

# Os desafios para a infraestrutura de escoamento na maximização do valor das reservas de óleo e gás do pré-sal

**2º Fórum Técnico Pré-Sal Petróleo**  
Painel: Em busca dos novos campos gigantes

**José Mauro Coelho**

Diretor de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Rio de Janeiro, RJ  
Novembro de 2019

**Empresa de Pesquisa Energética**  
Ministério de Minas e Energia



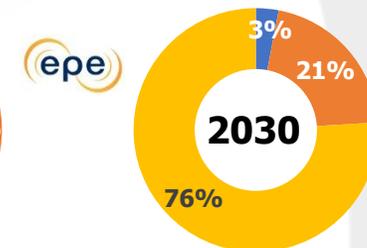
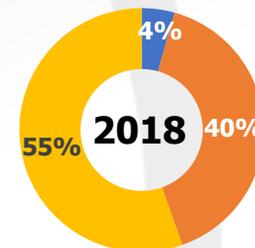
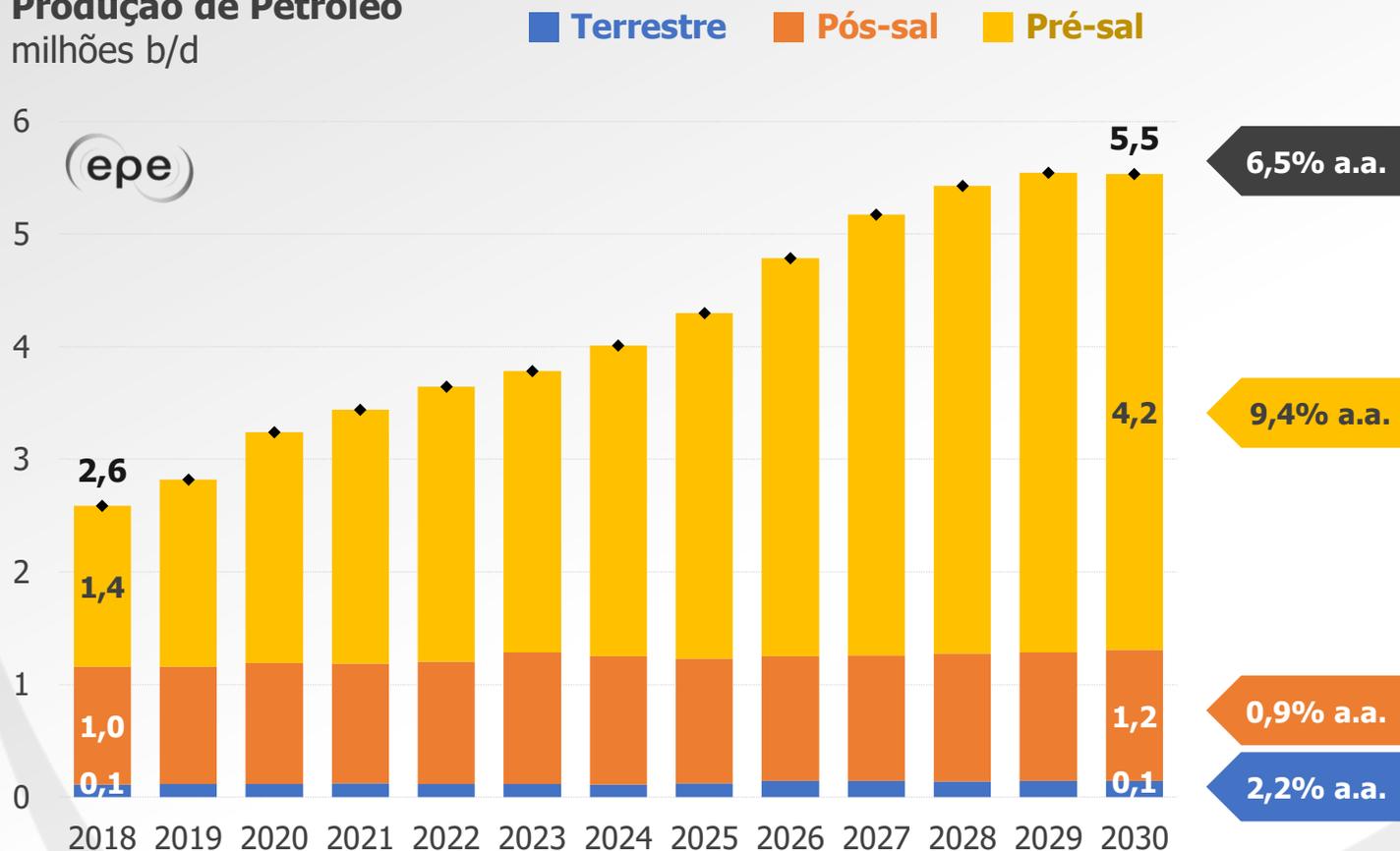
# PREVISÃO DA PRODUÇÃO NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia



# Previsão da produção nacional de petróleo

Produção de Petróleo  
milhões b/d



**Brasil pode se tornar um dos 5 maiores produtores e exportadores de petróleo do mundo.**

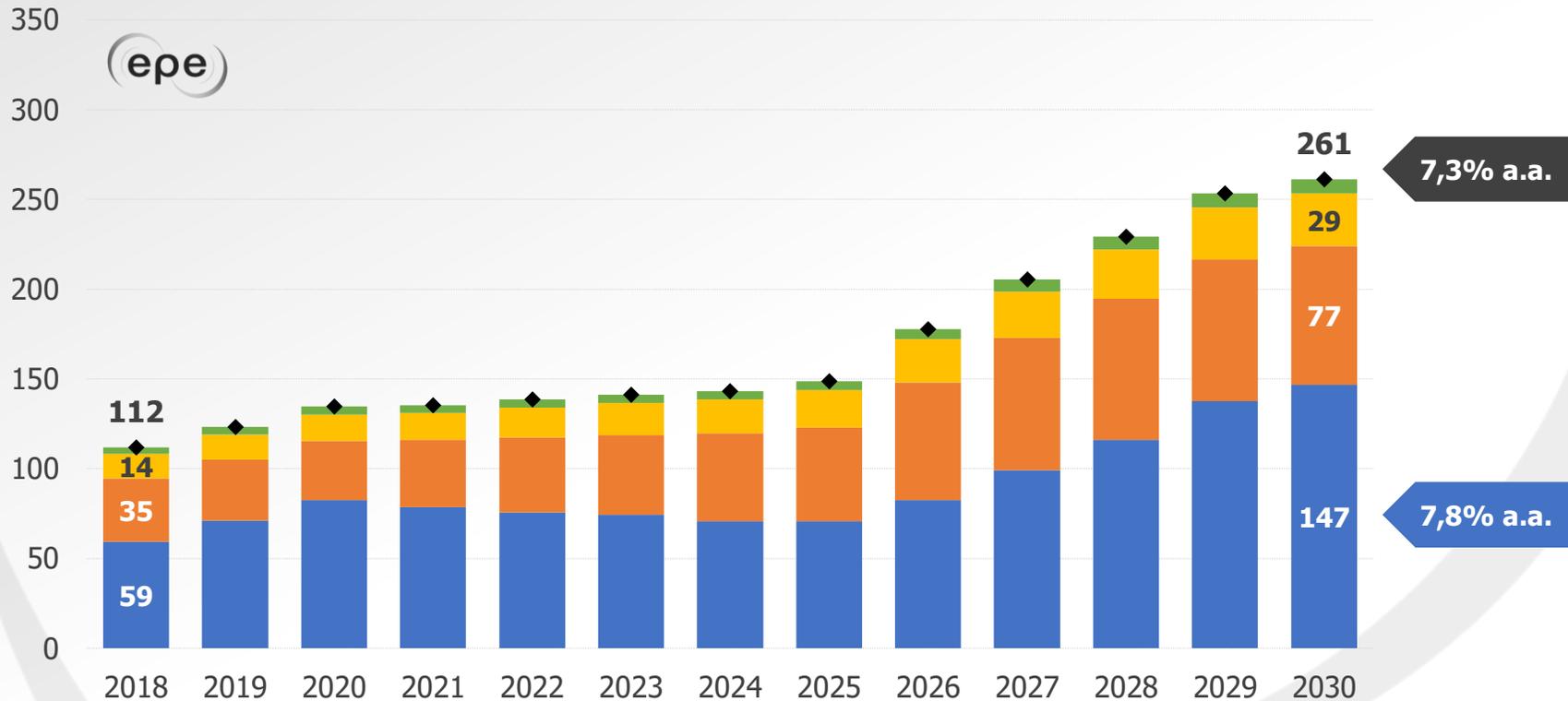
- Estados Unidos (2018):** 11,0 milhões b/d
- Rússia (2018):** 10,5 milhões b/d
- Arábia Saudita (2018):** 10,3 milhões b/d
- Brasil (2030):** 5,5 milhões b/d
- Iraque (2018):** 4,4 milhões b/d
- Brasil (2018):** 2,6 milhões b/d

Fonte: EPE

# Previsão da produção bruta e líquida de gás natural

Produção de Gás Natural  
milhões m<sup>3</sup>/d

■ Produção Líquida   
 ■ Injeção   
 ◆ Produção Bruta  
■ Consumo em E&P   
 ■ Queima e Perdas



