



NOTA TÉCNICA

ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA PARA O SETOR TERMELÉTRICO A GÁS NATURAL FÓSSIL E CARVÃO COM OS PROJETOS INSCRITOS NO LEILÃO DE RESERVA DE CAPACIDADE NA FORMA DE POTÊNCIA DE 2026

#LEILÃO DAS EMISSIONES



**LRCAP
2026**

Mais usinas fósseis,
conta de luz mais cara
e clima em risco.



INSTITUTO INTERNACIONAL ARAYARA

**ESTIMATIVA DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA PARA O SETOR
TERMELÉTRICO A GÁS NATURAL FÓSSIL E CARVÃO COM OS PROJETOS
INSCRITOS NO LEILÃO DE RESERVA DE CAPACIDADE NA FORMA DE
POTÊNCIA (LRCAP) DE 2026**

BRASÍLIA
2026



Instituto Internacional ARAYARA
CNPJ: 04.803.949/0001-80
@Arayaraoficial



Escritório Brasília
Av. Rabelo, 26-D
Brasília, DF
CEP: 70804-020
Brasil



Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP: 80810-210
Brasil



Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780,
sala 10 11300 Montevideo,
Dto. de Montevideo
Uruguay



www.arayara.org

contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. METODOLOGIA.....	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
REFERÊNCIAS.....	17





1. INTRODUÇÃO

O Leilão de Reserva de Capacidade (LRCAP) foi estabelecido pela Portaria do MME nº 100/2025, para contratar Usinas Termelétricas (UTES) a gás natural fóssil, biocombustíveis e expansão de Usinas Hidroelétricas (UHE).

Este leilão é visto como necessário pelo executivo brasileiro, tendo como argumento a grande geração intermitente ao final do dia, na saída da energia solar, dada a ausência de potência no *grid* fazendo com que progressivamente haja necessidade de inserção rápida na rede no período de ponta.

Nesse sentido a fonte de energia precisa ser de rápido acionamento para suprir a necessidade de potência, para tal se qualificam UTES a gás fóssil, biogás, UHEs e baterias. No entanto, visto os interesses do governo através da Lei de Privatização da Eletrobras; Programa Gás Para Empregar e os editais de oferta permanente, o **gás natural fóssil**, é a fonte preferida do governo para suprir a rede de energia elétrica.

Este documento visa estabelecer cenários de emissões de gases de efeito estufa (GEE) expresso em tCO₂e, conforme os empreendimentos inscritos no LRCAP conforme apresentado pela EPE (2026).

2. METODOLOGIA

Buscou-se avaliar as emissões totais do certame até 2050 em dois cenários distintos sendo: (i) especulação de mercado para 6 GW contratados no leilão sendo esses UTES a gás natural fóssil; (ii) Todas as térmicas a gás e carvão sejam contratadas; **Cabe ressaltar que não foi diferenciado o as térmicas novas das existentes, pois não se tem tal informação, então se considerou a emissão do certame como um todo, entretanto no caso do carvão adicionamos essa potência ao histórico já existente de usinas, tendo em vista que parte das usinas a carvão em atual operação não funcionam na totalidade do tempo.** Um terceiro cenário foi considerado, sendo: (iii) Emissões oriundas das UTES a gás e carvão em operação de 2000 a 2025 e estimado de 2026 até 2050.



Para ambos cenários, considerou-se que até 2031 as emissões cresceriam conforme a taxa de inscrição do projeto, em relação à potência por ano (Tabela 1), até 2030, onde todos os projetos estariam em operação para cada cenário proposto.

Para ambos os cenários foram considerados que as térmicas irão operar nos horários de ponta, conforme determina o escopo do edital, sendo assim, 6h por dia em 365. Como fator de emissão foi utilizado o fator proposto pelo IPCC (2014) sendo: 0,37 tCO₂e/MWh para emissão direta e 0,49 tCO₂e/MWh para emissão de ciclo de vida para o gás e para o carvão 0,76 tCO₂e/MWh para emissão direta e 0,82 tCO₂e/MWh para emissão de ciclo de vida.

