

# O Potencial de Gás Natural e Hidrogênio Natural no Brasil



**Marina Abelha**  
Superintendente de Promoção de Licitações

14 de setembro de 2023



# #Disclaimer

- 🔗 Esta apresentação institucional da ANP é baseada em informações atuais e confiáveis, mas nenhuma representação ou garantia é feita quanto à sua precisão e integridade, e não deve ser considerada como tal. Toda e qualquer responsabilidade é expressamente negada.
- 🔗 Os leitores são advertidos de que essas declarações são apenas projeções e podem diferir materialmente dos resultados ou eventos futuros reais.
- 🔗 Dados prospectivos, informações, projeções e opiniões expressas durante a apresentação estão sujeitas a alterações sem aviso prévio.

- 1 Cenário atual de E&P no Brasil
- 2 Potencial de Gás Natural no Brasil
- 3 Potencial de Hidrogênio Natural no Brasil
- 4 Perspectivas Futuras: Oferta Permanente
- 5 Considerações Finais

**#1**

# Cenário Atual de E&P no Brasil

# Brasil protagonista no setor de E&P



## 2021



9º

Produtor de petróleo bruto e condensado (BP Statistical Review 2023)



85

Grupos de empresas de E&P (set 2023)

**Produção:**

3,51

Milhões bbl/ (Jul 2023)

154,08

Milhões m³/d de gás (Jul 2023)

**Reservas:**

14,856<sup>B</sup>

Bbl em reservas provadas de óleo (Mar 2023)

406<sup>B</sup>

M³ em reservas provadas de gás (Dez 2021)

## Previsão

Potencial para alcançar mais de



5

Milhões de barris de Petróleo em 2030 (EPE)

Potencial para ser o



5º

Maior exportador de Petróleo cru em 2030 (EPE)

# E&P em resumo



## Pré-Sal

Play de classe mundial – figura entre os ativos mais competitivos em águas profundas

**75%** da produção      **142** Poços produtores      **23k** Média de produção por poço (boe/d)

Prod: **3,243 Milhões** boe/d

## Pós-Sal

Mar – pré-sal

**20%** da produção      **392** poços produtores      **2.140** Média de produção por poço (boe/d)

Prod: **839 mil** boe/d

## Onshore

Mature basins and new frontier basins (gas prone).

**5%** da produção      **6.121** poços produtores      **39** Média de produção por poço (boe/d)

Prod: **242 mil** boe/d

\*Jul 2023

**26<sub>B</sub>**

Barris de O&G equivalentes produzidos até o momento

**347**

Campos em desenvolvimento ou produção

**273**

Blocos Exploratórios

**400+**

Instalações de Produção

**50**

Bilhões de dólares Previsão de Investimentos em E&P2021 – 2025

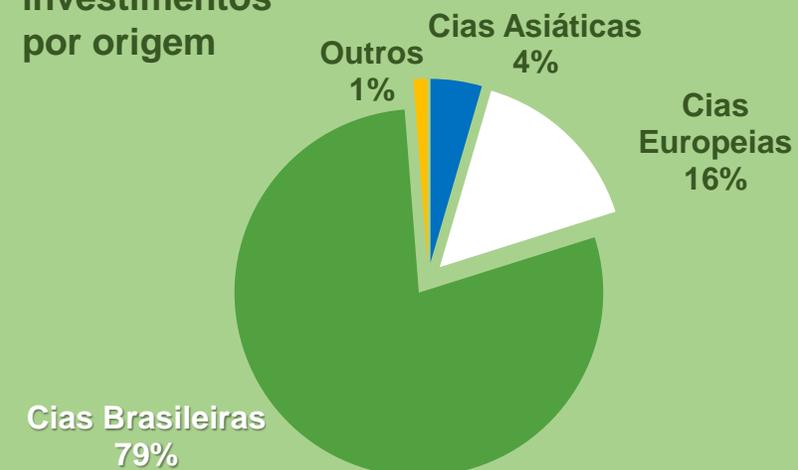
**5**

Bilhões de dólares em custos de Descomissionamento 2021-2025

**30,000+** Poços perfurados

**19,000+** Km de dutos de O&G

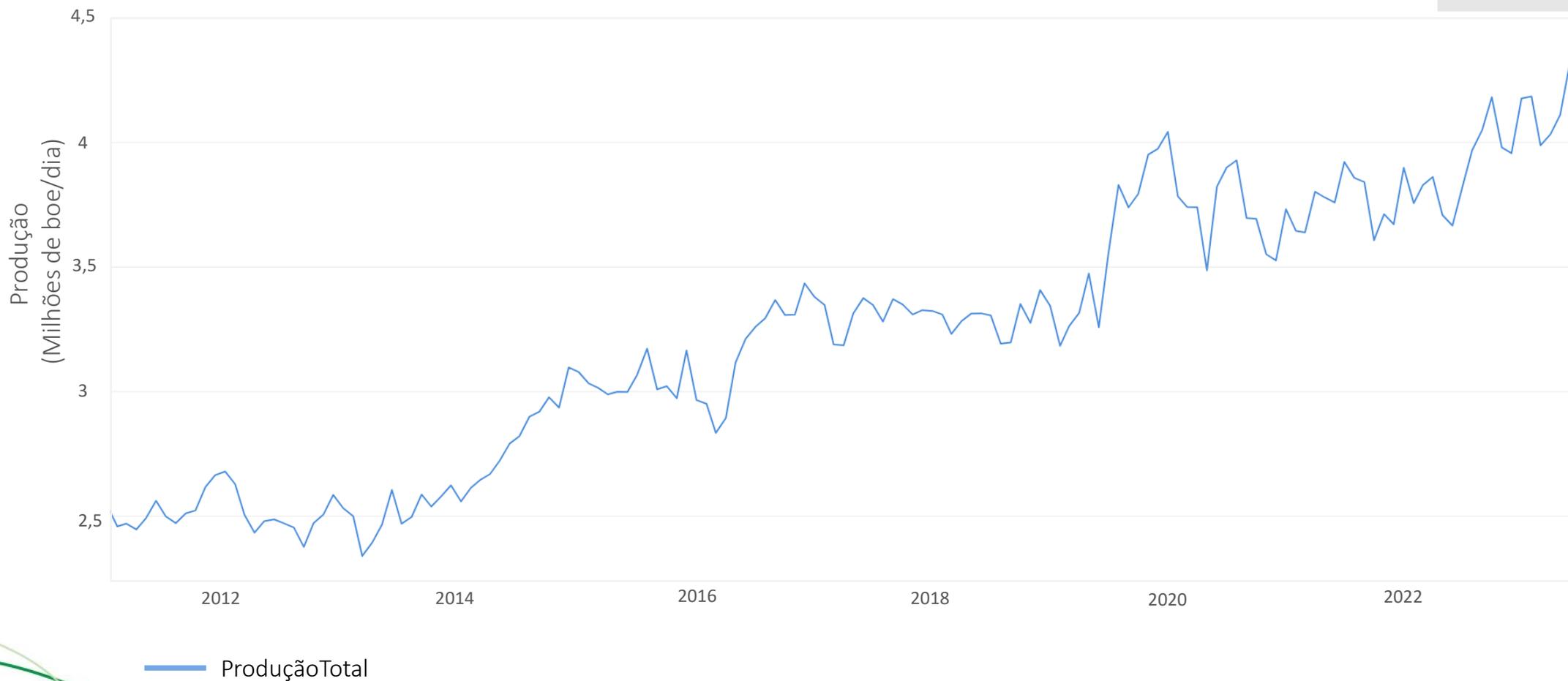
Previsão de investimentos por origem



# Produção

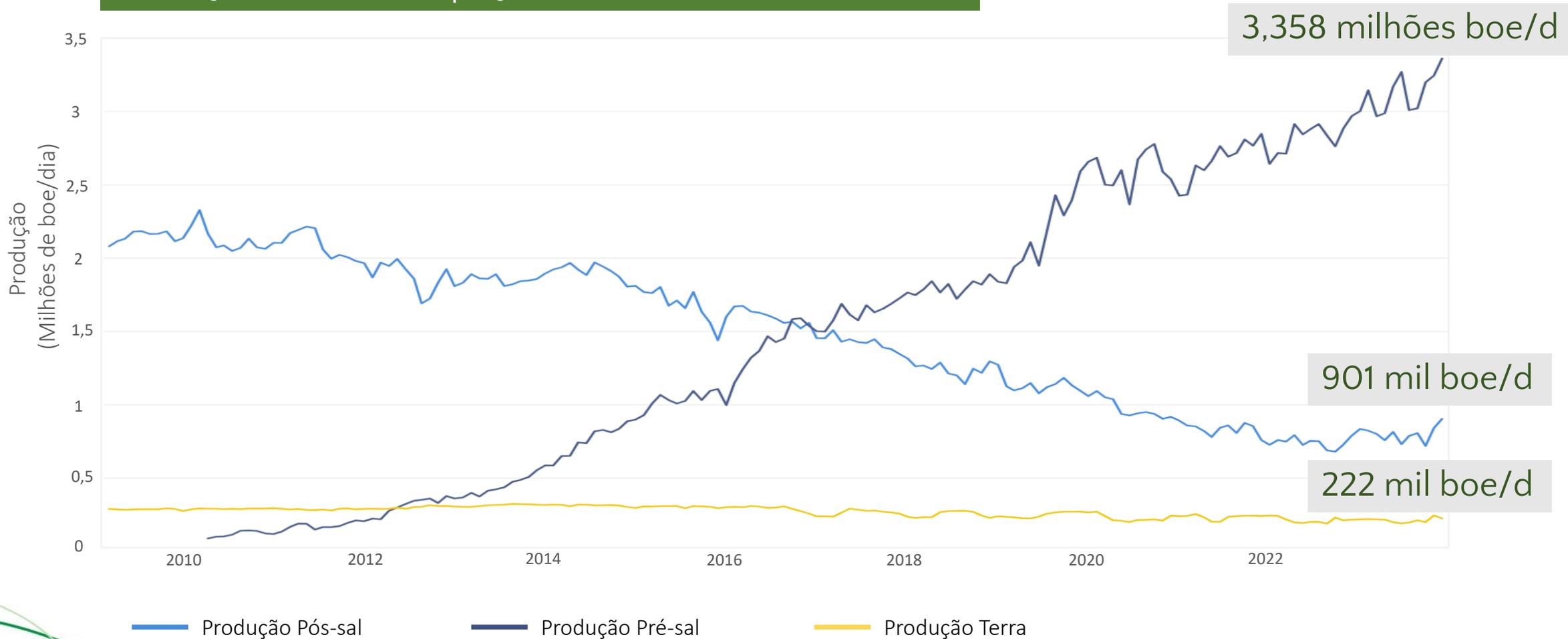
Produção Total: 6.424 poços

4.482 MM boe/d



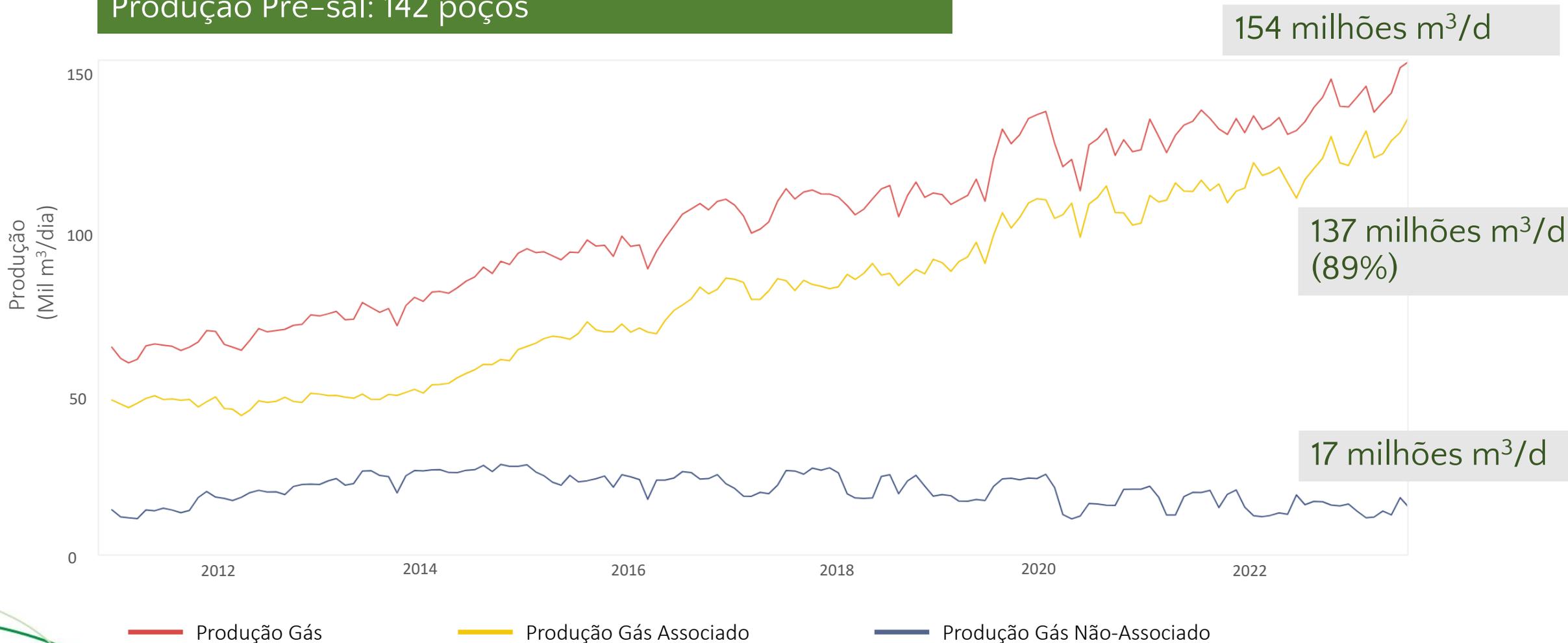
# Produção

Produção Total: 6.424 poços  
Produção Pré-sal: 142 poços



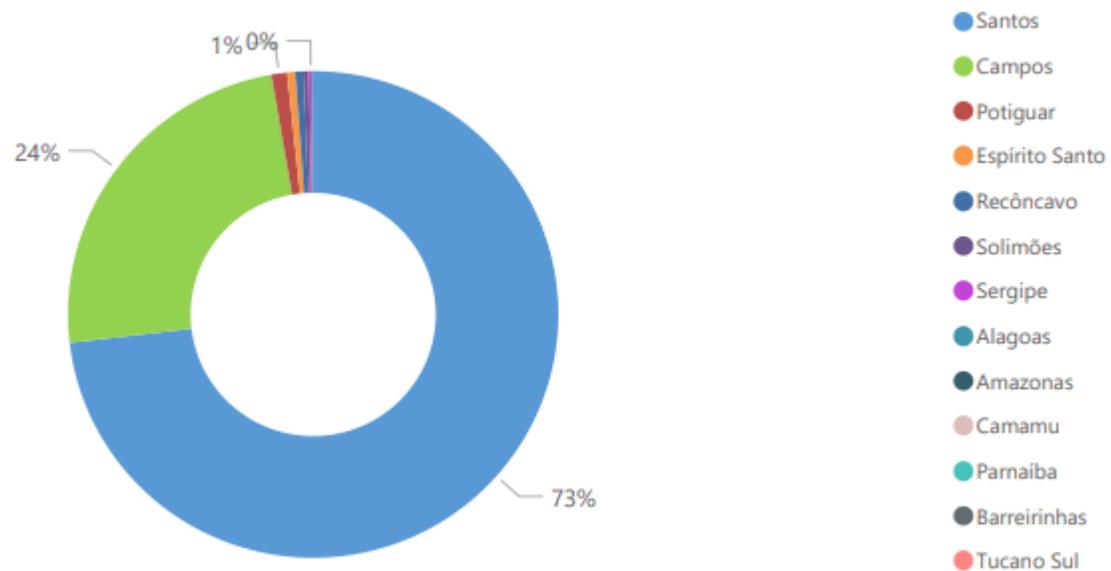
# Produção Gás Natural

Produção Total: 6.424 poços  
Produção Pré-sal: 142 poços

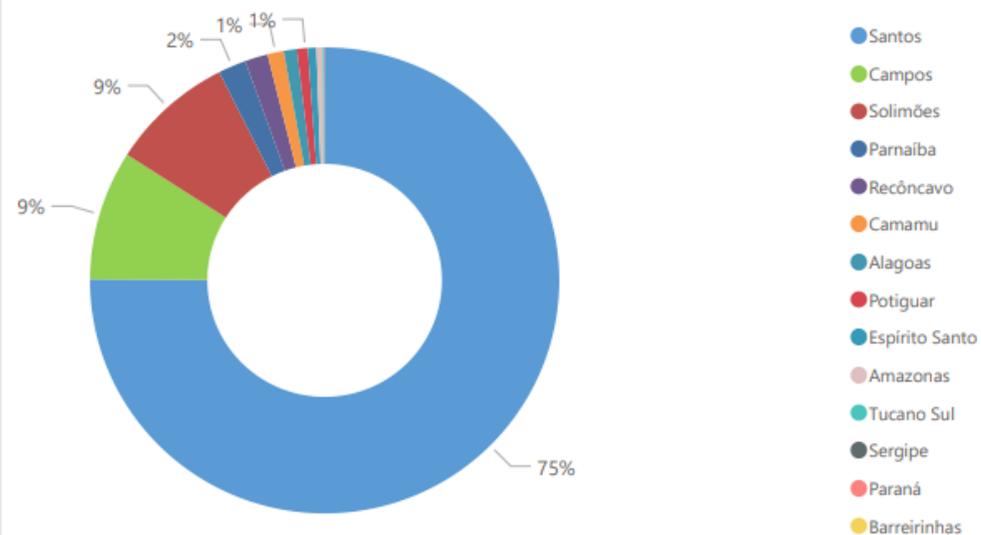


# Produção

## Distribuição da produção de petróleo por bacia

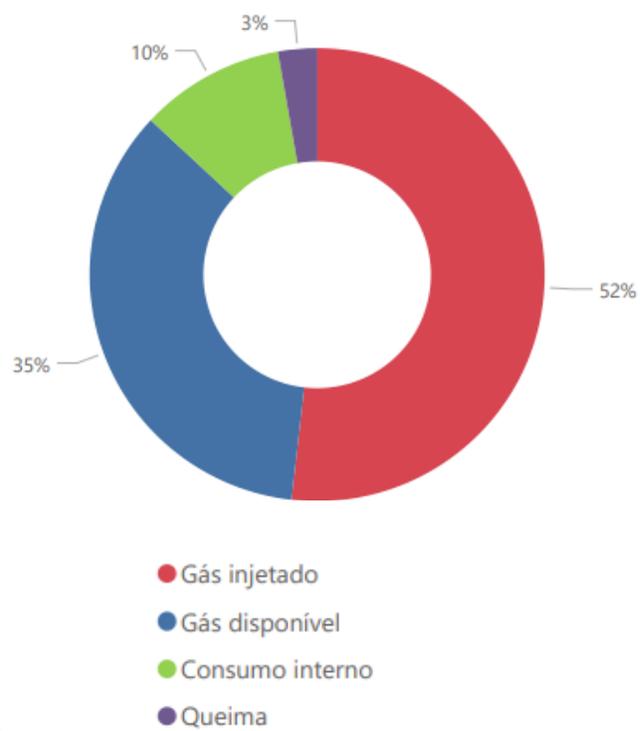


## Distribuição da produção de gás natural por bacia



# Disponibilização do Gás

Movimentação de gás natural por destinação (Mm<sup>3</sup>/d)



