

Processamento e Especificação de Gás Natural

Sylvie D'Apote e Jorge Delmonte

Diretoria Executiva de Gás Natural - IBP

Marcelo Mendes

Coordenador do GT Especificação - IBP

**Reunião com Comitê 2 do Grupo de Trabalho
do Programa Gás para Empregar (GT-GE)**

10 de outubro de 2023





Tópicos de discussão

- 1 Infraestrutura atual de processamento de gás natural
- 2 Posição do IBP sobre Especificação do Gás Natural
- 3 Flexibilização da especificação e oferta de gás
- 4 Efeitos da flexibilização da especificação sobre demanda: Intercambiabilidade e ensaios realizados

Infraestrutura do Setor de Gás Natural



Tecnologias utilizadas para processamento de gás natural

Processos termodinâmicos utilizados em unidades de processamento de gás natural:

- *Joule-Thomson*
- Refrigeração simples
- Absorção refrigerada
- Turbo-expansão



UPGNs com turbo-expansão

TABELA 14 – UPGNs com tecnologia de turbo-expansão

UPGN Linhas Produtoras	Município	Estado	Início de Operação	Capacidade de Processamento (mil m³/d)	
				MME	Petrobras
Cabiúnas	Macaé	RJ		13.860	16.200
URL Cabiúnas I			2002	4.500	5.400
URL Cabiúnas II			2004	4.500	5.400
URL Cabiúnas III			2010	4.860	5.400
Cacimbas	Linhares	ES		10.500	10.500
UPGN Cacimbas I			2009	3.500	3.500
UPGN Cacimbas II			2010	3.500	3.500
UPGN Cacimbas III			2010	3.500	3.500
Itaboraí-Comperj (*)	Maricá	RJ	2021*		21.000
UPGN Comperj					
URGN-3 Bahia	Pojuca	BA	2005	2.500	2.500
UPGN Pilar	Pilar	AL	2003	1.800	2.000
UPGN Guamaré III	Guamaré	RN	2006	1.500	1.500
Urucu	Coari	AM		11.500	11.500
UPGN Urucu II			2000	6.000	6.000
UPGN Urucu III			2004	3.000	3.000
UPGN Urucu IV			2014	2.500	2.500

Fontes: Petrobras, MME (Boletim do Gás Natural).

Fontes: CNI 2019

A única UPGN com turbo-expansão que atualmente separa etano é a de Cabiúnas, que abastece a UNIB 4 da Braskem, localizada em Duque de Caxias (RJ).

A maioria dos campos da Bacia de Campos envia o gás para Cabiúnas. Todos os campos do Pré-sal podem enviar gás para UPGN Cabiúnas via Rota 2 e, futuramente, via Rota 3.

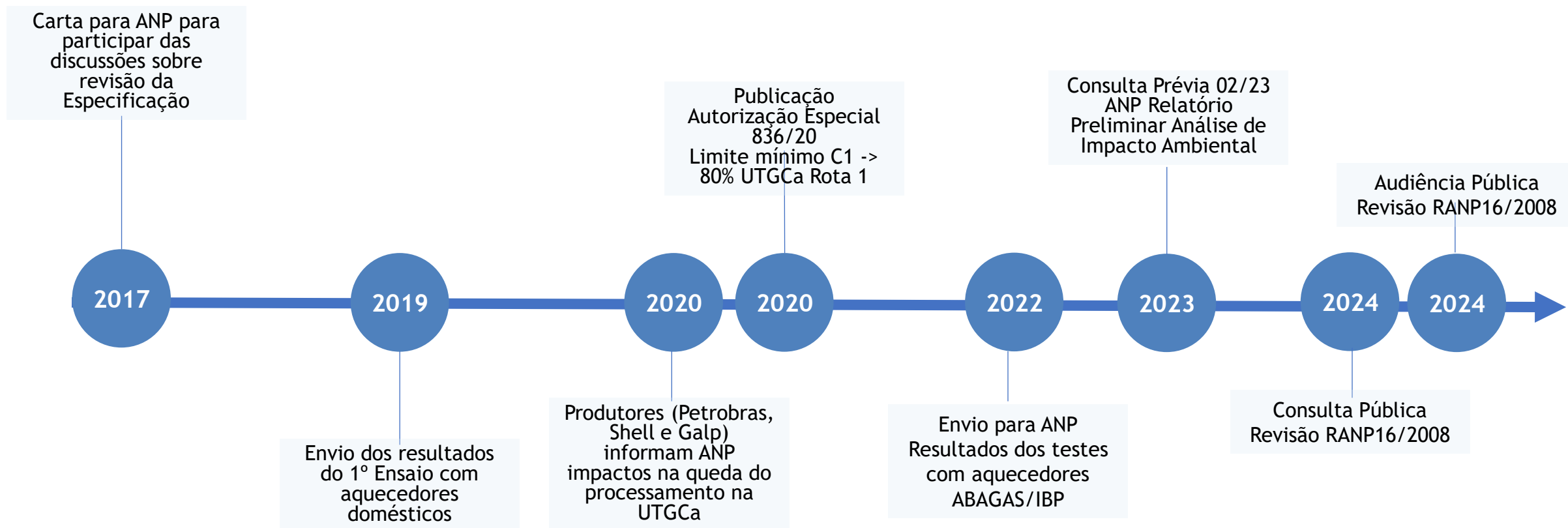
A UPGN do GASLUB também contará com turbo-expansão.



Tópicos de discussão

- 1 Infraestrutura atual de processamento de gás natural
- 2 Posição do IBP sobre Especificação do Gás Natural
- 3 Flexibilização da especificação e oferta de gás
- 4 Efeitos da flexibilização da especificação sobre demanda: Intercambiabilidade e ensaios realizados

Histórico da discussão sobre a revisão da especificação (RANP 16/08)



Composição do GT Especificação de Gás Natural do IBP



Alinhar a especificação de gás natural no Brasil à tendência mundial, definindo a qualidade do gás através das suas propriedades, de forma a não restringir o aumento de oferta de gás natural, **preservando os aspectos de segurança, meio ambiente, desempenho e otimizando investimentos.**

