

## DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Reflexões para a adaptação e ampliação da resiliência do Setor Elétrico Brasileiro

Compreender como as mudanças climáticas podem afetar a demanda de energia elétrica é fundamental para subsidiar o planejamento com foco no aumento da resiliência do sistema elétrico brasileiro. Este *Fact Sheet* aborda o panorama da demanda de energia elétrica, apresenta os riscos climáticos, como a EPE vem tratando esse tema e aponta caminhos para a adaptação do sistema elétrico frente às mudanças climáticas.

### 1 Entendendo o contexto

# 561,6 TWh

de energia elétrica\* foram consumidos no Brasil em 2024

# 5,5%

de crescimento no consumo de energia elétrica entre 2023 e 2024

Dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2025)

\*Não inclui o autoconsumo por MMGD

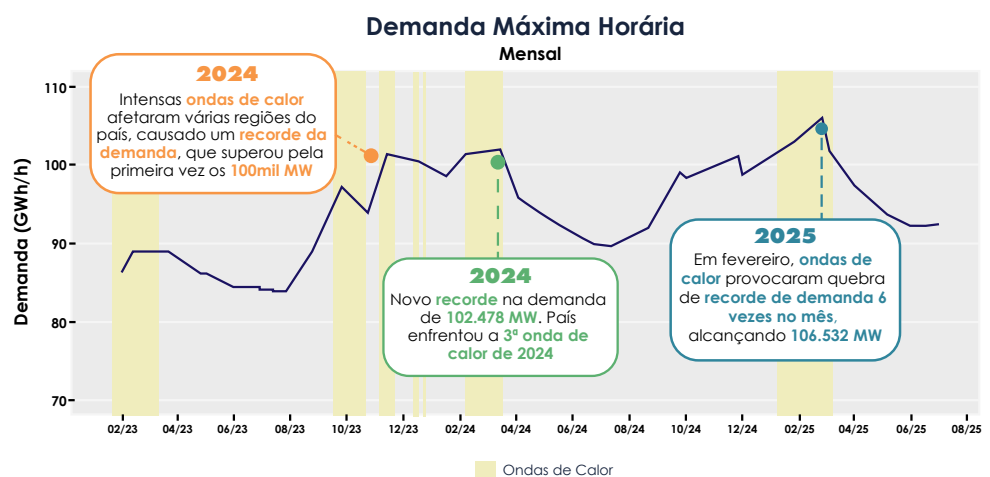
### 2 Identificando os Riscos Climáticos



O **acesso e o consumo de energia elétrica** são essenciais para o **desenvolvimento social e econômico**. Entender quando e onde a energia elétrica será utilizada é insumo necessário para alcançar o **equilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica**, considerando que:

- ✦ A **demanda** por eletricidade tem relação direta com a **demografia e economia** de um país. Mudanças nos **padrões de consumo e renda da população** afetam diretamente a demanda por serviços energéticos.
- ✦ A demanda de energia elétrica varia significativamente **ao longo do dia, entre os dias da semana e ao longo dos meses e anos**. Esta **variabilidade** reflete os hábitos da população, as estações do ano, os ciclos econômicos e eventos especiais.
- ✦ A **eletrificação**, a entrada de **novas tecnologias**, a evolução da **autoprodução de energia por MMGD** e as ações de **eficiência energética** impactam o consumo de eletricidade.
- ✦ No contexto das mudanças climáticas, é importante avaliar como o **clima pode influenciar a demanda**.