Histórico de disponibilidade de gás natural (Mm<sup>3</sup>/d)





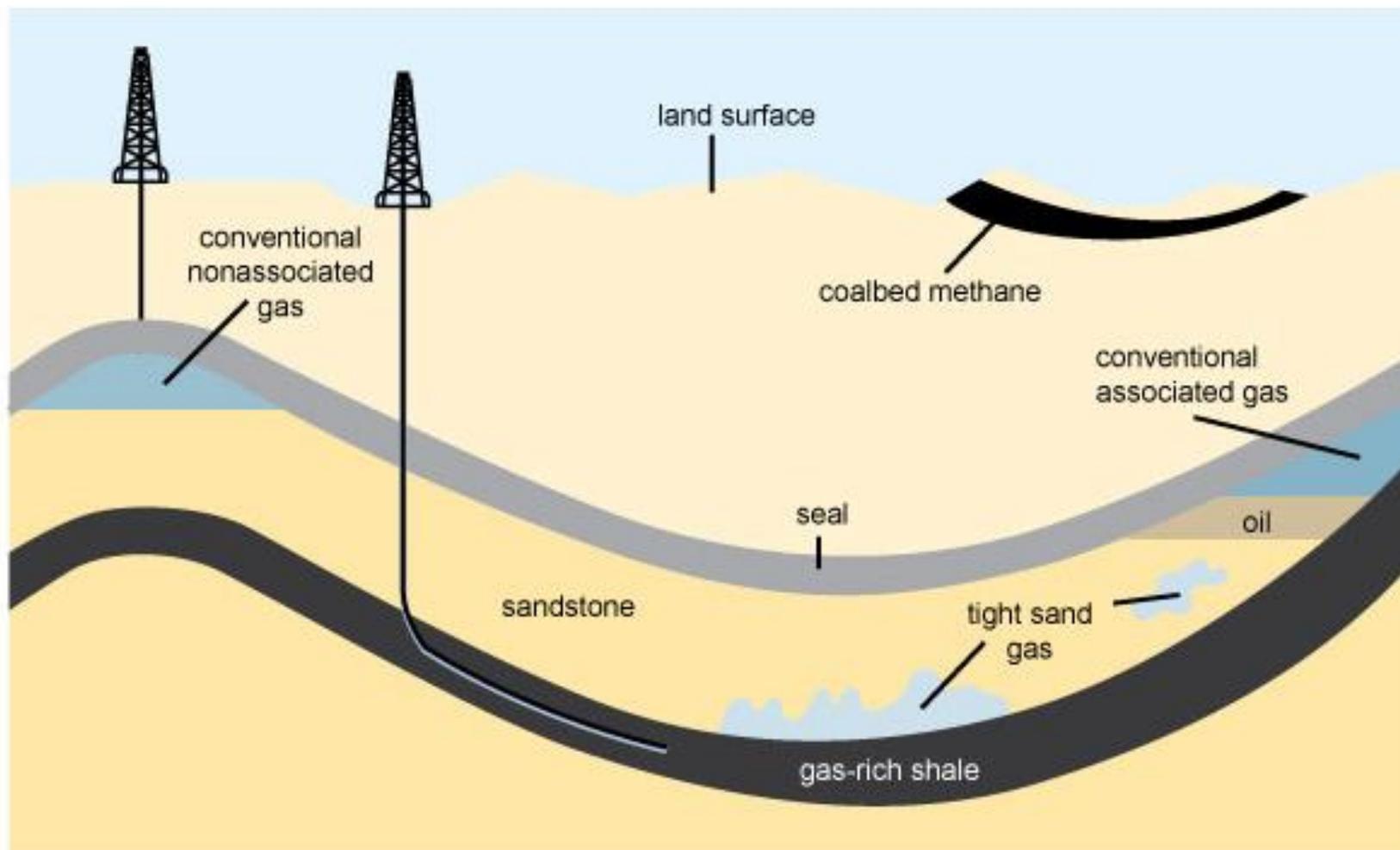
**#2**

# Potencial de Gás Natural no Brasil

# Brasil: um país continental



# Possibilidades de acumulações de gás natural



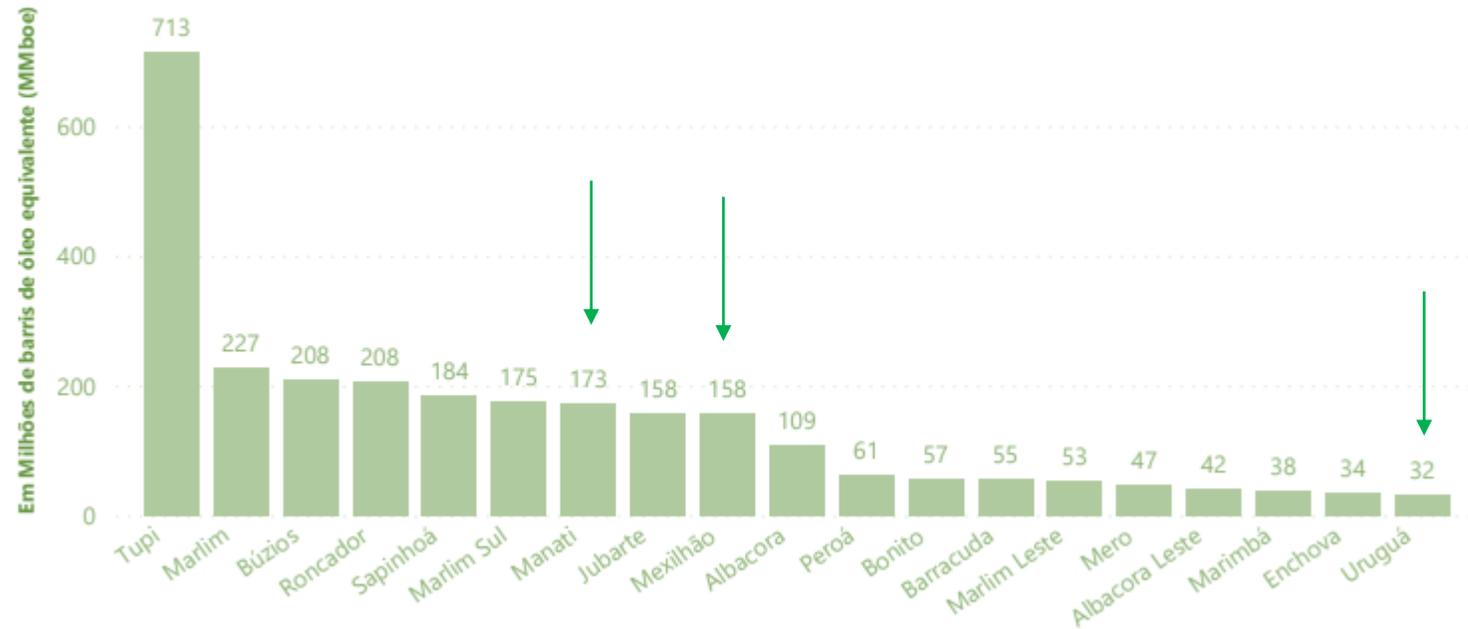
Source: Adapted from *United States Geological Survey factsheet 0113-01* (public domain)

# Potencial offshore



## Principalmente Gás Associado

20 campos marítimos com maior produção total acumulada de gás natural (MMboe)



## Potencial offshore



### **Destaque para as bacias:**

Santos

Campos

Espírito Santo

Sergipe Alagoas

## Potencial offshore



### **Desafios: Disponibilização do Gás**

Altos custos de infraestrutura

Dificuldade de viabilização econômica de projetos

Necessidade de políticas públicas de incentivo



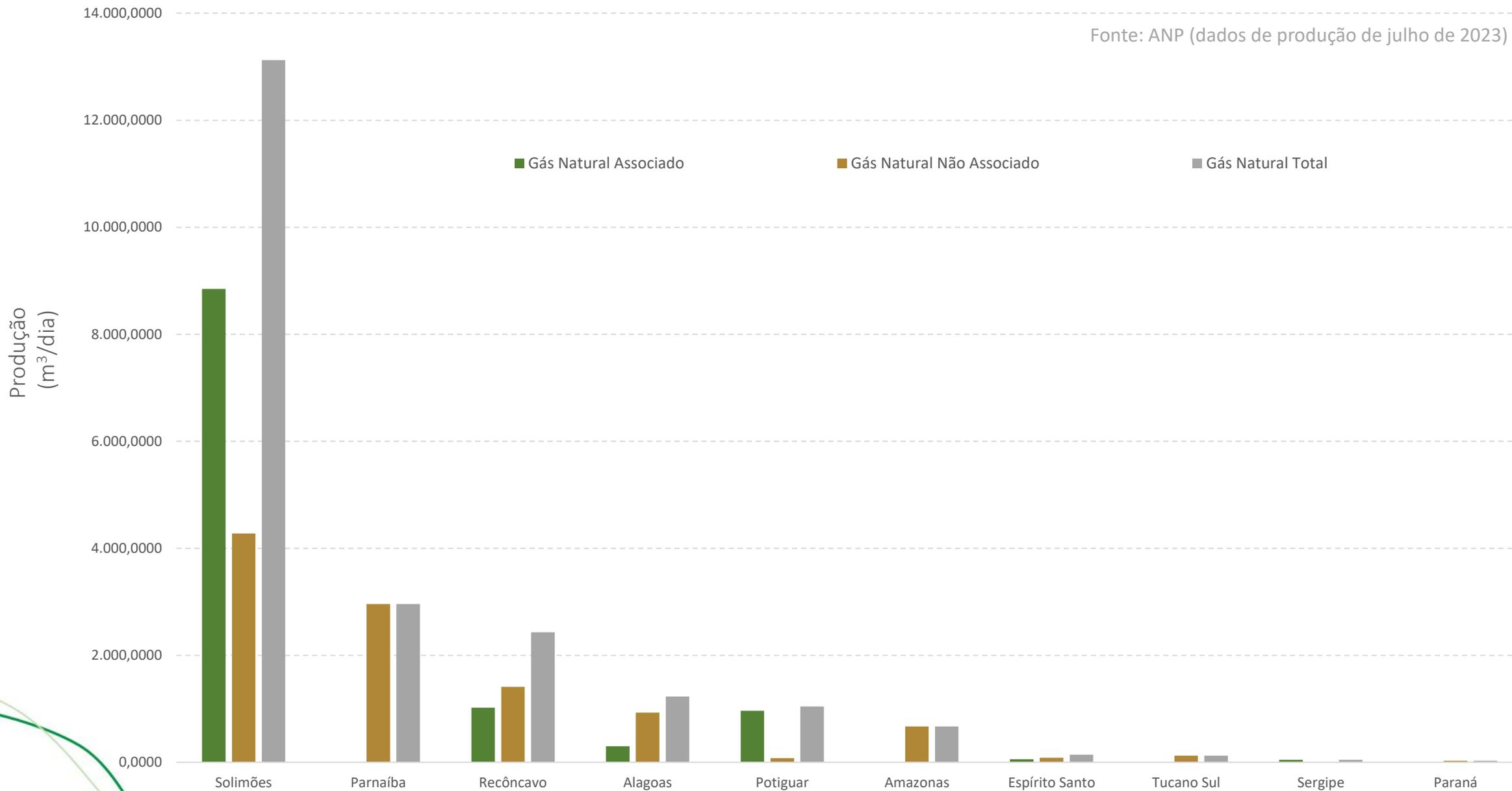
## Potencial onshore

- ✓ Gás Associado
- ✓ Gás Não Associado
- ✓ Tight sands
- ✓ Gás de Folhelho

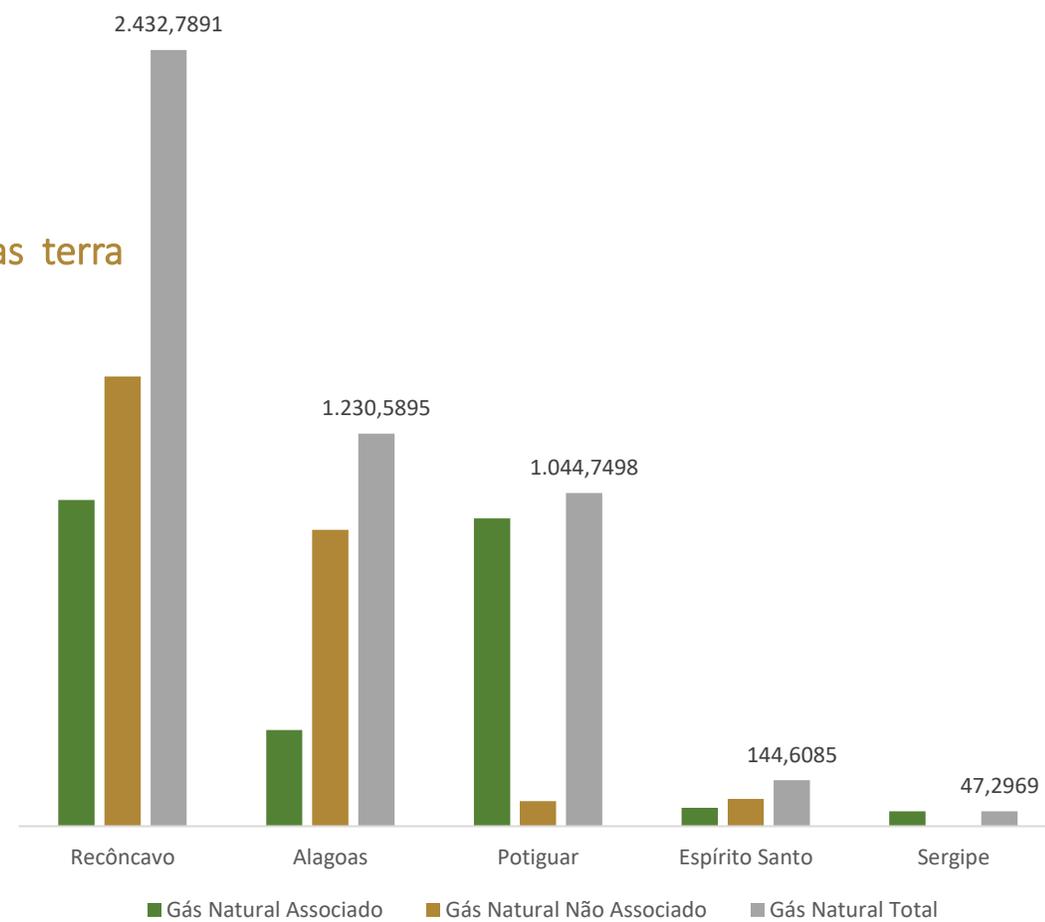
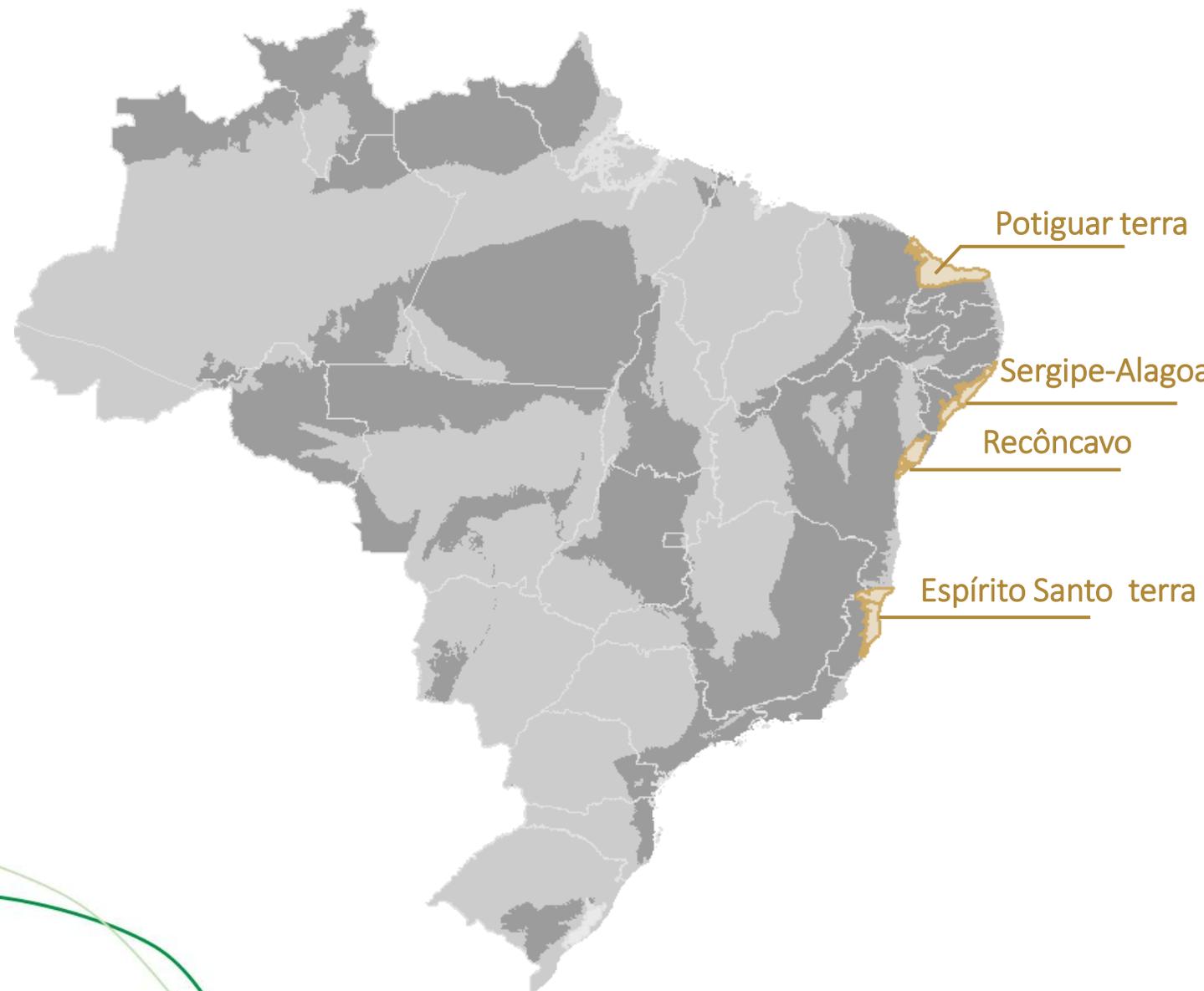