Tabela 1 - Potência de UTEs novas e existentes inscritas no certame

Ano	Potência inscrita (%)
2026	1,04%
2027	1,18%
2028	24,08%
2029	24,32%
2030	24,66%
2031	24,73%
Total	100%

Fonte: Elaborado a partir de EPE (2026)

Para o cálculo de emissões, este estudo foi dividido em 2 períodos, sendo: (i) início progressivo dos projetos ao ano (Equação 1) entre 2026 a 2031, aumentando a emissão conforme o passar dos anos; (ii) independentemente do cenário, todas as UTEs estariam em operação deixando as emissões constantes (Equação 2). Para saber as emissões acumuladas ao longo dos anos, utilizou-se a equação 3.

$$E^{(2026-2031)} = f_{IPCC} \cdot Pt \cdot Pi \cdot t \quad (1)$$

$$E^{(2031-2050)} = f_{IPCC} \cdot Pt \cdot t \quad (2)$$



$$E_{acum} = \sum_i^{n=6} E_i^{(2026-2030)} + \sum_i^{n=26} E_i^{(2031-2050)} \quad (3)$$

sendo:

- E : as emissões de GEE das UTEs em **tCO₂e/ano**
- f_{IPCC} : fator de emissão do IPCC (2014) sendo 0,37 tCO₂e/MWh para emissão direta 0,49 tCO₂e/MWh para emissão de ciclo de vida para o gás e 0,76 tCO₂e/MWh para emissão direta e 0,82 tCO₂e/MWh para emissão de ciclo de vida do carvão ;
- P_t : Potência total que varia com o cenário (i) especulação de mercado 6 GW; (ii) operação de todas as UTEs 114,3 GW;
- P_i : Potência inscrita por ano conforme a tabela 1;
- t : período operativo anual, seguindo o horário de ponta 6h/dia em 365 dias/ano

Por fim, o cenário (iii) a geração de energia pelas UTEs a gás natural e carvão já existentes de forma a estimar a tendência de geração até 2050. Para tal, analisamos os dados de geração desde o ano 2000, aplicando um modelo estatístico de previsão para projeção futura. As usinas a gás atualmente (fevereiro de 2026) em operação somam um total de 20 GW de capacidade instalada, enquanto as usinas a carvão somam um total de 4 GW de acordo com o monitor energia.

Para a estimativa, utilizamos o modelo *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), uma técnica amplamente empregada para séries temporais, para a série de geração de energia do ONS (2025). O modelo foi ajustado com base nos dados históricos de geração anual, permitindo identificar padrões e tendências de variação na produção ao longo do tempo. Os parâmetros do modelo foram calibrados para refletir da melhor forma a dinâmica dos dados.

Estimados os dados de geração para os anos seguintes até 2050 temos o cálculo de emissões seguindo a mesma metodologia adotada para as UTEs do certame. O resumo da metodologia está disposto no quadro 1. Referente a equação 4, temos:

$$E^{(2025-2050)} = f_{IPCC} \cdot Ge \quad (4)$$

Sendo:

- E : as emissões de GEE das UTEs em **tCO₂e/ano**
- f_{IPCC} : fator de emissão do IPCC (2014) sendo 0,37 tCO₂e/MWh para emissão direta
0,49 tCO₂e/MWh para emissão de ciclo de vida;
- Ge : Geração de energia por ano (MWh).

Quadro 1 - Metodologia empregada para cada cenário de emissão

Parâmetro	Cenário (i) Especulação de mercado	Cenário (ii) Contração de todas as UTEs	Cenário (iii) Emissão das usinas existentes no SIN
Fator de emissão gás	0,37 tCO ₂ e/MWh para emissão direta 0,49 tCO ₂ e/MWh para emissão de ciclo de vida	0,37 tCO ₂ e/MWh para emissão direta 0,49 tCO ₂ e/MWh para emissão de ciclo de vida	0,37 tCO ₂ e/MWh para emissão direta 0,49 tCO ₂ e/MWh para emissão de ciclo de vida
Fator de emissão carvão	0,76 tCO ₂ e/MWh para emissão direta e 0,82 tCO ₂ e/MWh para emissão de ciclo de vida.	0,76 tCO ₂ e/MWh para emissão direta e 0,82 tCO ₂ e/MWh para emissão de ciclo de vida.	0,76 tCO ₂ e/MWh para emissão direta e 0,82 tCO ₂ e/MWh para emissão de ciclo de vida.
Potência contratada de térmica a gás	6 GW	112,8 GW	20 GW atual
Potência contratada de térmica a carvão	-	1,4 GW	4 GW atual
Tempo de operação anual	6h/dia x 365 dias/ano = 2190 h/ano	6h/dia x 365 dias/ano = 2190 h/ano	Sem dados *
Equação de Cálculo	Equações 1, 2 e 3	Equações 1, 2 e 3	Equação 4

