergipe. Assim nos PEI aprovados para as atividades confrontantes ao estado de Sergipe não foi necessário abordar esta questão, que permanece sem demonstração de solução técnica.

Assim, em toda bacia, os licenciamentos em águas profundas somente ocorreram no litoral do estado de Sergipe e da mesma forma que os de águas rasas apresentaram grande complexidade técnica. Se as modelagens numéricas determinísticas demonstram um tempo mínimo de toque de óleo na costa um pouco superior que para águas rasas, este ainda é muito reduzido comparativamente a estudos de caso internacionais para regiões sensíveis. Agrava-se a esta questão o fato de eventuais descargas acidentais poderem atingir uma área da costa mais extensa que no caso dos empreendimentos situados em águas rasas, tanto no inverno como no verão. Nestas condições a Petrobras opera o polígono de águas profundas abrangendo os blocos BM-SEAL-4, 10 e 11 e a produção do campo de Piranema. Após a realização de exercícios simulados de atendimento à emergência, houve a necessidade da empresa incrementar seus planos de emergência com embarcações, equipamentos e equipes de forma a demonstrar capacidade mínima de resposta; as exigências do Ibama de complementação à proteção de áreas vulneráveis, entre as quais as praias de desova de tartarugas e manguezais, ainda estão sendo apresentadas pela empresa que deverá demonstrar sua efetividade.

Neste sentido, observa-se que em recente acidente (abril de 20015) de pequeno volume (7m<sup>3</sup>) na região costeira de Sergipe, mesmo fora do período de cenário meteoceanográfico mais crítico, as estratégias de resposta foram insuficientes para evitar toque óleo na costa em uma faixa que se estendeu por 100 km do litoral dos estados de Sergipe e Bahia.

#### **3.2.4.6 – Subsídios ao Licenciamento Ambiental**

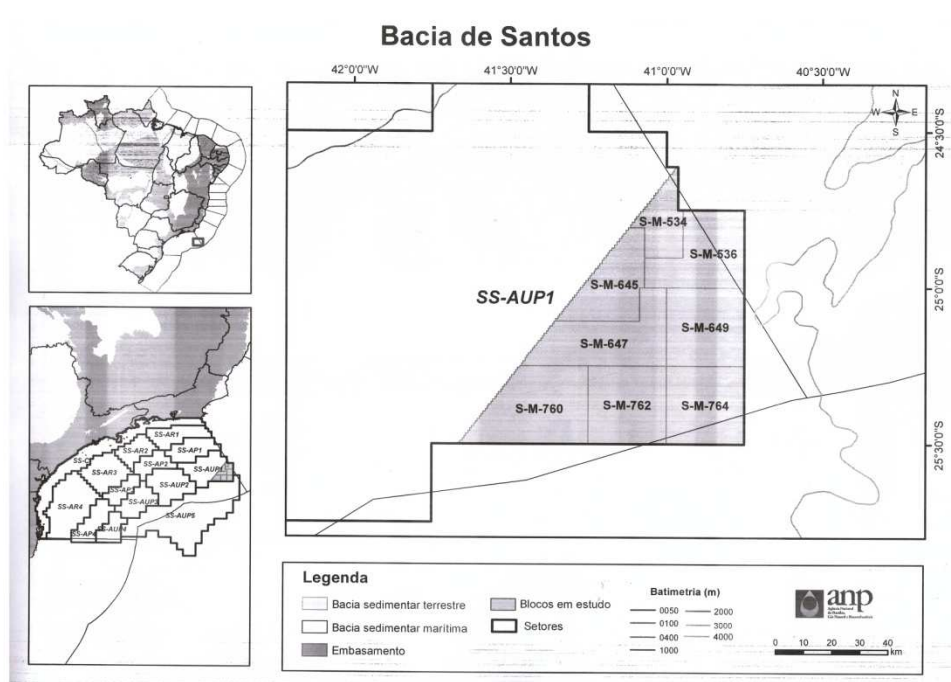
Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados na bacia devem contemplar análises robustas de vulnerabilidade do litoral, com especial atenção às Unidades de Conservação, aos ecossistemas de elevada sensibilidade e às espécies ameaçadas presentes na área, para o que poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA n° 398/08. Observa-se, ainda, que caso as modelagens indiquem elevada probabilidade de chegada de óleo nestes ativos ambientais, e a operadora não seja capaz de apresentar estratégias efetivas de resposta, as licenças ambientais poderão ser negadas.

### 3.2.4.7 – Conclusão sobre os blocos apresentados

Entende-se que não existem impeditivos para a oferta dos blocos analisados no presente parecer técnico, desde que observada as recomendações aqui constantes.

### 3.2.5 - Bacia Marítima de Santos

Setor	Número de Blocos	Blocos
SS-AUP1	8 blocos	S-M-534, S-M-536, S-M-645, S-M-647, S-M-649, S-M-760, S-M-762, S-M-764



#### 3.2.5.1 Considerações Gerais

A ANP apresentou um total de 8 blocos exploratórios no setor de água ultra profunda SS-AUP1.

#### 3.2.5.2 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Todos os blocos apresentam sobreposição com Áreas Prioritárias da **Zona Costeira e Marinha**, conforme quadro abaixo:

Nome do Bloco	Cod_AP	Importância Biológica	Prioridade
S-M-647	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
S-M-534	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
S-M-645	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
S-M-760	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
S-M-762	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
S-M-536	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta

S-M-649	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
S-M-764	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta

### 3.2.5.3 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

Não foram encontradas sobreposições.

### 3.2.5.4 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SS-UAP1 há sobreposição com o polígono de 22 espécies ameaçadas de extinção, sendo cinco (23%) categorizadas como CR, sete (32%) como EN e dez (45%) como VU (Tabela 14).

Não há nenhum registro de ocorrência para o setor SS-UAP1 na base de dados utilizada.

Em relação aos Planos de Ação Nacional para a Conservação (PAN), a área do setor SS-UAP1 se sobrepõe com as áreas dos PANs de Albatrozes e Petréis (PLANACAP), Pequenos Cetáceos, Grandes Cetáceos, Tubarões e Raias e Tartarugas Marinhas. O PAN da Toninha está situado em área próxima a este setor.

Tabela 14: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SSEAL-AUP1.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SS-AUP1	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
SS-AUP1	<i>Diomedea dabbenena</i>	Aves	CR	Não
SS-AUP1	<i>Diomedea exulans</i>	Aves	CR	Não
SS-AUP1	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SS-AUP1	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
SS-AUP1	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
SS-AUP1	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
SS-AUP1	<i>Pterodroma incerta</i>	Aves	EN	Não
SS-AUP1	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Aves	EN	Não
SS-AUP1	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SS-AUP1	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
SS-AUP1	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não
SS-AUP1	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
SS-AUP1	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Aves	VU	Não
SS-AUP1	<i>Procellaria conspicillata</i>	Aves	VU	Não



<b>SS-AUP1</b>	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SS-AUP1</b>	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SS-AUP1</b>	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SS-AUP1</b>	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SS-AUP1</b>	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SS-AUP1</b>	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
<b>SS-AUP1</b>	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

### 3.2.5.5 – Contribuições do licenciamento ambiental federal

São áreas onde ocorrem importantes atividades de exploração e produção de petróleo e gás, especialmente na região do pré-sal. A atividade de E&P vem se instalando nas bacias e, sobretudo na bacia de Santos, há possibilidade de acompanhamento e crescimento ordenado das atividades.

As principais questões na fase exploratória para se avaliar a viabilidade ambiental deverão estar associadas aos impactos com a pesca, a presença de bancos biogênicos, bem como aos impactos cumulativos de muitas atividades concomitantes. Deve ser ainda sempre considerado que cenários com alta probabilidade de toque e cujos projetos apresentados não mostrem-se capazes de proteger áreas ambientalmente sensíveis poderão implicar em negativa de licença.

Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados devem contemplar análises de vulnerabilidade com especial atenção às Unidades de Conservação e às espécies ameaçadas presentes na área. Poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA nº 398/08, sobre Plano de Emergência Individual.