# Produção de Gás onshore

Fonte: ANP (dados de produção de julho de 2023)



# Potencial onshore: Bacias Maduras



## Potencial onshore: Bacias Maduras



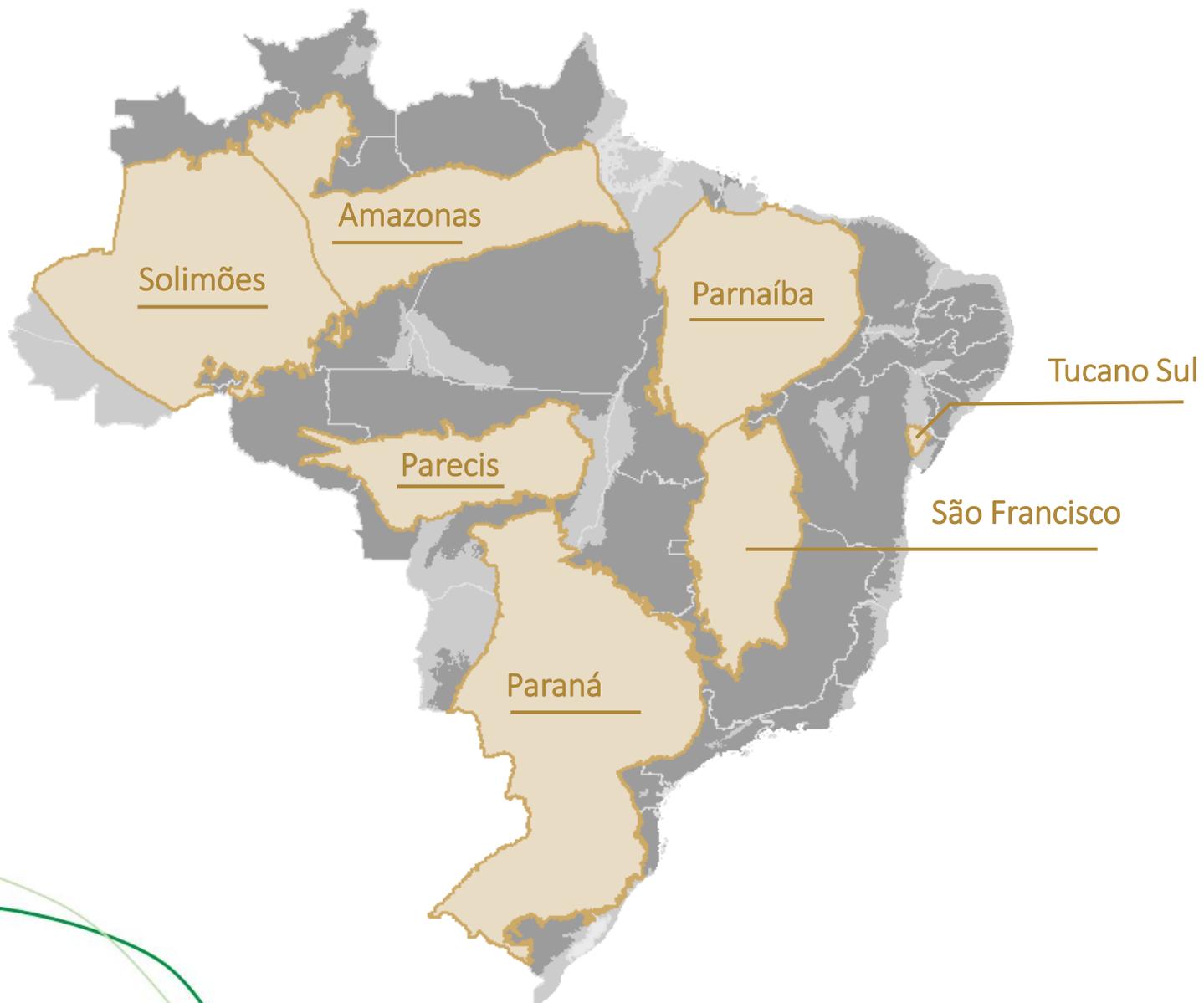
### Potencial Remanescente

Aumentar o FR

Acelerar atividades exploratórias

Potencial para gás em reservatórios convencionais e não convencionais

## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira

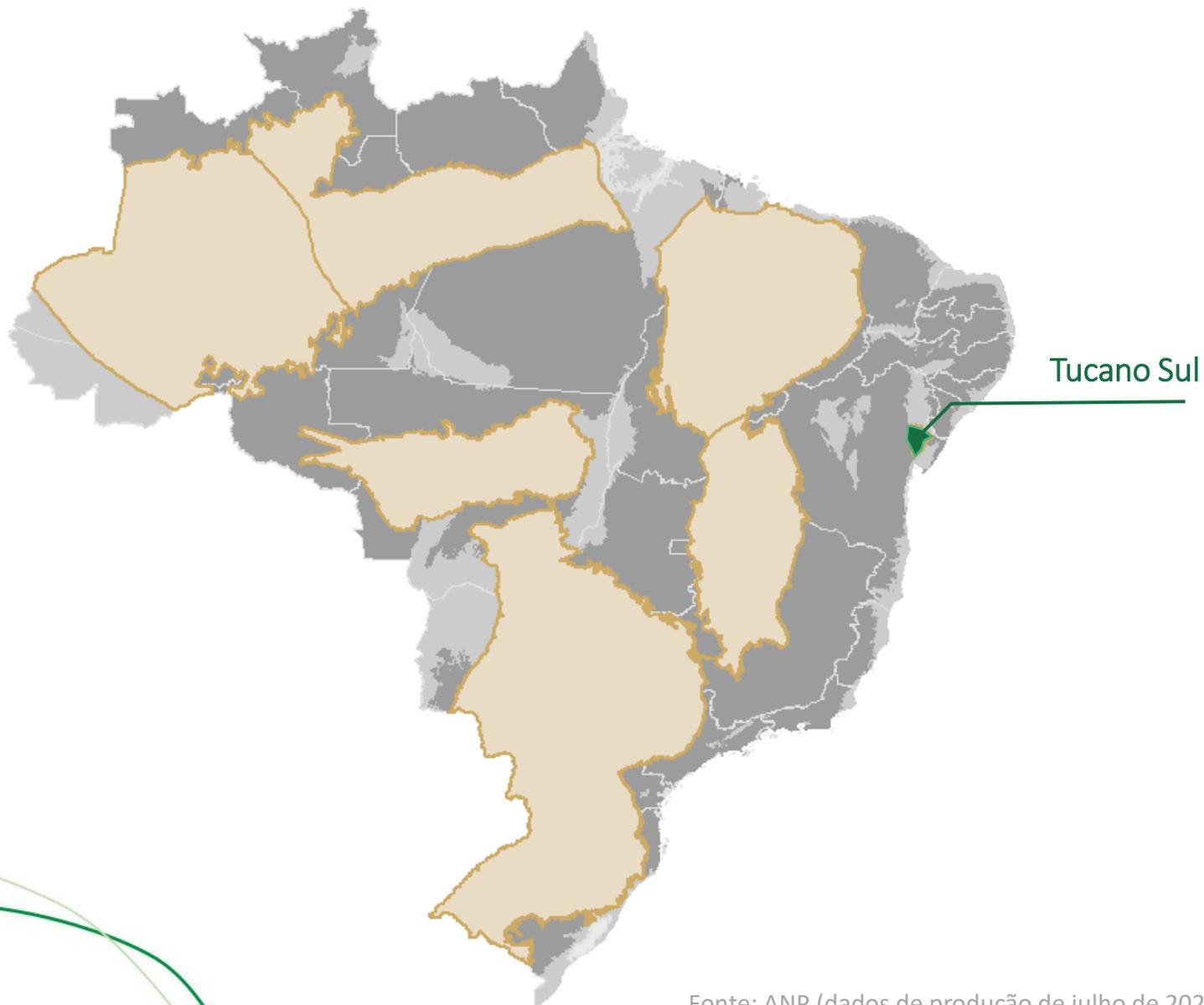


**Tucano Sul: sistema de rifte abortado cretácico**

**Bacias Paleozoicas**

**Bacias Proterozoicas**

## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



6 Campos produtores

PAD Imetame (TUC-T 139 e 147):