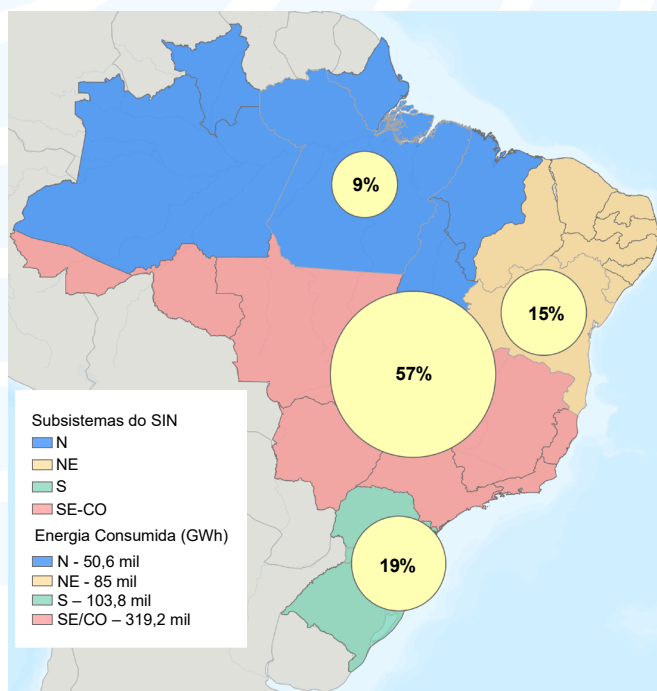
O gráfico ao lado mostra a demanda máxima horária do SIN a cada mês. Embora muitos fatores influenciem a curva, nota-se uma correlação entre **picos de demanda** e períodos de **ondas de calor** no país nos últimos 2 anos, indicadas em faixas amarelas.



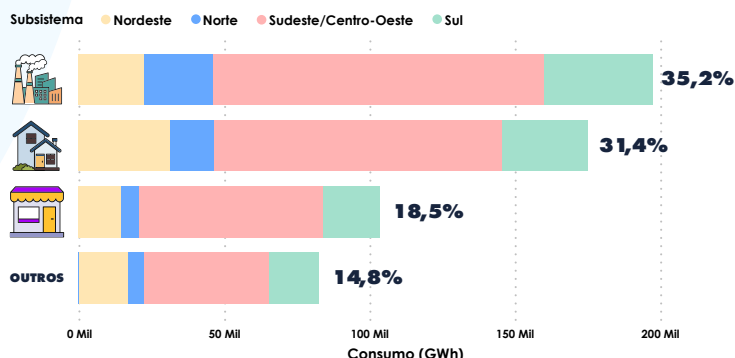
Fontes:  
ONS (Demanda); Adaptado de INMET (Ondas de Calor)

# COMO ESTÁ DISTRIBUÍDA A DEMANDA NO BRASIL?

Consumo de Energia Elétrica por Subsistema (2024)



Consumo de Energia Elétrica no Brasil por Setor (2024)



Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2025).  
\*Não considera autoconsumo por MMGD

## Quais as perspectivas para a demanda de energia elétrica no futuro?

Segundo o Caderno de Demanda de Eletricidade (PDE 2035), o consumo de eletricidade deve crescer em média 3,3% ao ano entre 2025 e 2035, ampliando o papel da eletricidade na matriz energética brasileira.

Nas próximas décadas a demanda poderá ser impulsionada pela eletrificação da economia e por novas tecnologias, como:



### Eletromobilidade

A penetração de **veículos eletrificados** na frota vem aumentando rapidamente, com a projeção de que em 2035, 23% dos novos licenciamentos de veículos leves correspondam a eletrificados.



### Datacenters

A crescente digitalização aumenta a necessidade de **processamento e armazenamento de dados**. Nesse contexto, os projetos de **datacenters** têm crescido no Brasil, com impacto direto na demanda elétrica, inclusive por conta do seu **sistema de refrigeração**.



### Hidrogênio

Os projetos de produção de **hidrogênio via eletrólise** são **eletrointensivos** e podem resultar em expansão significativa da carga, aumentando a demanda por eletricidade na rede.

Um efeito esperado das mudanças climáticas é o aumento da demanda pela **climatização de ambientes**. Estima-se um aumento tanto na posse quanto no uso de aparelhos de ar-condicionado.



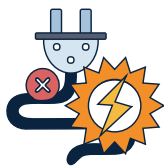
### Climatização de Ambientes

No Brasil, apura-se que a **posse de ar-condicionado** pelas famílias cresceu 18% entre 2005 e 2019. Entretanto, a posse de aparelhos nas residências ainda é baixa, indicando **grande potencial** de crescimento futuro.

A depender de medidas de eficiência energética e do crescimento da posse de aparelhos, em **2036** a climatização poderá representar **de 13,7 a 17,9% do consumo residencial**.