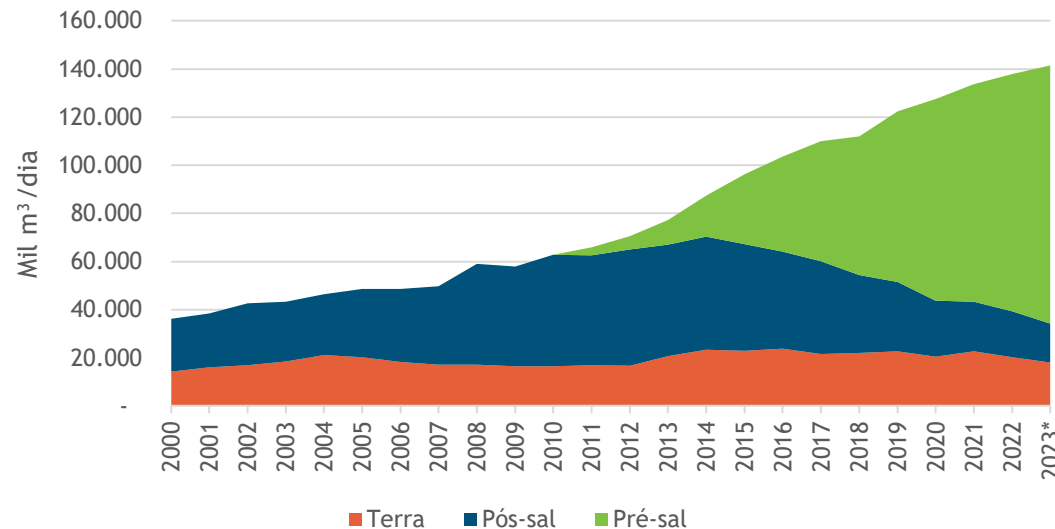


Tópicos de discussão

- 1 Infraestrutura atual de processamento de gás natural
- 2 Posição do IBP sobre Especificação do Gás Natural
- 3 Flexibilização da especificação e oferta de gás
- 4 Efeitos da flexibilização da especificação sobre demanda: Intercambiabilidade e ensaios realizados

Processamento de Gás Natural

Produção bruta de gás natural
Mil m³/dia



Legenda: Para o cálculo da produção bruta de gás natural no ano de 2023, foi realizada a média até o mês de junho.



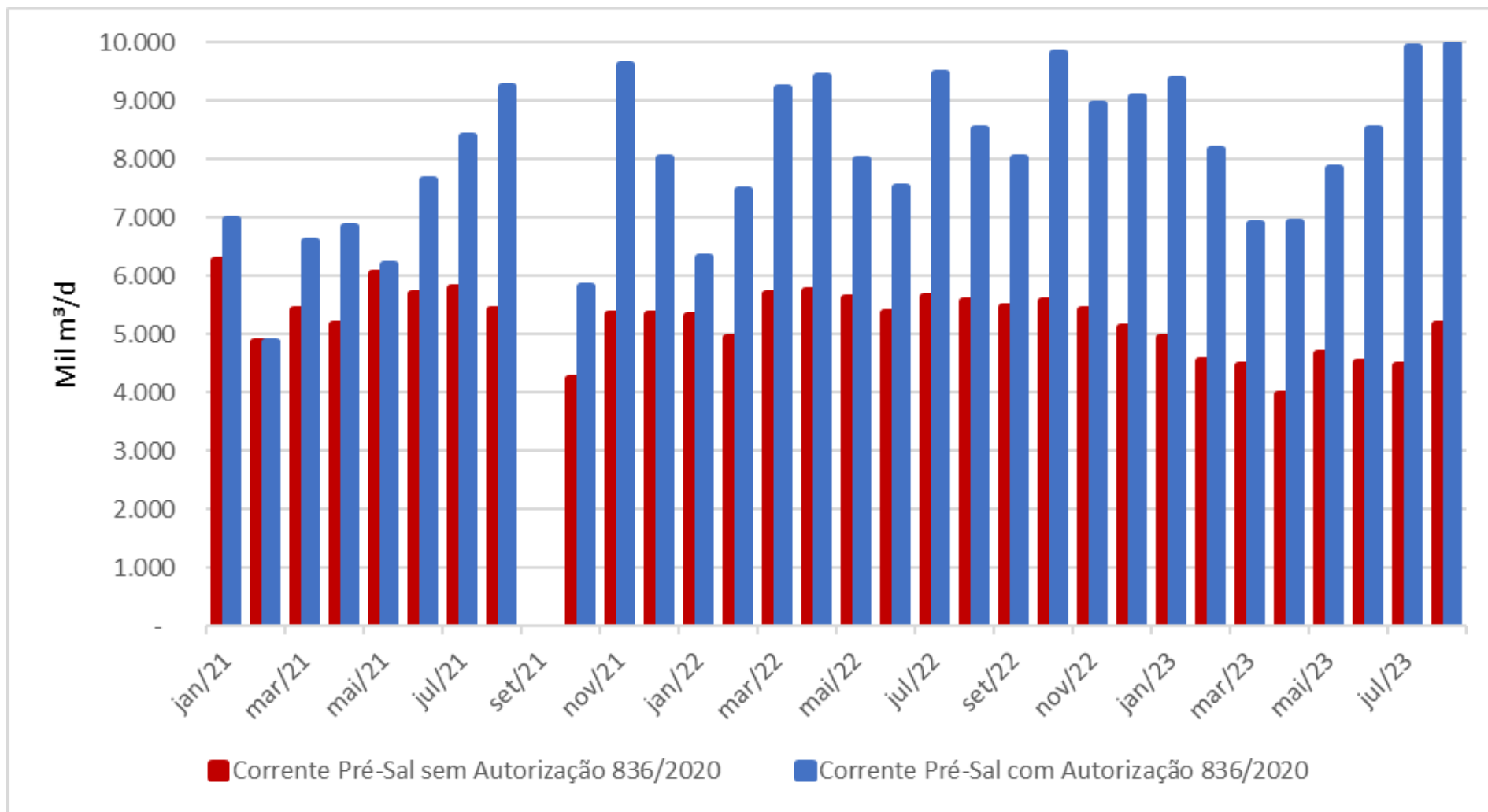
UPGN

A maior parte das UPGNs brasileiras foram projetadas para receber gás do pós-sal. A entrada de gás do pré-sal demanda revisão na estratégia de processamento. Nesse contexto, a revisão da especificação contribui para superar esse desafio viabilizando maior processamento de gás do pré-sal.

Impactos da Autorização 836/20 - Flexibilização C1 (UTGCa / Rota 1)