Maior produtor

Produção Total: 779 boe/dia

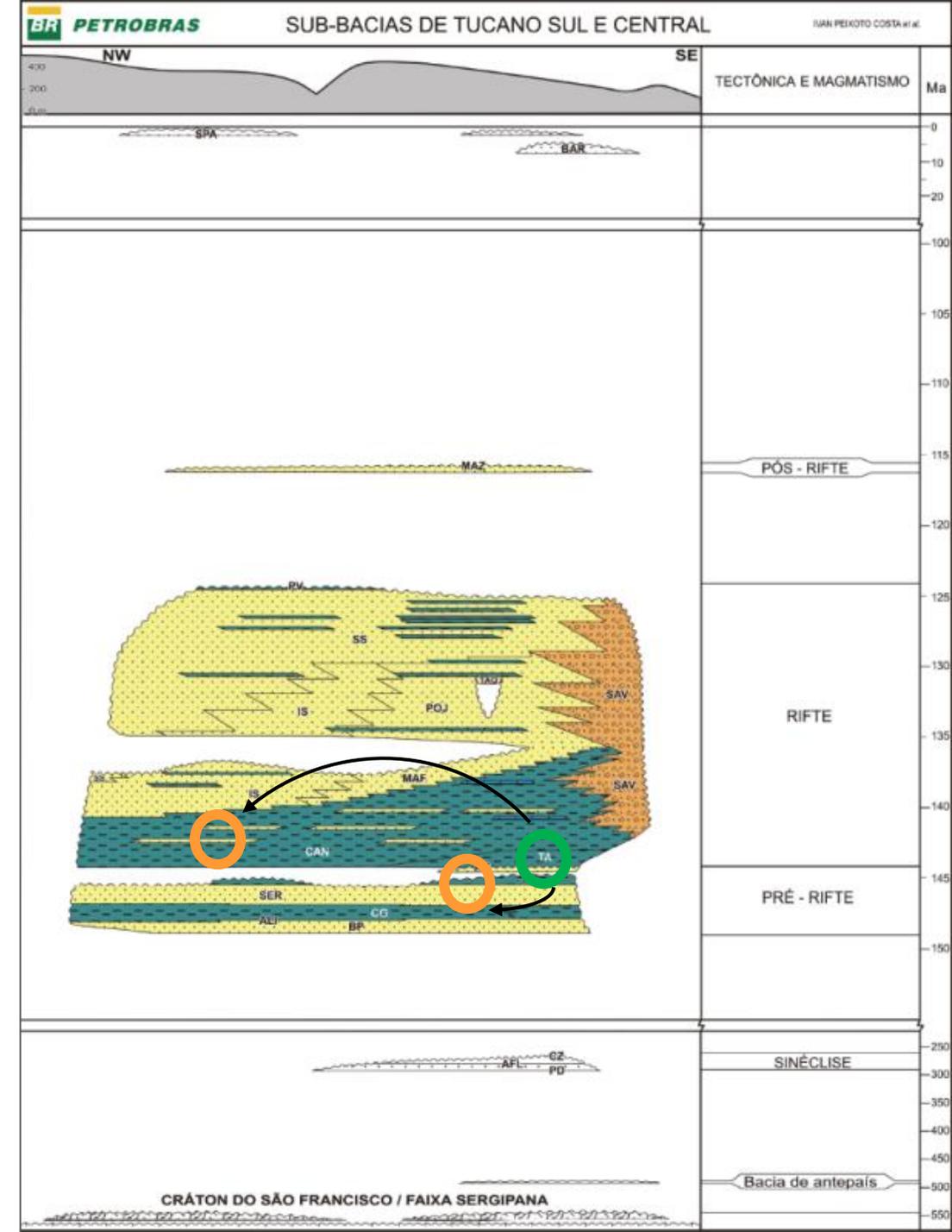
Produção de Gás: 122 Mm<sup>3</sup>/dia

Produção de Petróleo: 9 bbl/dia

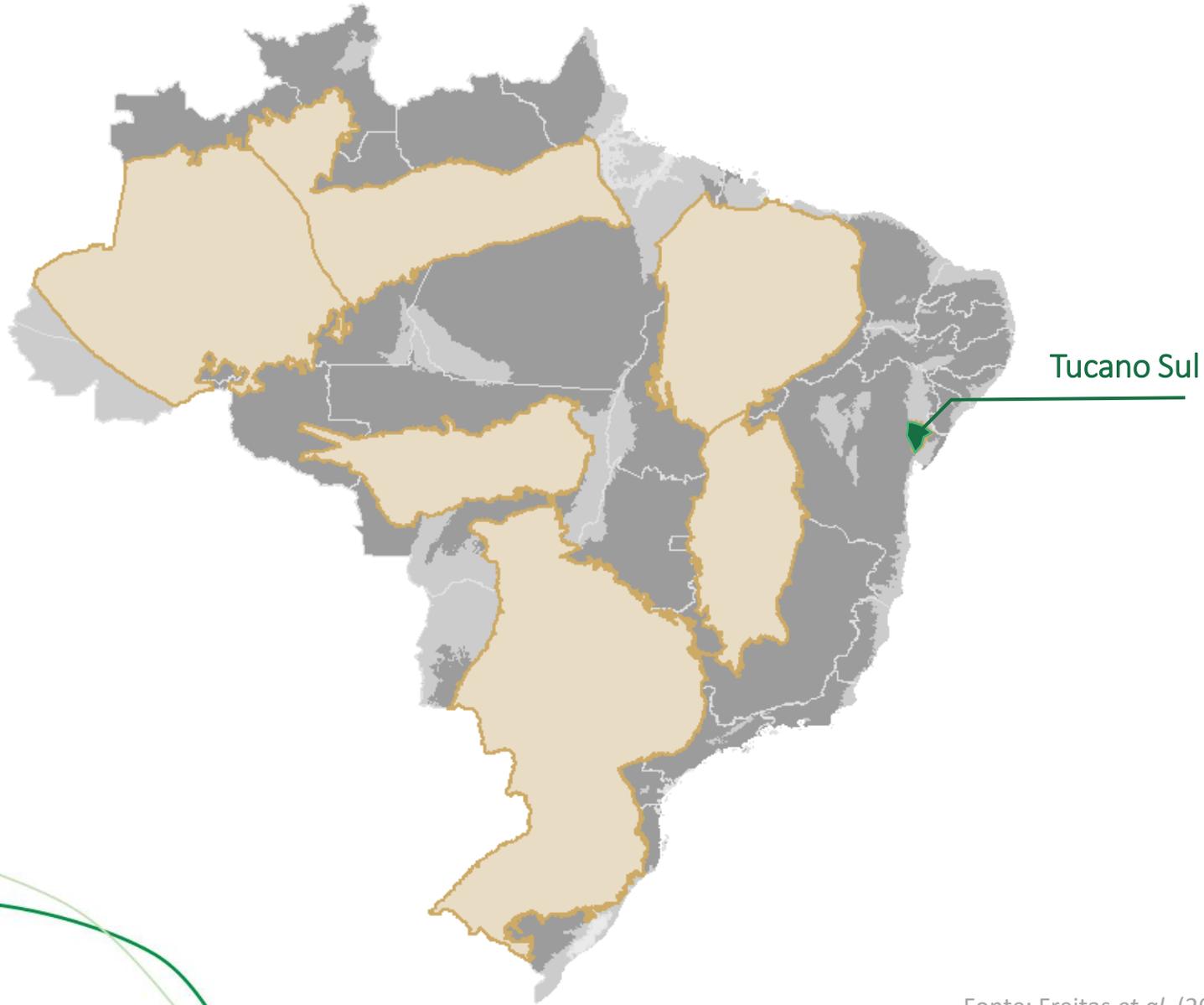
# Sistema Petrolífero Tucano Sul

**Geradora:** Fm. Candeias

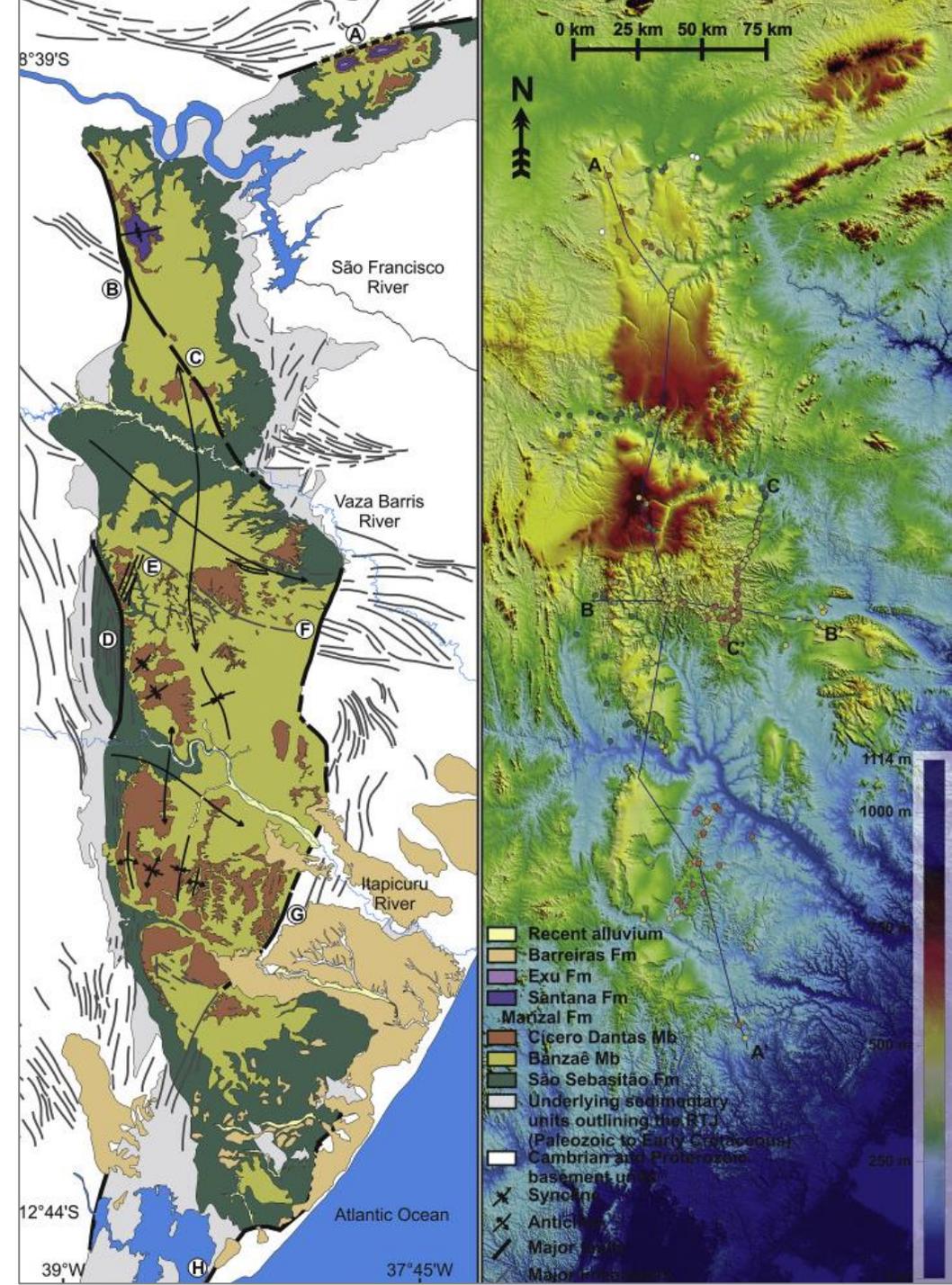
**Reservatório:** Turbiditos Fm. Candeias e Fm. Água Grande



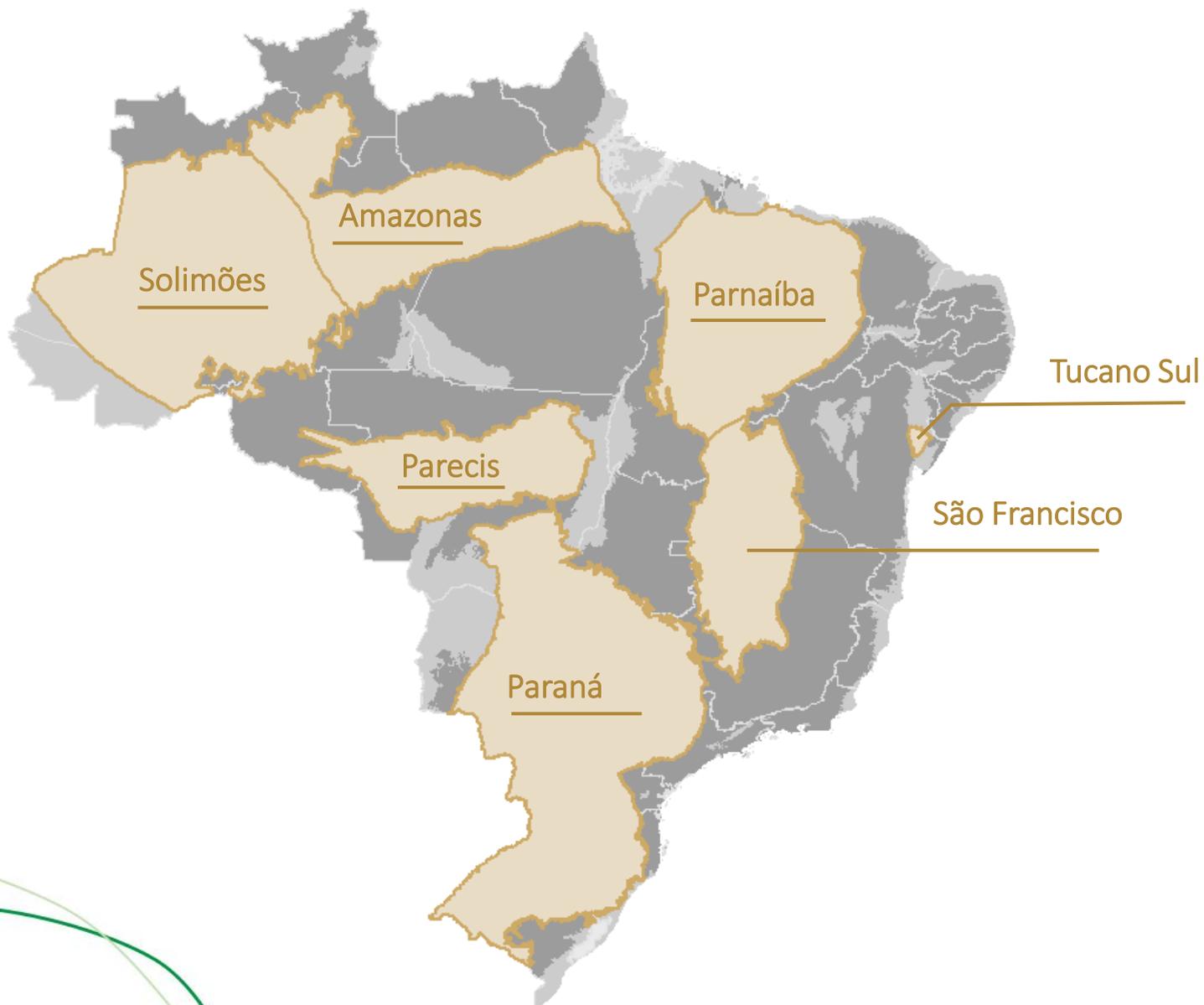
# Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



Fonte: Freitas *et al.* (2017)



## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



### Bacias Paleozoicas

Baixo soterramento

Sistema Petrolífero Atípico

Potencial para gás em reservatórios convencionais e não convencionais

# Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



7 Campos produtores

Maior campo produtor: Leste de Urucu

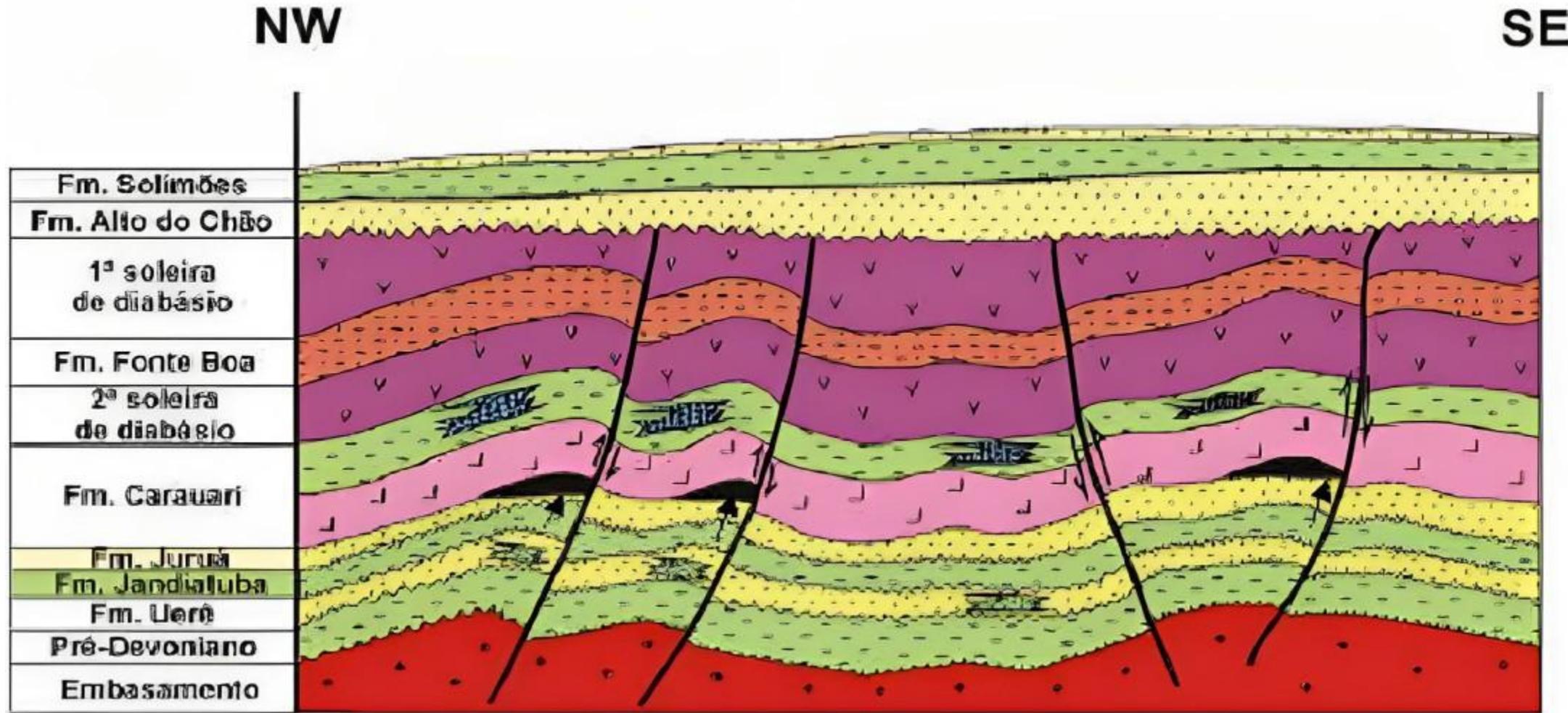
Produção Total: 93.956 boe/dia

Produção de Gás: 13.122 Mm<sup>3</sup>/dia

Produção de Petróleo: 11.418 bbl/dia



# Sistema Petrolífero Solimões



Fonte: Eiras (1998)

## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



7 Campos produtores

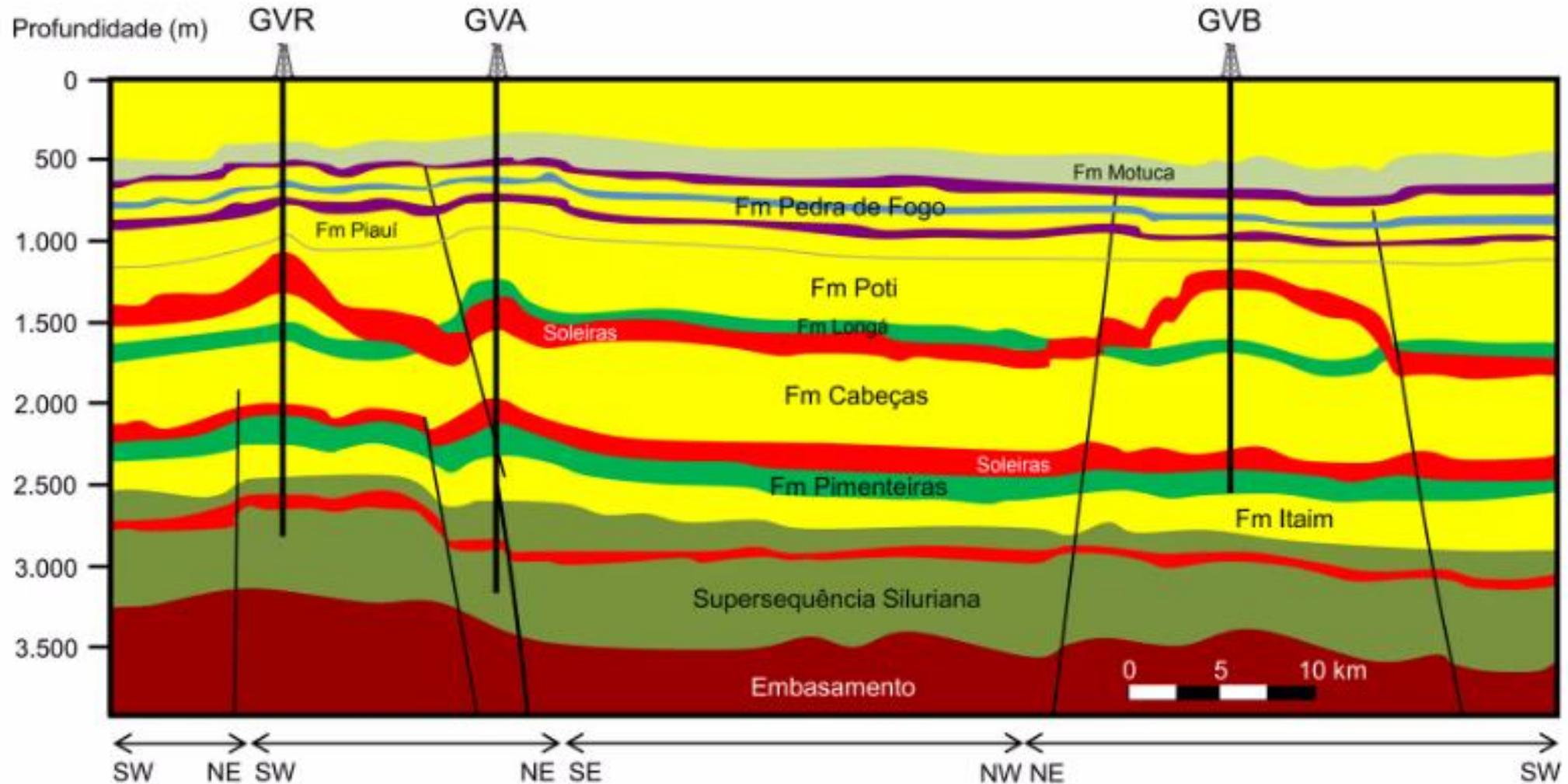
Maior campo produtor: Gavião Preto

Produção Total: 18.654 boe/dia

Produção de Gás: 2.959 Mm<sup>3</sup>/dia

Produção de Petróleo: 43 bbl/dia

# Sistema Petrolífero Parnaíba



Fonte: Cunha *et al.* (2012)

# Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



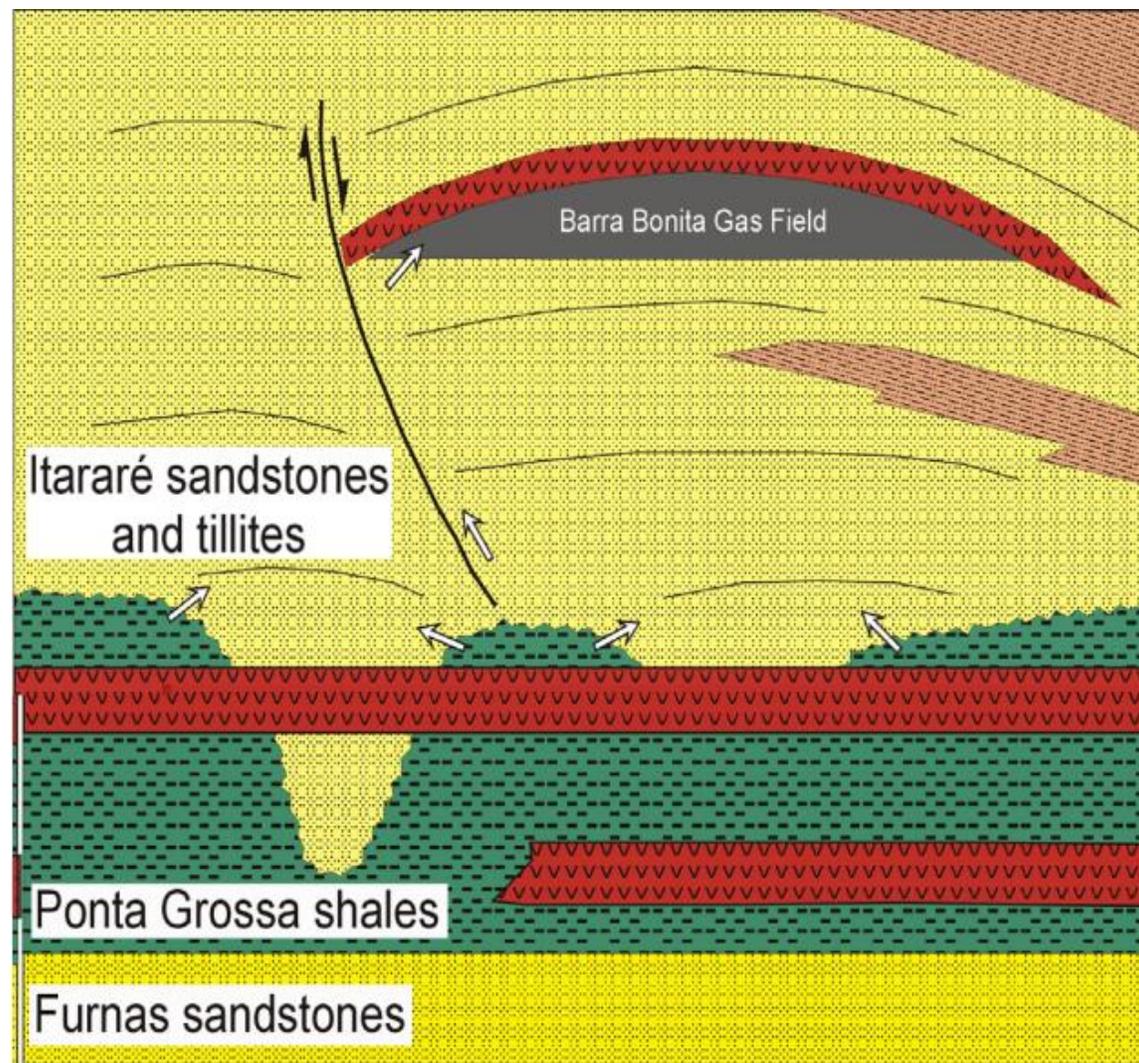
## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



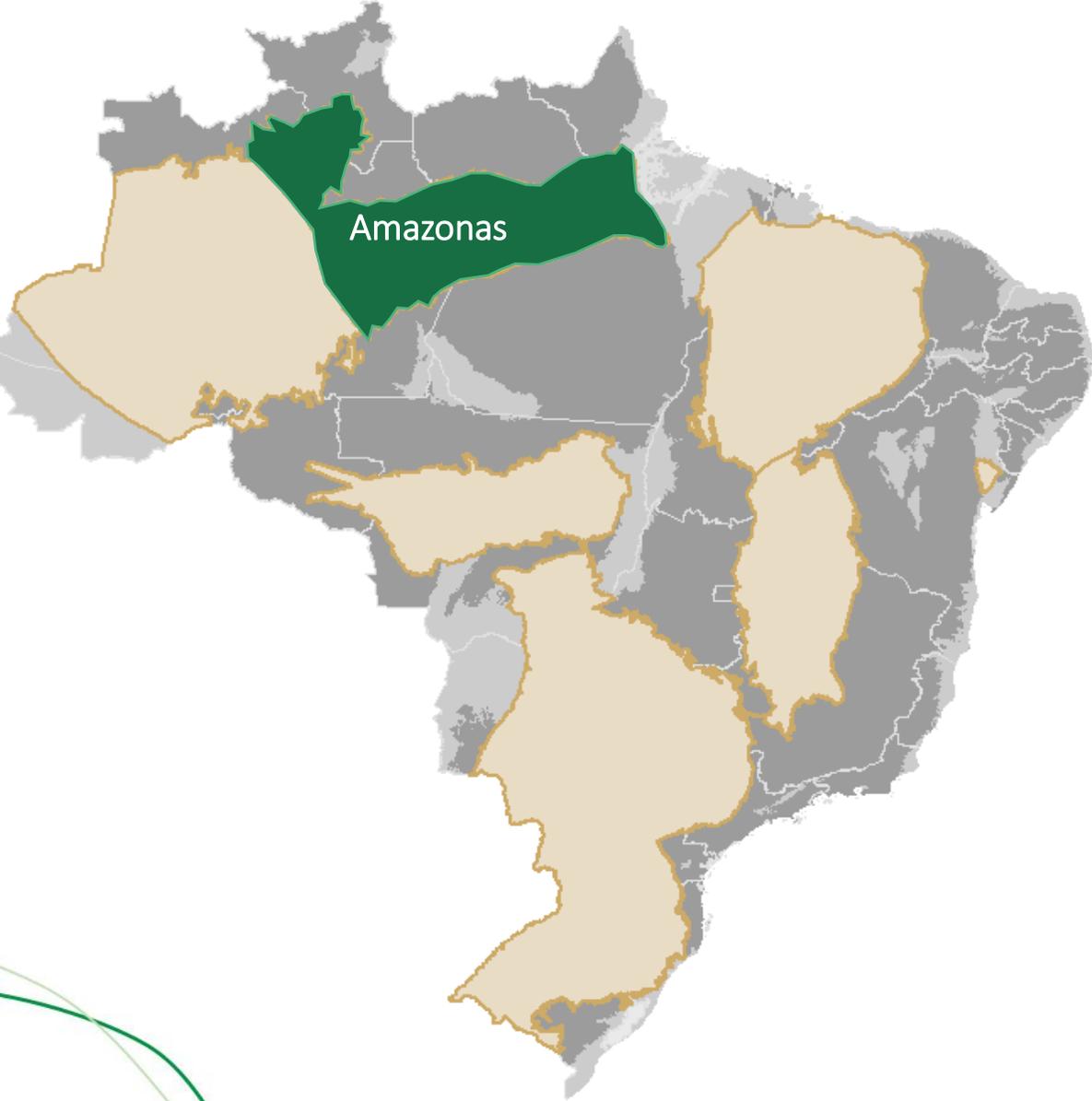
1 Campo produtor: Barra Bonita  
Produção de Gás: 28 Mm<sup>3</sup>/dia



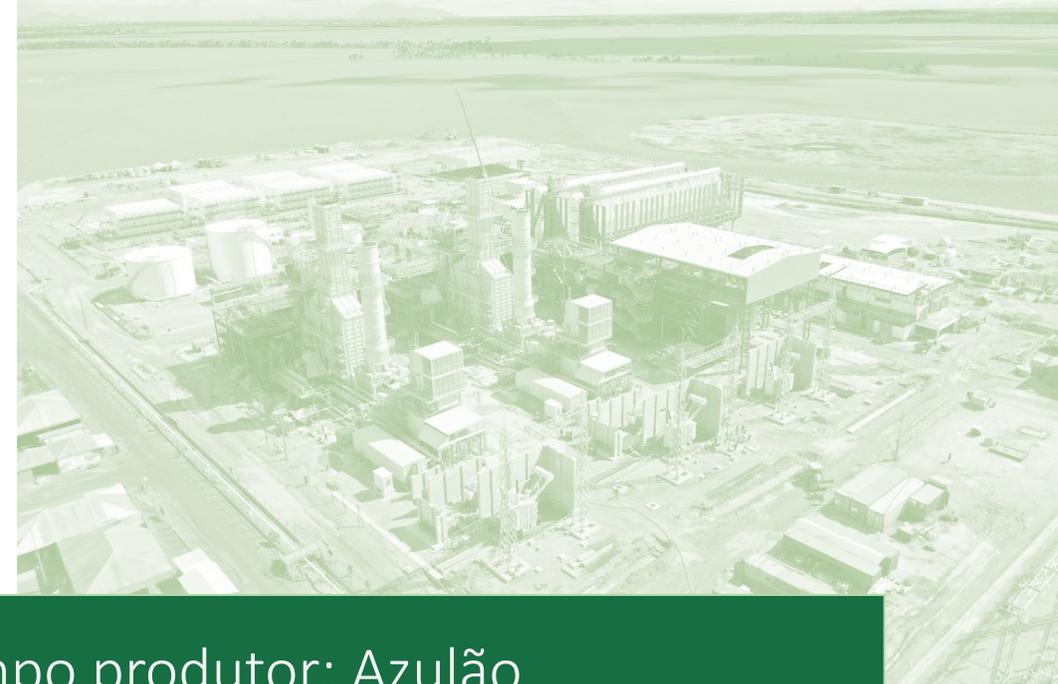
# Sistema Petrolífero Paraná



# Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



1 Campo produtor: Azulão

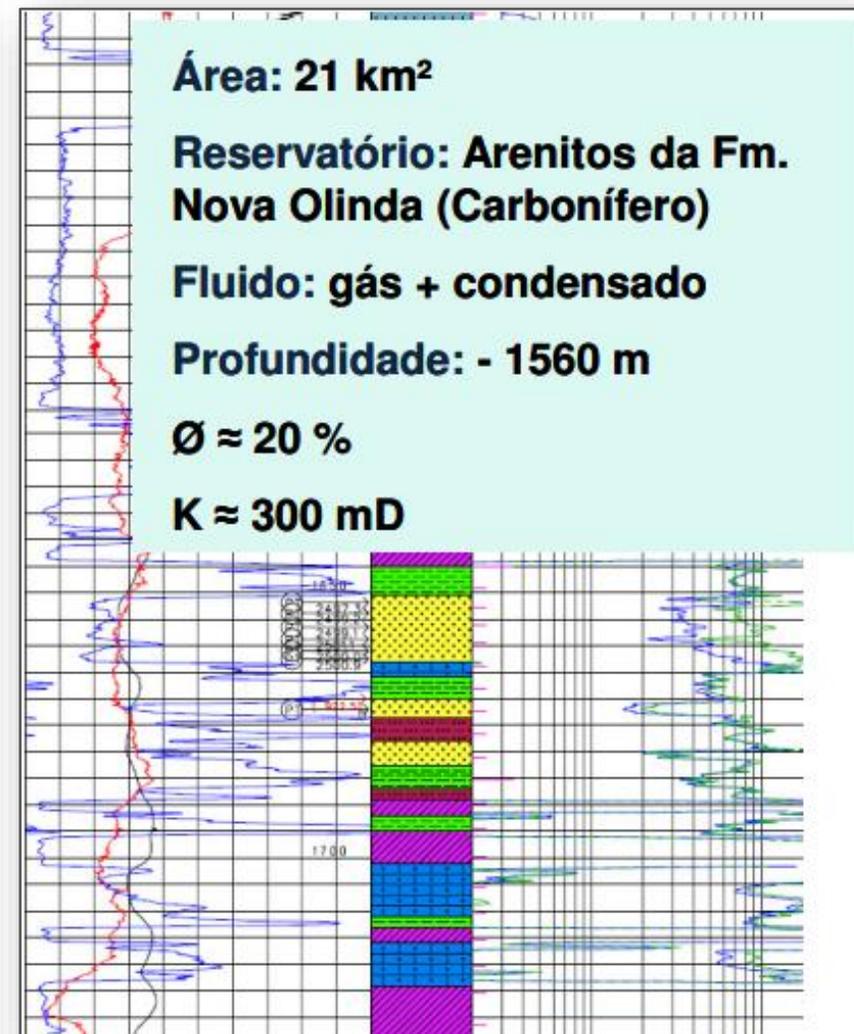
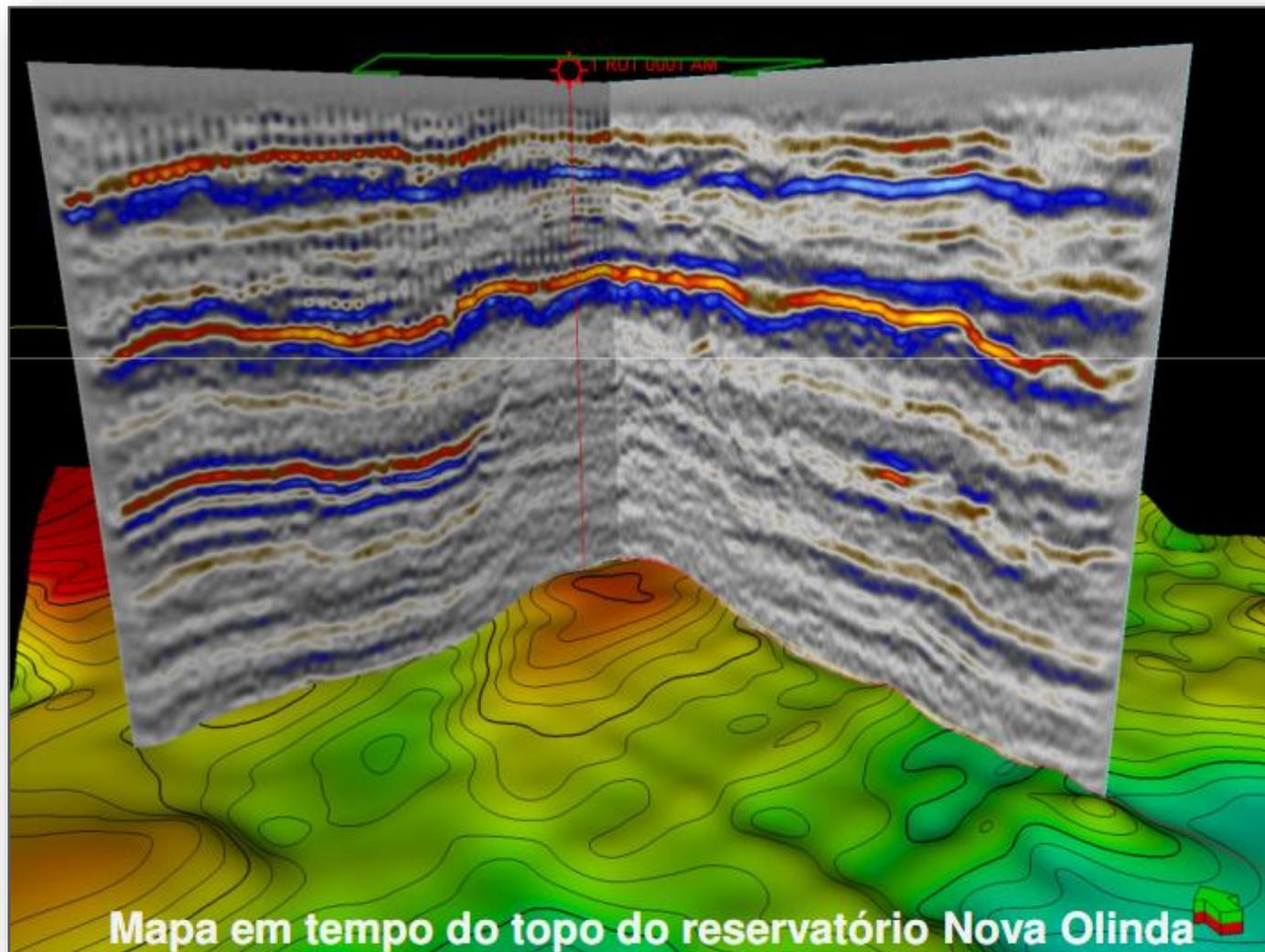
Produção Total: 4.436 boe/dia