# IDENTIFICANDO OS RISCOS CLIMÁTICOS

**RISCO = AMEAÇA X EXPOSIÇÃO X VULNERABILIDADE**



Como as pessoas e atividades econômicas serão afetadas?

Consequências adversas para os sistemas humanos.



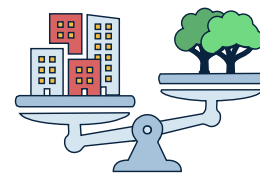
Como será o clima?

Evento ou tendência física.



Onde?

Presença de pessoas, infraestruturas e serviços.



O que potencializa?

Propensão a ser afetado negativamente. Sensibilidade e falta de capacidade adaptativa.

Metodologia de avaliação de risco climático do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC.

## COMO AS AMEAÇAS CLIMÁTICAS PODEM IMPACTAR A DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA?

### Aumento da temperatura

- Altas temperaturas e maior duração de ondas de calor impulsionam a demanda por climatização.

### Aumento da frequência e duração das secas

- Aumenta a necessidade de bombeamento e irrigação mecanizada.



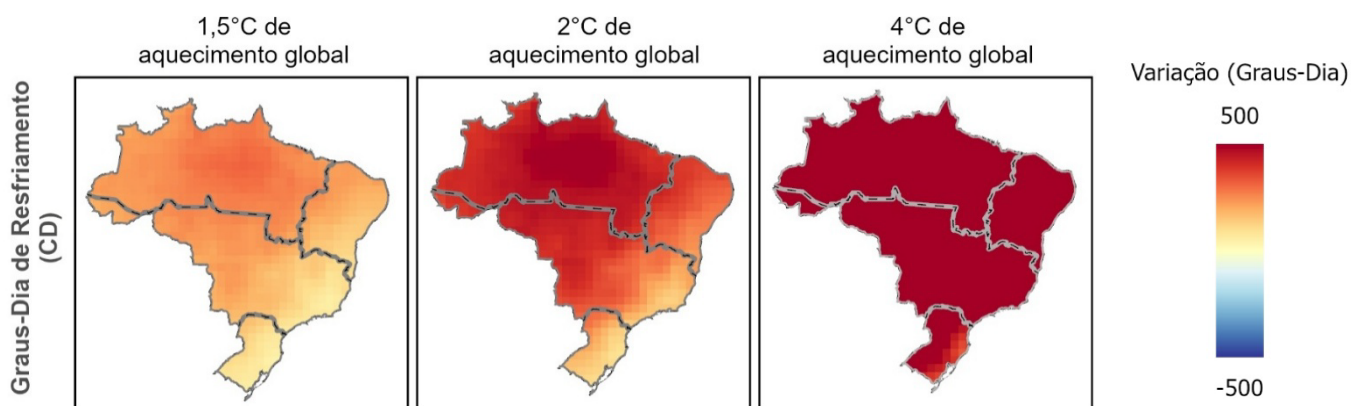
A **autoprodução de energia solar por MMGD** tem efeitos consideráveis no atendimento à demanda do SIN.

A energia produzida é consumida diretamente na unidade geradora, e por isso **reduz a demanda do SIN** nas horas de irradiação solar. Porém, o aumento da temperatura, nebulosidade e eventos extremos também podem afetar a MMGD.

Para mais informações, consulte o [Fact sheet de Geração Solar e Mudanças Climáticas](#).

## QUAIS SÃO AS TENDÊNCIAS PARA O CLIMA NO BRASIL?

Os resultados da **Estratégia Nacional de Adaptação do Plano Clima** apontam para um **aumento de temperatura média** e **ondas de calor** em todas as regiões do Brasil (alta confiança). **Nas projeções do IPCC** para o indicador climático **CD (Graus-Dia de Resfriamento)**, que estima a variação da demanda de energia para climatização de ambientes, observa-se aumento em todos os cenários analisados. Isso é corroborado pelo estudo da EPE em parceria com a GIZ "**Impactos das Mudanças Climáticas no Planejamento da Geração de Energia Elétrica.**"