Nota: Considera a energia gerada em MWh apresentada por ONS (2026)

Fonte: Elaboração Própria

Para este estudo, além da apresentação isolada dos cenários (i) e (ii), foram analisados a junção do cenário (i) + (iii) e do **cenário (ii) + (iii), que considerou 17% da potência**



cadastrada no LRCAP é existente, considerou-se que está englobada no cenário (iii), já os 83% de potência nova estão no cenário (ii).

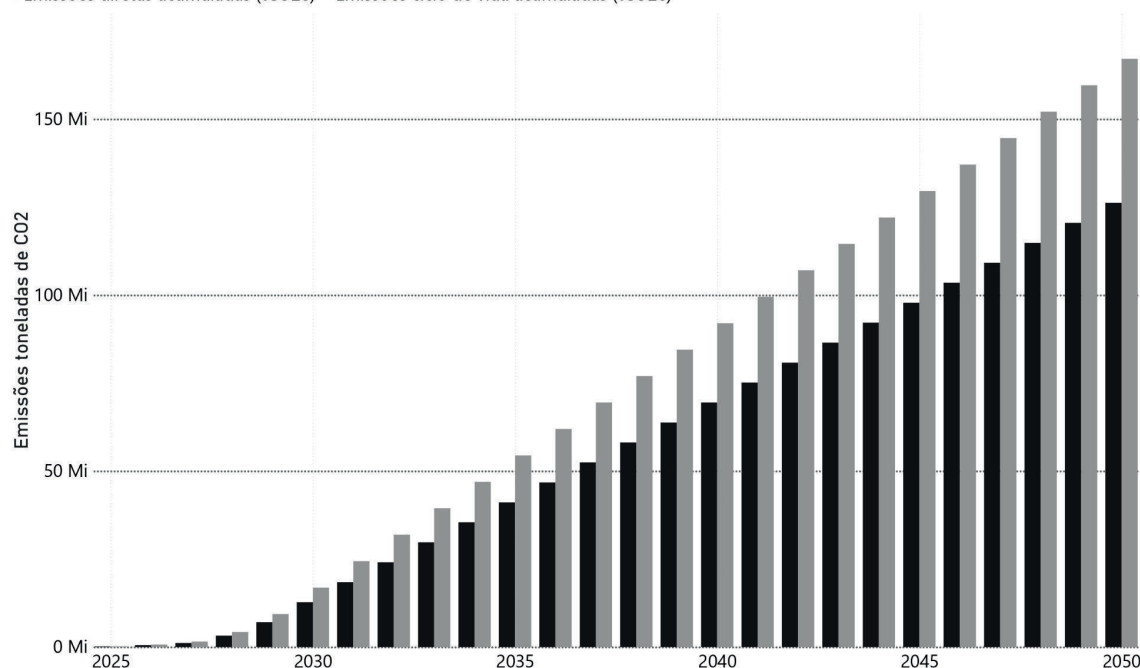
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cenário (i) de especulação de mercado as emissões diretas totalizaram 104.792.395,80 tCO₂e e 138.779.118,77 tCO₂e para emissões do ciclo de vida conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Possíveis emissões geradas no cenário (i) especulação de mercado considerando 6 GW de UTEs a gás

Cenário 1 - Especulação de mercado (6 GW) ARAYARA.org

● Emissões diretas acumuladas (tCO₂e) ● Emissões ciclo de vida acumuladas (tCO₂e)



Fonte: Elaboração própria

No cenário 2 as emissões foram muito maiores considerando a potência total dos empreendimentos, resultou em 2.031.238.019,07 tCO₂e em emissões diretas;





2.675.315.322,55 tCO₂e em emissões do ciclo de vida, ou seja 2,03 e 2,67 GtCO₂e respectivamente.