**Principais condutores do crescimento da produção de gás natural:**

- **Pré-Sal:** Bacias de Campos e Santos
- **Pós-Sal:** Bacia de Sergipe-Alagoas

Fonte: EPE

# PRINCIPAIS DESAFIOS DA OFERTA DE GÁS NATURAL DO PRÉ-SAL

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia

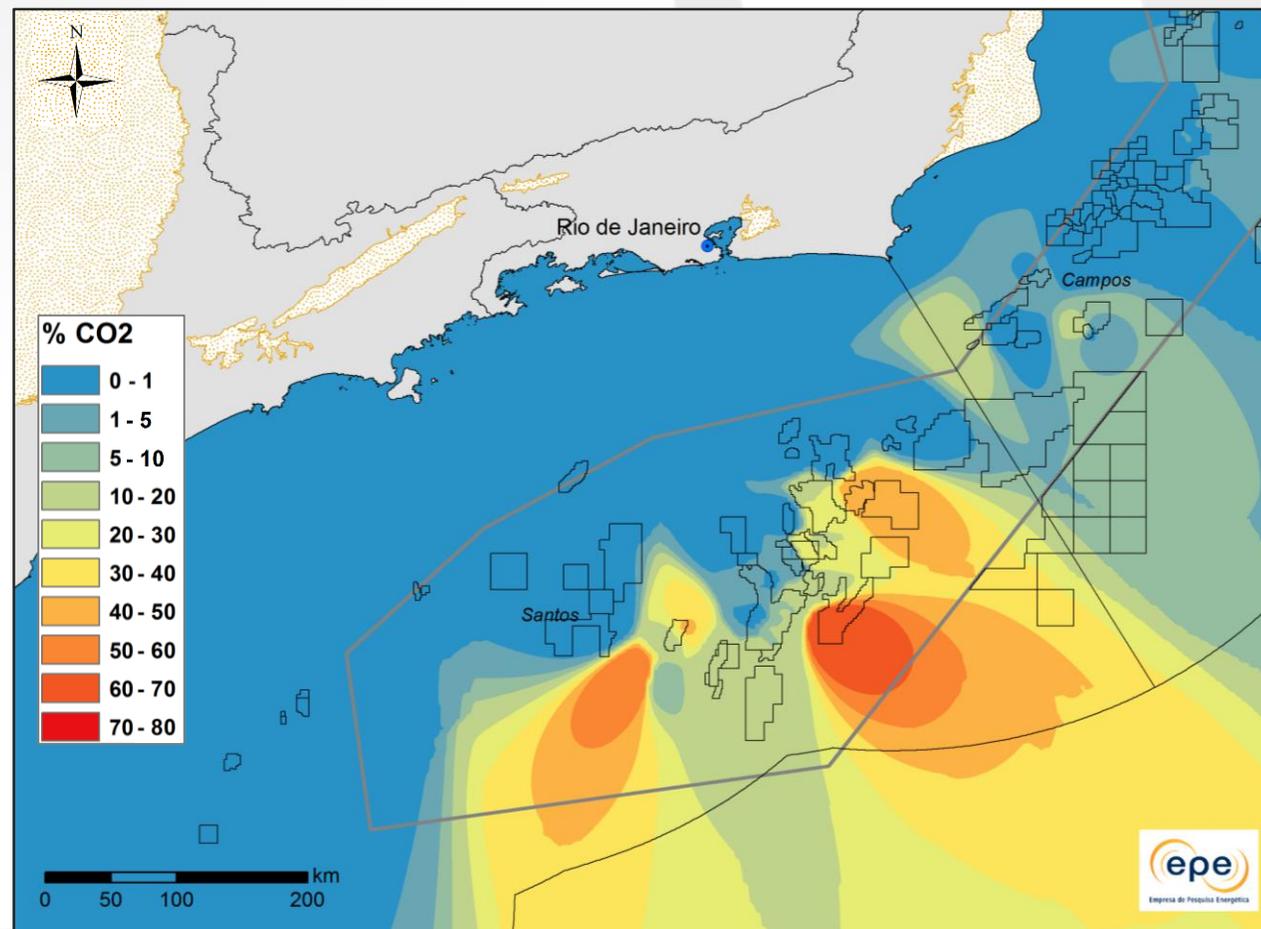


# Principais desafios da oferta de gás natural do pré-sal

1

## Desafios relacionados ao teor de CO<sub>2</sub>

- O gás natural do pré-sal encontra-se associado ao óleo com uma **alta razão gás/óleo** e com considerável **teor de CO<sub>2</sub>** em algumas regiões.
- O **teor de CO<sub>2</sub>** no gás do pré-sal pode alcançar **até 80%**, a depender da localização do campo.
- As tecnologias disponíveis para a remoção do CO<sub>2</sub> apresentam **alto custo econômico**.
- O gás com alta concentração de CO<sub>2</sub> provoca **efeitos corrosivos** aos gasodutos.

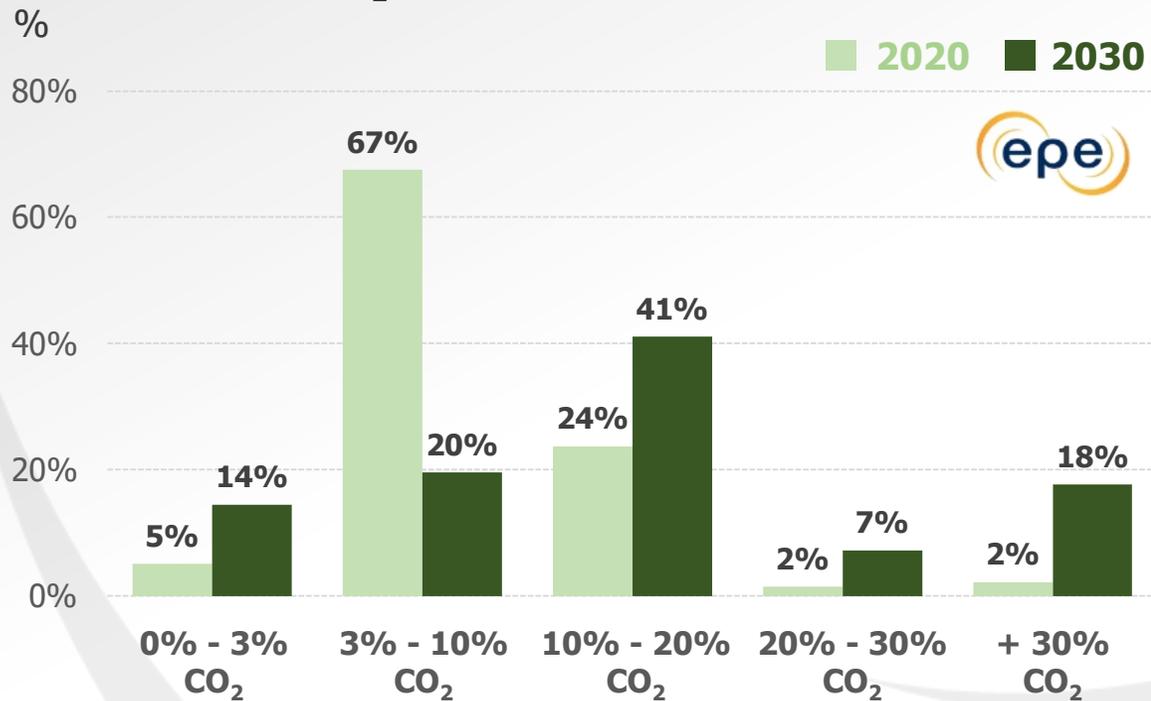


# Principais desafios da oferta de gás natural do pré-sal

1

## Desafios relacionados ao teor de CO<sub>2</sub>

Previsão da produção bruta de gás natural do pré-sal por faixa de teor de CO<sub>2</sub>



A produção de gás natural do pré-sal deve ter o seu perfil de teor de CO<sub>2</sub> alterado ao longo da década de 2020.

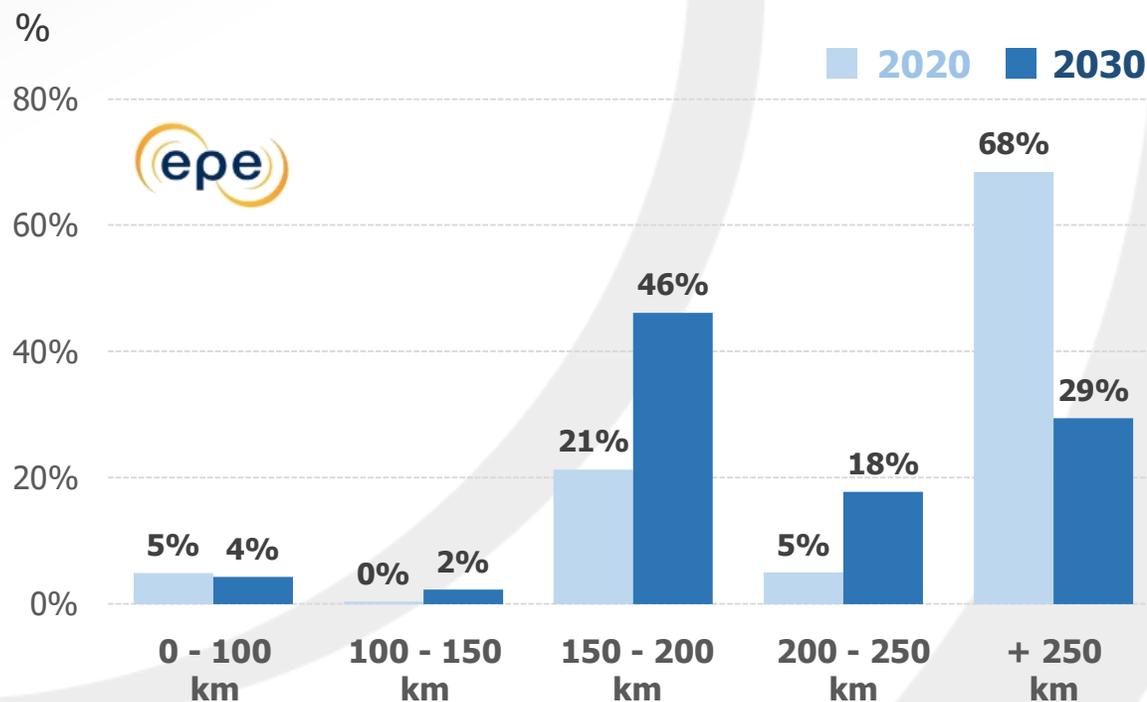
# Principais desafios da oferta de gás natural do pré-sal

2

## Desafios relacionados à distância dos campos

- Os campos do pré-sal se encontram a **grandes distâncias da costa** e a grandes profundidades.
- Cerca de **95%** da produção de gás natural do pré-sal está localizada a **mais de 150 km da costa**.
- Essas condições implicam em **elevados custos para escoamento** do gás natural.

