

## MATRIZ ELÉTRICA E INSEGURANÇA ENERGÉTICA

LUCIANO SERGIO HOCEVAR<sup>1</sup>, CARINE TONDO ALVES<sup>2</sup> e JADIEL DOS SANTOS PEREIRA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prof. Dr no curso de Engenharia de Energias, UFRB, Feira de Santana-BA, [lucianohocevar@ufrb.edu.br](mailto:lucianohocevar@ufrb.edu.br)

<sup>2</sup>Profª Drª no curso de Engenharia de Energias, UFRB, Feira de Santana-BA, [carine.alves@ufrb.edu.br](mailto:carine.alves@ufrb.edu.br)

<sup>3</sup>Prof. Dr no curso de Engenharia de Energias, UFRB, Feira de Santana-BA, [jadielpereira@ufrb.edu.br](mailto:jadielpereira@ufrb.edu.br)

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

4 a 6 de outubro de 2022

### RESUMO

O Brasil atravessa um momento de insegurança energética semelhante ao ocorrido no início dos anos 2000 e novamente a diminuição das chuvas é apontada como principal causa para o possível “apagão”. Poderíamos avaliar essa afirmação? Além disso, é provável um “apagão” no atual contexto econômico do país? As decisões que foram tomadas podem ser consideradas as mais adequadas, se considerarmos os aspectos técnicos e econômicos?

**Palavras-chave:** Planejamento Energético, Matriz Energética, Matriz Elétrica, Biocombustíveis.

### ABSTRACT

Brazil is going through a moment of energy insecurity similar to what happened in the early 2000s and again the decrease in rainfall is pointed out as the main cause for the possible “blackout”. Could we back up this claim? Furthermore, is a “blackout” likely in the current economic context of the country? Can the decisions that have been taken be considered the most appropriate, considering the technical and economic aspects?

**Keywords:** Energetic Plan, Energetic Matrix, Electrical Matrix, Biofuels.

### INTRODUÇÃO

O Brasil novamente se defronta com um momento de insegurança energética semelhante ao ocorrido no início dos anos 2000 e, mais uma vez, é apontada como principal causa para o possível “apagão” a diminuição das chuvas, sem levar em consideração as consequências do planejamento e das decisões que foram tomadas.

Para analisar essa possibilidade tomaremos como ponto de partida nossa matriz de energia elétrica, composta majoritariamente por fontes renováveis (EPE, 2022), mas muito dependente da hidrelétrica. Esse protagonismo da hidroeletricidade torna a Oferta Interna de Energia Elétrica - OIEE, particularmente vulnerável a períodos de baixas precipitações pluviométricas, quando o volume dos reservatórios diminui. Mas em prolongados períodos de escassez de chuvas a insegurança energética se apresenta na forma de “apagão”, como foi em 2001 e também pode ser agora.

### OBJETIVO E METODOLOGIA DO TRABALHO

O objetivo principal do presente trabalho é contribuir para o debate sobre planejamento energético ao analisar as causas sobre um possível “apagão” em 2022 por meio de aspectos técnicos, econômicos e de planejamento energético.

A metodologia é composta por coleta, tratamento e análise dos dados. A coleta de dados foi realizada por meio de revisão bibliográfica em livros, periódicos e bancos de dados estatísticos que abordam o tema em questão, como Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Sistema Integrado Nacional (SIN), Agência Nacional de Águas (ANA) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O processamento dos dados considerou aspectos econômicos, sociais, ambientais e

tecnológicos a partir de reflexão diante do panorama energético brasileiro com o objetivo de examinar questões particulares das condições de geração de eletricidade e suas consequências.

### **ANÁLISE DE DADOS DE DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA LEGAL**

Os dados históricos de 1981 a 2020 mostram que, anualmente, entre abril e outubro, as precipitações pluviométricas são baixas, indicando que o nível dos reservatórios poderá diminuir e recomendando o uso preventivo de usinas termelétricas, antes que a situação atinja um grau crítico.