Instituto Internacional ARAYARA
CNPJ: 04.803.949/0001-80
@Arayaraoficial



Escritório Brasília
Av. Rabelo, 26-D
Brasília, DF
CEP: 70804-020
Brasil



Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP: 80810-210
Brasil



Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780,
sala 10 11300 Montevideo,
Dto. de Montevideo
Uruguay



www.arayara.org

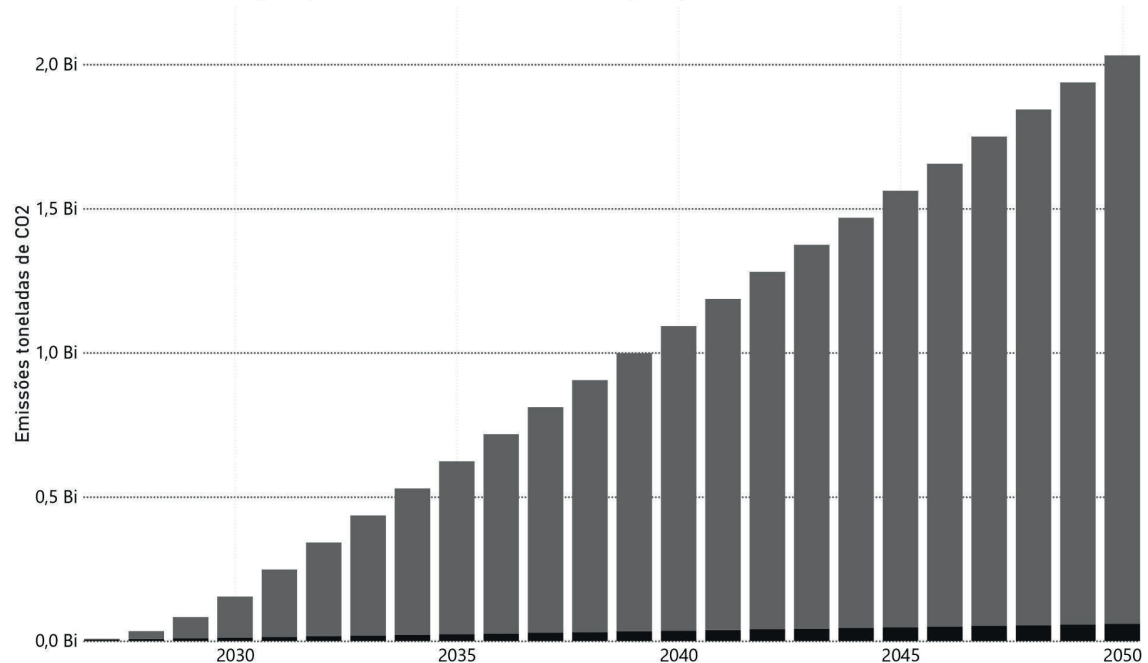
contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000

Gráfico 2 - Possíveis emissões geradas no cenário (ii) todas as térmicas operando

Cenário 2- Todas térmicas operando

● Emissões diretas acumuladas (tCO₂e) Carvão ● Emissões diretas acumuladas (tCO₂e) Gás