### 3.2.5.6 – Subsídios ao Licenciamento Ambiental

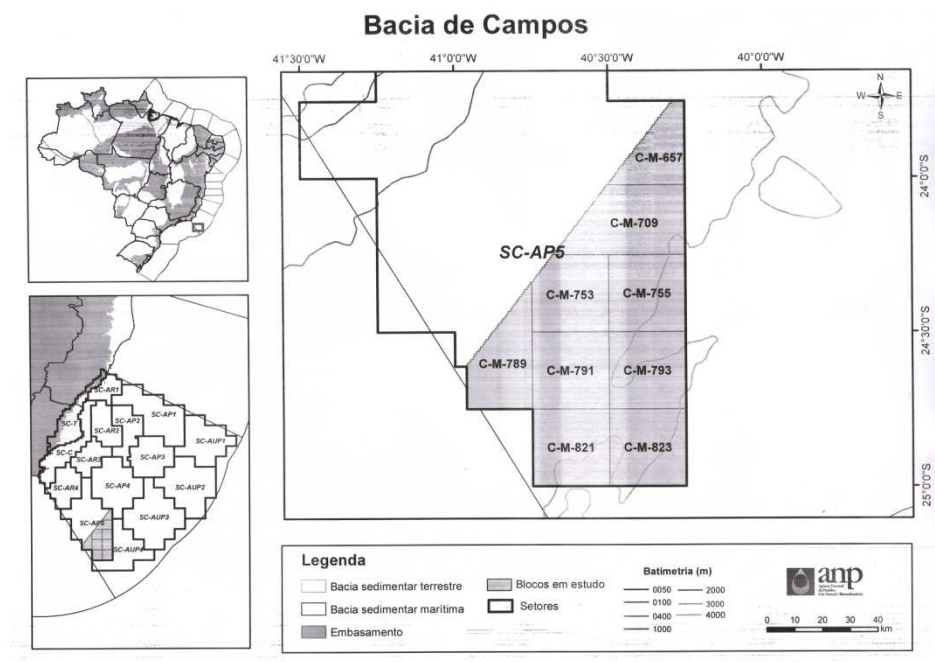
Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados na bacia devem contemplar análises robustas de vulnerabilidade do litoral, com especial atenção às Unidades de Conservação, aos ecossistemas de elevada sensibilidade e às espécies ameaçadas presentes na área, para o que poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA nº 398/08. Observa-se, ainda, que caso as modelagens indiquem elevada probabilidade de chegada de óleo nestes ativos ambientais, e a operadora não seja capaz de apresentar estratégias efetivas de resposta, as licenças ambientais poderão ser negadas.

### 3.2.5.7 – Conclusão sobre os blocos apresentados

Entende-se que não existem impeditivos para a oferta dos blocos analisados no presente parecer técnico, desde que observada as recomendações aqui constantes.

### 3.2.6 - Baía Marítima de Campos

Setor	Número de Blocos	Blocos
SC-AP5	9 blocos	C-M-657, C-M-709, C-M-753, C-M-755, C-M-789, C-M-791, C-M-793, C-M-821, C-M-823



#### 3.2.6.1 Considerações Gerais

A ANP apresentou um total de 9 blocos exploratórios no setor SC-AP5.

#### 3.2.6.2 - Sobreposição com Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira

Todos os blocos apresentam sobreposição com Áreas Prioritárias da **Zona Costeira e Marinha**, conforme quadro abaixo:

Nome do Bloco	Cod_AP	Importância Biológica	Prioridade
C-M-793	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-823	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-657	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-789	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-709	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-753	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-791	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-821	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta
C-M-755	Zm047	Insuficientemente Conhecida	Alta

### 3.2.6.3 – Unidades de Conservação e Outras Áreas Protegidas

Não foram encontradas sobreposições.

### 3.2.6.4 – Espécies da fauna ameaçadas de extinção

No setor SC-AP5 há sobreposição com o polígono de 27 espécies ameaçadas de extinção, sendo nove (33%) categorizadas como CR, sete (26%) como EN e 11 (41%) como VU (Tabela 15).

Não há nenhum registro de ocorrência para o setor SC-AP5 na base de dados utilizada.

Em relação aos Planos de Ação Nacional para a Conservação (PAN), a área do setor SC-AP5 se sobrepõe com as áreas dos PANs de Albatrozes e Petréis (PLANACAP), Pequenos Cetáceos, Grandes Cetáceos Tubarões e Raias e Tartarugas Marinhas. Os PANs da Toninha e Corais estão situados em áreas próximas a este setor.

Tabela 15: Espécies ameaçadas de extinção com polígonos de extensão de ocorrência para o setor SC-AP5.

Setor	Táxon	Grupo	Categoria	Endêmica do Brasil
SC-AP5	<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamíferos	CR	Não
SC-AP5	<i>Diomedea dabbenena</i>	Aves	CR	Não
SC-AP5	<i>Diomedea exulans</i>	Aves	CR	Não
SC-AP5	<i>Dasyatis centroura</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SC-AP5	<i>Sphyrna lewini</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SC-AP5	<i>Sphyrna tiburo</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SC-AP5	<i>Sphyrna zygaena</i>	Peixes Marinhos	CR	Não
SC-AP5	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Répteis	CR	Não
SC-AP5	<i>Dermochelys coriacea</i>	Répteis	CR	Não
SC-AP5	<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamíferos	EN	Não
SC-AP5	<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamíferos	EN	Não
SC-AP5	<i>Pterodroma incerta</i>	Aves	EN	Não
SC-AP5	<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Aves	EN	Não
SC-AP5	<i>Makaira nigricans</i>	Peixes Marinhos	EN	Não
SC-AP5	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Répteis	EN	Não
SC-AP5	<i>Caretta caretta</i>	Répteis	EN	Não

SC-AP5	<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamíferos	VU	Não
SC-AP5	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Aves	VU	Não
SC-AP5	<i>Procellaria conspicillata</i>	Aves	VU	Não
SC-AP5	<i>Alopias superciliosus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Alopias vulpinus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Carcharodon carcharias</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Hippocampus erectus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Rhincodon typus</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Kajikia albida</i>	Peixes Marinhos	VU	Não
SC-AP5	<i>Chelonia mydas</i>	Répteis	VU	Não

### 3.2.6.5 – Contribuições do licenciamento ambiental federal

São áreas onde ocorrem importantes atividades de exploração e produção de petróleo e gás, especialmente na região do pré-sal. A atividade de E&P vem se instalando nas bacias e, também nas novas áreas da bacia de Campos, há possibilidade de acompanhamento e crescimento ordenado das atividades.

As principais questões na fase exploratória para se avaliar a viabilidade ambiental deverão estar associadas aos impactos com a pesca, a presença de bancos biogênicos, bem como aos impactos cumulativos de muitas atividades concomitantes. Deve ser ainda sempre considerado que cenários com alta probabilidade de toque e cujos projetos apresentados não mostrem-se capazes de proteger áreas ambientalmente sensíveis poderão implicar em negativa de licença.

Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados devem contemplar análises de vulnerabilidade com especial atenção às Unidades de Conservação e às espécies ameaçadas presentes na área. Poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA nº 398/08, sobre Plano de Emergência Individual.

### 3.2.6.6 – Subsídios ao Licenciamento Ambiental

Os Planos de Emergência Individuais dos empreendimentos a serem licenciados na bacia devem contemplar análises robustas de vulnerabilidade do litoral, com especial atenção às Unidades de Conservação, aos ecossistemas de elevada sensibilidade e às espécies ameaçadas presentes na área, para o que poderão ser exigidos recursos adicionais aos recursos mínimos previstos na Resolução CONAMA nº 398/08. Observa-se, ainda, que caso as modelagens indiquem elevada probabilidade de chegada de óleo

nestes ativos ambientais, e a operadora não seja capaz de apresentar estratégias efetivas de resposta, as licenças ambientais poderão ser negadas.

### 3.2.6.7 – Conclusão sobre os blocos apresentados

Entende-se que não existem impeditivos para a oferta dos blocos analisados no presente parecer técnico, desde que observadas as recomendações aqui constantes.

## 6. CONCLUSÃO

O presente parecer técnico dedicou-se a analisar os aspectos ambientais da área proposta para a 15ª Rodada de Blocos Exploratórios da ANP, com vistas à identificação de graves incompatibilidades das áreas propostas com os objetivos estratégicos de proteção da qualidade ambiental.

Ao final do processo, o GTPEG analisou um total de 70 blocos exploratórios, agrupados em 12 setores pertencentes a 2 bacias sedimentares terrestres e 5 bacias sedimentares marinhas.