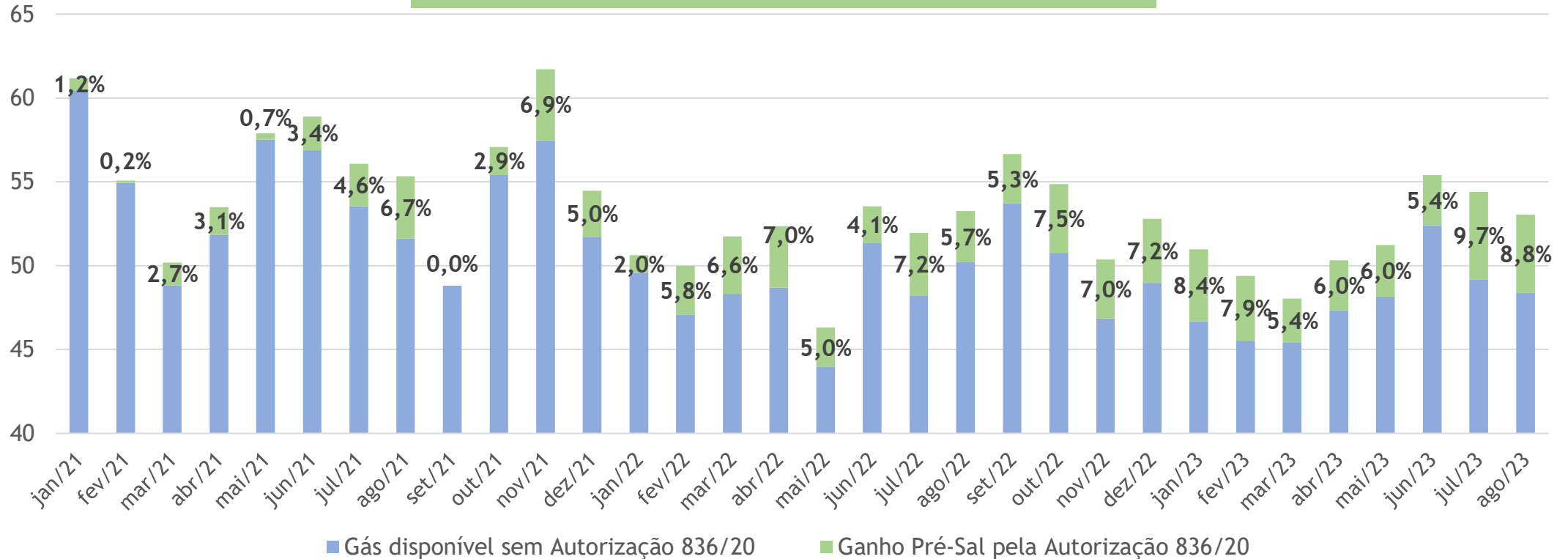
- O gás do pré-sal possui teor de metano (C1) entre 78 e 83%, de etano (C2) entre 9 e 14,5%. Na especificação esses limites são respectivamente mínimo de 85% (C1) e máximo 12% (C2).
- Nas Unidades de Tratamento existentes, os teores de C3 e C4 são extraídos e vendidos como GLP. Algumas unidades são capazes de extrair o C2, porém não há consumidor próximo nem infraestrutura de transporte ou estocagem.
- Porém, a adequação dos teores de metano depende da entrada do gás do pós-sal, cuja produção encontra-se em declínio
- Desde Nov/20, a UTGCA (Unidade de Tratamento de Gás de Caraguatatuba) opera com uma autorização especial da ANP (AE 836/20) para entregar o GN ao mercado com teor mínimo de metano de 80% ao invés dos 85% da RANP16, em função da queda da produção do gás do pós-sal. Esta AE permitiu, até 30/set/23, a oferta adicional de **2,83 bilhões de m³** de GN. Somente em Setembro/23 esse volume adicional foi de **155,41 milhões de m³**, cerca de **5,2 MM m³/d**, representando cerca de **10% da oferta doméstica de gás natural** ao mercado brasileiro ou cerca de **8% do consumo total do país nesse mês**.
- Neste período não houve nenhuma reclamação de qualquer consumidor deste gás, uma vez que I_w e de mais propriedades mantiveram-se dentro da especificação

Comparação entre as correntes de Pré-Sal na entrada da UTGCA com e sem Autorização 836/2020



UTGCA - Impacto Autorização ANP N° 836/2020 na oferta doméstica

Oferta adicional UTGCa em relação à produção doméstica de GN.
Media adicional do período: 5,2%



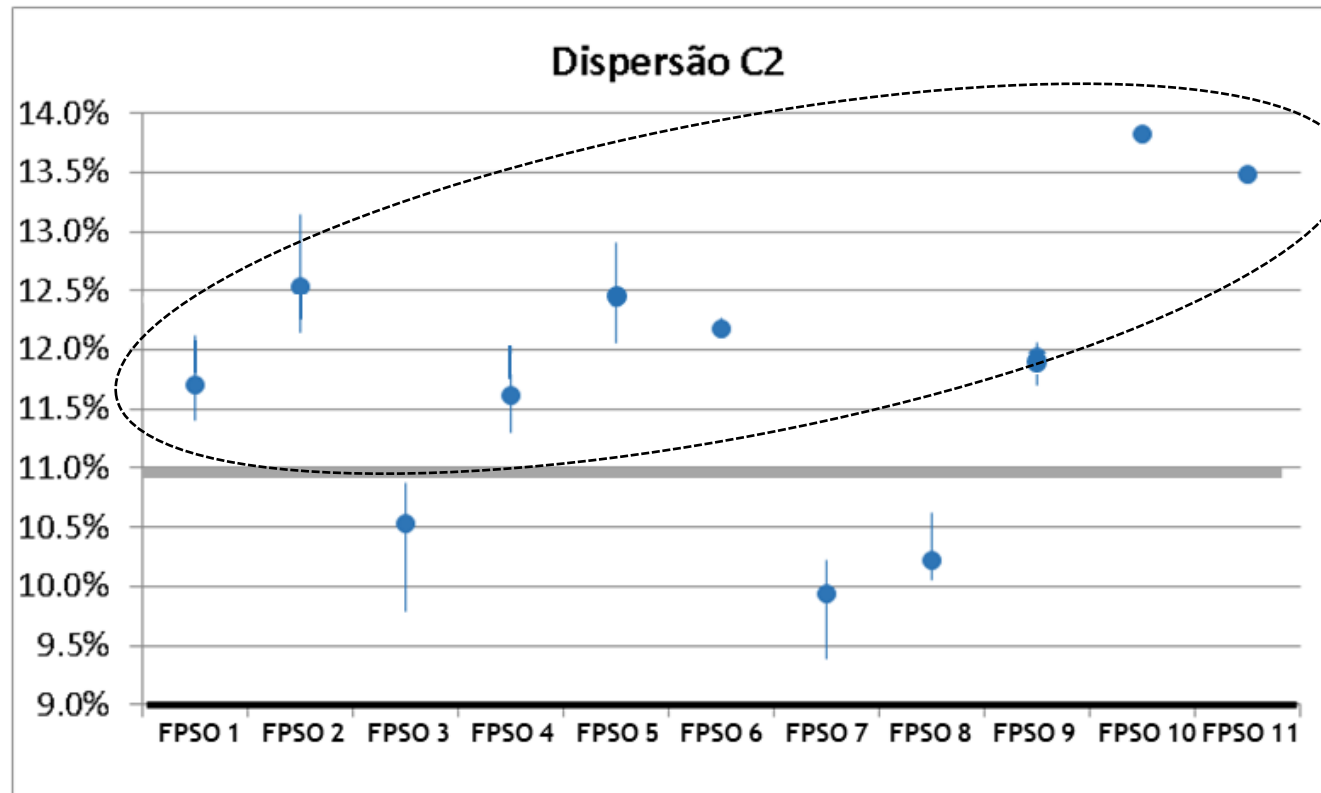
fev/21 - indisponibilidades programadas e não programadas dos sistemas de produção Cidade de Angra dos Reis, Cidade de São Paulo e Cidade de Ilha Bela.
mai/21 - aumento da exportação de Mexilhão (gás pós-sal) e parada do FPSO Cidade de Angra dos Reis (gás pré-sal).
set/21 - parada programada do Rota-1.
mar e abr/23 - segregação de Rotas 1 e 2 para campanhas de pigagem de limpeza e inspeção interna da Rota 1