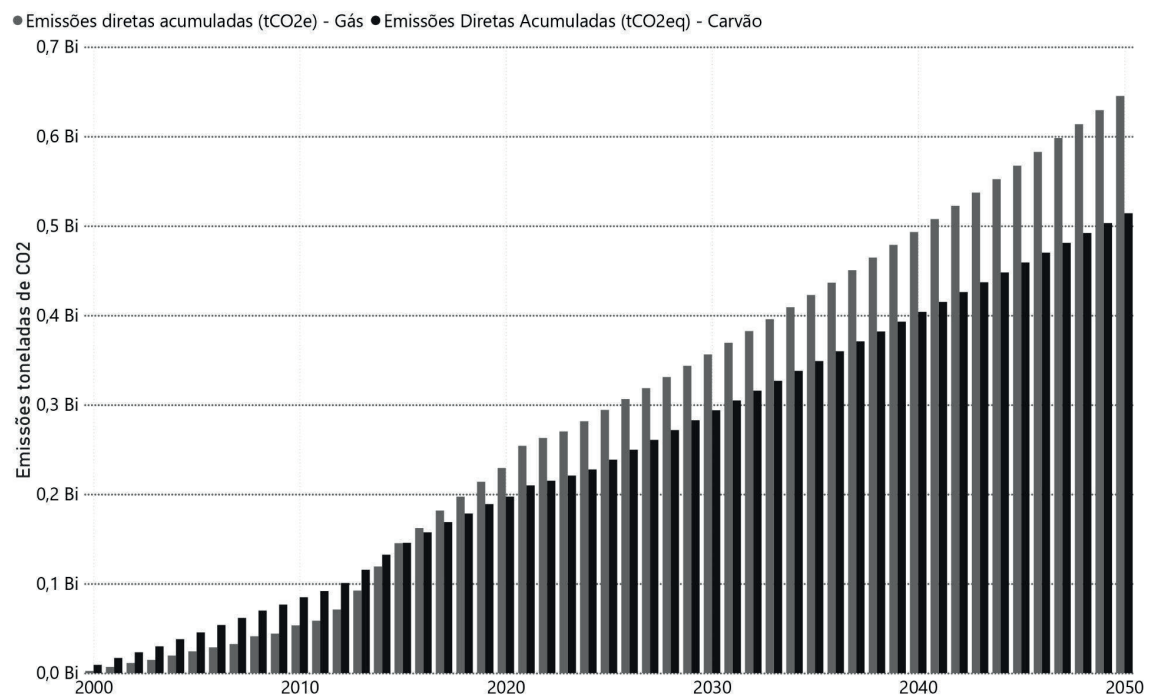
Fonte: Elaboração própria

Analisando as emissões das UTEs já em operação as emissões diretas até o ano 2025 a partir do ano 2000 somam cerca de **533.012.450,00 tCO₂e** e **647.296.703,44 tCO₂e** para emissões de ciclo de vida. Entretanto ao se analisar as expectativas para 2050 esses valores chegam a **1.159.465.764,60 tCO₂e** para emissões diretas e **1.409.342.967,89 tCO₂e** para emissões do ciclo de vida, cerca de 1,15 e 1,40 **GtCO₂e** **respectivamente** conforme apresentado no gráfico 3.



Gráfico 3 - Possíveis emissões geradas das térmicas já em operação, cenário (iii)

Cenário 3- Possíveis emissões térmicas já em operação



Fonte: Elaboração própria

A expansão da geração de energia térmica a gás natural prevista nos cenários analisados vai na contramão dos compromissos assumidos pelo Brasil em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) no Acordo de Paris. O país se comprometeu a alcançar a neutralidade climática até 2050, conforme estabelecido na Estratégia Nacional de Mitigação (ENM), que visa reduzir drasticamente as emissões de gases de efeito estufa e acelerar a transição para uma economia de baixo carbono. Entre suas diretrizes, a ENM destaca a necessidade de uma transição energética justa e inclusiva, incentivando investimentos em tecnologias limpas e descarbonização da matriz energética.

No entanto, a entrada dessas novas usinas térmicas no sistema pode comprometer essa meta. As emissões diretas projetadas para esses empreendimentos superam em mais de três vezes as emissões acumuladas pelas UTEs já existentes até 2025. O Gráfico 4 apresenta as



emissões diretas estimadas para as usinas existentes, cenário (iii), mais o cenário (i) - 6 GW, no qual as emissões acumuladas considerando todas a série histórica, aumentariam 21,5% ao ano entre 2026 e 2050 totalizando 784.073.763,37 tCO₂e (0,7 GtCO₂e).