Previsão da produção bruta de gás natural do pré-sal por faixa de distância da costa

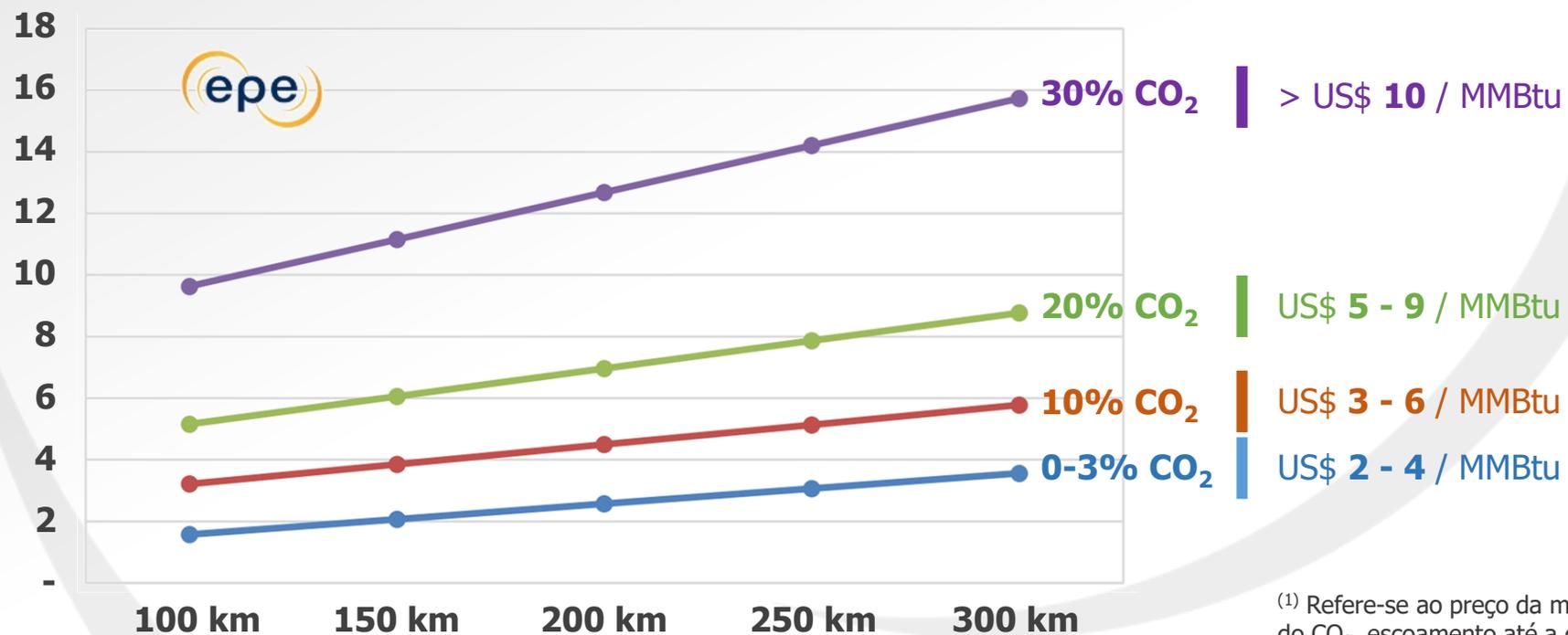


# Principais desafios da oferta de gás natural do pré-sal

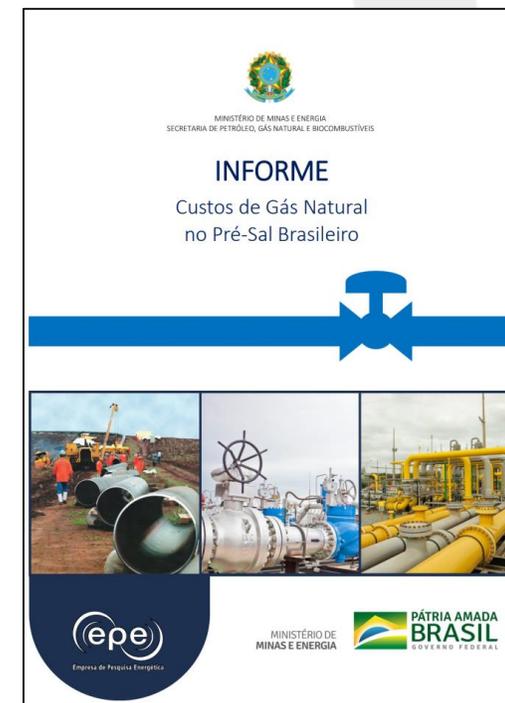
## Impacto do teor de CO<sub>2</sub> e da distância dos campos no preço de oferta do gás natural

### Preço de oferta do gás natural<sup>(1)</sup>

US\$ / MMBtu



<sup>(1)</sup> Refere-se ao preço da molécula, o que inclui exploração e produção, remoção do CO<sub>2</sub>, escoamento até a costa, processamento e comercialização dos líquidos.



Disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

# INFRAESTRUTURA DE ESCOAMENTO OFFSHORE DE GÁS NATURAL

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia



# Principais gasodutos de escoamento em operação e em construção nos campos do pré-sal

## Em operação:

### Rota 1:

**Bacia de Santos – Caraguatatuba/SP**

Capacidade: 10 MMm<sup>3</sup>/d

*(possibilidade de ampliação)*

### Rota 2:

**Bacia de Santos – Cabiúnas/RJ**

Capacidade: 16 MMm<sup>3</sup>/d

*(autorizado para 20 MMm<sup>3</sup>/d)*

## Em construção:

### Rota 3:

**Bacia de Santos – Itaboraí/RJ**

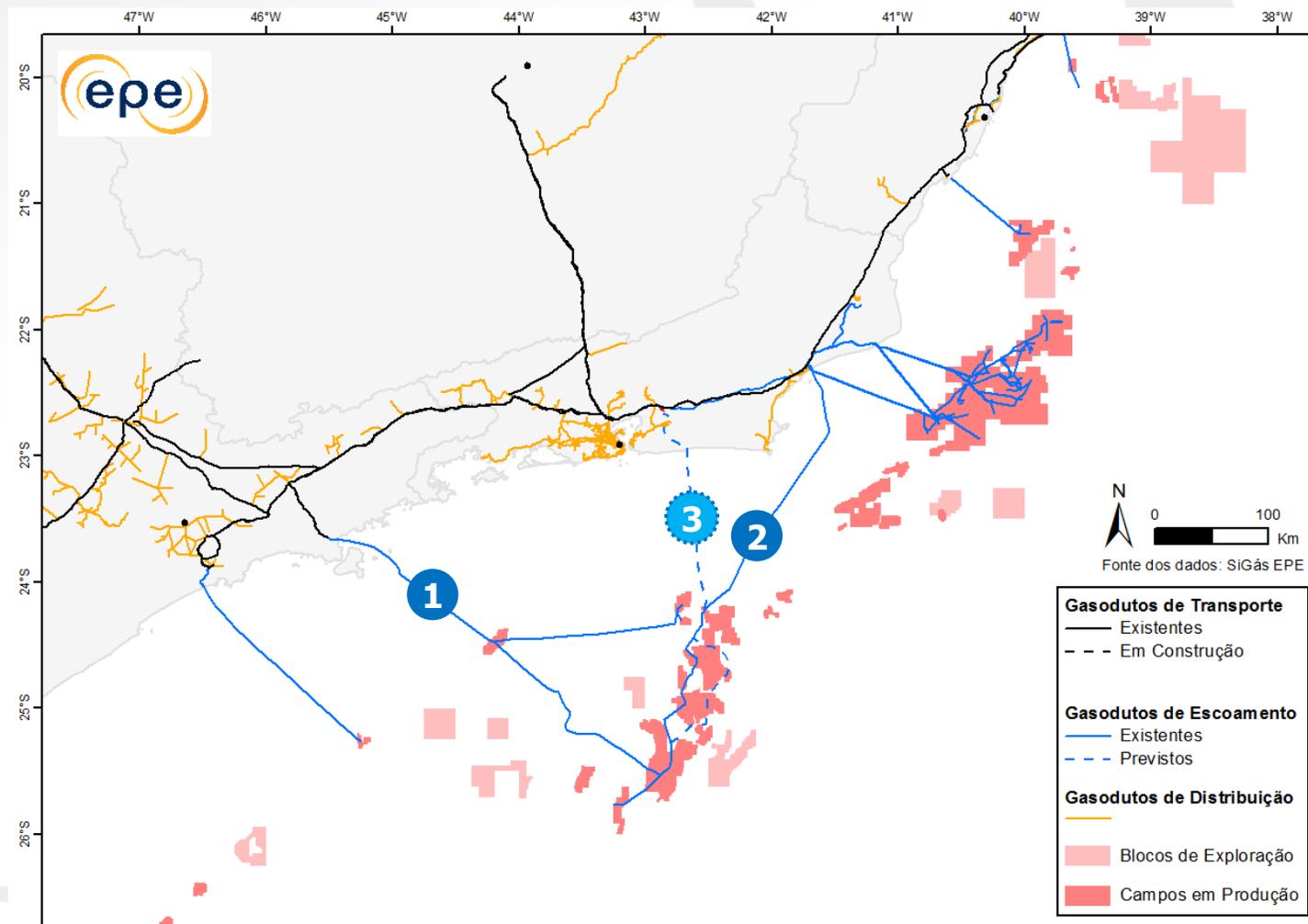
Capacidade: 18 MMm<sup>3</sup>/d

Previsão de conclusão: 2020

Investimento: R\$ 6 bilhões

**Capacidade de escoamento em  
operação e em construção**

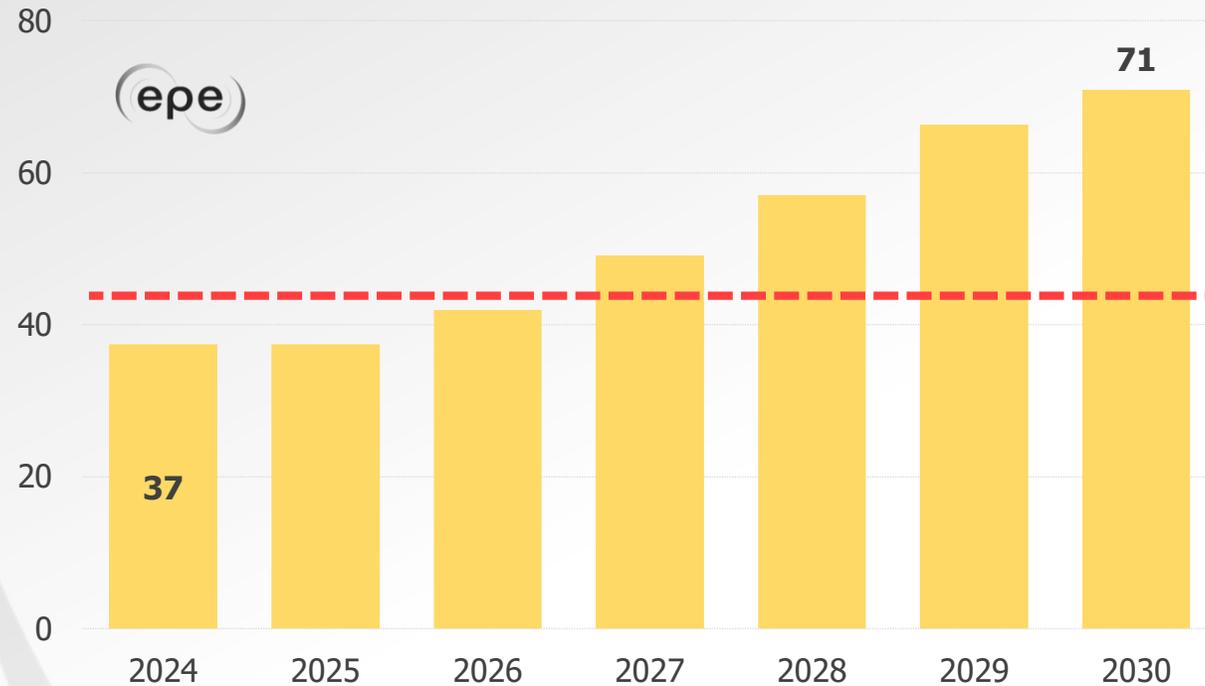
**44  
MMm<sup>3</sup>/d**



# Previsão da produção líquida de gás natural do pré-sal

Produção Líquida de Gás Natural do Pré-Sal  
milhões m<sup>3</sup>/d

■ Pré-sal

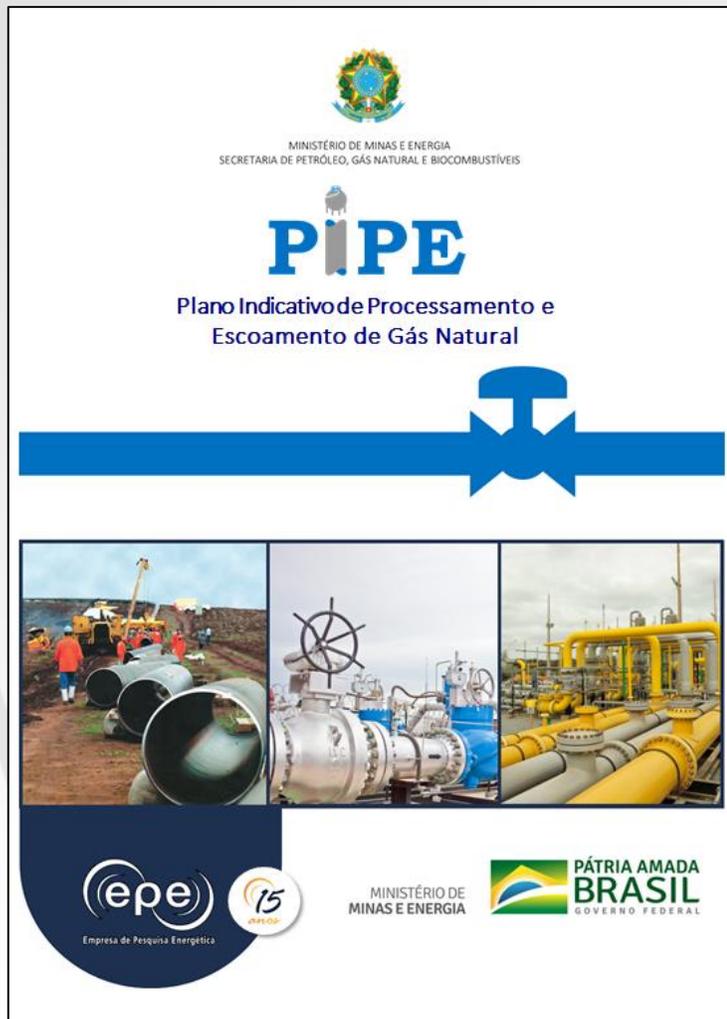


**Necessidade de ampliação da infraestrutura de escoamento**

Limite de capacidade das Rotas 1, 2 e 3:  
**44 milhões m<sup>3</sup>/d**

Fonte: EPE

# Plano Indicativo de Processamento e Escoamento de Gás Natural (PIPE)



O **PIPE** apresenta os **projetos de UPGNs e gasodutos de escoamento previstos e indicativos**, além de avaliar os impactos do desenvolvimento destes projetos em termos de **investimentos, empregos e arrecadação de royalties**.



O relatório do **PIPE** está disponível no site da **EPE**.



[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

# Plano Indicativo de Processamento e escoamento de Gás Natural (PIPE)



## Caracterização geral do projeto:

- Definição da origem e destino, da extensão, e da capacidade do gasoduto
- Disponibilidade de oferta e demanda potencial
- Análise da infraestrutura de escoamento e processamento de gás natural



## Análise de viabilidade técnico-econômica:

- Detalhamento técnico e orçamentário do empreendimento
- Estimativa de custos de capital e de custos operacionais
- Cronograma físico-financeiro do projeto