Desse total, a análise indicou a necessidade de readequação de dois blocos exploratórios, a saber:

- PAR-T-84, visando conformidade com a Resolução CONAMA nº 428, §2º, artigo 1º, que estabelece no licenciamento de empreendimento de significativo impacto ambiental, uma distância mínima de 3 km;
- CE-M-599, por possuir pequena parte de sua área em batimetria inferior a 50 m.

**É este o parecer técnico elaborado pelo Grupo de Trabalho instituído pela Portaria nº 449/2016.**

Brasília, de 23 janeiro de 2018

  
**Marília Cerqueira**  
Coordenadora do GTPEG

## **Composição do GTPEG (Portaria MMA nº 449/2016)**

### **Ministério do Meio Ambiente**

#### **I) do Gabinete do Ministro e da Secretaria-Executiva:**

- a. titular: Marília Marreco Cerqueira, a quem caberá a coordenação do GTPEG;
- b. suplente: Maria Ceicilene Aragão Araújo;

#### **II) da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano:**

- a. titular: Regis Pinto de Lima;
- b. suplente: Robson José Calixto de Lima;

#### **III) da Secretaria de Biodiversidade e Florestas:**

- a. titular: Moara Menta Giasson;
- b. titular: Vinicius Scofield Siqueira;
- c. suplente: André Luis Lima;
- d. suplente: Bianca Chaim Mattos;

### **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes:**

#### **I) da Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade:**

- a. titular: Fernanda Franco Bueno Bucci;
- b. suplente: Tiago Castro e Silva;

#### **II) da Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação:**

- a. titular: Paulo Henrique Marostegan e Carneiro;
- b. suplente: Luiz Felipe de Luca de Souza;

### **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA:**

#### **I. Diretoria de Licenciamento Ambiental**

- a. titulares:
  1. Rose Mirian Hofmann;
  2. Maria Teresa Caldeira;
  3. Itagyba Alvarengo Neto;
- b. suplentes:
  1. Guilherme Augusto dos Santos Carvalho;
  2. José Eduardo Mateus Évora;
  3. Jônatas Souza de Trindade;

#### **Agência Nacional de Águas - ANA**

- a) titular: Fernando Roberto de Oliveira; e
- b) suplente: Leonardo de Almeida

## 7. REFERÊNCIAS CITADAS

- ADDEY, W. H. J. Coral reef ecosystems and human health: biodiversity counts! *Ecosystem Health*, 6: 227–236. 2000.
- ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis. Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural. 2001.
- ANP, Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis. Consulta de Interesse – Área da Lagoa do Doutor. 2014. Disponível em: <[www.anp.gov.br/?dw=71603](http://www.anp.gov.br/?dw=71603)>. Acesso em: 01/04/2015.
- BENCKE, A. G.; MAURÍCIO, G. N.; Maurício, DEVELEY, P. F. & GOERCK, J. M. (Org.) Áreas importantes para conservação das aves no Brasil: parte 1 - estados do domínio da Mata Atlântica. Birdlife International. SAVE Brasil: São Paulo. 2006.
- BRONZ, D. Pescadores do petróleo. Políticas ambientais e conflitos territoriais na Baía de Campos, RJ. 200p. E-papers/Laced/Museu Nacional: Rio de Janeiro. 2009.
- CASTRO, C.B. Recifes de coral. Workshop avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Brasília, MMA/Pronabio. 101 p. 1999.
- CASTRO, C.B.; PIRES D.O Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, 69(2): 357–371. 2001.
- CASTRO, C.B.; PIRES D.O; MEDEIROS, M.S.; LOIOLA, L.L.; ARANTES, R.C.M; THIAGO, C.M. & BERMAN, E. Filo Cnidaria In: Lavrado, H.P. & Ignácio, B.L. (Eds.). Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p. 211-260 (Série Livros n. 18). 2006.
- CNUC/MMA. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. 2012. Disponível em: [www.mma.gov.br/cadastro\\_uc](http://www.mma.gov.br/cadastro_uc). Acesso em: 01/04/2015.
- COSTA, P. A. S.; BRAGA, A. C. & FROTA, L. O. R. Reef fisheries in Porto Seguro, eastern Brazilian 11 coast. *Fisheries Research*. V. 60 N.2-3. P. 577-583. 2003.
- DEVELEY, P. F. & GOERCK, J. M. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. *BirdLife Conservation Series*. N. 16. P. 99 – 112. BirdLife International. Quito, Ecuador. 2009.
- EPE/MME. Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás – Relatório Executivo. 2012.
- ELLSWORTH, W.L. Injection-Induced Earthquakes. *Science* 341. 2013.

- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil. Situação atual e perspectivas. Brasília. MMA (Série Biodiversidade, 18). 250 p. 2006.
- FERREIRA, Joaquim Mendes; JULIÀ, Jordi; NASCIMENTO, Aderson & BEZERRA, Francisco Hilário Rego. Ameaça Sísmica no Nordeste do Brasil. 13º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica. Rio de Janeiro. 2013.
- FLOETER, S. R.; KROHLING, W.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, C. E. L. & ZALMON, I. R. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes* 78: 147-160. 2007
- FRÉDOU, T. & FERREIRA, B. Avaliação de estoques das cinco principais espécies de lutjanídeos alvo da pesca na Costa Nordeste do Brasil. Capítulo V. In: Sem autor. Projeto Biologia e Dinâmica Populacional de Peixes Recifais - Relatório Final. Programa REVIZEE/SCORE Nordeste. 38p. Tamandaré. 2003.
- GAETA, S.A., LORENZETTI, J.A., MIRANDA, L.B., SUSINI-RIBEIRO, S.M.M., POMPEU, M. and DE ARAÚJO, C.E.S. The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. *Arch. Fish. Mar. Res.* 47(2/3), 253-270. 1999.
- Jansen, D.C., Cavalcanti, L.F., Lamblém, H.S. 2012 Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. *Revista brasileira de espeleologia* Vol. 1 nº2.
- KIKUCHI, R. K. P. & LEÃO, Z. M. A. N. The effects of Holocene sea-level fluctuation on reef development and coral community structure, Northern Bahia, Brazil. *Anais Acad. Bras. Cienc.* V. 70. N. 2. P. 159-171. 1998.
- LABOREL, J. Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annales de l'Université d'Abidjan Ser E, Ecologie* 2(3): 1-260. 1970.
- LEÃO, Z. M. A. N.; ARAÚJO, T. M. F.; NOLASCO, M. C. The coral reefs off the coast of Eastern Brazil. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium.*, 3: 339-347. 1988.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. & TESTA, V. Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÉS, Jorge. (Ed.). *Latin American Coral Reefs*. Elsevier: Oxford. 2003.
- LOPES, P. A. Territorialidade em conflitos na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil: estudo de caso dos conflitos entre os pescadores artesanais e o porto da Companhia Siderúrgica do Atlântico (ThyssenKrupp CSA) – Dissertação, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.
- METRI, Rafael & ROCHA, Rosana Moreira. Bancos de algas calcárias: um ecossistema rico a ser preservado. *Revista Natureza & Conservação*, vol. 6, n. 1, p. 8-17, Curitiba, abril de 2008.



- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias do Ceará e Potiguar (material cartográfico). Programa de Gerenciamento Territorial. Projeto Gestão Integrada do Ambiente Costeiro e Marinho, Secretaria de Qualidade Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Brasil (SQA/MMA). Brasília. 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia de Santos (material cartográfico). Programa de Gerenciamento Territorial. Projeto Gestão Integrada do Ambiente Costeiro e Marinho, Secretaria de Qualidade Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Brasil (SQA/MMA). Brasília. 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas (SBF), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília. Brasil. 2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo da Bacia do Espírito Santo (material cartográfico). Programa de Gerenciamento Territorial. Projeto Gestão Integrada do Ambiente Costeiro e Marinho, Secretaria de Qualidade Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Brasil (SQA/MMA). Brasília. 2010.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo das Bacias do Sul da Bahia (material cartográfico). Programa de Gerenciamento Territorial. Projeto Gestão Integrada do Ambiente Costeiro e Marinho, Secretaria de Qualidade Ambiental, Ministério do Meio Ambiente, Brasil (SQA/MMA). Brasília. 2013.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE.. Especificações e Normas Técnicas para Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Espécies terrestres e mamíferos aquáticos ameaçados. Brasília. 2014.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Espécies de peixes e invertebrados aquáticos ameaçados. Brasília. 2014.
- NONAKA, R.H., MATSUURA, Y. and SUZUKI, K. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank region off eastern Brazil. *Fish. Bull.* 98:767–784. 2000.
- OLAVO, G.; COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S. Caracterização da pesca de linha e dinâmica das frotas linheiras da Bahia, Brasil. In: COSTA, P. A. S.; MARTINS, A. S.; OLAVO, G. (Eds.) Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na

- região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Série Livros. n. 13. p. 13-34. Museu Nacional: Rio de Janeiro. 2005.
- OLIVEIRA, D. C. & MOHRIAK, W. U. Jaibas Trough: an important element in the early tectonic evolution of the Parnaíba interior sag Basin, Northeastern Brazil. *Marine and Petroleum Geology*. v. 20, p. 351-383. Guildford. 2003.
- PAIVA, M. P. Recursos Pesqueiros Estuarinos e Marinhos do Brasil. 1ª ed. Edições Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 1997.
- PAULAY, G. P. Diversity and distribution of reef organisms. *In*: Birkeland C (ed). Life and death of coral reefs. NEW YORK, Chapman and Hall. P. 298–353. 1997.
- REVIZEE & SCORE SUL. Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração. Editores: Maria Cristina Cergole, Antônio Olinto Ávila da Silva, Carmem Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski. Instituto Oceanográfico/USP. São Paulo. 2005. ISBN 85-98729-05-1
- ROYAL SOCIETY AND THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING – UK. Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing. The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. London. 2012
- SEAP, Secretaria Especial de Pesca e Aquicultura da Presidência da República; PROZEE, Fundação de Amparo a Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Economicamente Exclusiva & IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Monitoramento da Atividade Pesqueira no Litoral do Brasil. Relatório Técnico Final. Convênio Nº 109/2004. Brasília - DF. 2006.
- SEMA. Atlas dos Ecossistemas do Espírito Santo. Governo do Estado do Espírito Santo. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Viçosa. 504 p. Vitória, ES & Viçosa, MG. 2008.
- SILVA CARVALHO, M. E. & LOSANO FONTES, A. - A Carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. *Revista da Fapese*, v.3, n. 1, p. 87-112, jan./jun. 2007.
- SILVA, N. R.; AZEVEDO, A. & FERREIRA, M. I. P. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos de Goytacazes*. v.6 n.2, p. 37-58. Rio de Janeiro. 2012.
- SOUZA, Célia Regina de Gouveia; SUGUIO, Kenitiro; OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos & OLIVEIRA, Paulo Eduardo de. *Quaternário do Brasil*. Editora Holos. 382p. São Paulo. 2005.
- ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JORGENSEN, M.P., PIZZORNO, J.L., MAIA, Y.G., VANBLARICOM, G.R., DE MASTAER, D.P., SIMÕES-LOPES, P.C., MOREIRA, S., BETHLEM, C. Satellite-monitored movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Southwest Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Series* 313: 295–304. 2006a.

ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JORGENSEN, M.P., MOREIRA, S.C., PIZZORNO, J.L., MAIA, Y.G., VANBLARICOM, G.R. & DE MASTAER, D.P. Migration and summer destinations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western South Atlantic Ocean. *Journal of Cetacean Research and Management* (special issue 3): 113-118. 2011.

ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JORGENSEN, M.P., MOREIRA, S.C., PIZZORNO, J.L., MAIA, Y.G., SIMÕES-LOPES, P.C., VANBLARICOM, G.R. & DE MASTAER, D.P. Movimentos e utilização do habitat de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*) monitoradas por satélite no litoral do Brasil e suas implicações para a indústria do petróleo e gás-natural. Livro de Resumos Rio Oil and Gas Expo and Conference, Rio de Janeiro, Brasil. p. 280. 2006B.

ZERBINI, A. N.; SECCHI, E. R.; BASSOI, M.; ROSA, L. D.; HIGA, A.; SOUSA, L.; MORENO, I. B.; MÖLLER, L. M. & CAON, G. Distribuição e abundância relativa de cetáceos na /zona econômica exclusiva da região sudeste-sul do Brasil. série Documentos Revizee: Score Sul, USP. São Paulo. 2004.

## ANEXO 1

### **Recomendações Relativas a Licitação de Blocos Visando Exploração e Produção de Recursos Não Convencionais**

Sobre a tecnologia para exploração e produção de gás não convencional, é importante que se considere os impactos potenciais decorrentes desse processo, tais como: a) Intensificação de abertura de vias de acesso e instalação de canteiros devido à necessidade de incremento na perfuração de poços dezenas de vezes superior à da produção convencional; b) Utilização intensiva de recursos hídricos, particularmente em regiões onde sejam pouco disponíveis ou cujo uso concorra com outros importantes para a população e atividades econômicas locais; c) Possibilidade de contaminação de aquíferos livres e confinados e a necessidade de assegurar a preservação desses aquíferos; d) Utilização de fluidos e demais produtos químicos e a necessidade de uma avaliação sistemática desses produtos; e) Disposição final da água de retorno (*flowbackwater*), água de produção e “cascalhos” e; f) Indução de sismos, particularmente nos casos em que possa atuar como gatilho para tensões regionais acumuladas em falhamentos.

Em abril de 2014, a ANP publicou a Portaria nº 21/2014 (D.O.U. 11/04/14) estabelecendo requisitos de estudos e levantamentos a serem cumpridos pelos operadores para execução da técnica de fraturamento hidráulico em reservatórios não convencionais. Entre outros aspectos técnicos e operacionais, aquele instrumento estabelece critérios para o revestimento e cimentação de poços, bem como para os ensaios e as informações que devem ser apresentadas à ANP; prevê a realização de análise de riscos para todas as fases da operação e, particularmente, do projeto de poço e do fraturamento hidráulico; prevê a realização de modelagem geomecânica conforme as melhores práticas de engenharia para simular as operações de fraturamento, devendo ser assegurado por meio de testes, modelagens, análises e estudos que o alcance máximo das fraturas projetadas permaneça a uma distância segura dos corpos hídricos existentes, de acordo com as melhores práticas da indústria do petróleo; estabelece que devem ser empregados métodos de microssísmica (ou equivalentes) para demonstração que os limites superior e inferior das fraturas geradas obedecem àquelas simuladas; prevê a realização de estudos de avaliações de ocorrência sísmica natural e induzida, devendo o responsável técnico declarar que o projeto atende aos requisitos legais aplicáveis e que foram realizados os testes, modelagens, análises e estudos, alinhados com as melhores práticas de engenharia, os quais permitam concluir que, sendo executado o projeto, os riscos de falhas preexistentes serem reativadas ou das fraturas geradas alcançarem qualquer corpo hídrico subterrâneo existente foram reduzidos a níveis toleráveis. A portaria prevê ainda que a água utilizada seja de baixa aceitação para o consumo humano ou dessedentação animal, ou água resultante de efluentes industriais ou domésticos desde que o tratamento a habilite ao uso pretendido, e estabelece a necessidade de implementação de um sistema de gestão ambiental que atenda às melhores práticas da indústria do petróleo – com particular preocupação quanto ao controle, tratamento e disposição dos efluentes gerados – e de um plano de emergência elaborado em função de todos os cenários identificados na análise de riscos.

Também em 2014 foram estabelecidos grupos de trabalho no âmbito do MME e realizados eventos para levantamento e troca de informações relativas à prática e regulamentação internacional da atividade.

Em 2016 foi publicado o relatório “*Aproveitamento de Hidrocarbonetos em Reservatórios Não Convencionais no Brasil*”, o qual buscou cumprir um papel de preencher lacunas de conhecimento e contribuir para a ampliação do debate em relação ao tema no Brasil, com base em estudos técnicos e, especialmente, no histórico da atividade nos Estados Unidos.

Embora estas ações representem instrumentos de busca para uma maior segurança ambiental para realização de fraturamento hidráulico multifásico em recursos não convencionais na escala de projeto, há que se considerar algumas questões fundamentais para a oferta de blocos em estudo.

A evolução na busca de um melhor conhecimento da atividade pelos órgãos governamentais e da instituição de um marco regulatório pela ANP posteriores à oferta da 12ª Rodada não representam ainda formas de superação para as lacunas de conhecimentos das bacias sedimentares em oferta e as incertezas existentes.