Produção de Gás: 670 Mm<sup>3</sup>/dia

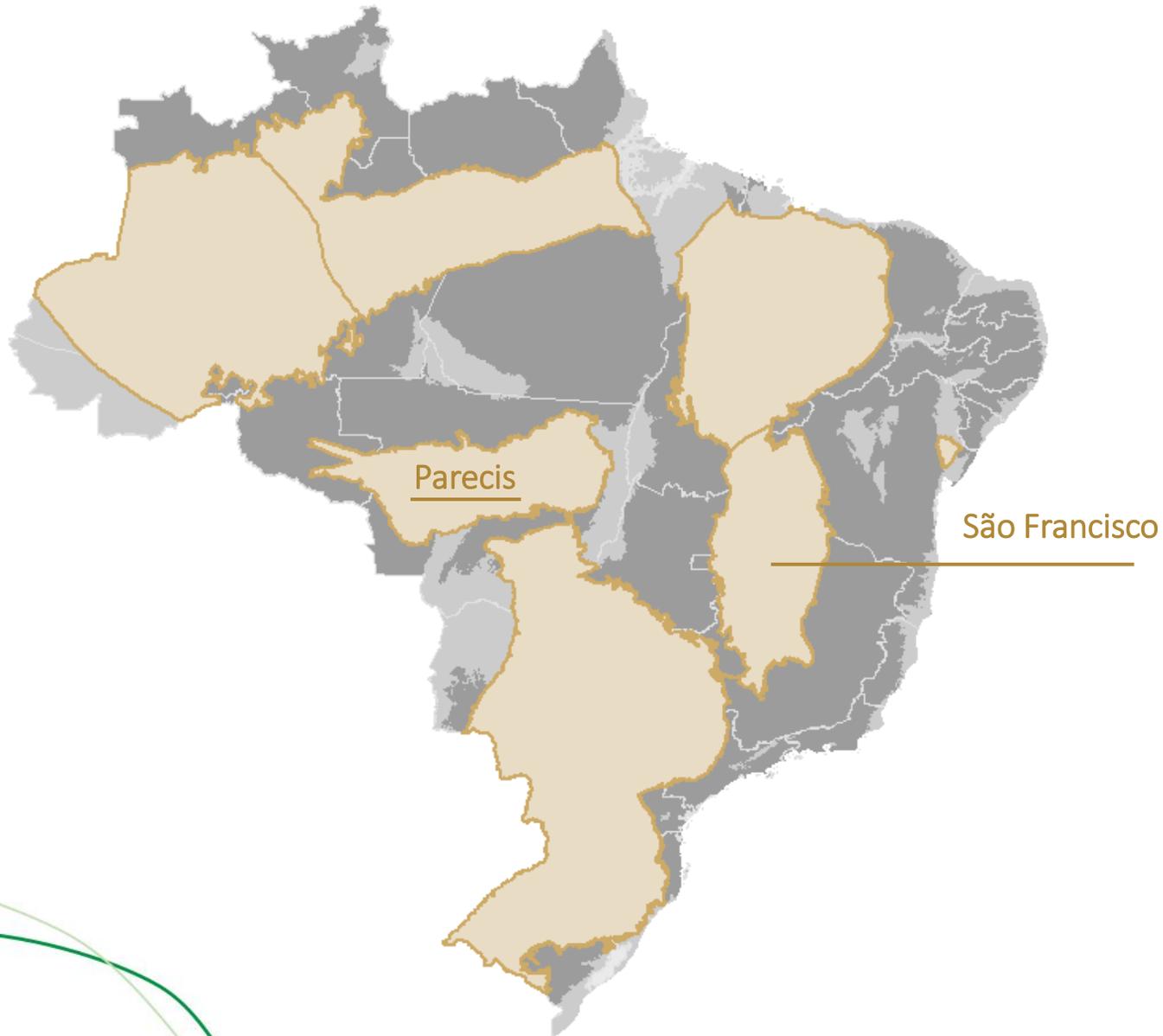
Produção de Petróleo: 223 bbl/dia



# Sistema Petrolífero Amazonas



## Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira

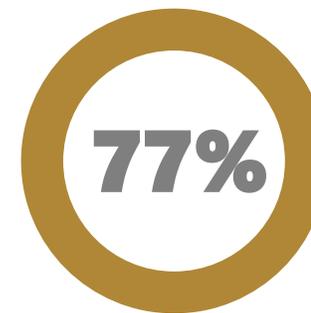
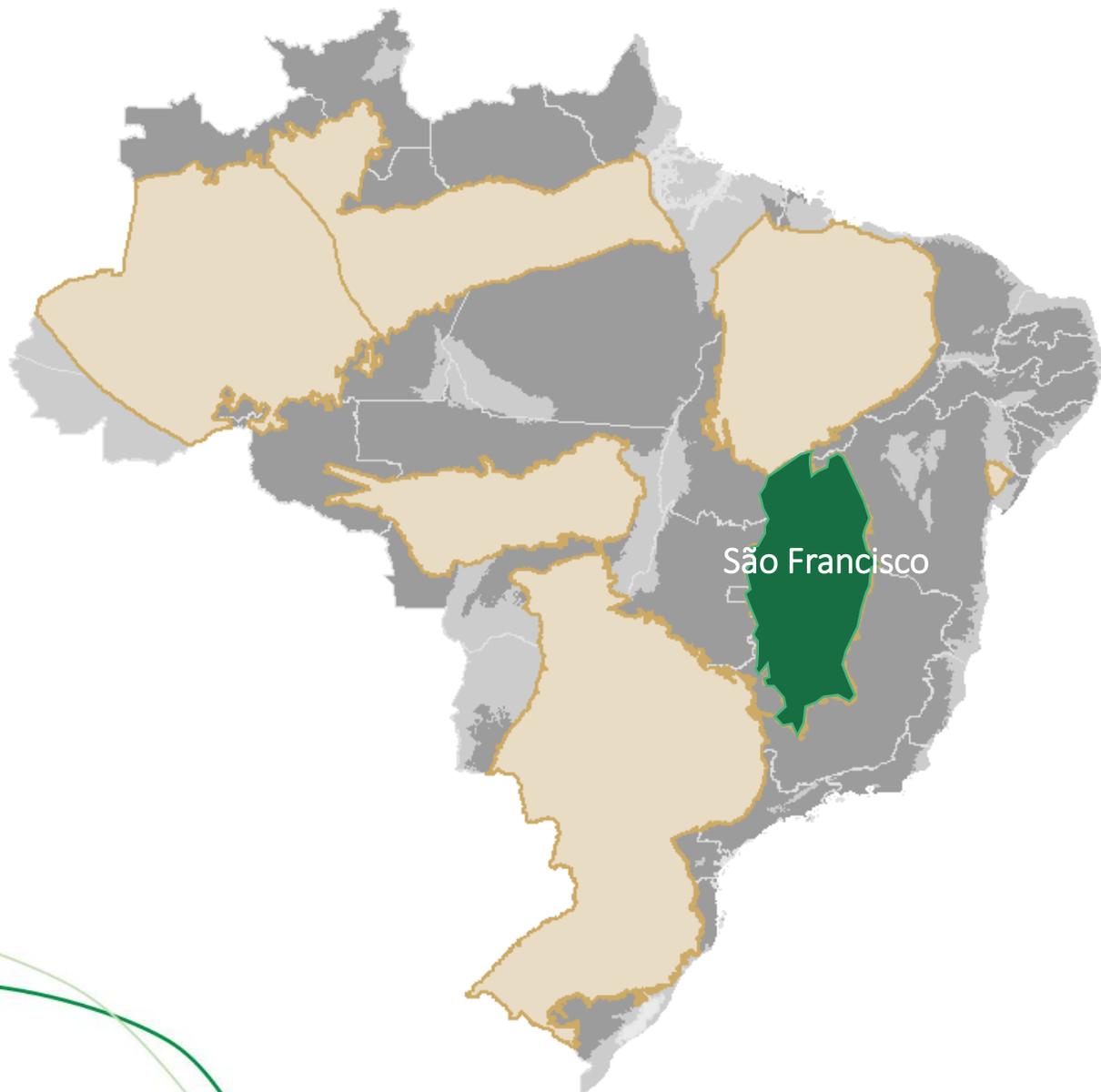


Parecis e São Francisco

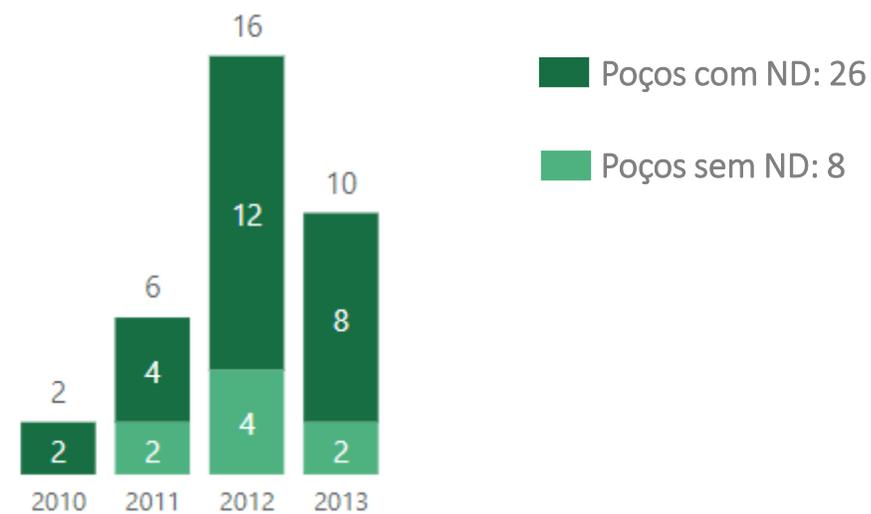
Bacias Proterozoicas

Tight gas

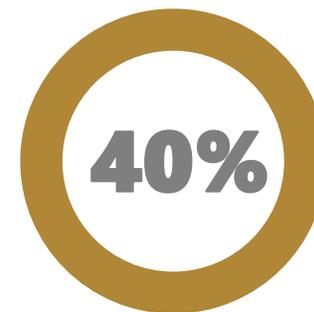
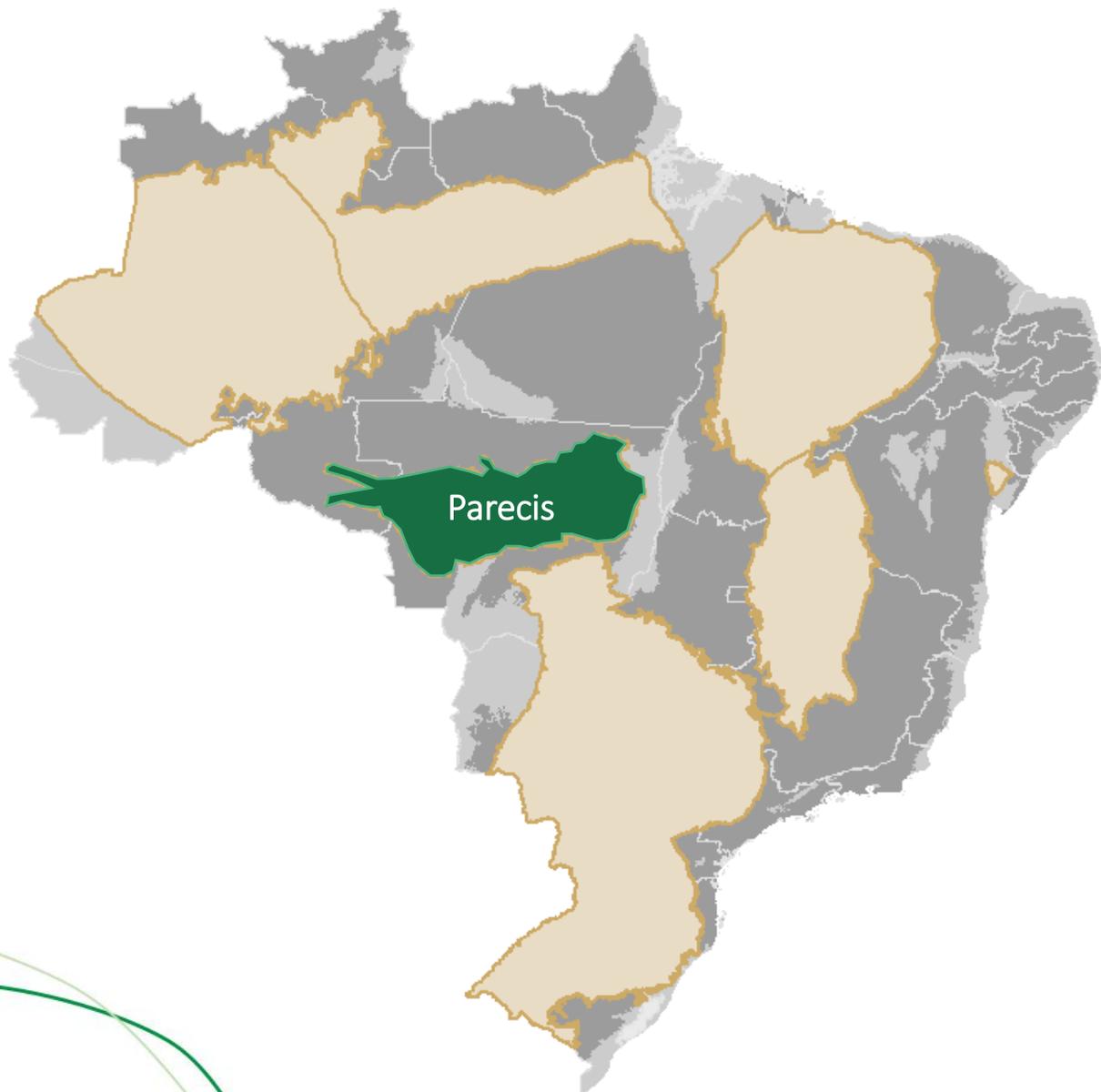
# Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



Poços Exploratórios Perfurados em São Francisco: 34



# Potencial onshore: Bacias de Nova Fronteira



Poços com ND: 2

Poços sem ND: 3

Poços Exploratórios Perfurados Parecis: 5



**#3**

# Potencial de Hidrogênio Natural no Brasil

# Hidrogênio natural

O que é?

Hidrogênio molecular que ocorre naturalmente na Terra



# Hidrogênio natural

Como o hidrogênio natural é ainda um campo novo, ao longo dos anos surgiram na comunidade científica múltiplas teorias que buscam explicar sua origem

## Serpentinização

Alteração de rochas ferromagnesianas (olivinas e piroxênios) que gera hidrogênio a partir da oxidação-redução da água, principalmente em rochas máficas

## Radiólise

A radioatividade natural da crosta terrestre que separa naturalmente o hidrogênio e o oxigênio da água

## Esmagamento de Rochas

O esmagamento de rochas ao longo de falhas geológicas pode ser responsável pela geração de gás hidrogênio à medida que as moléculas de H<sub>2</sub> se difundem para fora das superfícies minerais recém-fraturadas

## Desgaseificação

Hidrogênio proveniente do centro da crosta terrestre (gerado durante a formação do núcleo terrestre)

## Hidrogênio natural

Mas independentemente da hipótese, o entendimento permanece de que o processo de geração é dinâmico. O hidrogênio natural pode ser considerado como um **fluxo** e não como um estoque de recurso fóssil

O hidrogênio natural é, portanto uma fonte de **energia renovável**

## Produção Industrial: Mali

Em 1987, na aldeia de Bourakébougou, a 60 km de Bamako, Mali, durante uma campanha de perfuração para água, um dos poços perfurados foi seco. No dia seguinte, os moradores locais perceberam um fluxo incomum vindo do poço. Eles chamaram os perfuradores que acidentalmente colocaram fogo no poço ao acender um cigarro nas proximidades. O poço, que desde então foi identificado como portador de hidrogênio, foi então tapado, isolado e esquecido

## Produção Industrial: Mali

Entre 2006 e 2007 a empresa Petroma foi criada com o objetivo de explorar hidrocarbonetos, mas se deparou com a possibilidade de exploração de hidrogênio natural

A licença de exploração de hidrogênio foi concedida em 2012, no chamado projeto piloto de Bourakebougou

Em 2012 a Petroma iniciou uma campanha de perfuração que incluiu mais de 20 poços em profundidades entre 100 e 1800m de profundidade

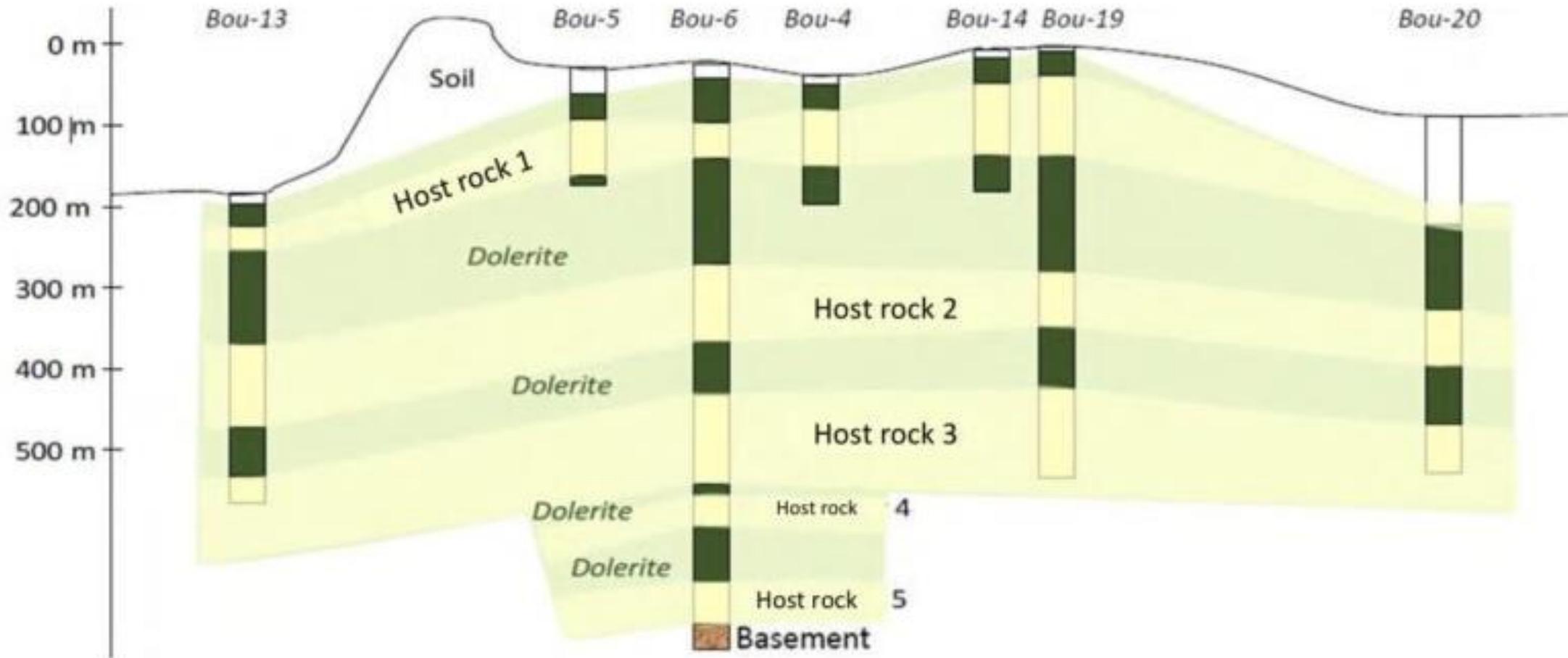
## Produção Industrial: Mali

A campanha de perfuração não somente confirmou a presença de uma grande acumulação de hidrogênio natural com múltiplas rochas hospedeiras (reservatórios) identificadas, mas também destacou a dinâmica de fluxo do gás