Variações projetadas em relação a 1995-2014, de acordo com o cenário de emissão SSP5-8.5, e modelo climático CMIP6. Atlas Interativo (IPCC, 2021)

# CARACTERÍSTICAS E TENDÊNCIAS DOS SUBSISTEMAS



**EM TODOS OS SUBSISTEMAS EXISTE A TENDÊNCIA DE AUMENTO DA TEMPERATURA E ONDAS DE CALOR**



Subsistema Norte



O subsistema **Norte** é caracterizado por **baixa amplitude térmica** e **grande volume de precipitação**, principalmente entre dezembro e maio, período no qual também se observa menor consumo de eletricidade. Entretanto, no subsistema há a tendência climática de **aumento da duração das secas, o que pode aumentar a demanda de energia** para climatização de ambientes devido ao desconforto térmico.

É um subsistema com **baixa variação intra-anual de carga**. Em relação ao clima, é caracterizado por **temperaturas elevadas**, mais acentuadas entre agosto e março. No Nordeste, observa-se que a **precipitação** melhora o conforto térmico e tem o efeito de **diminuir a demanda por climatização de ambientes**.

Entretanto, a forte tendência de **aumento da frequência e duração das secas** pode aumentar a demanda de energia para climatização.

Subsistema Nordeste



Subsistema SE/CO



Na maior parte da região Sudeste se verifica **forte correlação** entre a variável de **temperatura e aumento do consumo de eletricidade**. Acre e Rondônia também compõem o subsistema, mas se aproximam mais das características climáticas do subsistema Norte.

A **forte tendência de aumento de frequência e duração das secas e o aumento da temperatura** na região onde a maior parte da população brasileira está concentrada traz o potencial de **aumentar a demanda de energia** para climatização de ambientes.

O subsistema **Sul** tem a **maior amplitude térmica** do país: as **temperaturas altas** impactam na demanda por refrigeração e as **temperaturas baixas** aumentam a demanda por aquecimento. Por ser a região com o segundo maior consumo residencial per capita, o **aumento da temperatura e ondas de calor** tendem a impulsionar o **aumento da demanda** para climatização de ambientes.

Além disso, por ser a única região com tendência (alta confiança) de aumento na chuva anual, está sujeita a eventos extremos que podem impactar pontualmente o consumo de energia, a exemplo da queda de 1,4% no consumo de eletricidade no Rio Grande do Sul no 2º trimestre de 2024, uma consequência direta das chuvas extremas e inundações.

Subsistema Sul



## PRINCIPAIS RISCOS CLIMÁTICOS ASSOCIADOS À DEMANDA:

- ◆ Aumento acima do previsto nas demandas média e máxima.

# CONSTRUINDO CAMINHOS

## QUAIS OS DESAFIOS PARA A INCORPORAÇÃO DOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ATENDIMENTO DA DEMANDA?

### Incertezas na Projeção da Demanda

As mudanças climáticas tornam cada vez mais complexas as projeções de demanda de energia elétrica futura, pois afetam diretamente o comportamento dos consumidores, especialmente em relação ao uso de equipamentos de climatização. Soma-se a isso a dificuldade de entender como fatores socioeconômicos e culturais influenciarão os hábitos de consumo (como por exemplo, o crescimento da frota de veículos elétricos) principalmente considerando a grande diversidade regional do Brasil. Por fim, a expectativa de crescimento da autogeração também traz incertezas quanto à quantidade de energia que será efetivamente demandada do Sistema Interligado Nacional (SIN).

### Atendimento da Demanda Máxima

Garantir que o sistema possua capacidade de atender às oscilações bruscas de demanda por eletricidade é um dos diversos requisitos a serem considerados no planejamento da expansão do SIN, porém isso se torna mais difícil na medida que variações nas condições climáticas, como ondas de calor, tendem a gerar picos de consumo cada vez mais intensos e menos previsíveis.

### A Natureza Difusa da Demanda

Diferentemente da geração de energia, a demanda não pode ser controlada diretamente, dependendo de ações indiretas e também da adesão dos consumidores. Sua gestão envolve múltiplas instituições e níveis de governo, o que exige articulação intersetorial, especialmente em políticas de planejamento urbano, eficiência energética e incentivos tarifários. No entanto, a indefinição e a sobreposição de competências entre os atores institucionais dificulta a definição de responsabilidades e a alocação de custos, comprometendo a eficácia das estratégias de adaptação e inovação diante dos riscos climáticos.