Exemplifica-se em dois aspectos importantes. Um diz respeito à questão da possibilidade da contaminação dos aquíferos e o outro à preocupação com os sismos induzidos, particularmente nos casos em que a atividade possa atuar como gatilho para tensões regionais acumuladas em regiões de falhamentos e áreas naturalmente sujeitas à sismicidade.

Em geral, nas bacias sedimentares, nas áreas aflorantes, conforme os mapas mostrados (**Anexo 1**), dominam majoritariamente os processos de recarga, e em uma pequena parcela ocorre descarga, tais como nas nascentes, lagoas e áreas úmidas. As áreas aflorantes materializam aquíferos livres, com potencialidades variáveis, localmente aquitardes, podendo ser mais ou menos produtivos em decorrência de sua constituição, condições de fluxo, relevo, precipitação, entre outras variáveis. As áreas de recarga, configuradas nas áreas de exposição ou afloramentos dos aquíferos livres, são vitais para a reposição do recurso hídrico subterrâneo (reservas renovável e permanente dos aquíferos) e para a alimentação do fluxo de base dos rios, o qual é responsável pela manutenção da perenidade desses. Por outro lado, ao tempo que essas são áreas responsáveis pela entrada de água nos aquíferos e alimentação de fluxo de base dos rios, portanto numa perspectiva quantitativa; também são diretamente relacionadas aos aspectos qualitativos, uma vez que podem ser afetadas por atividades contaminantes, em maior ou menor grau, conforme for a sua vulnerabilidade natural e o potencial de contaminação das operações desenvolvidas em superfície. A vulnerabilidade natural dos aquíferos, varia em função de diversos parâmetros, mas com grande relevância da espessura e composição do horizonte insaturado formado pelo pacote solo/rocha, situação da hidráulica e da profundidade do nível de água.

Dessa forma, em termos de operações desenvolvidas à superfície, como armazenamento, tratamento, transporte e disposição de *flow backwater*, *wastewater*, água de formação; manipulação de compostos para injeção; entre outras operações, é extremamente importante se atentar para a vulnerabilidade natural dos aquíferos, representados por suas áreas de recarga (exposição), uma vez que estas podem ser de elevada vulnerabilidade e podem vir a ser afetadas, caso essas operações não sejam realizadas de forma adequada, conforme as condições a serem determinadas no licenciamento ambiental e indicadas como as Melhores Práticas da Indústria do

Petróleo.

É conveniente ainda destacar, que muitos desses aquíferos livres, demarcados à superfície do terreno por suas áreas aflorantes, têm grande importância como manancial para diversos usos, tais como abastecimento humano, dessedentação animal, industrial, irrigação, podendo ser explorados por centenas ou milhares de poços tubulares, conforme o aquífero e a região. Importante frisar que diversos aquíferos porosos, livres, presentes nas bacias sedimentares alvos da 15ª Rodada de Licitações da ANP, quando apresentam elevadas taxas de recarga, produção e importante participação do fluxo de base no escoamento subterrâneo, denotam propriedades hidráulicas muito favoráveis, com boas condições de circulação, o que pode, a depender do cenário local, significar maior vulnerabilidade natural.

Assim, é necessário extremo cuidado quando da realização das atividades de exploração, desenvolvimento e produção de recursos não convencionais de forma a não contaminar os aquíferos livres. Em águas subterrâneas, muitas vezes há inviabilidade técnica e/ou econômica para restaurar a sua qualidade, de maneira que as ações devem ser sempre proativas, evitando danos ambientais às mesmas, sendo que uma vez contaminadas muitas vezes a reversão poderá não ser viável.

Em complementação às preocupações existentes com as atividades em superfície é importante destacar os riscos em subsuperfície associados à implantação de poços de exploração, desenvolvimento e produção dos recursos não convencionais e a execução de fraturamento hidráulico multifásico, que podem atingir tanto aquíferos livres como confinados. Na execução desses poços, o número de camadas de revestimento e de cimentação constituem pontos chave, quanto proteção dos aquíferos. Além da quantidade de camadas protetivas na seção dos poços com aquíferos, a qualidade da cimentação é essencial quanto à proteção, nesse sentido testes de integridade devem ser solicitados durante o licenciamento. É necessário que os horizontes aquíferos de uma dada seção de poço exploratório/produção apresentem número de camadas de revestimento e de cimentação compatíveis com os mananciais a serem protegidos, considerando suas propriedades hidráulicas e distâncias das unidades a serem submetidas ao fraturamento hidráulico. Assegurar a integridade do conjunto de cimentações e revestimentos é uma das garantias vitais para a proteção dos aquíferos. A construção dos poços deverá seguir rigidamente as Melhores Práticas da Indústria do Petróleo, de forma a evitar que horizontes aquíferos, comumente multicamadas, possam ser contaminados por falta de isolamento adequado. É preciso assegurar que os eventos de fraturamento hidráulico não gerem fraturas que possam alcançar os aquíferos. Não existe uma regra única para balizar o alcance máximo das fraturas geradas no fraturamento hidráulico, de forma a manter distância segura dos aquíferos soto e sobrepostos à camada alvo (*player*), sendo este um dos pontos, em que ainda é necessário avançar bastante na definição de normas e estudos.

Assim, no caso da realização das primeiras atividades, seria desejável que estas se dessem em áreas onde os riscos de contaminação fossem reduzidos, permitindo que a indústria e os órgãos reguladores brasileiros pudessem avaliar se a adoção das melhores práticas da indústria atende às necessidades existentes em nosso país.

Quanto ao segundo aspecto, o da sismicidade induzida, observa-se que as bacias do Parnaíba e do Paraná são regiões do Brasil que apresentam abalos sísmicos, pois são

bacias sedimentares com história de desenvolvimento estrutural complexo e ocorrência de movimentos tectônicos recentes, como exposto no **Anexo 1**. Na **Figura 1** é apresentado mapa em macroescala, mostrando os sismos catalogados no Brasil até o ano de 2013, conjuntamente com zonas de falhas consideradas ativas desde o Quaternário, de forma a configurar uma base inicial de áreas de ocorrências de sismos e tectônica recente, mostrando, ainda que em escala de baixíssima resolução, áreas com relevância quanto ao risco de sismos induzidos durante os eventos de fraturamento hidráulico multifase e de injeção de águas residuárias. Evidentemente durante a realização dos estudos geológicos e geofísicos na fase exploratória esse arcabouço inicial deverá ser detalhado, com vistas a balizar futuras locações de poços, de forma a evitar a proximidade de zonas de falhas.

Certamente a análise geomecânica da área exploratória é imprescindível para realização do próprio projeto de fraturamento hidráulico e da avaliação de riscos inerentes. Mas ressalta-se que a bibliografia tem demonstrado (Ellsworth, 2013 - por exemplo) que se há possibilidade do fraturamento hidráulico multifásico levar a ocorrência ou indução de sismos, maior é a preocupação com a modificação regional das pressões que a injeção de efluentes e de água produzida pode causar. Estudo preliminar regional poderia identificar estas situações e levar recomendações ao licenciamento ambiental de forma integrada. Para o caso das características geológicas e geofísicas indicarem que não seria adequada a injeção de efluentes e água produzida, seria necessário avaliar se há alternativas para sua correta destinação na mesma região. Observa-se que o conceito de risco não diz respeito somente à intensidade do evento que possa vir a causar o dano, mas também à vulnerabilidade do ente afetado. Se sismos de baixa intensidade, com magnitude 3  $M_L$  que pode ser associada ao tráfego de caminhões, oferecem riscos reduzidos para as condições das construções de alvenaria, podem ser elevados suficientes para causar danos a estruturas mais precárias.