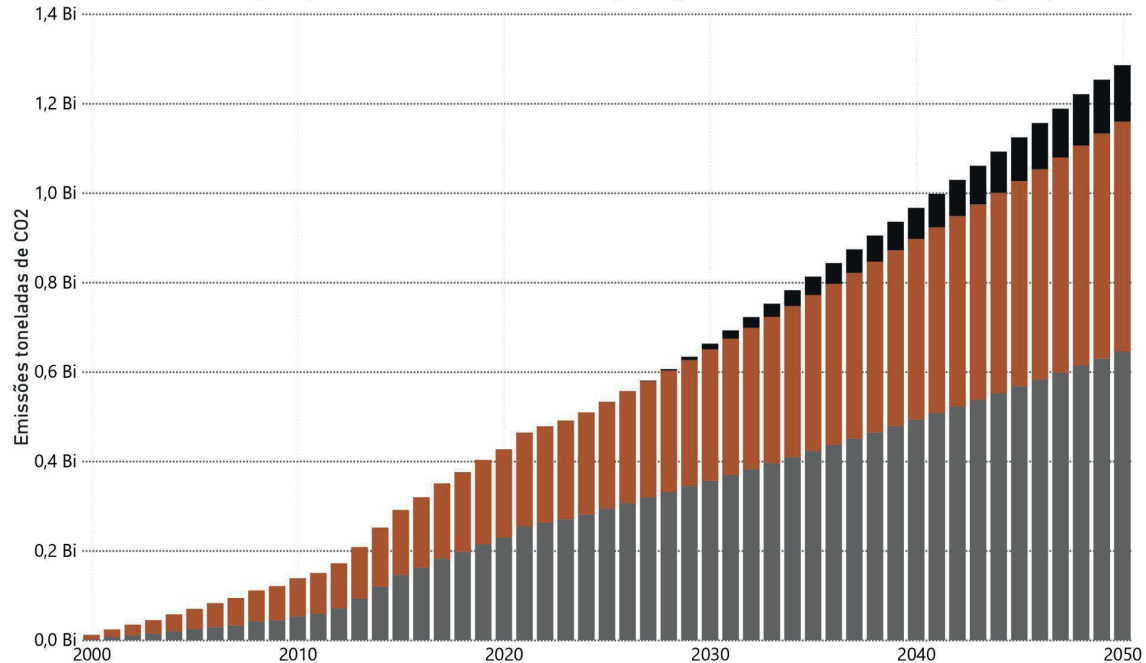
Caso todos os projetos sejam contratados futuramente, o cenário pode ser desastroso, conforme o gráfico 5 as emissões das UTE a gás fóssil e carvão aumentariam 324,24% para o período entre 2026 e 2050, chegando a 2.657.691.333,67 tCO₂e (2,6 GtCO₂). Além disso, os valores estimados superam às emissões previstas para os blocos ofertados no leilão da ANP de 2023, conhecido como o "leilão do fim do mundo" devido ao seu potencial de impacto climático significativo, com 1,03 GtCO₂e para os blocos que estavam em oferta (ARAYARA.org, 2023). Isso reforça a incoerência entre a política energética brasileira e seus compromissos climáticos internacionais, evidenciando a necessidade de uma revisão estratégica para evitar o aumento expressivo das emissões no setor elétrico.

Gráfico 4 - Emissões acumuladas projetadas para às usinas termelétricas a gás do SIN entre 2000 a 2050, cenário (iii) + o cenário (i) com a contratação de 6 GW de UTEs



Emissões acumuladas projetadas para as usinas do SIN (iii) + contratação 6 GW

● Emissões diretas acumuladas (tCO₂e) - Gás ● Emissões Diretas Acumuladas(tCO₂eq) Carvão ● Emissões diretas acumuladas (tCO₂e) 6 GW- ...



Fonte: Elaboração Própria.

Gráfico 5 - Emissões acumuladas projetadas para às usinas termelétricas a gás do SIN entre 2000 a 2050, cenário (iii) + cenário (ii) com 83% da potência do LRCAP consdierando as novas UTEs



Instituto Internacional ARAYARA
CNPJ: 04.803.949/0001-80
@Arayaraoficial

Escritório Brasília
Av. Rabelo, 26-D
Brasília, DF
CEP: 70804-020
Brasil

Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP:80810-210
Brasil

Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780,
sala 10 11300 Montevideo,
Dto. de Montevideo
Uruguay