## COMO O TEMA TEM SIDO ABORDADO PELA EPE?

Clique nas imagens para saber mais.



O Plano Decenal de Energia – PDE avalia as perspectivas de expansão do setor de energia para os próximos 10 anos. No PDE 2034, um dos enfoques foi o aumento da resiliência do sistema elétrico frente a eventos climáticos extremos.



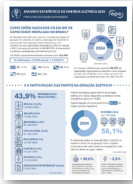
O Plano Nacional de Energia – PNE orienta a estratégia de longo prazo do setor energético no Brasil. O PNE 2050 recomenda aperfeiçoar modelos de previsão da demanda de energia elétrica, considerando o comportamento do consumidor. No PNE 2055, em elaboração, destaca-se a discussão de incertezas relacionadas à resiliência do sistema elétrico nos cenários futuros.



O Atlas da Eficiência Energética (2024), publicado periodicamente pela EPE, monitora o progresso da eficiência energética no Brasil, através de uma análise de indicadores que avaliam o consumo, o investimento em eficiência energética e a eletrointensividade dos diferentes setores econômicos.



A EPE realiza, em conjunto com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), as **Revisões Quadrimestrais da Carga**, onde **analisam** e **atualizam** as **previsões de consumo e carga de energia elétrica do país**, considerando fatores conjunturais, econômicos, setoriais e climáticos, entre outros.



A EPE **monitora os dados de consumo** de energia elétrica e os **divulga mensalmente** através do Painel de **Consumo de Energia Elétrica**, e **anualmente** através do **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**, apresentando o consumo por setor econômico, por região, por estado, entre outros.



Para compreender os efeitos do **aumento** na posse e uso de aparelhos de **ar-condicionado no Brasil**, a EPE publicou a **Nota Técnica EPE 030/2018 – Uso de Ar-Condicionado no Setor Residencial Brasileiro** e o **Factsheet Demanda de energia em ar-condicionado** (em parceria com a UFABC), que apresenta metodologia para **projetar o consumo residencial de energia dos condicionadores de ar** considerando as **especificidades climáticas dos estados brasileiros**.



Na Nota Técnica NT/DEA/SEE-011/2021: **Modelo de Demanda de Energia do Setor Residencial (MSR): Aspectos Metodológicos** destaca-se como a EPE considera a posse e hábitos de uso dos aparelhos, como o **ar-condicionado**, e as **classes de renda** para projetar a demanda residencial. Também é avaliada a **vida útil** e o ganho de **eficiência energética** dos aparelhos.



O Factsheet **Consumo Residencial de Energia Elétrica por Classes de Renda**, publicado em 2023 pela EPE, visa identificar as **necessidades energéticas dos diferentes extratos de consumo**, para subsidiar **a elaboração de um planejamento energético mais adequado às reais necessidades da sociedade**, contemplando ações e indicações de políticas públicas mais bem direcionadas.



O **Plano Clima** é o instrumento da Política Nacional de Mudança do Clima que traz a estratégia da política climática brasileira. A EPE participou da elaboração do **Plano Clima Adaptação do Setor de Energia**, que incorpora diversas iniciativas relacionadas à adaptação do setor energético.



O Informe Técnico **EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NO RIO GRANDE DO SUL: depressão e retomada do consumo e a resiliência da distribuição de energia elétrica**, publicado em maio de 2025 EPE, abordou as consequências das chuvas extremas no estado entre abril e maio de 2024, que impactaram a infraestrutura de distribuição de energia elétrica e consequentemente o consumo.



Foi publicado em Novembro de 2025, em parceria com a GIZ e com apoio do MME, INPE e ANA, o estudo "Impactos das Mudanças Climáticas no Planejamento da Geração de Energia Elétrica", que visa avaliar a resiliência da matriz elétrica considerando o efeito das mudanças climáticas na disponibilidade de recursos energéticos renováveis, assim como na demanda de energia elétrica.