Desafios no processamento do gás advindo da Rota 3

- No caso da UTGITB (Unidade de Tratamento de Gás de Itaboraí/Gaslub), a situação é ainda mais complexa, **pois não recebe gás do pós-sal.**
- Neste caso, a produção teria que ser restrita, a menos que fosse permitido entregar o GN com teor de C1 mínimo de 80% e de C2 máximo de 15%
- Portanto, a não alteração da RANP 16 resultará na **redução da oferta de GN ao mercado, a menos que novas AE sejam emitidas.**

Conteúdo de etano nos campos do pré-sal

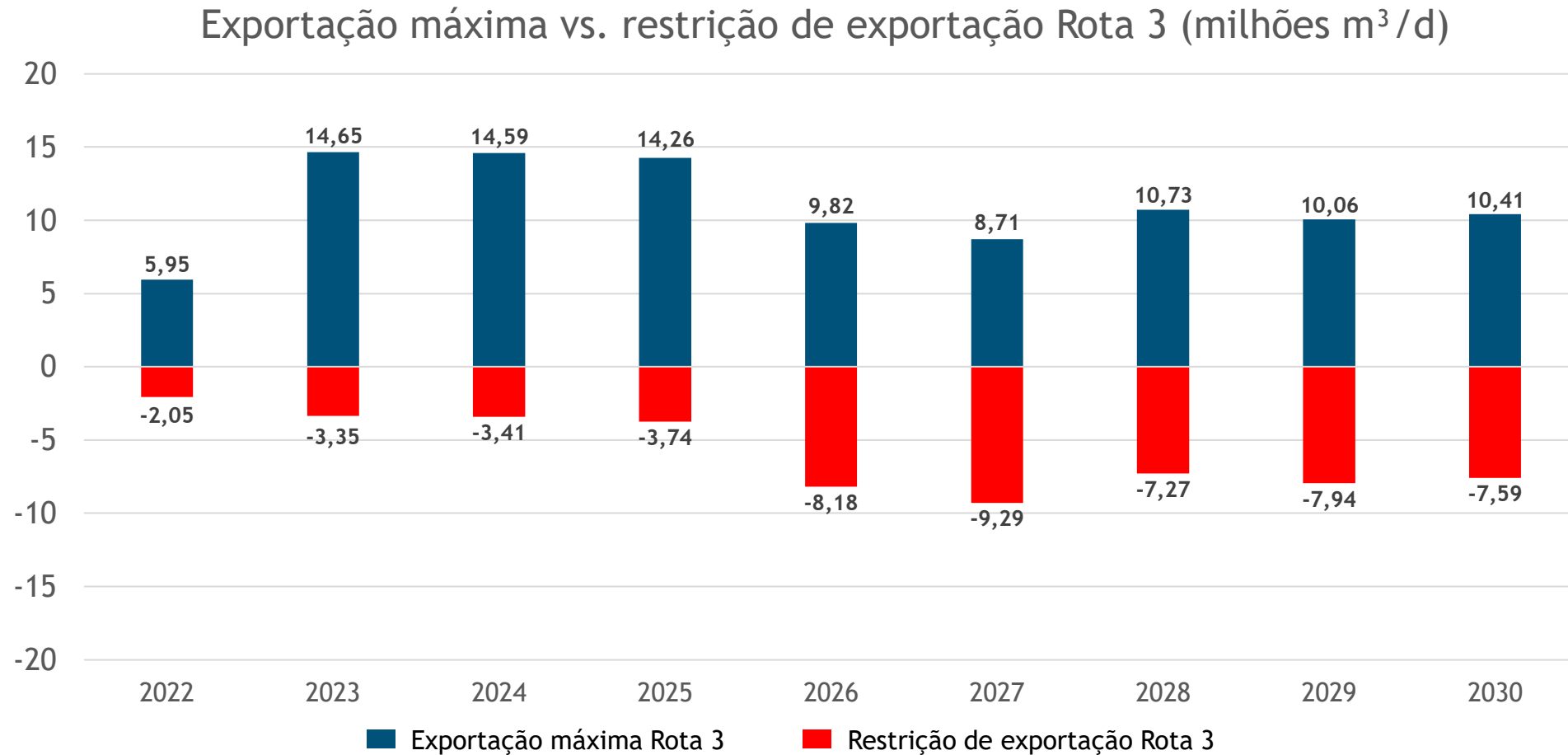
- » O limite de etano na carga da Unidade da UTG Gaslub para se atender o limite na saída (12%) segundo a RANP N°16/2008 é 11% molar na carga.
- » Atualmente existem diversas unidades de produção com expectativa de exportação de gás com teores acima do limite de 11% da Rota 3.



Composição média esperada na saída da UPGN do Rota 3

Componente/Propriedade	Saída do GASLUB	RANP 16
C ₁ % molar	81,83	85,0 (min)
C ₂ % molar	14,17	12,0 (max)
C ₃ % molar	0,32	6,0 (max)
C ₄ + % molar	1,16	3,0 (max)
N ₂ % molar	0,52	6,0% (max Inertes)
CO ₂ % molar	2,00	3,0 % (max)
O ₂	0,00	0,5 % (max)
PCS (kJ/m ³)	41.560	35.000 a 43.000
Índice de Wobbe (kJ/m ³)	50.770	46.500 a 53.500
Densidade	0,66	NE

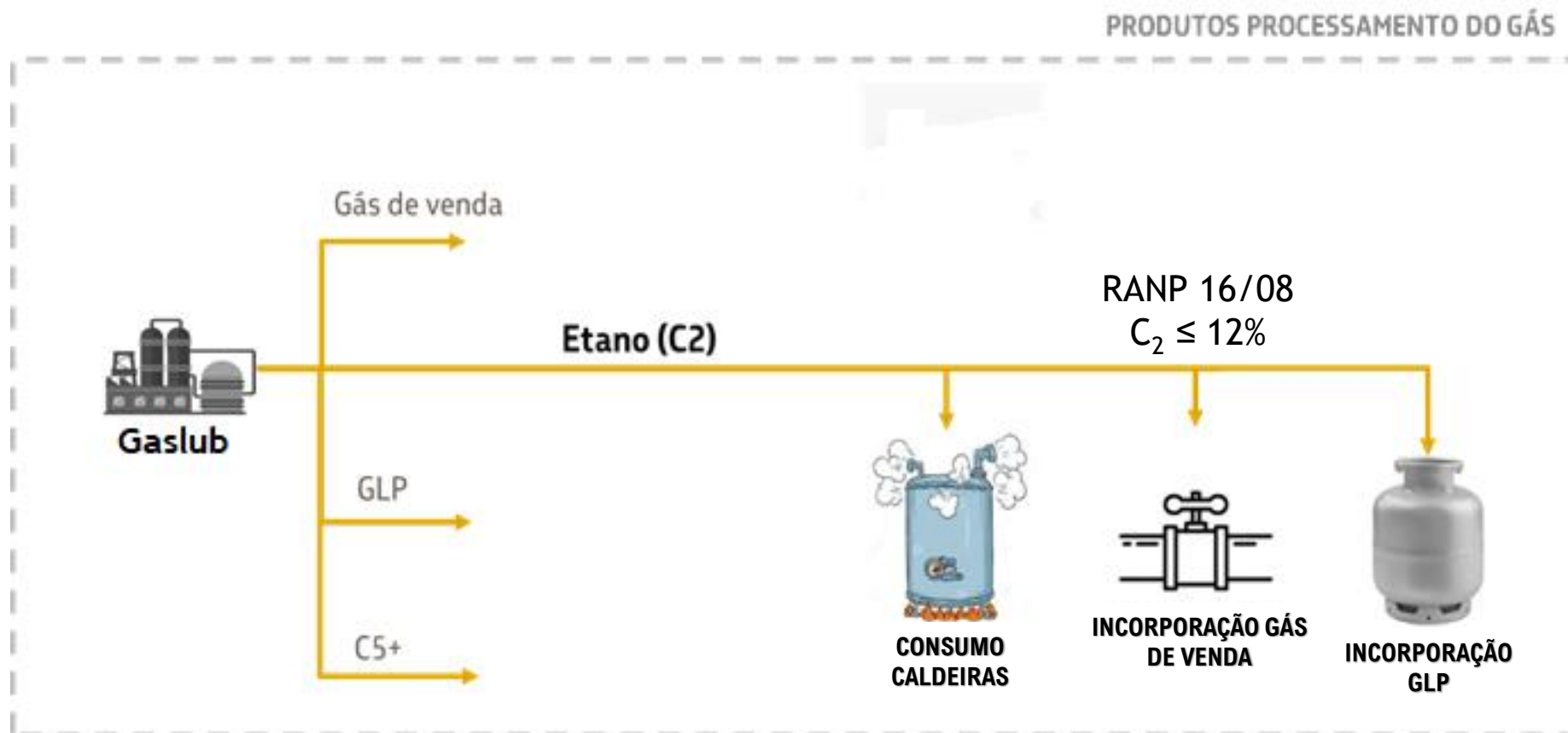
Restrição na exportação de gás dos campos via Rota 3