Mas desde o “apagão” de 2001 algumas decisões podem ser questionadas, como permitir o aumento da área desmatada e queimada ou o avanço dos projetos de irrigação. São decisões que afetam as nascentes dos rios e o regime de chuvas. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE por meio do projeto PRODES, monitora por satélites o desmatamento na Amazônia Legal e mostra, desde 1988, as taxas anuais de desmatamento na região. De acordo com o INPE a Amazônia Legal já perdeu, por desmatamentos, 17% de todo o bioma. Deste total, 300 mil km<sup>2</sup> foram desmatados desde 2001, ou seja, neste período de vinte anos. (INPE, 2022). Como consequência, alguns dos grandes rios estão agonizando, colocando em risco o abastecimento de água para a população e afetando negativamente a geração de eletricidade baseada nas usinas hidrelétricas.

### **ANÁLISE DE DADOS DO MONITOR DAS SECAS 2021**

A ANA – Agência Nacional de Águas publica um acompanhamento regular e periódico da situação da seca, cujos resultados consolidados são divulgados por meio do Mapa do Monitor de Secas. Mensalmente informações sobre a situação de secas são disponibilizadas até o mês anterior, com indicadores que refletem o curto prazo (últimos 3, 4 e 6 meses) e o longo prazo (últimos 12, 18 e 24 meses), indicando a evolução da seca na região (ANA, 2022).

O Monitor de Secas consolida o conhecimento técnico e científico já existente em diferentes instituições estaduais e federais num documento comum contendo informações sobre as condições de seca e impactos sobre os diferentes setores envolvidos. O Monitor facilita a tradução das informações em ferramentas e produtos utilizáveis por instituições tomadoras de decisão e indivíduos, de modo a fortalecer os mecanismos de Monitoramento, Previsão e Alerta Precoce, sendo valiosa ferramenta de auxílio à gestão dos recursos hídricos e planejamento energético.

Para o ano de 2021 o Monitor mostrou chuvas abaixo da média e piora na condição de seca na Região Nordeste em janeiro, fevereiro e março, com intensificação, agravamento da seca e expansão da área com seca grave em maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro. Para a Região Sudeste o cenário foi de agravamento da seca em janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto e setembro, enquanto na Região Sul as chuvas abaixo da média levaram a um agravamento da seca nos três estados, com aumento das áreas com seca grave e de grave para extrema nos meses de abril, maio, julho, agosto, novembro e dezembro. Por fim, a Região Centro-Oeste teve avanço da seca grave e da seca fraca nos meses de janeiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro, além de persistência do cenário de seca intensa, em decorrência dos déficits de chuva acumulados em longo prazo – superior a 12 meses. Como pode ser visto, o cenário mostrado pelo Monitor de Secas em 2021 já prenunciava dificuldades para o suprimento energético oriundo de hidrelétricas. Não foi uma ocorrência inesperada.

### **DADOS DE CRESCIMENTO DA OIEE, POPULAÇÃO E PIB**

A capacidade instalada de geração de energia que era de 33 GW em 1980 passou para 74 GW em 2000 e 175 GW em 2020, de acordo com o BEN - Séries Históricas (EPE, 2020). Enquanto isso, a população residente, que era 122 milhões em 1980, passou para 175 milhões no ano 2000 e alcançou 213 milhões em 2020, de acordo com o IBGE (2022).

Analisando os dados da Oferta Interna de Energia Elétrica – OIEE no Brasil, do crescimento populacional e do PIB, e possível estabelecer uma relação OIEE / PIB / habitante e compará-la com a evolução da capacidade instalada de geração de energia. Desde 1980 até 2020 a Oferta Interna de Energia Elétrica - OIEE cresceu quase cinco vezes, enquanto o Produto Interno Bruto – PIB e a População Residente cresceram 2 vezes. A relação OIEE/Pop cresceu quase três vezes no mesmo período e a OIEE/PIB, aproximadamente duas vezes. Ou seja, a OIEE cresceu sempre mais do que os indicadores relacionados com a Demanda, como População e PIB.