## Análise socioambiental:

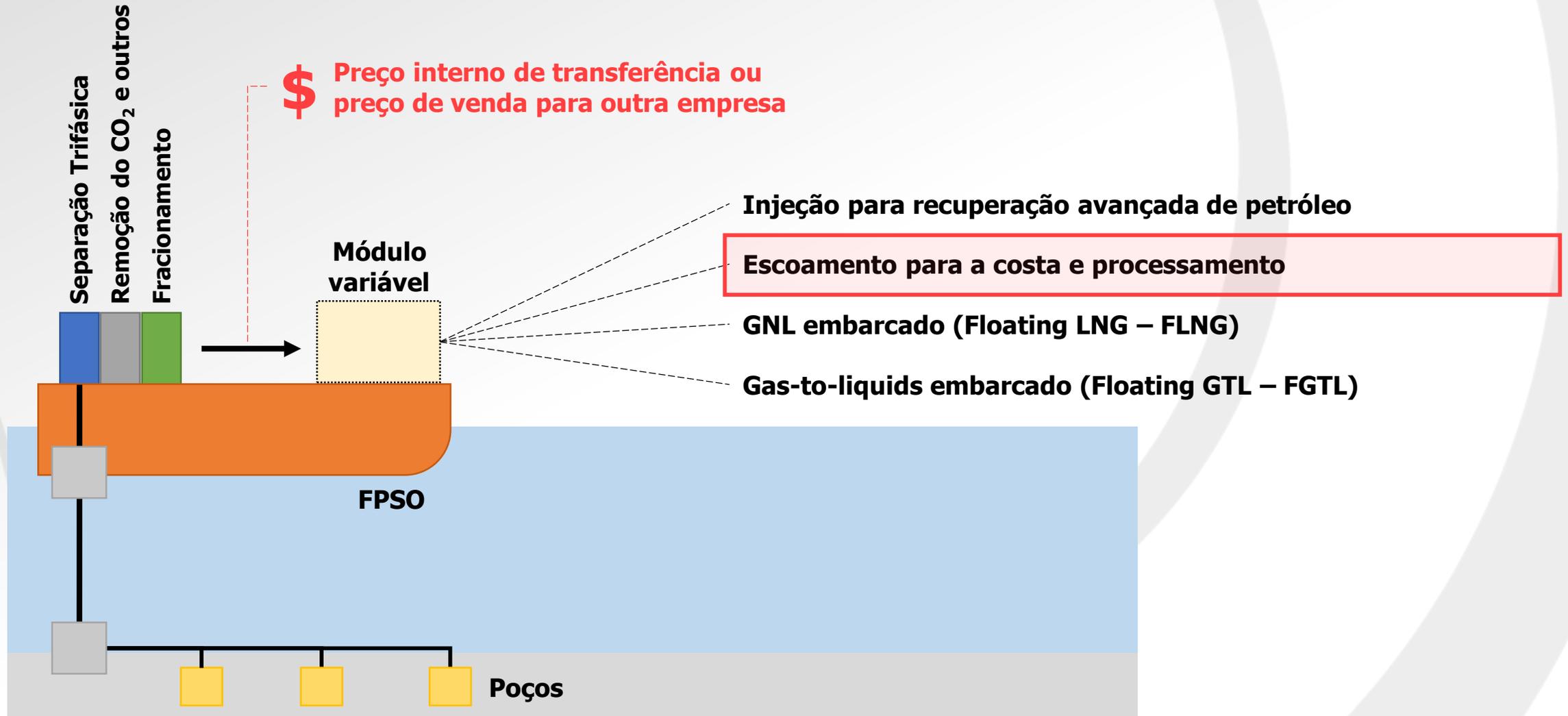
- Definição de corredor e traçado
- Indicação de áreas com restrições ambientais ou sociais
- Custos socioambientais e licenciamento ambiental

# POSSIBILIDADES DE MONETIZAÇÃO DO GÁS NATURAL DO PRÉ-SAL

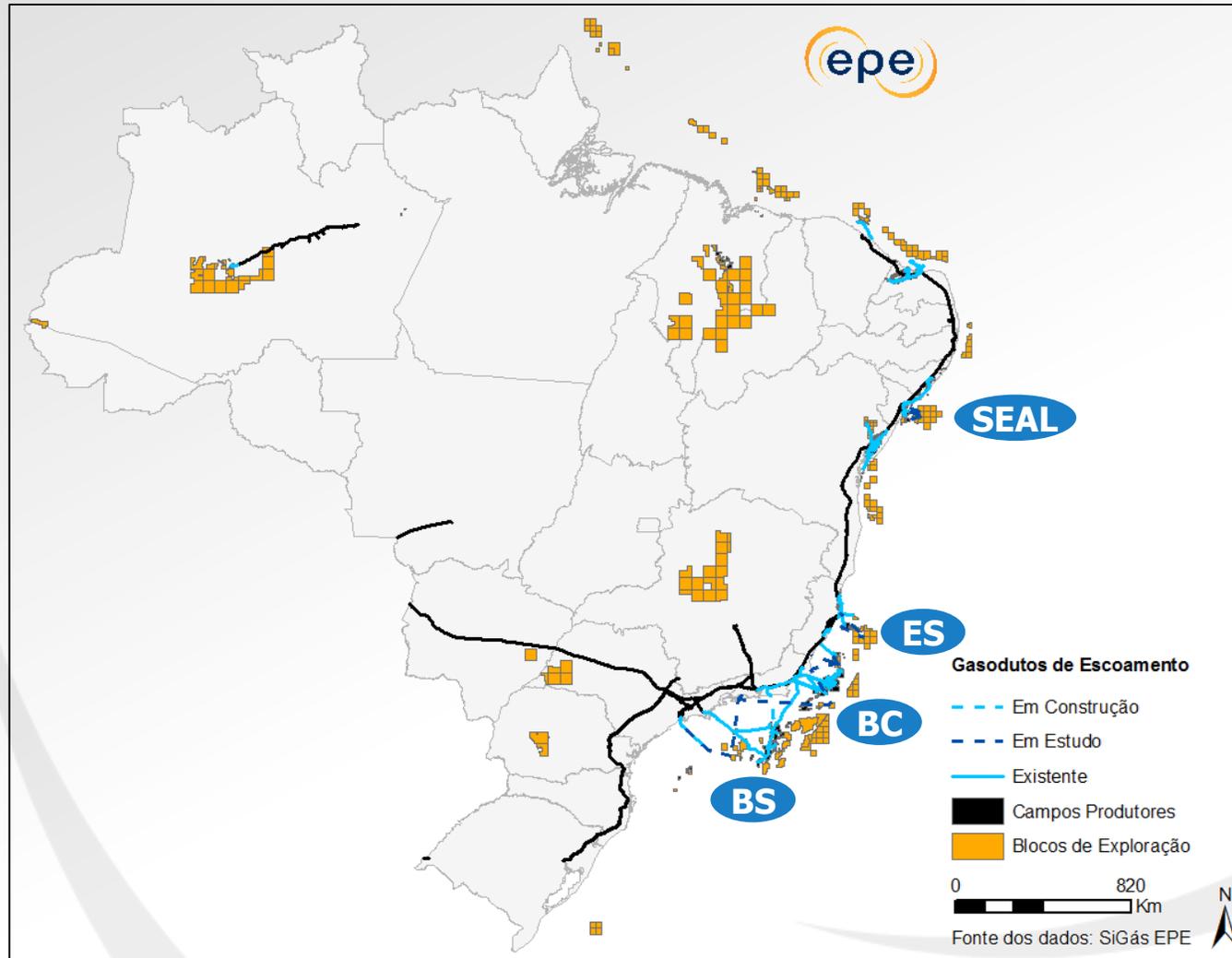
Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia



# Alternativas de monetização do gás natural do pré-sal



# Plano Indicativo de Processamento e escoamento de Gás Natural (PIPE)



## Alternativas de gasodutos de escoamento estudados no PIPE

### Bacias de Santos e Campos (pré-sal)

- 4a** Rota 4a: Bacia de Santos – Cubatão/SP
- 4b** Rota 4b: Bacia de Santos – Porto de Itaguaí/RJ
- 5a** Rota 5a: Bacia de Campos – Porto do Açu/RJ
- 5b** Rota 5b: Bacia de Campos – TEPOR/RJ
- 5c** Rota 5c: Bacia de Campos – Porto de Itaguaí/RJ
- 6a** Rota 6a: Bacia de Campos – Porto Central/ES
- 6b** Rota 6b: Bacia de Campos – Porto do Açu/RJ

### Bacia do Espírito Santo-Mucuri (pós-sal)

- A** Alternativa A: Bacia ES-Mucuri – Porto Imetame/ES
- B** Alternativa B: Bacia ES-Mucuri – UPGN Cacimbas/ES

### Bacia de Sergipe-Alagoas (pós-sal)

- A** Alternativa A: Bacia SEAL – UPGN Atalaia/SE
- B** Alternativa B: Bacia SEAL – Porto de Sergipe/SE