Observação: Capacidade de exportação em 2022 estimada devido às incertezas associadas ao início da operação.

Demanda de etano na saída da UPGN da Rota 3

- » Atualmente existem apenas 3 destinos possíveis para o etano produzido na UPGN Rota 3: **consumo nas caldeiras, incorporação ao gás de venda e ao GLP** até o limite da especificação da ANP para esses produtos.





Tópicos de discussão

- 1 Infraestrutura atual de processamento de gás natural
- 2 Posição do IBP sobre Especificação do Gás Natural
- 3 Flexibilização da especificação e oferta de gás
- 4 Efeitos da flexibilização da especificação sobre demanda: Intercambiabilidade e ensaios realizados

Benefícios desta proposta

- Viabilizar maior participação do gás natural do pré-sal na oferta doméstica, reduzindo importações.
- A entrada dessas novas fontes de fornecimento local proporciona a estabilização (*versus importação*) do **Índice de Wobbe (IW)**, garantindo a segurança para os consumidores.
- A proposta mantém inalterados os valores atuais para as propriedades, preservando a **qualidade** e a **estabilidade** do gás natural.

	Brasil (atual)	Brasil (proposta)
Metano (mín.)	85,0 %	NE
Etano (máx.)	12,0 %	NE
Propano (máx.)	6,0 %	NE
Butano e + (máx.)	3,0 %	NE
CO ₂ (máx.)	3,0 %	Mantém
Oxigênio (máx.)	0,5 %	Mantém
Inertes (máx.)	6,0 %	Mantém
Enxofre total (máx.)	70 mg/m ³	Mantém
H ₂ S (máx.)	10 mg/m ³	Mantém
Poder Calorífico Superior	35,0 a 43,0	Mantém
Índice de Wobbe	46,5 a 53,5	Mantém
POH (máx.)	0 °C	Mantém
Número Metano (min.)	65	Mantém

Como é a especificação em outros países

	Reino Unido	Noruega	Espanha	Brasil (atual)	Brasil (proposta)
Metano (mín.)	NE	NE	NE	85,0 %	NE
Etano (máx.)	NE	NE	NE	12,0 %	NE
Propano (máx.)	NE	NE	NE	6,0 %	NE
Butano e + (máx.)	NE	NE	NE	3,0 %	NE
CO ₂ (máx.)	NE	NE	NE	3,0 %	Mantém
Oxigênio (máx.)	0,2 %	0,01 %	NE	0,5 %	Mantém
Inertes (máx.)	-	2,5 %	2,5 %	6,0 %	Mantém
Enxofre total (máx.)	50 mg/m ³	30 mg/m ³	50 mg/m ³	70 mg/m ³	Mantém
H ₂ S (máx.)	5 mg/m ³	NE	NE	10 mg/m ³	Mantém
Poder Calorífico Superior	NE	38,1 a 43,7	36,83 a 44,03	35,0 a 43,0	Mantém
Índice de Wobbe	46,5 a 52,85	48,3 a 52,8	48,13 a 57,60	46,5 a 53,5	Mantém
POH (máx.)	NE	Depende da pressão	5 °C	0 °C	Mantém
Número Metano (min.)	NE	NE	NE	65	Mantém

A maioria dos mercados de gás natural não limita a composição.

A qualidade do gás natural é garantida pelas propriedades.

Contextualização

- A produção de gás natural do pré-sal (GPS) traz significativos benefícios para o Brasil, não somente pelo aumento da oferta e estabilização das propriedades do gás, mas também pelo aumento dos investimentos e arrecadação tributária
- Entretanto, o GPS possui características distintas do gás do pós-sal e do proveniente de importações (GNL, gás da Bolívia), com menores teores de metano e maiores de componentes mais pesados.
- A legislação brasileira que define a qualidade do GN destinado aos consumidores (RANP 16/08), diferentemente do que é praticado na maioria dos países, especifica limites composicionais para os hidrocarbonetos. Para enquadrar o GPS nestes limites há necessidade de modificações profundas em Unidades de Tratamento de Gás Onshore (UPGN), com impactos de prazo e custos no produto final
- IBP apresentou proposta à ANP para **remover os requisitos composicionais de HC da resolução 16/2008, mantendo os parâmetros físico-químicos e limites de contaminantes e inertes, como adotado na maioria dos países. A manutenção desses parâmetros e dos limites de contaminantes/inertes garante que não haverá impacto para os consumidores, já que são eles que definem a qualidade da queima/uso do gás natural**
- No processo em curso de atualização da RANP 16/08, foi elaborado estudo de Avaliação de Impacto Regulatório (AIR), onde são discutidas 3 opções para esta atualização, sendo uma delas a adoção da proposta do IBP

Principais propriedades físico-químicas

Principais propriedades físico-químicas utilizadas para comercialização de gás natural

- Poder Calorífico Superior (PCS): Energia na forma de calor, (água formada no estado líquido);
- Poder Calorífico Inferior (PCI): Energia na forma de calor, (água formada no estado gasoso)

Diferença = Entalpia de condensação da água → $PCS - PCI = \Delta H_{cond.água}$

- Índice de Wobbe (I_w): $I_w = \frac{PCS}{\sqrt{d}}$ (conforme ISO 6976)

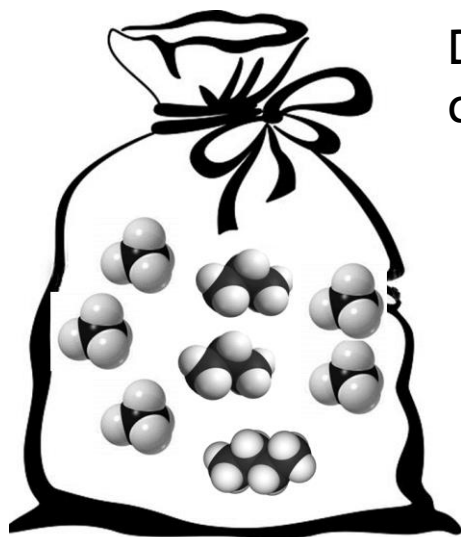
Energia disponibilizada em um sistema de combustão por um orifício injetor.