### **Tabela 1 - Oferta Interna de Energia/ PIB/ População**

	Capacidade Instalada de Geração	Oferta Int. Energia Elétrica- OIEE	Produto Interno Bruto - PIB	População Residente - POP	OIEE/POP	OIEE/PIB
UNIDADE	GW	GWh	10 <sup>9</sup> US\$ppc (2010)	10 <sup>6</sup> hab	KWh/hab	GWh/10 <sup>3</sup> US \$
1980	33.472	139.170	1.298	122	1.142	107
1990	53.050	249.358	1.517	150	1.665	164
2000	73.671	393.259	1.953	175	2.251	201
2010	113.327	550.447	2.804	196	2.812	196
2020	174.737	645.915	2.858	213	3.039	226

FONTE: Elaborada pelos autores a partir de dados da EPE (BEN - Séries Históricas)

## ANÁLISE DE DADOS E PLANEJAMENTO

De acordo com o CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico registrado em ATA da 242ª Reunião realizada em 07/12/2020, em que foram avaliadas as condições do atendimento eletroenergético do Sistema Interligado Nacional – SIN, o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, em novembro de 2020 *“não foram verificados volumes significativos de chuvas nas principais bacias de interesse do SIN, sob a ótica da geração de energia elétrica, resultando na observação de afluências críticas nas bacias integrantes dos subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Sul, bem como no SIN como um todo. Dessa maneira, em termos de Energia Natural Afluente – ENA, novembro de 2020 configurou-se como o 2º pior no Sudeste/Centro-Oeste, no histórico de 90 anos, já tendo sido verificada no mês anterior a pior afluência do histórico para o mês de outubro”*. E prossegue relatando que em termos de Energia Armazenada – EAR em novembro de 2020 *“foram verificados armazenamentos de 17,7%, 18,3%, 52,2% e 28,9% nos subsistemas Sudeste/Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte, respectivamente, evidenciando a impossibilidade do início da recuperação do armazenamento dos principais reservatórios do SE/CO e Sul, contrariamente ao comportamento esperado para o início do período tipicamente úmido”*.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A crise de energia elétrica de 2021 no Brasil é fundamentada em quatro aspectos: índices pluviométricos registrados; falta de planejamento e gestão estratégico para o setor elétrico brasileiro; diversidade da matriz energética com crescimento em fontes não renováveis e a dependência excessiva da fonte hídrica para geração de eletricidade no país.

As baixas médias pluviométricas no Brasil registradas na base de dados do INPE e apresentadas na Figura 2 (INPE, 2021), indicam que o regime de chuvas não é suficiente para que os reservatórios operem com segurança, com médias anuais de 2019, 2020 e 2021 mais baixas que as médias observadas entre 1981 e 2010, apontando uma crise hídrica mais grave em 91 anos, segundo o Ministério de Minas e Energia.

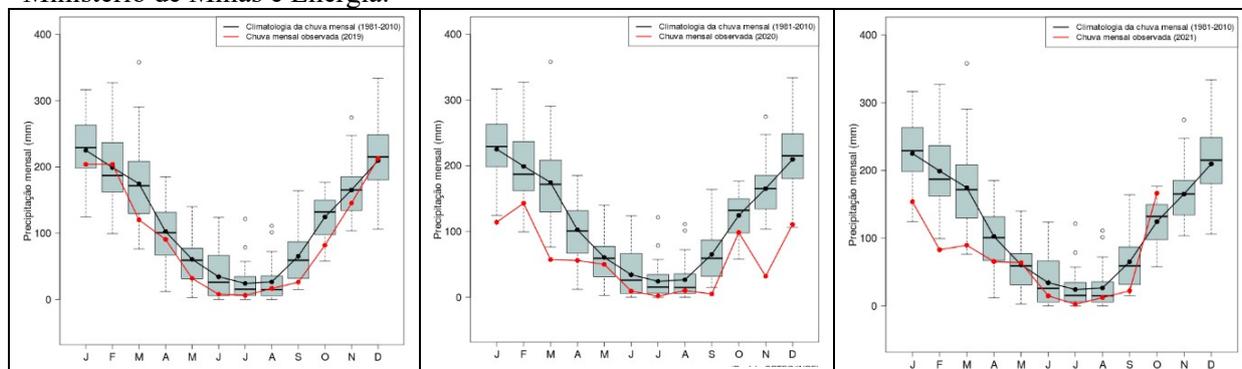
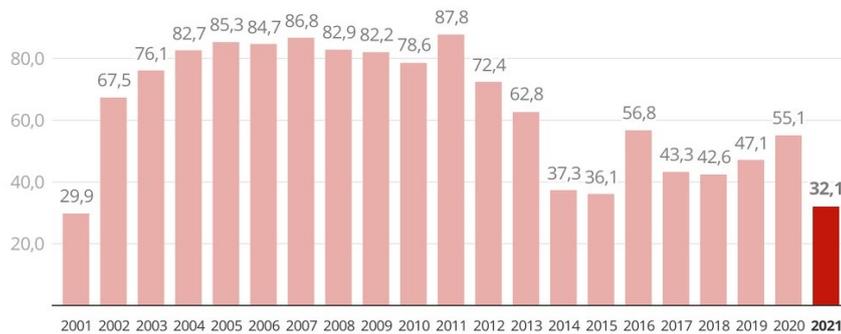