# Gasodutos estudados nas Bacias de Santos e Campos (pré-sal)

## Alternativas estudadas:

### Rota 4a:

**Bacia de Santos – Cubatão/SP**

Extensão: 291 km CAPEX: R\$ 4,5 bi

### Rota 4b:

**Bacia de Santos – Porto de Itaguaí/RJ**

Extensão: 299 km CAPEX: R\$ 4,9 bi

### Rota 5a:

**Bacia de Campos – Porto do Açu/RJ**

Extensão: 199 km CAPEX: R\$ 3,4 bi

### Rota 5b:

**Bacia de Campos – TEPOR/RJ**

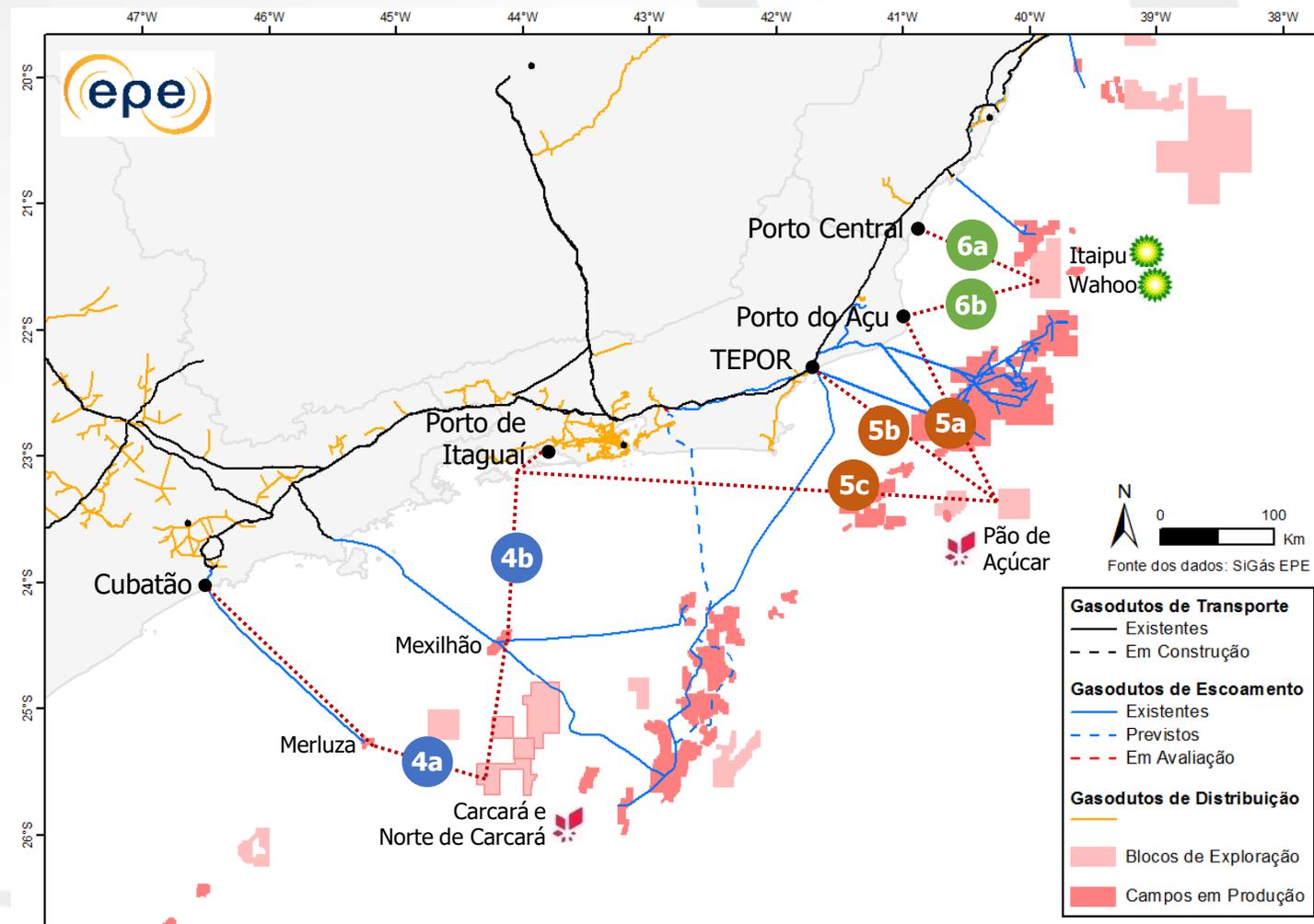
Extensão: 200 km CAPEX: R\$ 3,4 bi

### Rota 5c:

**Bacia de Campos – Porto de Itaguaí/RJ**

Extensão: 421 km CAPEX: R\$ 5,2 bi

\* O CAPEX considera data-base de junho de 2019, câmbio de R\$ 4,20/US\$, margem de incerteza de -50% a +100%, e não inclui os custos com *riser*, compressor e UPGN.