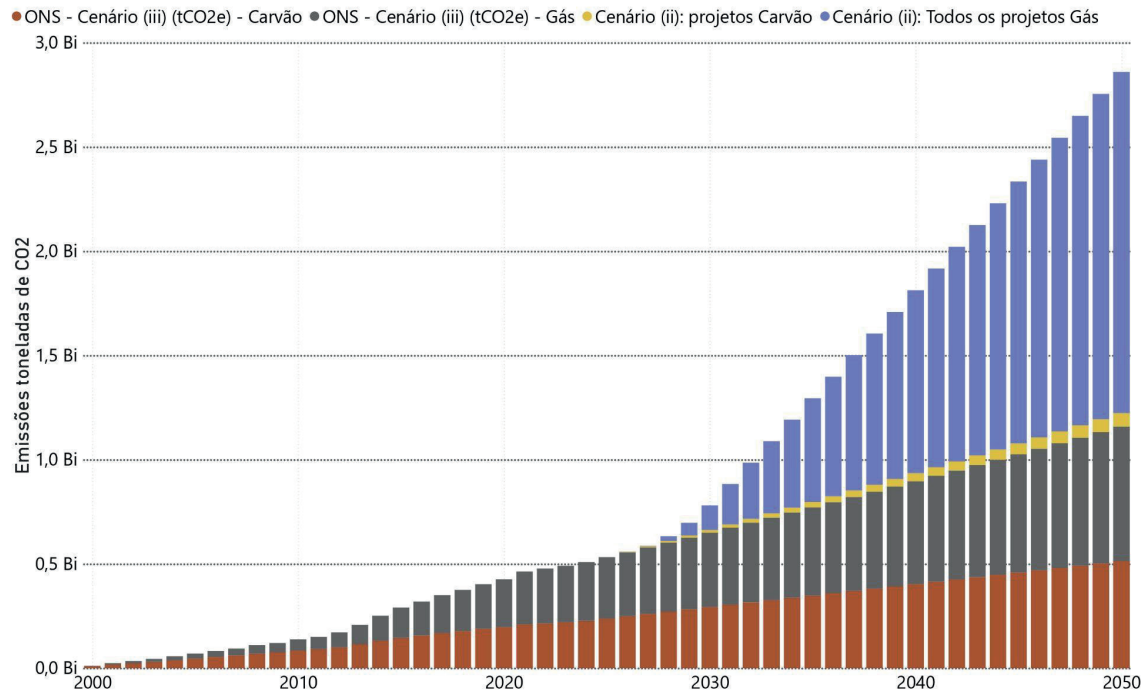


www.arayara.org

contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000

Emissões acumuladas projetadas para às usinas termelétricas a gás do SIN entre 2000 a 2050, cenário (iii) + cenário (ii) com 83% da potência do LRCAP considerando as novas UTEs



Fonte: Elaboração Própria.

A combinação dos cenários (i) + (iii) refletiu em média aproximadamente 1,6% da meta da NDC entre 2030 e 2050. Ao verificar a combinação dos cenários (ii) + (iii), observa-se que em caso de operação dos novos projetos as UTEs novas e existentes responderam em média 9,93 % da NDC (Tabela 1).



Instituto Internacional ARAYARA
CNPJ: 04.803.949/0001-80
@Arayaraoficial

Escritório Brasília
Av. Rabelo, 26-D
Brasília, DF
CEP: 70804-020
Brasil

Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP: 80810-210
Brasil

Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780,
sala 10 11300 Montevideo,
Dto. de Montevideo
Uruguay



www.arayara.org

contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000

Tabela 1 - Comparação dos cenários de emissão com as metas da NDC brasileira

Ano	Meta NDC (GtCO ₂ e)	Emissões Cenário (i) + (iii) (GtCO ₂ e)	Emissões Cenário (ii) + (iii) (GtCO ₂ e)	Representação de (i) + (iii) sob a meta da NDC	Representação da (ii) + (iii) sob a NDC
2030	1,2	0,01643051859	0,09502842537	1,369209882	7,919035448
2031	1,2	0,0178024612	0,1178126562	1,483538433	9,81772135
2032	1,2	0,0179705596	0,1179807546	1,497546633	9,83172955
2033	1,2	0,0181369708	0,1181471658	1,511414233	9,84559715
2034	1,2	0,0183017244	0,1183119194	1,5251437	9,859326617
2035	1,2	0,0184648278	0,1184750228	1,53873565	9,872918567
2036	1,2	0,0186262995	0,1186364945	1,552191625	9,886374542
2037	1,2	0,0187861543	0,1187963493	1,565512858	9,899695775
2038	1,2	0,0189444144	0,1189546094	1,5787012	9,912884117
2039	1,2	0,0191010909	0,1191112859	1,591757575	9,925940492
2040	1,2	0,0192561986	0,1192663936	1,604683217	9,938866133
2041	1,2	0,019409756	0,119419951	1,617479667	9,951662583
2042	1,2	0,0195617779	0,1195719729	1,630148158	9,964331075
2043	1,2	0,0197122828	0,1197224778	1,642690233	9,97687315
2044	1,2	0,0198612781	0,1198714731	1,655106508	9,989289425
2045	1,2	0,020008786	0,120018981	1,667398833	10,00158175
2046	1,2	0,0201548176	0,1201650126	1,679568133	10,01375105
2047	1,2	0,0202993914	0,1203095864	1,69161595	10,02579887
2048	1,2	0,0204425185	0,1204527135	1,703543208	10,03772613
2049	1,2	0,0205842137	0,1205944087	1,715351142	10,04953406
2050	1,2	0,0207244918	0,1207346868	1,727040983	10,0612239
Média	1,2	0,01880	0,06307	1,59%	9,93%