Dois gases diferentes, com mesmo I_w disponibilizarão a mesma quantidade de energia;

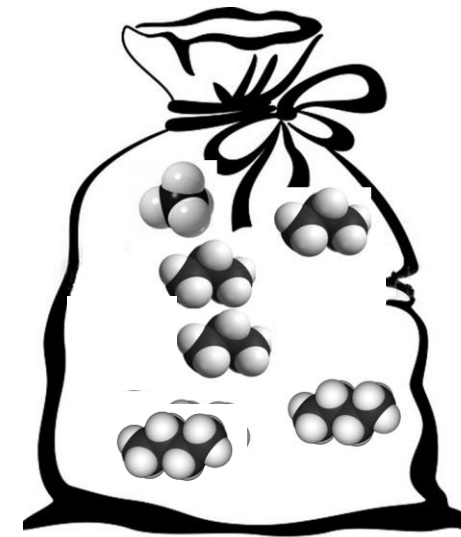
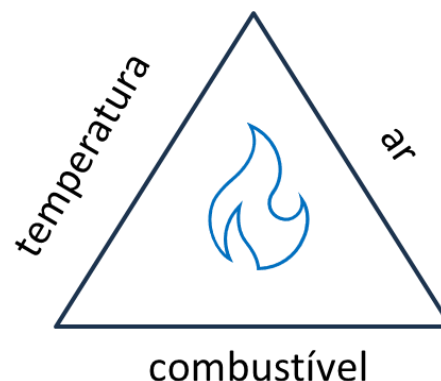
- Densidade Relativa (d): 0,62 a 0,64 (massa do gás por massa de ar seco @1atm, 0°C);

De forma simples: o que é Índice de Wobbe

Índice de Wobbe (I_w): $I_w = \frac{PCS}{\sqrt{d}}$



Dois gases diferentes, com mesmo I_w disponibilizarão a mesma quantidade de energia



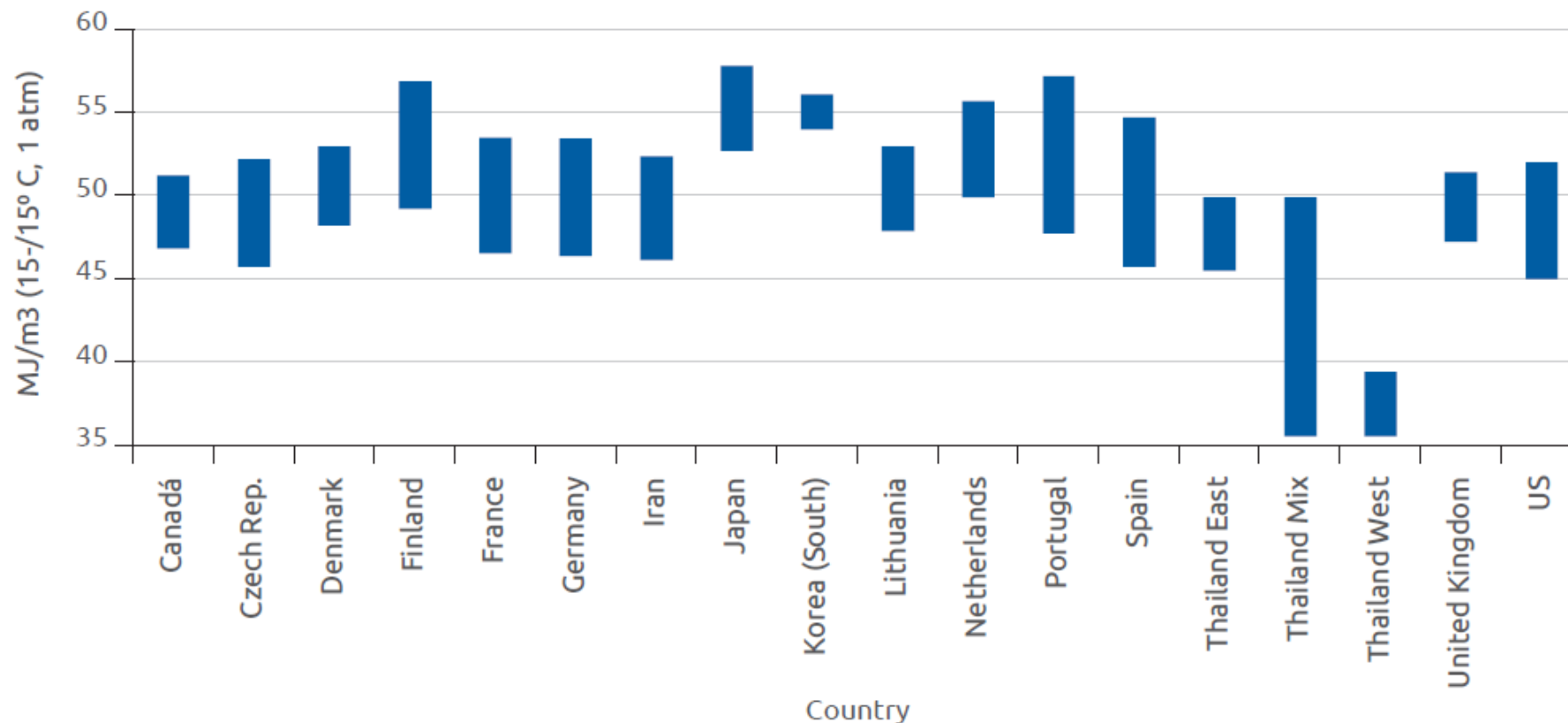
Índice de Wobbe (kJ/m ³)	46.500
	a
	53.500

Se dois gases tem as mesmas propriedades físico químicas, como o Índice de Wobbe, eles podem ser usados no mesmo equipamento de forma segura, eficiente e com emissões adequadas

Índice de Wobbe (kJ/m ³)	46.500
	a
	53.500

Índice de Wobbe no mundo

GRÁFICO 1 – O índice de Wobbe em países selecionados



US Wobbe limits are generally +4% of delivered value, while remaining within the gas quality spec's for the pipeline

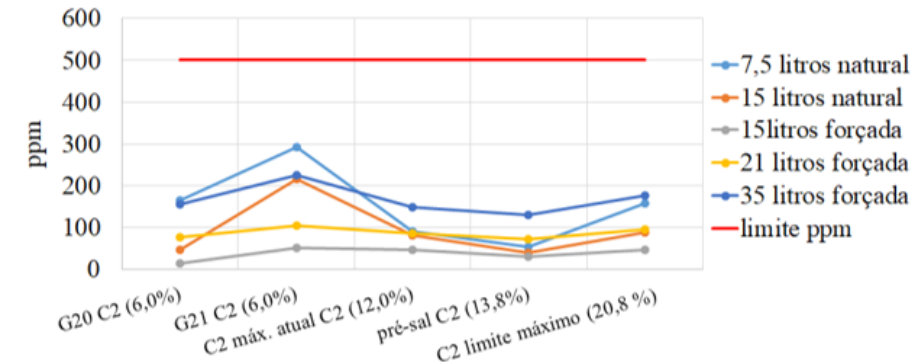
Fonte: IGU (2018).