# Gasodutos estudados nas Bacias de Santos e Campos (pré-sal)

## Alternativas estudadas:

### Rota 6a:

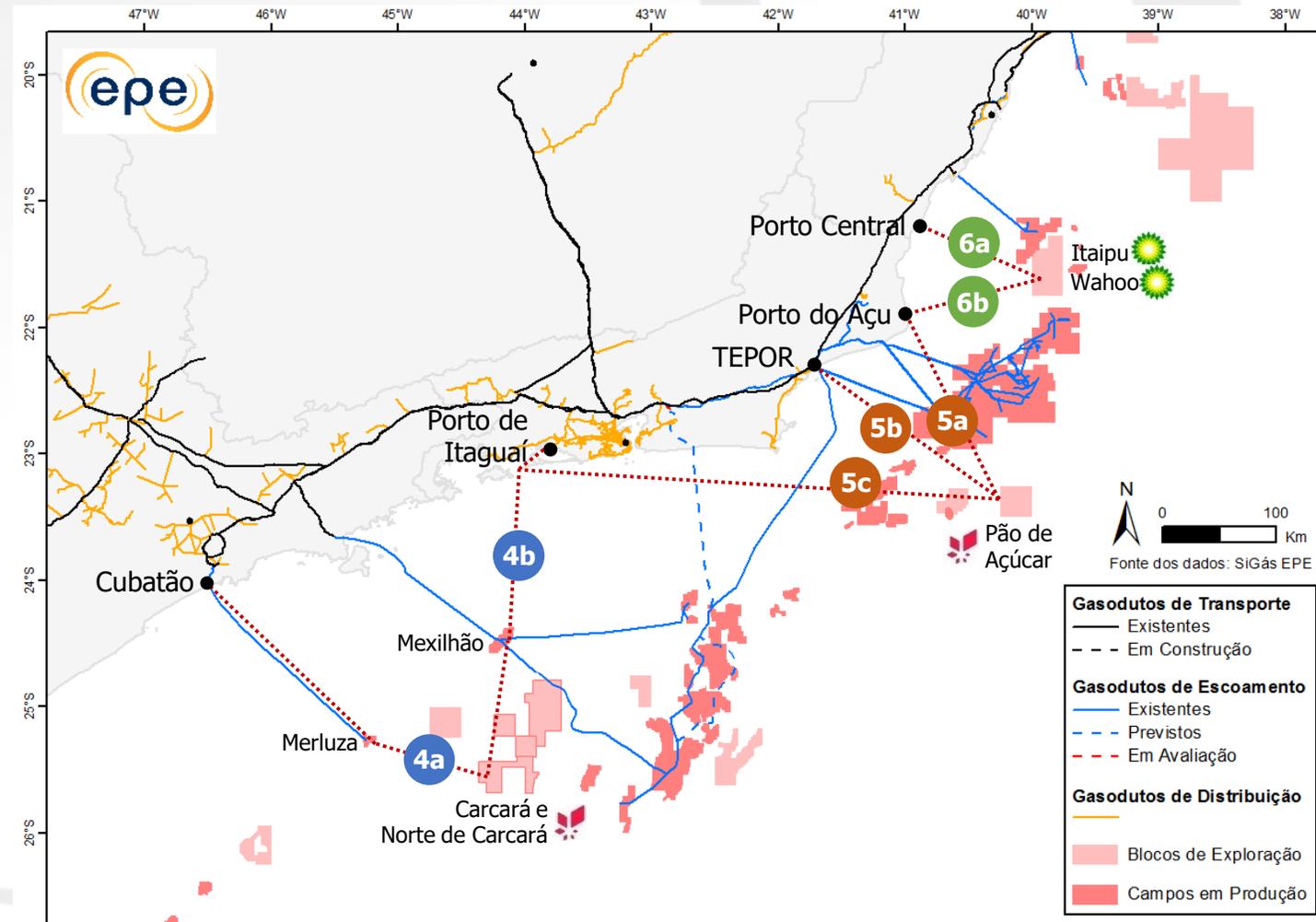
Bacia de Campos – Porto Central/ES

Extensão: 119 km CAPEX: R\$ 2,5 bi

### Rota 6b:

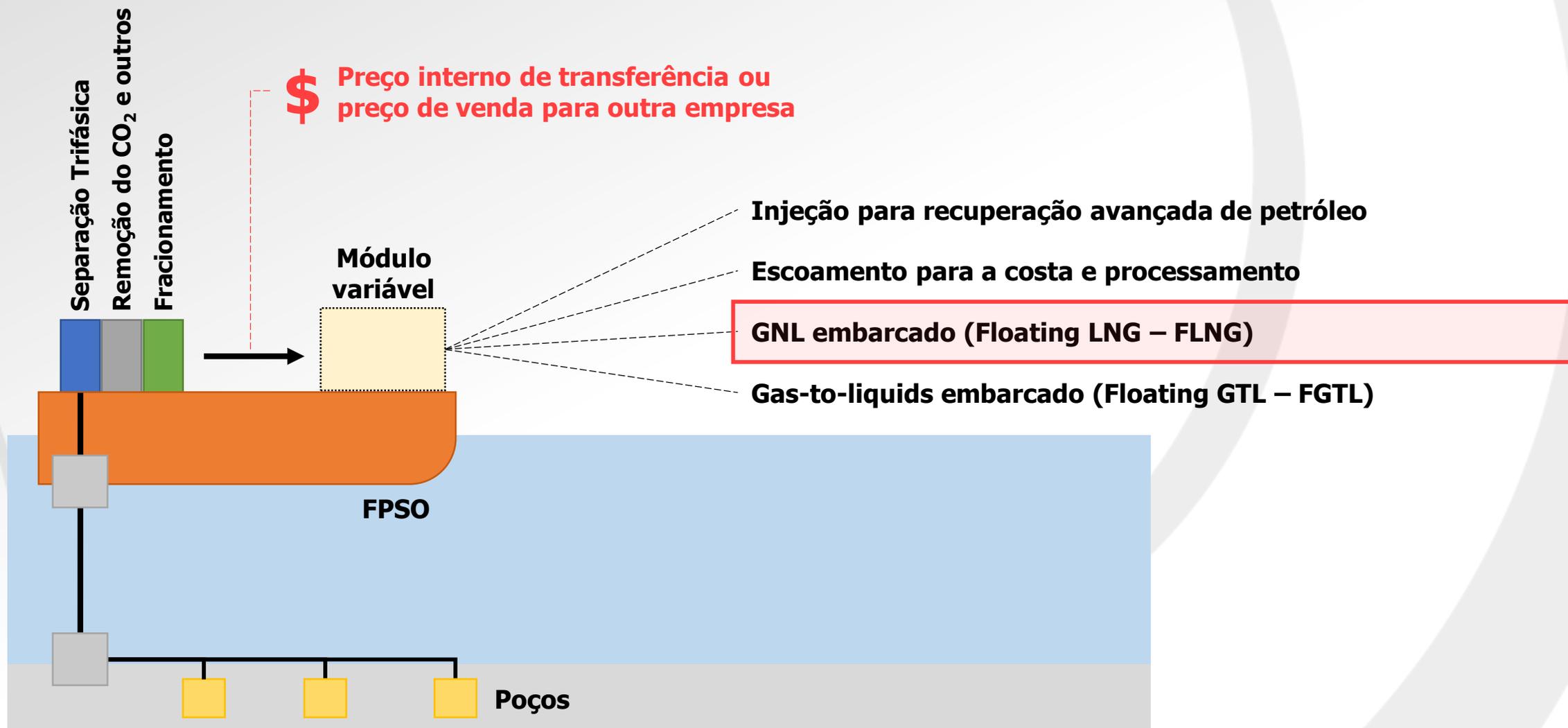
Bacia de Campos – Porto do Açu/RJ

Extensão: 118 km CAPEX: R\$ 2,5 bi

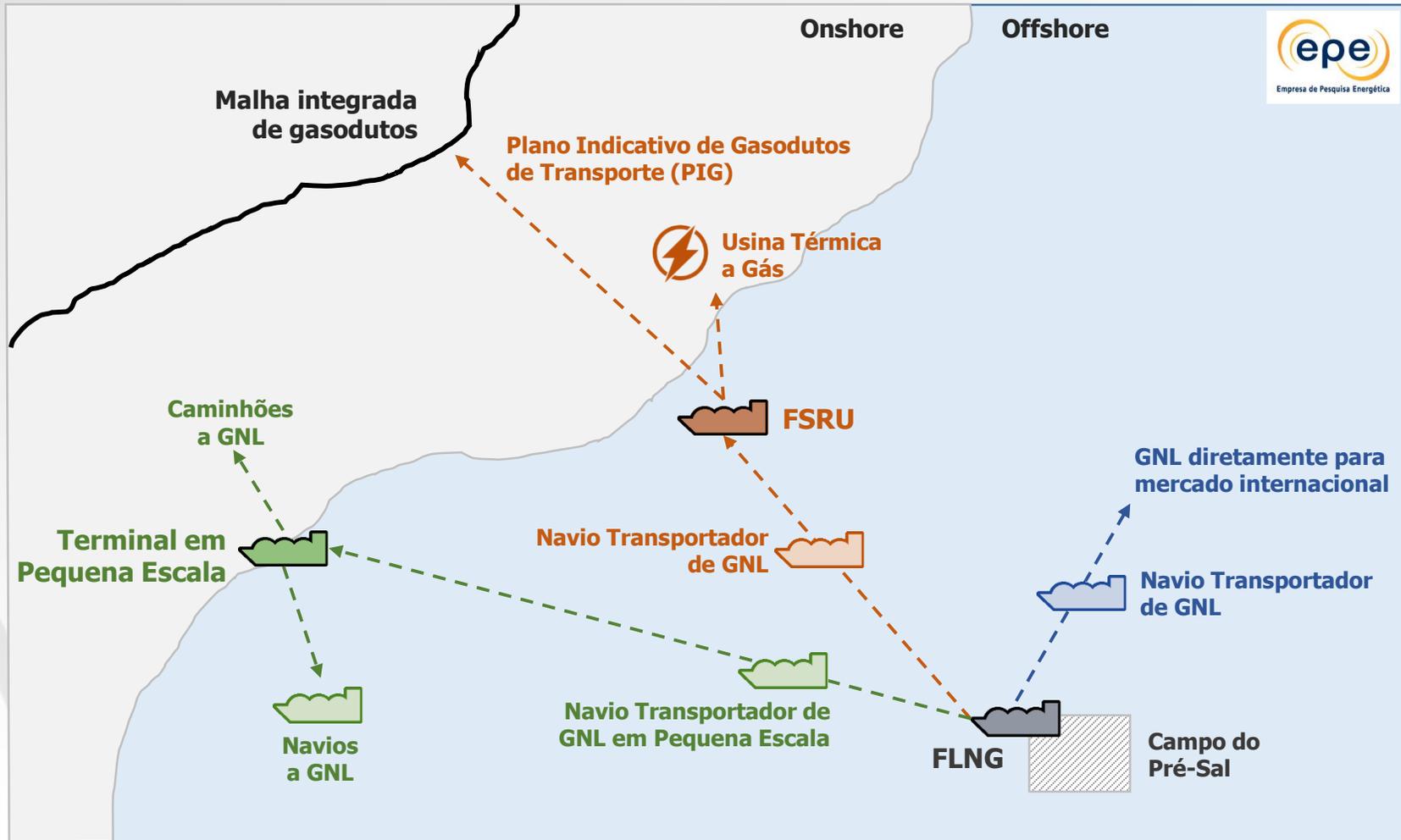


\* O CAPEX considera data-base de junho de 2019, câmbio de R\$ 4,20/US\$, margem de incerteza de -50% a +100%, e não inclui os custos com *riser*, compressor e UPGN.

# Alternativas de monetização do gás natural do pré-sal



# GNL embarcado (FLNG)



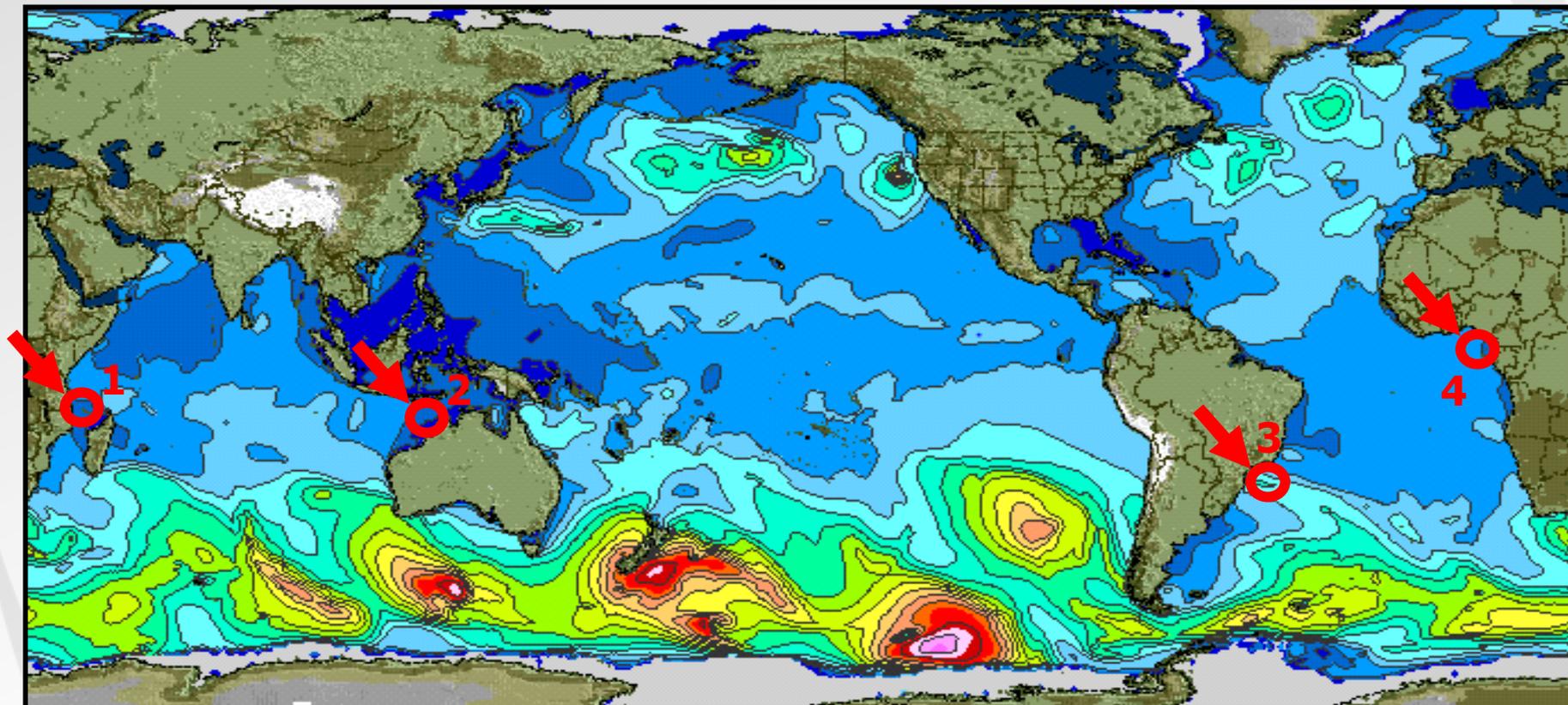
Existe atualmente no mundo uma série de projetos em construção de liquefação offshore de gás natural (FLNG).

Estudo de caso da EPE:

- Capacidade de Processamento: **5,6 milhões m<sup>3</sup>/d**
- Produção de GNL: **1,5 milhões t/ano**
- CAPEX<sup>(1)</sup>: **~ US\$ 1,1 bilhão**

(1) Refere-se apenas ao módulo de liquefação.