Em 2019 a Petroma se tornou

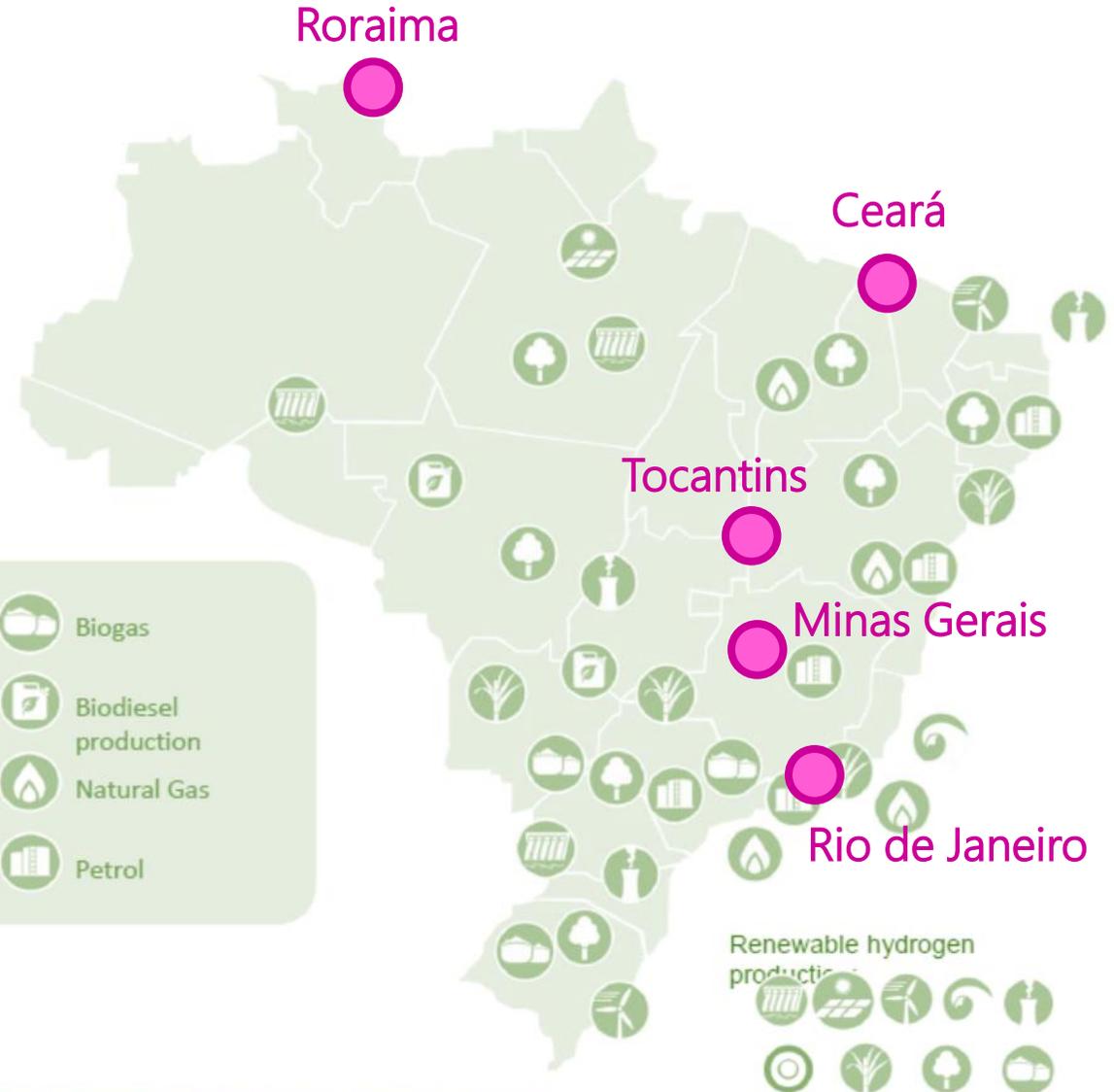


# Produção Industrial: Mali



# Indícios de potencial no Brasil

## H<sub>2</sub> POTENTIAL PRODUCTION IN BRAZIL

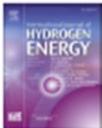


Hydroelectric power	Geothermal energy	Biogas
Solar energy	Natural Hydrogen	Biodiesel production
Wind power	Ethanol production	Natural Gas
Ocean Energy	Waste Biomass	Petrol

# Indícios de potencial no Brasil

INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY 44 (2019) 1676–1685

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**ScienceDirect**  
 journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijhe](http://www.elsevier.com/locate/ijhe)

## Natural hydrogen continuous emission from sedimentary basins: The example of a Brazilian H<sub>2</sub>-emitting structure

Alain Prinzhofer <sup>a,\*</sup>, Isabelle Moretti <sup>b</sup>, Joao Françolin <sup>c</sup>, Cleuton Pacheco <sup>d</sup>,  
 Angélique D'Agostino <sup>e</sup>, Julien Werly <sup>f</sup>, Fabian Rupin <sup>g</sup>

<sup>a</sup> Geo4U, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>b</sup> Engie SA, Paris, France  
<sup>c</sup> GEORISK, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>d</sup> Engie Brasil, Tubarão, SC, Brazil  
<sup>e</sup> Engie Origen SA, Courbevoie, France

**ARTICLE INFO**

**Article history:**  
 Received 18 October 2018  
 Received in revised form 31 December 2018  
 Accepted 10 January 2019  
 Available online 7 February 2019

**Keywords:**  
 Natural hydrogen  
 Soil micro-seeps  
 Hydrogen geochemical soil monitoring  
 São Francisco basin

**ABSTRACT**

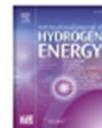
Hydrogen escaping from sedimentary basins has already been described in various parts of the world. Some of these leakages have been identified by superficial circular depressions, also called “fairy circles”. Gas detection measurements, randomly repeated after a few months have shown that the amount of hydrogen present in soils is not constant neither versus time nor versus position in a given structure. Permanent monitoring gas analyzers were installed in the ground to estimate hydrogen flow outgassing from a topographical circular depression located in Brazil. Data show that a hydrogen flux occurs during the hottest moment of the day, as shown with permanent sensors set at a regular spacing. The process may look like a soil evaporation. In that same structure, other detectors show much higher and irregular gas output which present an unclear correlation as a function of ambient temperature and atmospheric pressure. The relationship with temperature suggests a role of water saturation driving the overall hydrogen fluxes. The reported geochemical data imply that (1) one measurement taken at a given hour on a structure cannot be considered as quantitative, as it varies too much with time and is also probably related to the soil perturbation induced by the shallow drilling, (2) hydrogen released through the soil of the studied structure is recharged daily, (3) hydrogen flux is high enough to reach the surface without being buffered by water or bacterial activity within the soil and (4) soil cannot be solely considered as a hydrogen sink but also, at least in some areas, as a hydrogen emitter. This appears to highlight that the subsurface can be considered in this site as a source of natural hydrogen, clearly differentiated from a biochemical system of atmospheric H<sub>2</sub> consumed by bacteria.

© 2019 Hydrogen Energy Publications LLC. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

\* Corresponding author.  
 E-mail address: [alain.prinzhofer@geo4u.com.br](mailto:alain.prinzhofer@geo4u.com.br) (A. Prinzhofer).  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.01.119>  
 0360-3196/2019 Hydrogen Energy Publications LLC. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY 46 (2021) 1615–1628

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**ScienceDirect**  
 journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijhe](http://www.elsevier.com/locate/ijhe)

## Long-term monitoring of natural hydrogen superficial emissions in a Brazilian cratonic environment. Sporadic large pulses versus daily periodic emissions

Isabelle Moretti <sup>a,\*</sup>, Alain Prinzhofer <sup>b</sup>, João Françolin <sup>c</sup>, Cleuton Pacheco <sup>d</sup>,  
 Maria Rosanne <sup>e</sup>, Fabian Rupin <sup>f</sup>, Jan Mertens <sup>g,d</sup>

<sup>a</sup> Engie SA Corporate, Courbevoie, France  
<sup>b</sup> Geo4U, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>c</sup> GEORISK, Rio de Janeiro, RJ, Brazil  
<sup>d</sup> Engie Brasil, Tubarão, SC, Brazil  
<sup>e</sup> Engie Lab Origen, Saint, France  
<sup>f</sup> University of Ghent, Belgium

**HIGHLIGHTS**

- Large quantities of H<sub>2</sub> are leaking from the São Francisco basin.
- Few hundred kg of H<sub>2</sub> per day/m<sup>2</sup> escape from the emitting structures.
- High pulses are emitted sporadically and part of the H<sub>2</sub> remains trapped in the soil.
- Remaining H<sub>2</sub> is then slowly released following daily changes in temperature and pressure.

**ARTICLE INFO**

**Article history:**  
 Received 28 August 2020  
 Received in revised form 26 October 2020  
 Accepted 1 November 2020  
 Available online 1 December 2020

**Keywords:**  
 Natural hydrogen  
 São Francisco basin  
 Surface geochemistry  
 Monitoring

**ABSTRACT**

In many basins, hydrogen-emitting structures are now observed, but the estimation of the H<sub>2</sub> flow leading to their formation remains poorly constrained since all data show that the H<sub>2</sub> emissions are variable in space and time. We present here the data of a long-term monitoring campaign with a high density of permanent hydrogen detectors installed in 2 structures in the Minas Gerais State (Brazil). Results show that two kinds of signals are recorded, large sporadic pulses that affect the H<sub>2</sub> content of the soil for one or two days and smaller ones, with a daily periodicity, that last 6 h and during which the near surface soil concentration usually does not exceed 200 ppm. This last signal is very regular in frequency, low in amount, and the daily maximum happens around noon or in the early afternoon. We interpret the large pulses as evidences of a deep hydrogen flux, leaking either from a reservoir located in the subsurface, from an aquifer which is degassing or, although it seems unlikely, directly from the H<sub>2</sub> generation area.

The time correlation between the pulses and the increase of the daily signal suggests that this last one corresponds to the slow release of the gas that has been captured by the soil during its transport towards the surface. This daily signal is most likely influenced by external factors such as atmospheric pressure and sub-surface bacterial activity. In map view, the lack of correlation between the highest hydrogen concentrations over time

\* Corresponding author. E25 127A, L2C3, rue de l'Université, 64000 Paris, France.  
 E-mail address: [isabelle.moretti@engie-paris.fr](mailto:isabelle.moretti@engie-paris.fr) (I. Moretti).  
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.026>  
 0360-3196/2020 Hydrogen Energy Publications LLC. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

## Indícios de potencial no Brasil: Minas Gerais (Bacia de São Francisco)

Círculos das fadas



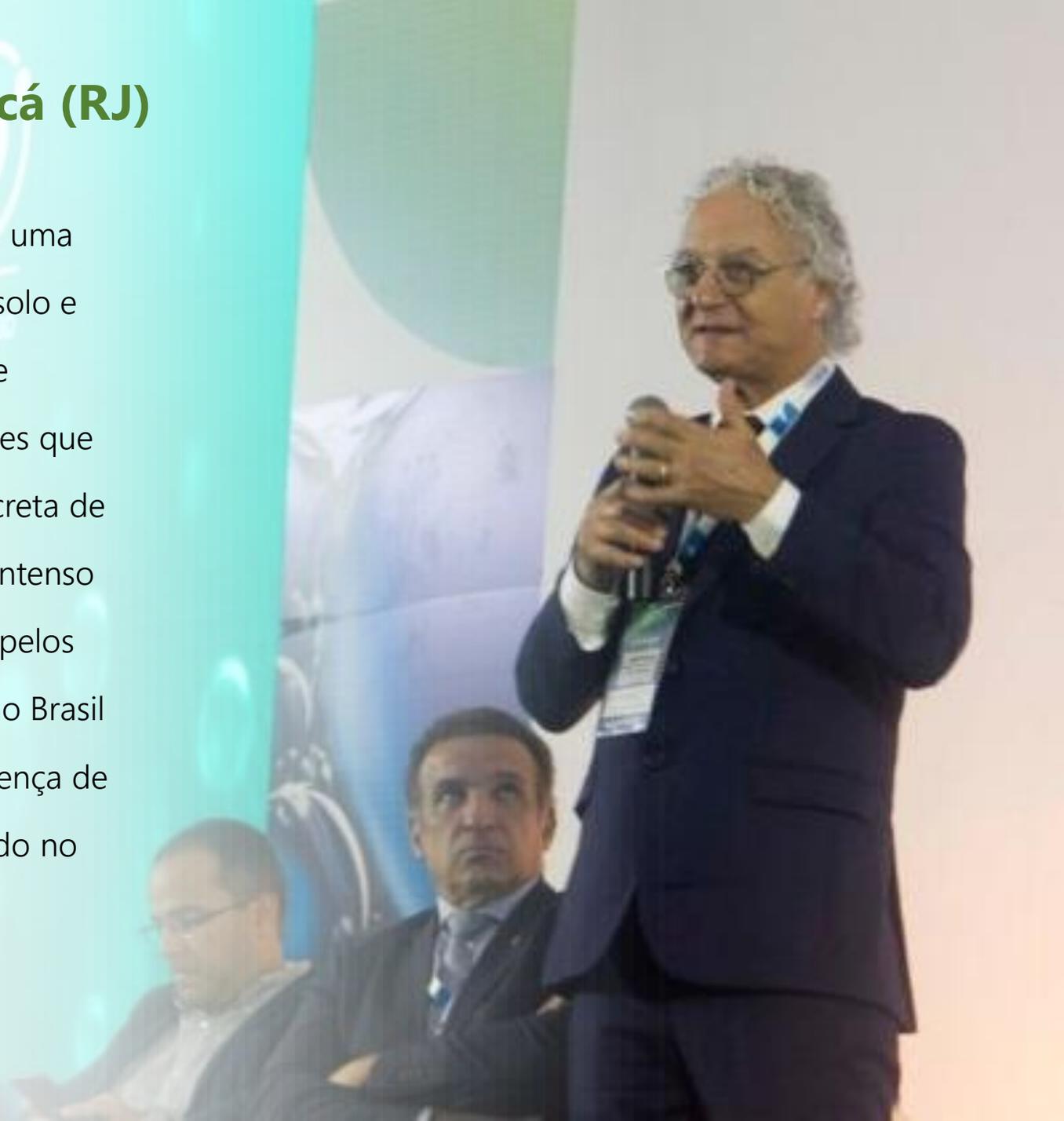
Fluxos da ordem de  
1.000 m<sup>3</sup> por dia  
Cerca de 10 ton/ano

## Indícios de potencial no Brasil: Maricá (RJ)

---

“O mirante de Maricá foi o primeiro local que nós aferimos uma quantidade maior de hidrogênio durante a perfuração no solo e fomos surpreendidos pelo fato de exceder a capacidade de medida do equipamento. Identificamos em mais oito lugares que percorremos, o que nos levou a descobrir a existência concreta de hidrogênio natural em Maricá. Os estudos apontaram um intenso fluxo de hidrogênio efetivo nesses locais, e foi confirmado pelos cientistas internacionais. O que é marcante aqui para nós no Brasil é que, além da presença de hidrogênio, há também a presença de hélio, o que mostra que existem outras reações acontecendo no nosso solo”