O PT GTPEG nº 03/2013 já considerou positiva a previsão de perfuração de poços exploratórios pela ANP ou por operadoras petrolíferas que atinjam as formações potencialmente produtoras para permitir a obtenção de dados petrográficos, estruturais e geomecânicos importantes tanto para as avaliações econômicas quanto para subsidiar estudos ambientais integrados. Contudo há que se salientar que a literatura internacional expõe que mesmo na fase exploratória de blocos comerciais o operador petrolífero necessita realizar o fraturamento hidráulico em um número razoável de poços, da ordem de 10 a 15 para se examinar como as fraturas se propagam e avaliar a possibilidade de haver produção economicamente viável, podendo ser necessária a perfuração e fraturamento de mais de 30 para avaliação da economicidade da produção a longo prazo (*Royal Society and the Royal Academy of Engineering*, 2012). Desta forma, considera-se que mesmo para realização de avaliações em fase exploratória comercial seria importante a identificação de áreas com maior número de informações e análises prévias, ou onde as condições geológico-geofísicas estejam melhor estudadas e menos susceptíveis a movimentação tectônica recente, de forma a possibilitar um aprendizado progressivo das empresas e dos órgãos reguladores sobre a atividade.

Além dos dois pontos abordados (aquíferos e sísmica), a normatização sistemática sobre os produtos utilizados nos fluidos de perfuração, completação e fraturamento necessitam de aprimoramento para segurança da realização do fraturamento hidráulico multifásico.

Desta forma, em função das considerações técnicas expostas, o GTPEG mantém a recomendação do PT GTPEG nº 03/2013 de que haja a adoção de um processo de avaliação prévia estruturada de caráter estratégico como um dos instrumentos adequados à definição das condições de contorno para utilização das técnicas de fraturamento hidráulico multifásico nas bacias de interesse.

### **Contribuições para o Licenciamento de Atividades de Exploração e Produção em Blocos Terrestres**

Considerando a competência estadual para o licenciamento ambiental das atividades de E&P em blocos terrestres, de acordo com a Lei Complementar nº 140/2011, apresenta-se algumas contribuições importantes com vistas à adequada proteção das águas subterrâneas:

- Devem ser estabelecidas medidas para proteção dos aquíferos, como a avaliação dos projetos de poço para assegurar o adequado isolamento deste aquíferos; controle sobre a ecotoxicidade e biodegradabilidade dos fluidos de perfuração e complementares; adequada destinação final dos fragmentos de rocha (“cascalho”) gerados pela atividade, de forma a evitar a percolação no solo e subsolo de contaminantes associados ou relativos aos fluidos aderidos; medidas locais de transporte, armazenamento e utilização de produtos químicos que diminuam os riscos de queda ao solo; adequada disposição final da água de produção – no caso de injeção nas formações rochosas deverá ser realizada avaliação do potencial de contaminação sobre os aquíferos e do potencial indutor de sismos desta prática; formulação de Plano de Emergência que estabeleça medidas efetivas para evitar a chegada do óleo aos cursos da água da região e sua percolação no subsolo.
- A avaliação geológica e geofísica detalhada é ponto chave para redução dos impactos e riscos das atividades petrolíferas. O levantamento hidrogeológico deve atentar ao posicionamento estratigráfico e/ou estrutural das rochas alvos (geradora e armazenadora) em relação aos aquíferos existentes especialmente quanto aos reservatórios não convencionais, de forma a isolá-los durante as atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos, para evitar sua contaminação em todas as etapas, com atenção específica ao projeto do revestimento final do poço. Deve-se implementar a avaliação e o monitoramento da integridade dos poços de forma a evitar contaminações nos aquíferos adjacentes.
- É importante que os estudos hidrogeológicos sejam estabelecidos em escala local, objetivando-se a identificação e a caracterização (ambiente geológico, parâmetros hidráulicos e hidrogeoquímicos e comportamento hidrodinâmico) dos diferentes sistemas aquíferos (rasos e profundos). Ainda, é indispensável:
  - Detalhamento das áreas de recarga dos diferentes sistemas aquíferos, sob o ponto de vista pedo-geológico, geomorfológico e de uso/ocupação;
  - Detalhamento das áreas de descarga e relação com os recursos hídricos superficiais;
  - Usos efetivos ou potenciais; e
  - Desenvolvimento, para cada área de projeto, de modelos hidrogeológicos conceitual e matemático, de maneira a permitir o estabelecimento de mapas de vulnerabilidade natural e de perigo/potencial de contaminação com as atividades existentes e as atividades pretendidas.