Figura 1: Índices pluviométricos (2019 - 2021)

Os grandes rios brasileiros, abastecidos exclusivamente pelas águas das chuvas ou pelas nascentes, são responsáveis pelos índices hídricos essenciais para a garantia da geração de energia

elétrica (EPE, 2021). Além da escassez de chuvas nos últimos anos, também podem ter impactado na diminuição do nível dos reservatórios mostrado na Figura 3 (ONS, 2021), o aumento do uso da água desses rios para irrigação e desmatamento de matas ciliares para expansão da pecuária extensiva.

Em % do total



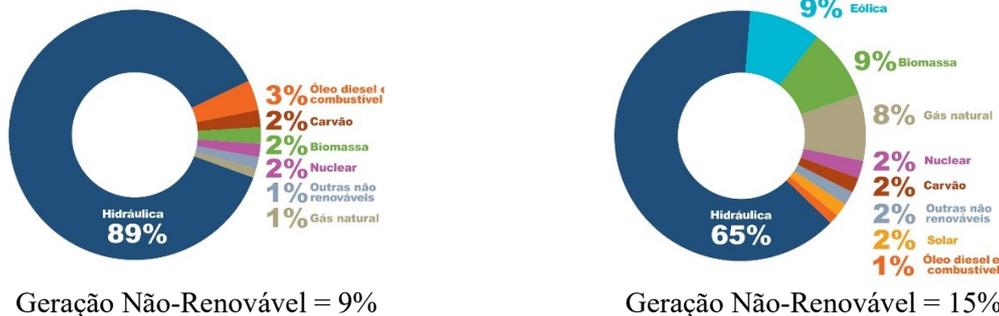
**Figura 2:** Níveis de reservatórios do Sul e Sudeste do Brasil (2001-2021)

A Figura 3 (ONS, 2021) mostra os níveis dos principais reservatórios do país para produção de energia elétrica, de acordo com o ONS. Nota-se que o nível dos reservatórios em 2021 (32,1%) é o mais próximo do menor nível observado no ano de 2001 (29,9%). Percebe-se também baixos índices dos reservatórios desde 2014, que já servem de alerta para o abastecimento do sistema hidroelétrico.

A figura 4 (EPE, 2021) compara matrizes elétricas de 2000 e 2020. Além da dependência da fonte hídrica, também pode-se notar a diversificação da matriz, com aumento da contribuição da energia eólica, biomassa e solar. Porém, preocupa o aumento da geração de energia de fontes não renováveis, consequências no valor da tarifa e reflexos na crise econômica do país.