Análises Laboratoriais Complementares

- Para comprovar a aplicação dos princípios de intercambialidade de GN, 5 modelos de aquecedores domésticos vendidos no Brasil e selecionadas pela ABAGAS foram testados com 6 misturas de GN.
- Testes foram realizados conforme a NBR 8130, pelo INT, considerando emissões de CO, CO₂ e estabilidade da chama. Também foram avaliadas as emissões de NO_x.
- Resultados dos testes do INT mostraram **não haver diferenças significativas entre as composições de referência da norma e as demais composições, incluindo a representativa do Pré-sal, em relação à estabilidade da chama e emissões, confirmando a aplicabilidade do princípio de intercambialidade.**
- Foi realizado 2ª bateria de ensaios (jul22), coordenados pela ABAGAS, onde foram obtidos resultados semelhantes e efetuada avaliação de desempenho, sem que fosse detectado nenhum problema.

Componente	Composições Molares (% molar)					
	G20	G21	Rep. Pré-sal	C2 Atual	C2 Futura	RANP 16/08
Metano (C1)	90	86	83,65	85	76,2	> 85
Etano (C2)	6	6	13,8	12	20,8	< 12
Propano (C3)	2	7	0	1,2	0	< 6
Butano (C4)	0	0	1,3	1,8	0	< 3
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0	0	0,4	0	3	< 3
Nitrogênio (N ₂)	2	1	0,85	0	0	< 6
Total	100%	100%	100%	100%	100%	NA

Figura 1 - teor de CO no gás de exaustão, pressão manométrica 250 mm de coluna d'água.

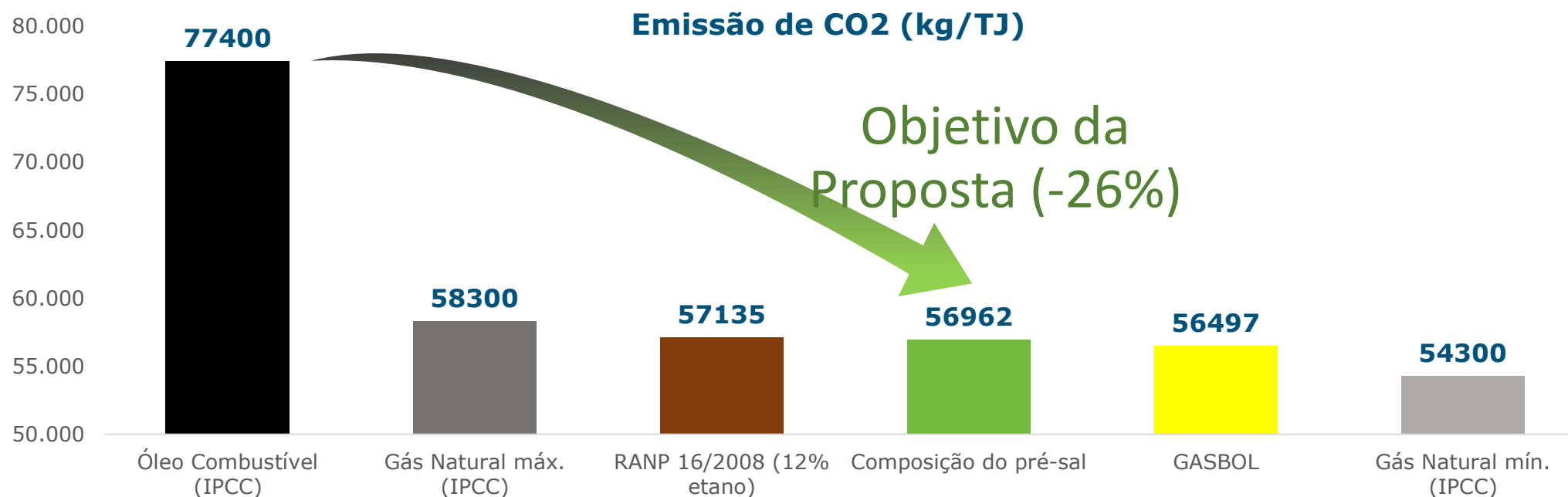


Análises complementares

- **Avaliação do Impacto Ambiental** - a variação de emissões de CO₂ para as diferentes composições de gás oscila em torno de 1%. Porém, o **grande benefício obtido ocorre na substituição de outros combustíveis pelo GN**, que resultará do aumento da vazão do GPS. No caso do óleo diesel, a redução nas emissões é **de cerca de 26%**.
- **Segurança - Emissão de produtos tóxicos** - A manutenção do *IW* na faixa definida pela da RANP 16/08 resulta em manutenção dos níveis atuais de emissão de CO em todos os equipamentos projetados para operar nesta faixa, independe da composição do GN fornecido. Este resultado foi comprovado nos testes do INT.
- **Segurança - Comportamento em Caso de Vazamentos** - Esta dimensão foi avaliada considerando as seguintes características:
 - ✓ **Faixa de Inflamabilidade** - Não foi observada diferença significativa entre as composições avaliadas;
 - ✓ **Probabilidade de Ignição** - Não foi observada diferença significativa entre as composições avaliadas, uma vez que a energia de ignição dos alcanos é praticamente constante;
 - ✓ **Dispersão dos Gases** - A mistura se dispersa de forma uniforme, não havendo separação metano-etano nas condições de vazamento (analogia com CO₂ no ar). Portanto, não haverá diferença significativa no comportamento das diferentes composições avaliadas;
 - ✓ **Energia Liberada** - Não foi observada diferença significativa entre as composições avaliadas, uma vez que as faixas de poder calorífico e *IW* da RANP-16 foram mantidas.

Comparação entre níveis de emissões estimados pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

- Foram comparados os fatores de emissão das composições atuais, da composição futura prevista para o gás natural e das calculadas no relatório do IPCC.