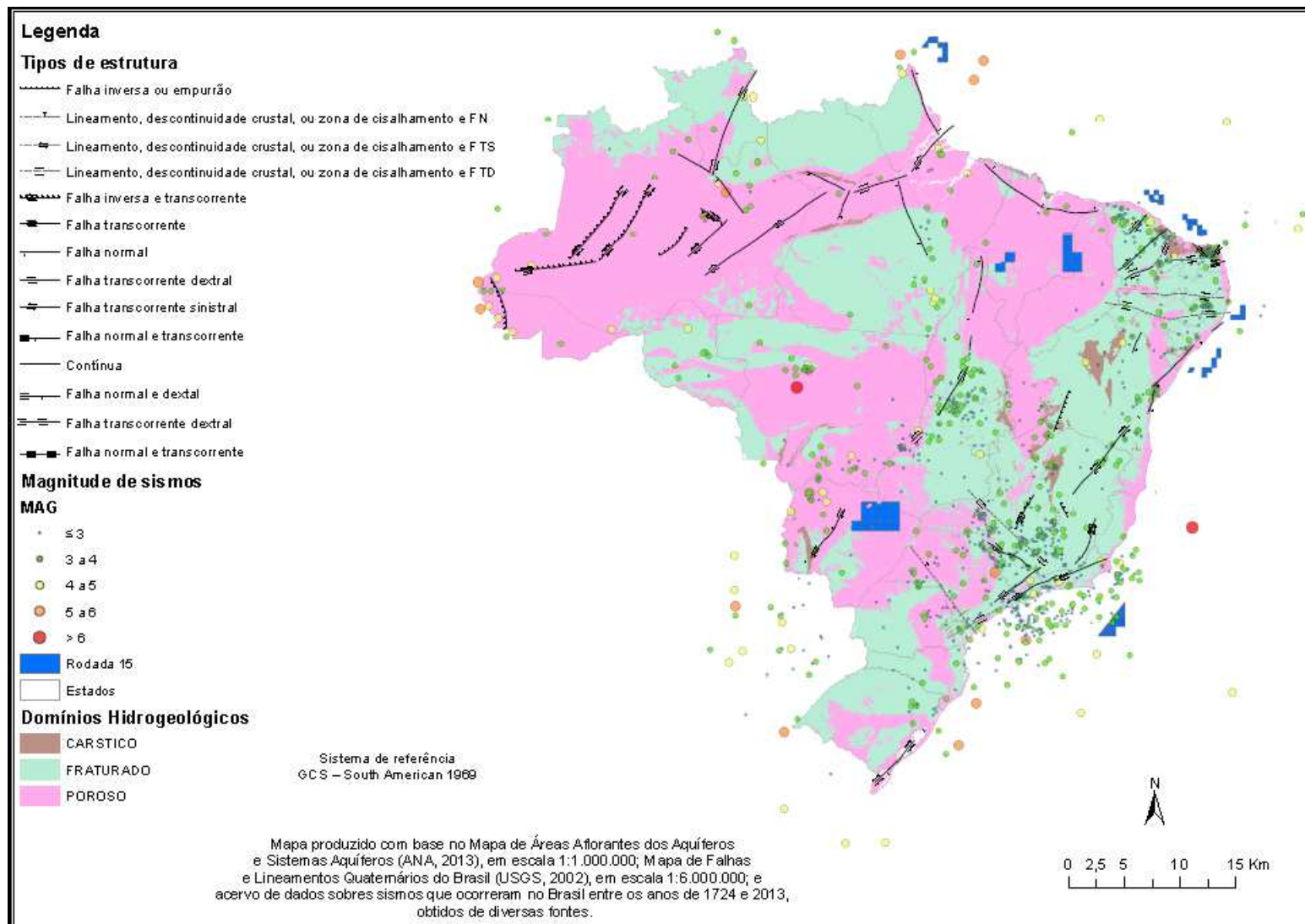


- Deve-se proceder a análise de dados de *baseline* e *background* (sismicidade, qualidade de águas subterrâneas e superficial) previamente ao início das atividades exploratórias. O monitoramento quali-quantitativo de recursos hídricos subterrâneos e superficiais deve ser realizado antes, durante e após o fechamento dos poços de hidrocarbonetos. Deve-se realizar avaliação ambiental prévia das substâncias utilizadas nos fluidos de perfuração, completação, intervenção e fraturamento hidráulico tanto para avaliação dos riscos de contaminação de aquíferos como para o planejamento do monitoramento.
- Recomenda-se atenção especial ao manuseio e descarte das águas residuárias geradas no processo de produção dos hidrocarbonetos. Estas devem ser adequadamente tratadas, de forma a não contaminar os aquíferos presentes nas respectivas áreas. Algumas técnicas, como a injeção em poços para descarte de resíduos líquidos e sólidos, podem trazer a desvantagem do alto risco da contaminação das águas subterrâneas. Em caso de sua escolha, se em acordo a legislação vigente, deverão ser utilizadas formações rochosas permeáveis não aquíferas, com centenas de metros de profundidade em um contexto confinado por camadas impermeáveis e não fraturáveis. Destaca-se que a injeção contínua de grandes volumes de águas residuárias, quando próximos a falhas e em condições de *stress* desfavoráveis, podem potencialmente induzir a geração de sismos.
- Os blocos exploratórios podem sobrepor-se ou estar muito próximos a áreas de grande densidade populacional. Portanto, no momento do licenciamento ambiental deve-se reservar especial atenção aos Estudos de Análise de Risco (EAR) e aos Planos de Emergência, no que tange aos potenciais riscos de acidentes que possam afetar a circunvizinhança dos blocos de exploração, notadamente aqueles eventos que possam ocasionar contaminação do solo, ar e água (especialmente aqueles mananciais que se prestam à captação de água para abastecimento da população).

Neste sentido, em relação especificamente as áreas das bacias terrestres oferecidas pela ANP para a 15ª rodada de licitações de blocos(bacias do Paraná e Parnaíba), para o licenciamento de atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural será importante se atentar para as seguintes condições para a adequada proteção dos recursos hídricos subterrâneos:

- Análise realizada exclusivamente com os poços tubulares cadastrados no SIAGAS, na região dos blocos da 15ª Rodada de Licitações da ANP na Bacia do Paraná, mostrou que existem poços com profundidade de até 324 metros perfurados no Sistema Aquífero Guarani aflorante. Nessa região os sistemas aquíferos superiores - Cachoeirinha, Bauru-Caiuá, Serra Geral, têm espessura estimada em 350 metros e considerando o Guarani com espessura por volta de 300 metros, há indicação que, localmente, o conjunto formado por esses sistemas aquíferos, possam alcançar 650 metros. Dessa forma, é importante frisar que os conjuntos de camadas de revestimentos e cimentações dos poços de exploração, desenvolvimento e produção para recursos não convencionais se estendam a profundidades compatíveis para a proteção desse conjunto de aquíferos. Destaca-se que as espessuras e profundidades exatas dos aquíferos existentes na área serão mais adequadamente conhecidas quando da realização de estudos sísmicos e da perfuração dos poços exploratórios, momento este que se terá um cenário com a delimitação precisa das extensões dos conjuntos de revestimentos e cimentações.

- Análise semelhante para os poços tubulares cadastrados no SIAGAS, inseridos na região dos blocos, situados na Bacia do Parnaíba mostrou que existem poços perfurados diretamente sobre os afloramentos do Sistema Aquífero Poti-Piauí, os quais podem atingir e também explorar águas dos sistemas aquíferos subjacentes Cabeças e/ou Serra Grande, os mais promissores desta bacia, com profundidades de até 600 metros. As espessuras e profundidades dos diversos sistemas aquíferos dessa bacia são bastantes variáveis, conforme o posicionamento estratigráfico e topográfico, como por exemplo os sistemas aquíferos Cabeças e Serra Grande, que podem estar aflorando ou confinados a centenas de metros. Na região do Vale do Gurguéia, sul do Piauí, o Sistema Aquífero Serra Grande encontra-se em profundidades na faixa de 1.000 metros. Dessa maneira, o dimensionamento dos conjuntos de revestimentos e cimentações protetivas dos aquíferos devem considerar o quadro estratigráfico e topográfico local, obtidos com a realização de avaliações mais detalhadas, incluindo sísmica e perfuração de poços exploratórios.



**Figura 1** - Mapa de sismos e estruturas neotectônicas no Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M.&Carneiro, C.D.R. (2014) Inundações marinhas fanerozoicas no Brasil e recursos minerais associados. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito-Neves, B.B.B (Eds.). Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Ed. Beca, p. 43-58.
- ANA (2005) Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil. ANA, Brasília, 123 p.
- ANA (2013) Mapa das Áreas Aflorantes dos Aquíferos e Sistemas Aquíferos do Brasil, Escala 1:1.000.000 e estimativas das Reservas Potenciais Explotáveis dos principais aquíferos aflorantes. Nota Técnica nº 19/2013/GESUB/SIP. Brasília, 8 p.
- ANA (2015) Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba. ANA, Brasília, 73 p.
- ANA (2016) Estudo de Vulnerabilidade Natural à Contaminação e Estratégias de Proteção do Sistema Aquífero Guarani nas Áreas de Afloramento: Relatório Final – Tomo II / Agência Nacional de Águas. 182 p.
- Andrade Junior, A.S.; Silva, E.F.F.; Silva, A.S.; Gomes, M.A.F.; Sousa, V.F. (2004) Água subterrânea no semiárido piauiense. XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina, p. 117-124.
- ANP (2013) Bacia do Paraná (Apresentação *power point*). Seminário Técnico Ambiental da 12ª Rodada de Licitações de Petróleo e Gás, Rio de Janeiro, ANP, 82 p.
- Araújo, L.M.; França, A.B.; Potter, P.E. (1995) Aquífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai; Mapas Hidrogeológicos das Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Tacaurémbo. Mapas, Curitiba: UFPR-Petrobras, 4 mapas, colorido. Escala 1:5.000.000. Texto Explicativo, 16p.
- Araújo, P.P. & Marques, S.S. (2008) Vulnerabilidade Natural de Aquíferos, Bacia do Parnaíba, escala 1:500.000. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, ABAS, 16 p. CD-ROM.
- Batezelli, A. (2010) Arcabouço Tectono-Estratigráfico e Evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste Brasileiro. Brazilian Journal of Geology, v. 40, n. 2, p. 265-285.
- Batista, C.S.P.; Gesualdo, G.C.; Leite, P.C.; Lastoria, G.; Gabas, S.G.; Cavazzana, G.H.; Casadei, J.M.; Azoia, T.S. (2016) Aplicação do método GOD para avaliação de vulnerabilidade de aquífero livre em bacia hidrográfica. XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Campinas, ABAS, 14 p., CD-ROM
- Caputo, M.V. (1984) Stratigraphy, tectonics, paleoclimatology and paleogeography of Northern Basins of Brazil. Tese (Doutorado) - University of California, Santa Barbara, 586 p.
- Correia Filho, F.L.; Monteiro, A.B.; Andrade, J.B.F.; Fontes, S.L.; Feitosa, E.C.; Soares Filho, A.R.; Sousa, N.G.; Barradas, M.I. (2010) Aquífero Serra Grande: Hidrogeologia e Modelo Tectônico Borda Sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba - PI. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. ABAS, Natal, 15 p., CD-ROM.
- Costa, W.D. (1994) Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino. Projeto ÁRIDAS. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, Brasília, 53 p.
- CPRM (1972) Projeto Alcalinas - Relatório Final / Gilberto Scudeller Pena, Antônio Jorge de Andrade Figueiredo, Coords. DNPM/CPRM, Goiânia, 143 p.
- CPRM (1999) Projeto Hidrogeológico do Piauí II - bases municipais/perfil hidrogeológico do município de Picos. Série Hidrogeologia - Informações Básicas.