Matriz da Oferta de Eletricidade - 2000

Matriz da Oferta de Eletricidade - 2020

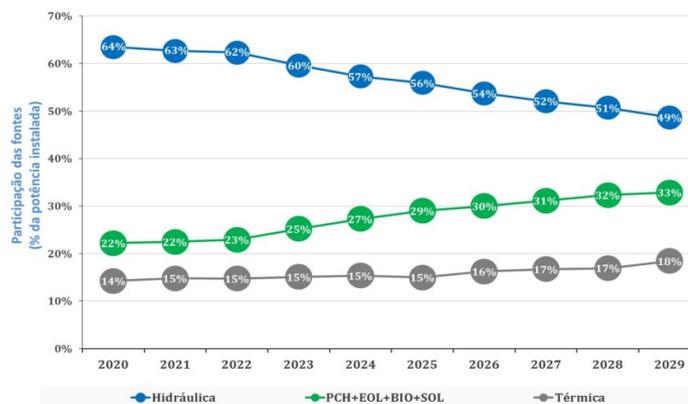


Geração Não-Renovável = 9%

Geração Não-Renovável = 15%

**Figura 3:** Matriz Elétrica do Brasil (2000 e 2020)

O Brasil registrou em 2020 o menor nível de implantação de hidrelétricas nas duas décadas recentes, com as termelétricas na direção oposta e apresentando o maior crescimento em sete anos, como mostra a figura 5 (EPE, 2020).



**Figura 4:** Participação na Capacidade Instalada da Geração Elétrica (EPE, 2020)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A matriz brasileira de energia elétrica é muito dependente da geração hidrelétrica e, conseqüentemente, do regime de chuvas, sendo necessário diminuir essa dependência para garantir a segurança energética do país e uma das possibilidades é aumentar a participação das energias renováveis na nossa matriz.

Com o objetivo de analisar as causas e as conseqüências da crise atual de energia elétrica no Brasil, este estudo considera como causas da possível crise energética em 2021/2022, os baixos índices pluviométricos, a falha no planejamento e gestão e a dependência excessiva da fonte hídrica para geração de eletricidade.

Este estudo considera que não há possibilidade de apagão, já que o aumento da Oferta Interna de Energia Elétrica - OIEE tem sido sempre maior do que o da População Residente e do Produto Interno Bruto - PIB. As relações OIEE/População Residente e OIEE/PIB são favoráveis ao crescimento da OIEE, logo não há demanda de energia elétrica superior à oferta. Contudo, a OIEE precisa ser administrada, já que é composta por diversas fontes, com predominância da hidrelétrica.

Por outro lado, o crescimento das energias renováveis pode resolver apenas uma pequena parte do problema da geração de eletricidade no Brasil, pois é uma operação complexa fornecer energia elétrica para um país extenso, populoso, com distribuição desigual de consumo, com diversas fontes de geração, diferentes características de consumo, despacho, armazenamento, intermitência e sazonalidade.

O Planejamento Energético continuará sendo importante e as decisões tomadas a partir dele são fundamentais para o suprimento energético do país, o que nos leva a considerar que os aspectos técnicos, econômicos e gerenciais devem ser analisados sempre em conjunto, nunca isoladamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - Agência Nacional de Águas. Monitor de Secas. Disponível em: <https://monitordesecas.ana.gov.br/o-monitor-de-secas> Acesso: 13 mai. 2022.

ANA - Agência Nacional de Águas. Sistema Interligado Nacional. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar0/MedicaoSin> Acesso: 01 mai. 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2022: Ano base 2022 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE, 2022. Brazilian Energy Balance 2022 Year 2022 / Empresa de Pesquisa Energética – Rio de Janeiro: EPE, 2022. 292 p. : 182 ill. : 23 cm 292 p. : 182 il. ; 23 cm. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2022\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf). Acesso: 29 jun. 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional - Séries Históricas. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/BEN-Series-Historicas-Compleatas>>. Acesso em 01 mai. 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Glossário. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/glossario>>. Acesso em 09 mai. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censos Demográficos de 1980, 1991, 2000 e 2010 e Contagem da População 1996. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em 01 mai. 2022.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Perguntas frequentes - .Como se monitora o desmatamento da Amazônia? Disponível em: <<http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=6>>. Acesso em 15 mai. 2022.