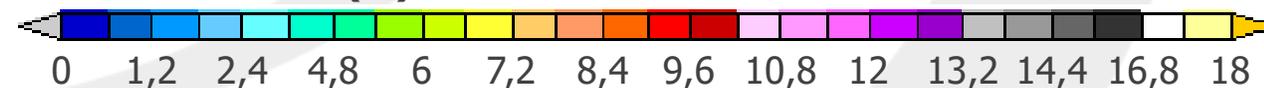
# Condições oceanográficas na Bacia de Santos em comparação com outras regiões do mundo



Fonte: STORMSURF (2019)

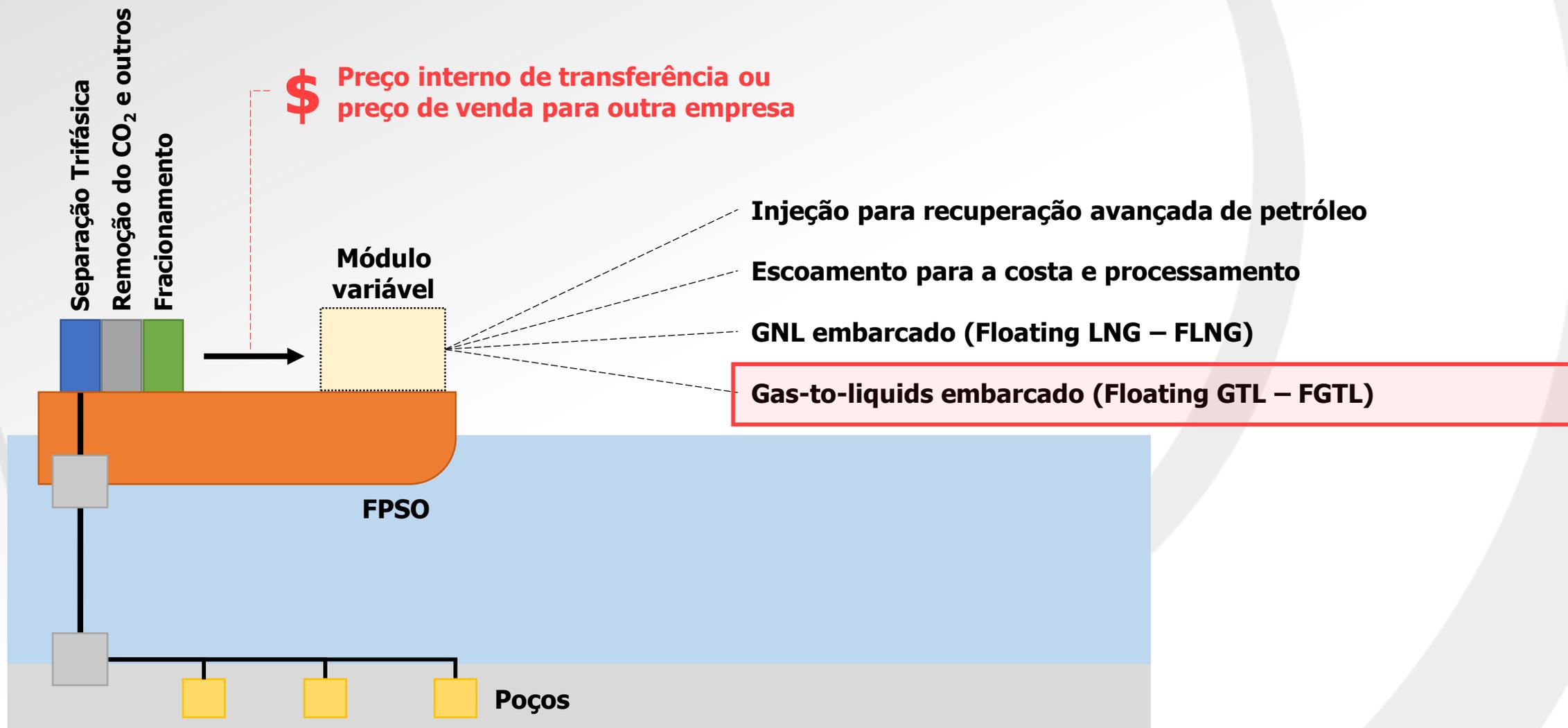
- 1 - Moçambique - FLNG Coral South (previsto para 2022)
- 2 - Austrália - Prelude FLNG (em operação)
- 3 - Brasil - FLNG Pré-Sal
- 4 - Camarões - FLNG Hilli Episeyo (em operação)

Altura das ondas (m)

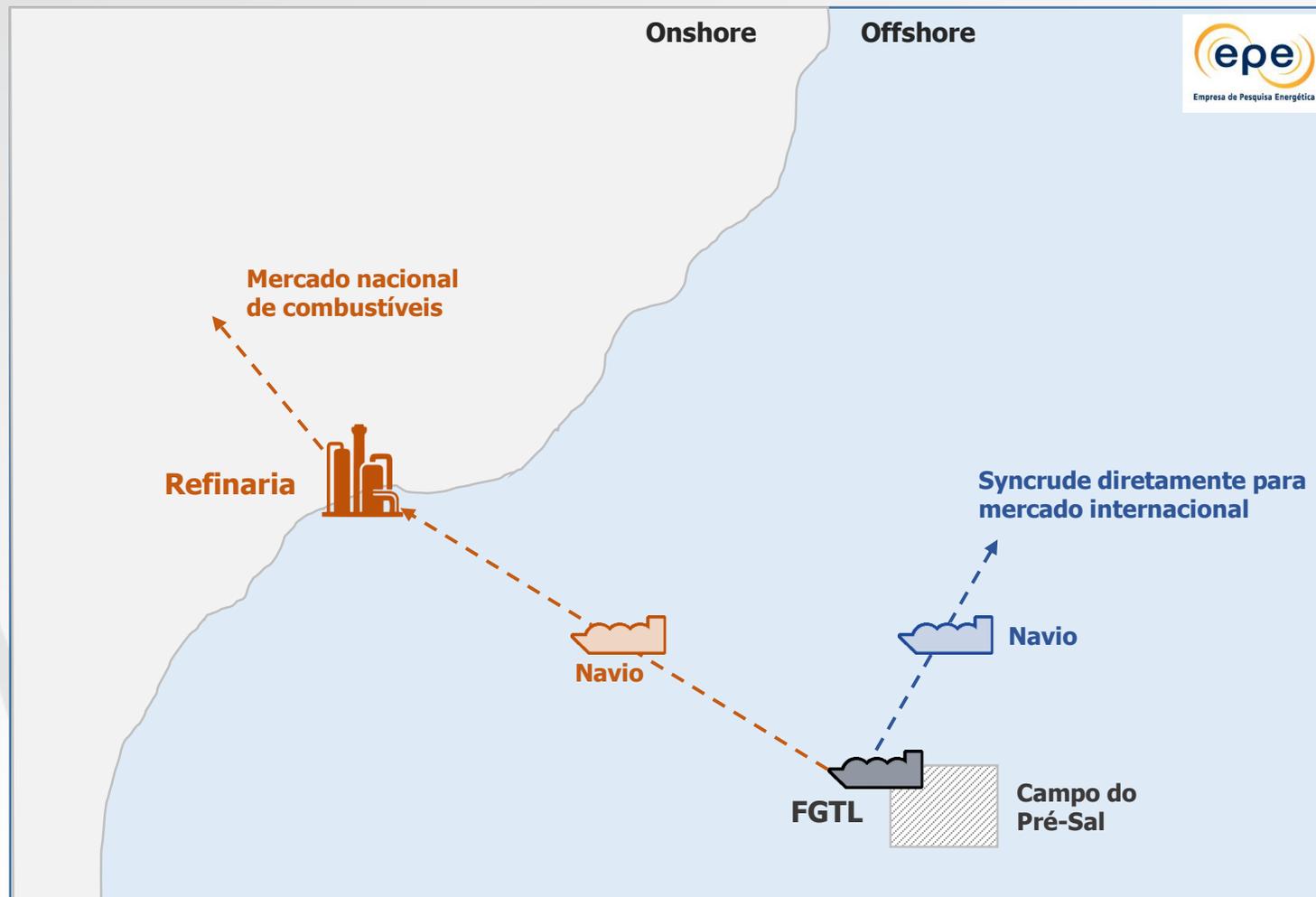


**Bacia de Santos**

# Alternativas de monetização do gás natural do pré-sal



# Gas-to-liquids embarcado (FGTL)



Tecnologia GTL consiste na transformação de gás natural em gás de síntese e, posteriormente, em syncrude.

Apesar de ser uma tecnologia estabelecida, não há atualmente uma unidade FGTL em operação no mundo.

Estudo de caso da EPE:

- Capacidade de Processamento:  
**5,6 milhões m<sup>3</sup>/d**
- Produção de Syncrude:  
**20 mil b/d**
- CAPEX<sup>(1)</sup>:  
**~ US\$ 800 milhões**

<sup>(1)</sup> Refere-se apenas ao módulo de GTL.

# RECADOS FINAIS

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia



# Recados finais

---



O Brasil deve observar um crescimento significativo da produção de gás natural até 2030.



Esse crescimento deve ser liderado principalmente pela produção nos campos do pré-sal.



A produção de gás natural no pré-sal possui importantes desafios: o elevado teor de CO<sub>2</sub> e as grandes distâncias entre os campos e a costa.



As principais alternativas de monetização do gás do pré-sal são: (i) escoamento para processamento na costa; (ii) GNL embarcado; e (iii) GTL embarcado.



A monetização do gás natural do pré-sal pode ser incentivada pelas ações do programa Novo Mercado de Gás.

# José Mauro Coelho, D.Sc.

Diretor de Estudos do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

[jose.coelho@epe.gov.br](mailto:jose.coelho@epe.gov.br)

Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar  
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro

[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)



[/epe.brasil](https://www.facebook.com/epe.brasil)



[epe\\_brasil](https://www.instagram.com/epe_brasil)



[@epe\\_brasil](https://twitter.com/@epe_brasil)



[/EPEBrasil](https://www.youtube.com/EPEBrasil)

Empresa de Pesquisa Energética  
Ministério de Minas e Energia