- CPRM, Teresina, v. 24, 32p.
- CPRM (2006) Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul. Escala 1:1.000.000. CPRM, Goiânia, 121 p.
- CPRM (2009a) Projeto “Implantação de Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas”. CPRM, Belo Horizonte, 85 p.
- CPRM (2009b). Projeto Borda Sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba - Relatório Final. CPRM, Teresina, 2v., 153 p.
- CPRM (2012a) Relatório Diagnóstico Sistema Aquífero Bauru-Caiuá no Estado de Minas Gerais - Bacia Sedimentar do Paraná. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, CPRM. Belo Horizonte, Vol. 13, 35 p.
- CPRM (2010b) Folha Goiânia (SE.22): Mapa Hidrogeológico do Brasil. [S.l.]: Carta Hidrogeológica do Brasil ao Milionésimo.
- CPRM (2012c) Relatório Diagnóstico do Aquífero Serra Grande - Bacia Sedimentar do Parnaíba. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas Bacia Sedimentar do Amazonas. CPRM, Belo Horizonte, Vol. 4, 47 p.
- Cunha, F.M.B. (1986) Evolução Paleozoica da Bacia do Parnaíba e seu Arcabouço Tectônico. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 107p.
- Ellsworth, W.L. (2013) Injection-induced earthquakes, *Science*, 341, doi:10.1126/science.1225942.  
<http://science.sciencemag.org/content/341/6142/1225942>.
- Fassbinder, E. (1990) Análise Estrutural da Folha da Lancinha, Estado do Paraná. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 165p.
- Feitosa, F.A.C. (1990) Estudo Hidrogeológico do Aquífero Cabeças no Médio Vale do Rio Gurguéia/PI. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 118 p.
- Foster, S.; Hirata, R.; Vidal, A.; Schmidt, G.; Garduño, H. (2009) The Guarani Aquifer Initiative - Towards Realistic Groundwater Management in a Transboundary Context. GW-Mate Sustainable Groundwater Management, Lessons for Practice, Case Profile  
[9.http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/GWMATE\\_English\\_CP\\_09.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/GWMATE_English_CP_09.pdf)
- Gastmans, D. (2007) Hidrogeologia e Hidroquímica do Sistema Aquífero Guarani na Porção Ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 194 p.
- Godoy, D.F. (2006) Termotectônica por Traços de Fissão em Apatitas dos Altos Estruturais de Pitanga, Pau D’Álho Jiboia – Centro do Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 86 p.
- Góes, A.M.O. & Feijó, F.J. (2004) Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 57-68.
- Góes, A.M.O.; Souza, J.M.P.; Teixeira, L.B. (1990) Estágio exploratório e perspectivas petrolíferas da Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p 55-64.
- GOIÁS (2006) Hidrogeologia do Estado de Goiás. Leonardo de Almeida, Leonardo Resende, Antônio Passos Rodrigues, José Elói Guimarães Campos, Coords. Secretaria de Indústria e Comércio. Goiânia. 232 p.
- Gonçalves, A. & Schneider R.L. (1970) Geologia do Centro-Leste de Mato Grosso. Petrobras-Desul, Ponta Grossa. Relatório Técnico Interno 394, 43p.

- Ianhez, A.C.; Pitthan, J.H.L.; Simões, M.A.; Del'Arca, J.O.; Trindade, C.A.H.; Luz, D.S.; Fernandes, C.A.C. (1983) Projeto RADAMBRASIL: Folha SE.22 – Goiânia (Levantamentos de Recursos Naturais, 31). *In*: Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro: MME-SG. v. 31, p. 23-348.
- Jordão, A.M. (1997) Estudos Hidrogeológicos do MS – SANESUL/TAHAL. 1. Evolução Estrutural e História Geológica. X Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, ABAS, Campo Grande, p. 105-124.
- Lastoria, G.; Sinelli, O.; Kiang, C.H.; Hutcheon, I.; Paranhos Filho, A.C.; Gastmans, D. (2006) Hidrogeologia da Formação Serra Geral no Estado de Mato Grosso do Sul. *Revista Águas Subterrâneas*. Vol. 20, n. 1, p. 139-150. Secretaria do Estado do Meio Ambiente – SMA. São Paulo, 104 p.
- LEBAC (2008) Mapa Hidrogeológico do Sistema Aquífero Guarani. Informe Técnico - Consórcio Guarani, Rio Claro, 54p., 8mapas.
- Lima, E.A.M. & Leite, J.F. (1978) Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: Integração Geológico-Metalogenético, Relatório Final da Etapa III. CPRM, Recife. v. 1. 245 p.
- MATO GROSSO DO SUL (2010) Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul. SEMAC/IMASUL-MS. Ed. UEMS, Campo Grande, 194 p.
- Milani, E.J. (1997) Evolução Tectono-Estratigráfica da Bacia do Paraná e seu Relacionamento com a Geodinâmica Fanerozóica do Gondwana Sul-Occidental. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2 v., 255 p.
- 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.B (Eds.). *Geologia do Continente Sul Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Ed. Beca, p. 265-291.
- Milani, E.J.; Melo, J.H.G.; Souza, P.A.; Fernandes, L.A.; França, A.B. (2007) Bacia do Paraná. *In*: Milani, E.J.; Rangel, H.D.; Bueno, G.V.; Stica, J.M.; Winter, W.R.; Caixeta, J.M.; Pessoa Neto, O.C. (Eds.). *Bacias Sedimentares Brasileiras - Cartas Estratigráficas*. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287.
- MMA/SRH (2008) Diagnóstico Hidrogeológico do Estado de Mato Grosso do Sul. Relatório Parcial 1 - Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul. Programa de Estruturação Institucional para a Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos. MMA, Brasília, 66 p.
- MME/EPE (2012) Zoneamento Nacional de Recursos de Óleo e Gás. MME/EPE, Brasília, 437 p.
- Paulipetro (1982) Mapa Geológico-Estrutural da Bacia do Paraná. IPT, São Paulo, Publicação nº 1217.
- Pereira, S.N.; Santos, A.F.D. (2002) Avaliação Preliminar dos Aquíferos Poti/Piauí, Longá e Cabeças no Município de José de Freitas – PI. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Florianópolis, ABAS, 11 p., CD-ROM.
- Riccomini, C. (1995) Tectonismo Gerador e Deformador dos Depósitos Sedimentares Pós-Gondvânicos da Porção Centro-Oriental do Estado de São Paulo e Áreas Vizinhas. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 100 p.
- Riccomini, C.; Almeida, R.P.; Turra, B.B.; Chamani, M.A.C.; Fairchild, T.R.; Hachiro, J. (2005) Reativação de Falha do Embasamento Causa Sismicidade no Permotriássico da Bacia do Paraná. X Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, Curitiba, SBG, p. 18-20.

- Rodrigues, R.A. (1995) Geoquímica Orgânica na Bacia do Parnaíba. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 226 p.
- SANESUL/TAHAL (1998) Estudos Hidrogeológicos de Mato Grosso do Sul. Relatório Final. SANESUL/TAHAL. Campo Grande, 736p.
- Santos, L.C.A. (2010) Reflexões sobre água subterrânea do estado do Maranhão. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal, ABAS, 17 p., CD-ROM.
- Soares Filho, A.R. (1993) Picos – Perfil Hidrogeológico do Município de Teresina. CPRM, Teresina, 38 p.
- Soares, P.C. (1991) Tectônica Sinsedimentar Cíclica na Bacia do Paraná – Controles. Tese (Concurso ao Cargo de Professor Titular) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 212 p.
- The Royal Society and The Royal Academy of Engineering (2012) Shale Gas Extraction in the UK: A Review of Hydraulic Fracturing. <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/shale-gas-extraction/report/>.
- Thomaz Filho, A. (1982) Ocorrência de Arenito Betuminoso em Anhembi (SP) - Cubagem e Condicionamento Geológico. XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, SBG, Salvador, v.5, p. 2344-2348.
- Vaz, P.T.; Rezende, N.G.A.; Wanderley Filho, J.R.; Travassos, W.A.S. (2007) Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da Petrobras. v. 15, n. 2, p. 253-263.
- Vidal, C.L.R. (2003) Disponibilidade e gerenciamento Sustentável do Aquífero Serra Grande no Município de Picos- PI. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 208 p.
- Zalán P.V. (1991). Influence of Pre-Andean orogenies on the Paleozoic intracratonic basins of South America. IV Simposio Bolivariano Exploración Petrolera e nlas Cuencas Subandinas, Bogota, trabalho 7.
- Zalán, P.V.; Conceição, J.C.J.; Wolff, S.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Neto, E.V.S.; Cerqueira, R.J.; Zanotto, O.A.; Paumer, M.L.; Marques, A. (1986) Análise da Bacia do Paraná: Relatório Interno GT-05-009/85, PETROBRAS, 195 p.
- Zalán, P.V.; Wolff, S.J.; Conceição, J.C.J.; Astolfi, M.A.M.; Vieira, I.S.; Appi, V.T.; Zanotto, A.O. (1987) Tectônica e Sedimentação da Bacia do Paraná. III Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Curitiba, SBG, p. 441-473.