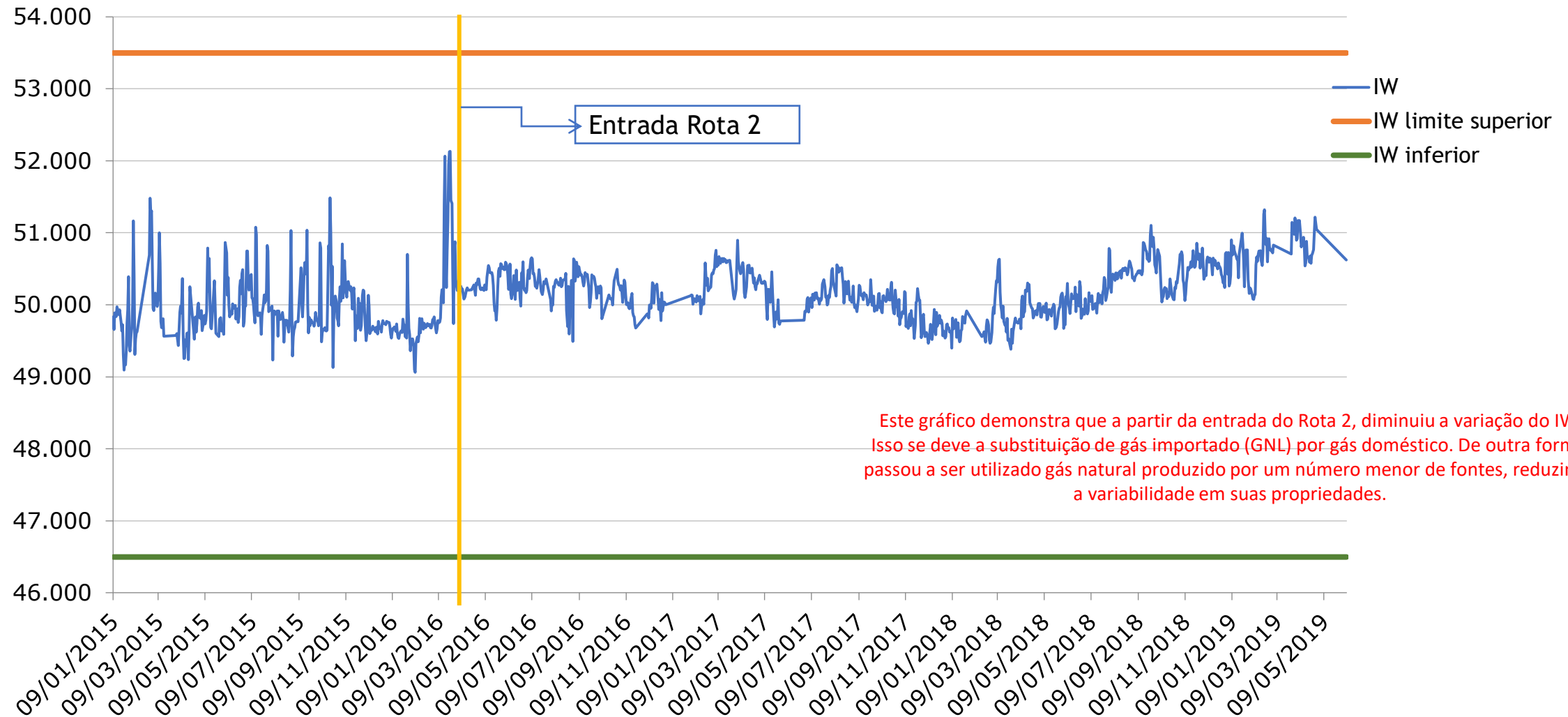
Impacto para fabricantes de vidro e cerâmica

- O Brasil recebe e consome gás natural de diversas fontes (produção nacional, importação da Bolívia e GNL de diversos países).
- Apesar dos limites dados pela especificação do gás natural, não há como garantir que não ocorra variação dentro desses limites (definido pela origem do suprimento). Por exemplo, a entrada de GNL importado na malha tende a alterar substancialmente o IW, mesmo dentro da faixa especificada.
- A solução para garantir a estabilidade da combustão, que se reflete na qualidade do produto, é ajustar os equipamentos para adequá-los ao gás natural sendo consumido.
- Mesmo mantendo a especificação existente, esse ajuste continuará sendo necessário para processos sensíveis a variações na queima.
- Entretanto, **a proposta IBP reduz a variabilidade das propriedades** pois aumenta a oferta interna do produto, reduzindo a necessidade de importação de GNL.

Impacto para fabricantes de vidro e cerâmica

IW de ponto de entrega no RJ (Jan/2015 a Mai/2019)

Kj/m³



Conclusões sobre Intercambiabilidade - 1/2

- Ferramentas e critérios para avaliar a intercambiabilidade de misturas de GN foram estabelecidos e vêm sendo usados há mais de 50 anos. A aplicação deste conhecimento garante processo de **substituição segura e sem impacto para os consumidores, desde que atendidos os critérios de intercambiabilidade.**
- A proposta do IBP de **eliminação das necessidades composicionais** foi elaborada com base nestes critérios. Ao propor que o GN fornecido **atenda as faixas de intercambiabilidade, especialmente índices de Wobbe e Weaver**, assegura-se que não haverá impactos detrimentais para os consumidores. A manutenção destas propriedades garante o uso seguro e eficiente do GN **sem que seja necessário ajuste ou substituição dos equipamentos/queimadores** utilizados para sua combustão.
- Os resultados foram confirmados com ensaios de aquecedores de gás pelo INT e pela ABAGAS, utilizando a NBR-8130, complementada pela avaliação das emissões de Nox e de desempenho, onde comprovou-se que não há impacto relevante na substituição das misturas.

Conclusões sobre Intercambiabilidade - 2/2

- Na maioria dos países com mercado de gás natural maduro esses são os parâmetros utilizados para especificar o GN. No caso brasileiro, nossas UPGNs foram projetadas/construídas antes da descoberta do pré-sal, e a modernização da especificação como proposto permitirá flexibilidade na composição do produto entregue, viabiliza a ampliação da capacidade de processamento existente, e consequentemente maior uso do gás natural produzido em nossas bacias. Essa mudança amplia, em até 10% a oferta doméstica mensal.
- A avaliação de outros riscos e potenciais impactos em aspectos de segurança e emissões concluiu que estes são adequadamente atendidos por esta proposta, sem diferenças significativas em relação às composições de GN atualmente ofertado, provenientes de diferentes fontes. Além disto, confirma-se o benefício óbvio associado ao aumento da oferta de GN como substituto de fontes mais poluidoras, em especial o óleo combustível e a gasolina.
- Com base nestas avaliações, gostaríamos de esclarecer que **não é esperado que ocorra impacto para os consumidores ou necessidade de ajuste de equipamentos, caso seja adotada a proposta do IBP.** destacar Reiteramos que a flexibilização proposta promove o aumento da oferta do gás natural, mantém as propriedades energéticas e físico-químicas das misturas, o que permitirá aumentar a oferta de uma fonte única, facilitando a estabilidade das características do produto fornecido sem que sejam necessários ajustes ou modificações para os consumidores.



Diretoria Executiva de Gás Natural
diretoriaexecutivagn@ibp.org.br



[/ibpbr](https://www.facebook.com/ibpbr)



[@ibp_br](https://www.instagram.com/ibp_br)



[@ibp_br](https://twitter.com/ibp_br)



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



[/ibpbr](https://www.linkedin.com/company/ibpbr)

ibp.org.br | [#EnergiaParaSuperar](https://twitter.com/ibp_br)