Prof. Paulo Emílio Valadão Miranda

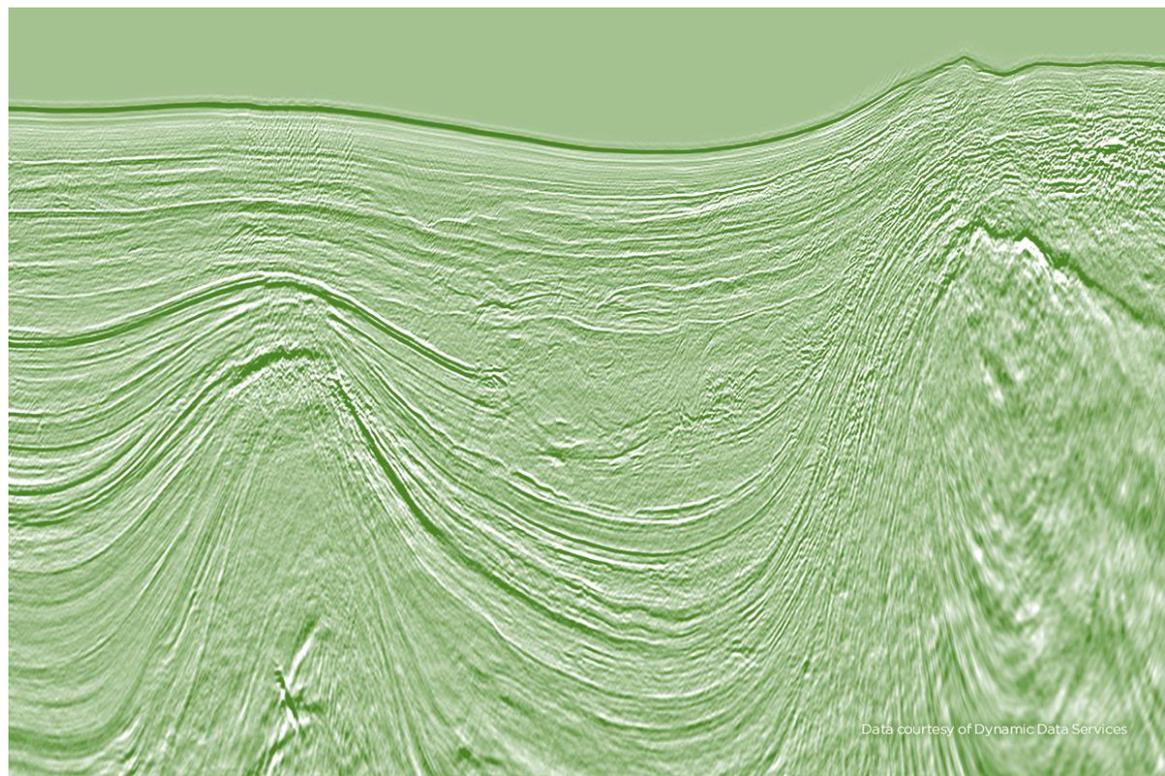


# Desafios: necessidade de mais pesquisas

---

Campo de estudo ainda em desenvolvimento

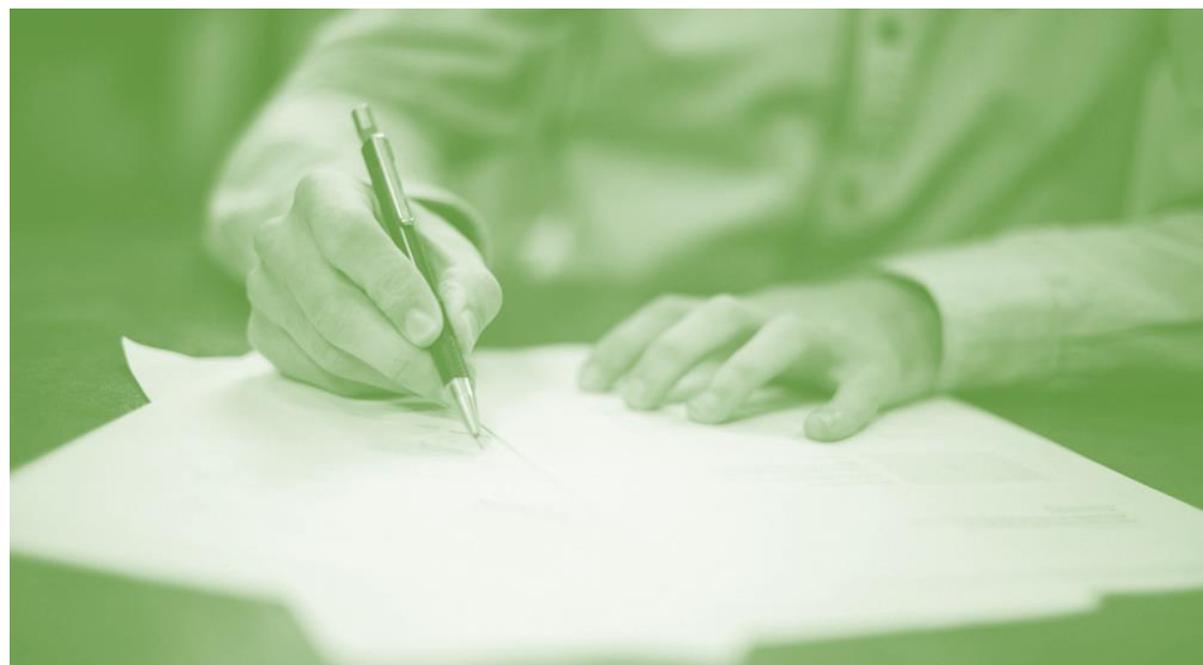
Com grande potencial – Transição energética



# Desafios: Ausência de Regulação

---

Necessidade de estabelecimento de competências e regras básicas para concessão e execução as atividades





**#4**

# Perspectivas Futuras: Oferta Permanente

# Oferta Permanente



Os cronogramas dos ciclos da Oferta Permanente iniciam com a aprovação da declaração de interesse submetida por um licitante inscrito e acompanhada de garantia de oferta.

# Oferta Permanente Concessão

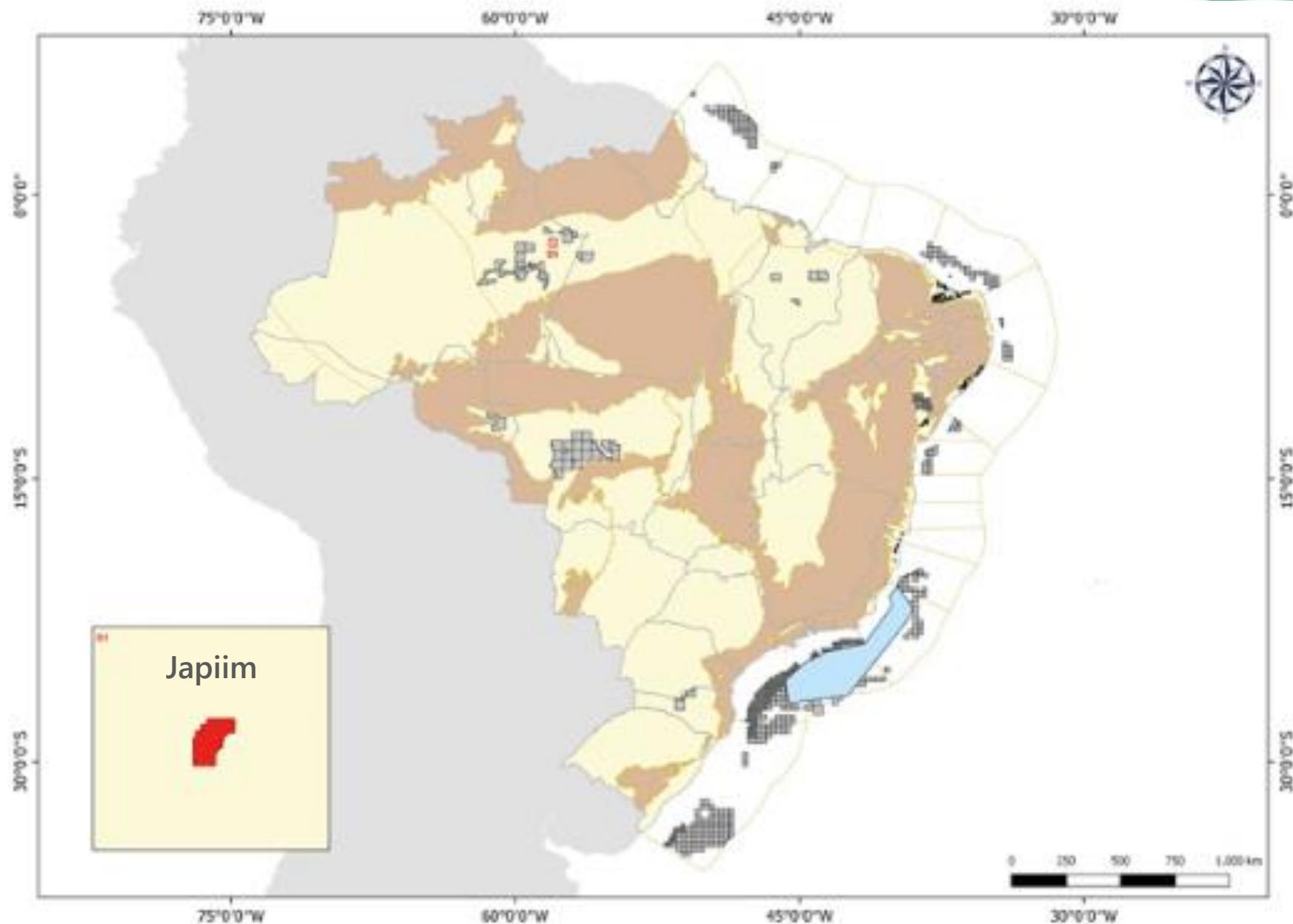
## Blocos em Oferta

Atualmente:



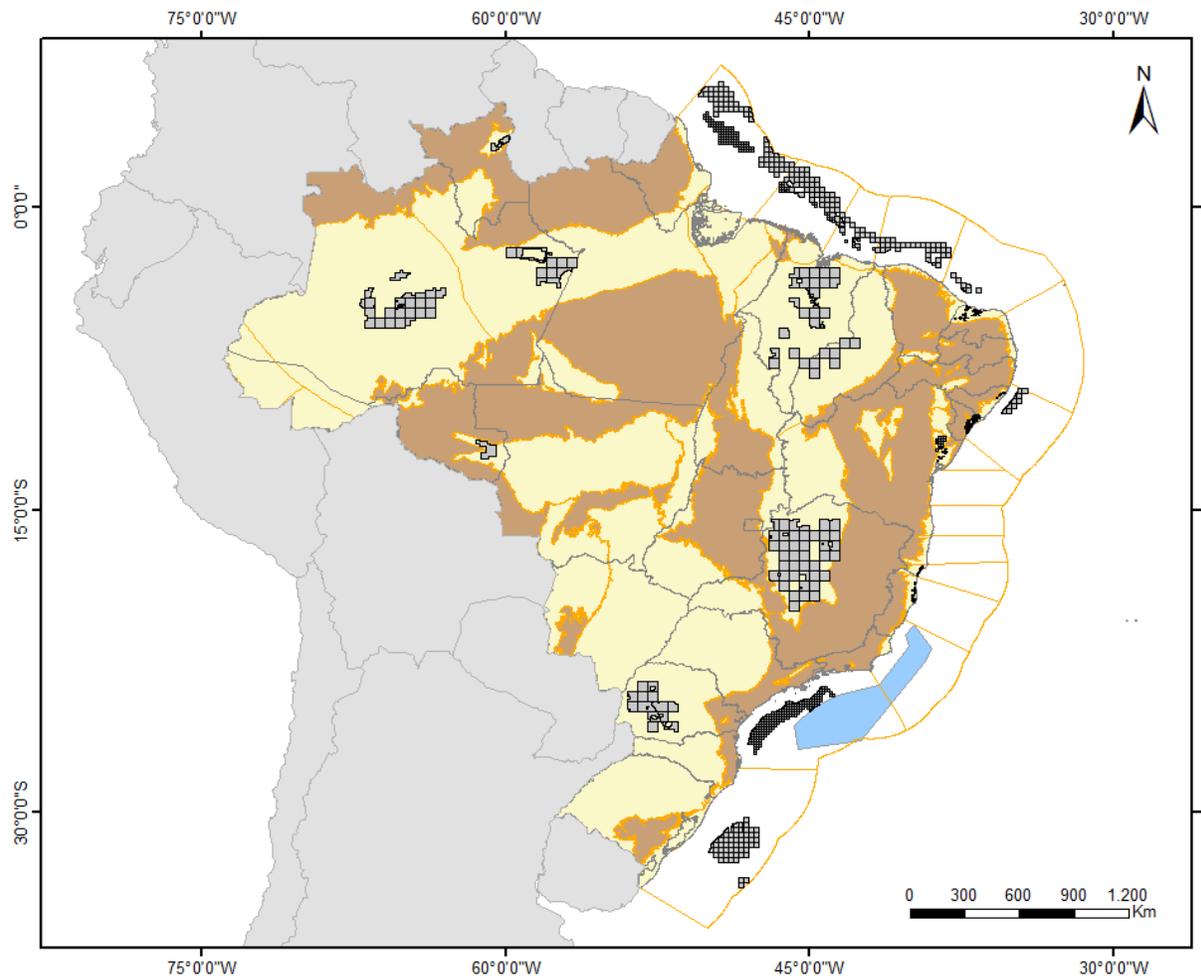
**+Acumulação de Japiim**  
(gás Bacia do Amazonas)

 Blocos em oferta



# Oferta Permanente Concessão

Blocos em estudo a serem incluídos no futuro



 Blocos em estudo

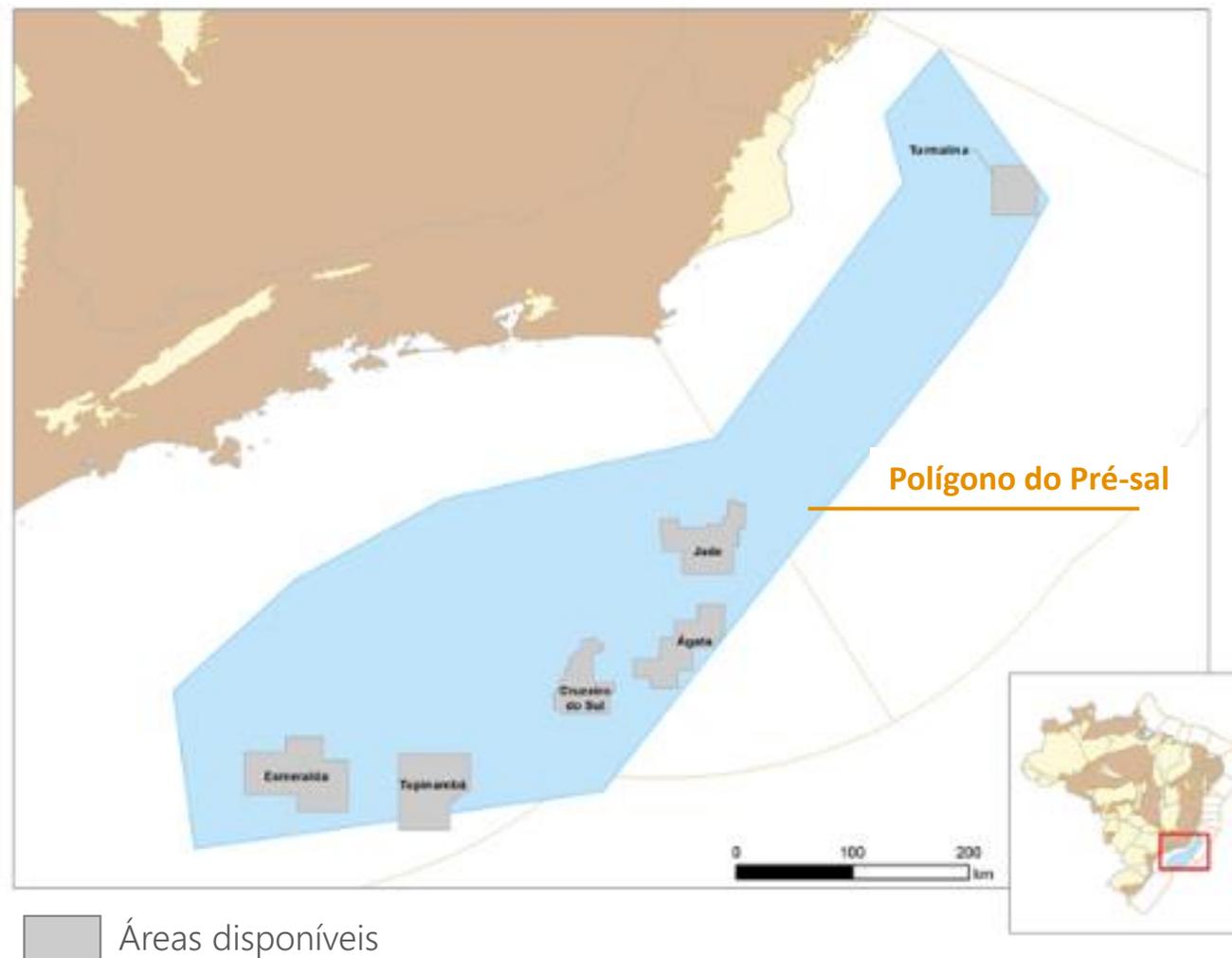
Em estudo:

**+800**  
Blocos

# Oferta Permanente Partilha

## Áreas disponíveis

**6**  
Áreas



**#5**

# Considerações Finais

# Considerações Finais



## Gás Natural

O Brasil é um país extremamente rico em volumes de gás natural, além de possuir grande potencial para novas descobertas

A maior parte de nossas reservas de gás natural é na forma de gás associado offshore

Há ainda dificuldade de disponibilização deste gás para o mercado

Por outro lado, há excelentes perspectivas para novas descobertas de gás não associado em terra – Necessidade de acelerar as atividades exploratórias em especial nas bacias de nova fronteira

## Considerações Finais



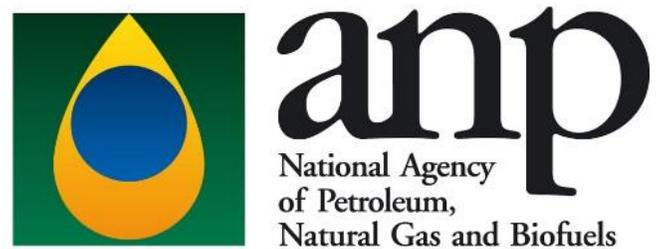
### Hidrogênio Natural

Apenas um caso de produção industrial no mundo – Mali

Brasil possui indicações promissoras e já despertou interesse internacional

Ocorrência de anomalias em Minas Gerais, Ceará, Tocantins, Roraima e Rio de Janeiro

Campo de pesquisa ainda recente com necessidade de maiores aprofundamentos



<http://rodadas.anp.gov.br/pt/>

[www.gov.br/anp/pt-br](http://www.gov.br/anp/pt-br)

Av. Rio Branco 65, 21<sup>st</sup> floor - Rio de Janeiro – Brazil  
Phone: +55 21 2112-8100