Fonte: Elaboração própria

Por fim, salienta-se que apesar de menos poluente do que fontes como carvão e óleo combustível, a geração termelétrica a gás também gera poluentes atmosféricos prejudiciais à saúde coletiva os preços de geração de energia a gás são muito elevados.

Cabe ressaltar que além da emissão de gases do efeito estufa, a contratação de usinas caras, como se configura aquela geração através de um contrato de reserva, pode



piorar a situação do preço de liquidação das diferenças, elevando a tarifa dos consumidores e consequentemente a conta de energia, piorando ainda mais os problemas de inflação no Brasil.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caso se concretize a expansão da geração a gás natural fóssil por meio do LRCAP representa um risco relevante para o cumprimento das metas climáticas brasileiras estabelecidas na NDC, especialmente em um momento em que o país se comprometeu com a neutralidade de carbono até 2050. A partir deste estudo destaca-se:

- Mesmo no cenário conservador de contratação de 6 GW em novas UTEs, as emissões adicionais, somadas às das térmicas existentes, representam em média 1,6% do limite anual de emissões da NDC. Esse percentual pode ultrapassar 9% no cenário de contratação total das usinas cadastradas, evidenciando um descompasso entre a política energética atual e os compromissos climáticos internacionais.;
- Existe um alto custo de geração de energia a partir de fontes fósseis no Brasil e a contratação de energia de reserva pode piorar a inflação no Brasil;

Diante do exposto, recomenda-se a **revisão da estratégia de contratação de potência**, incorporando critérios de custo-benefício socioambiental e compatibilidade com as metas climáticas nacionais, de modo a garantir uma **transição energética justa, econômica e alinhada com o Acordo de Paris**.



REFERÊNCIAS

ABSOLAR - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil - Infográfico ABSOLAR (atualizado em 11/02/2025)**. 2025b. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2025.

ARAYARA.org - INSTITUTO INTERNACIONAL ARAYARA. **Análise de Risco Socioambiental e Climático do 4º Ciclo de Oferta Permanente**. 2023. Disponível em: <https://mega.nz/file/HJAmFDBB#AgRwqycoX5MxWb5PSv6H_GQyQV6fKklEfKjlbvH6n58>. Acesso em: 24 de março de 2025.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Leilão de reserva de capacidade 2025 - Cadastramento e Habilitação Técnica dos Projetos**. 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-867/Informe%20Cadastramento%20LRCapacidade_vF.pdf>. Acesso em: 18 de março de 2025.

IPCC - PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Technology-specific Cost and Performance Parameters – Annex III*. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2025.

MONITOR ENERGIA. **Instituto Internacional ARAYARA**. Disponível em: <<https://www.monitorenergia.org/>>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2025.

ONS - OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Geração de Energia**. Dados Abertos. 2025. Disponível em: <https://www.ons.org.br/Paginas/resultados-da-operacao/historico-da-operacao/geracao_energia.aspx>. Acesso em: 21 de março de 2025.

2025_03_21-Resumo-emissoes_LRCAP



Instituto Internacional ARAYARA
CNPJ: 04.803.949/0001-80
@Arayaraoficial



Escritório Brasília
Av. Rabelo, 26-D
Brasília, DF
CEP: 70804-020
Brasil



Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP: 80810-210
Brasil



Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780,
sala 10 11300 Montevideo,
Dto. de Montevideo
Uruguay



www.arayara.org

contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000



Instituto Internacional ARAYARA
CNPJ: 04.803.949/0001-80
@Arayaraoficial



Escritório Brasília
Av. Rabelo, 26-D
Brasília, DF
CEP: 70804-020
Brasil



Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP: 80810-210
Brasil



Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780,
sala 10 11300 Montevideo,
Dto. de Montevideo
Uruguay



www.arayara.org

contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000