As mudanças climáticas afetam tanto a oferta quanto a demanda de energia, o que exige aprimoramento contínuo das metodologias e critérios para o planejamento e operação da rede. Para aprimorar as projeções de demanda, a EPE está desenvolvendo um modelo para avaliar o efeito da temperatura na carga de energia elétrica realizada. Compreender melhor essa relação é essencial para melhor avaliar os cenários de potenciais impactos climáticos sobre a demanda de eletricidade, subsidiando o planejamento de ações para aumentar a resiliência do sistema.

# O QUE PODE SER FEITO?



## Promover tecnologia e inovação

- ◆ Investir em tecnologias mais eficientes para o uso de energia.
- ◆ Ampliar tecnologias de armazenamento de energia e sistemas híbridos.



## Avançar na regulamentação

- ◆ Desenvolver políticas tarifárias e regulatórias que reflitam as condições de atendimento a demanda e sinalizem o preço de modo eficiente.
- ◆ Aprimorar mecanismos de resposta da demanda.
- ◆ Incentivar ações de eficiência energética com foco no planejamento urbano e na arquitetura bioclimática.



## Fortalecer infraestruturas e capacidade de resposta

- ◆ Investir em redes inteligentes (*smart grids*), sistemas de medição avançada e em tempo real do consumo e da MMGD.
- ◆ Ampliar rede de estações meteorológicas.
- ◆ Incorporar a eficiência energética em edificações existentes e novas.



## Aprimorar metodologias

- ◆ Aprimorar e tornar mais frequentes as pesquisas de posse e hábitos.
- ◆ Continuar o aprimoramento dos modelos de previsão de demanda e previsão de eventos climáticos extremos.
- ◆ Incluir cenários climáticos na projeção de demanda.



## Ampliar comunicação

- ◆ Aprimorar a cooperação entre diferentes instituições e esferas de governo.
- ◆ Fomentar a conscientização e uso racional de energia.
- ◆ Ampliar a divulgação de mecanismos de sinal de preço.



### Coordenação Geral

Thiago Guilherme Ferreira Prado  
Thiago Ivanoski Teixeira

### Coordenação Executiva

Elisangela Medeiros de Almeida

### Equipe Técnica

Ana Dantas Mendez de Mattos  
Alfredo Lima Silva  
Clarice Augusta Carvalho Cardoso  
Clarice Buarque de Macedo Lira  
Gustavo Fernando Schmidt  
João Maurício Lapa (estagiário)  
Luciana Athanasio de Azevedo

Maria Clara Tenório (estagiária)  
Paula Cunha Coutinho (coord.)

### Participação

Adriana Aoki (CCEE)  
Alex Yujhi Gomes Yukizaki  
Augusto Duarte Wojciuk (CCEE)  
Beatriz da Silva Bernardino (ONS)  
Caio Bocchini (CCEE)  
Christiane Osório Machado (ONS)  
Cristiane Moutinho Coelho  
Danilo Lopes do Carmo (ONS)  
Douglas Aranil Magalhães Barbosa (ONS)  
Gabriel Augusto Gonçalves (ONS)  
Gheisa Roberta Telles Esteves (ONS)

Guilherme Ramalho Matiussi (CCEE)  
Lucas Simões de Oliveira

Marcelo Henrique Cayres Loureiro  
Maria Fernanda Bacile Pinheiro  
Mariana R. de Carvalhaes Pinheiro  
Mayara Miranda (CCEE)  
Pedro Paulo Fernandes da Silva  
Rodrigo Abreu Carvalho  
Rodrigo Azambuja (CCEE)  
Rogério G. Saturnino Braga (ONS)  
Roney Nakano  
Simone Saviolo Rocha  
Vinicius Mesquita Rosenthal  
William Cossich Marcial de Farias (ONS)

### Assessoria de Comunicação Social

Maura Cruz Xerfan (coordenação)  
Aretha de Souza Vidal Campos (atendimento)  
Adriano Veloso (projeto gráfico)

A EPE se exime de quaisquer responsabilidades sobre decisões ou deliberações tomadas com base no uso das informações contidas neste informe, assim como pelo uso indevido dessas informações.

