

Economia de energia elétrica com aplicações sustentáveis frente a uma recessão de geração de eletricidade em meio a uma crise hidroenergética no Brasil

Saving electricity with sustainable applications in the face of a recession in electricity generation in the midst of a hydropower crisis in Brazil

Ahorro de electricidad con aplicaciones sustentables ante una recesión en la generación eléctrica en medio de una crisis hidroeléctrica en Brasil

Recebido: 22/12/2022 | Revisado: 30/12/2022 | Aceitado: 31/12/2022 | Publicado: 03/01/2023

Daveny Jales da Silva Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-1503>
Faculdade Integrada Carajás, Brasil
E-mail: davenyjunior@gmail.com

William Gabriel Barbosa dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3502-9896>
Faculdade Integrada Carajás, Brasil
E-mail: williamgbs89@gmail.com

Rogério Santiago Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1954-6842>
Faculdade Integrada Carajás, Brasil
E-mail: rogeriosantiago08@gmail.com

Edgard Augusto Nascimento Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7325-1199>
Faculdade Integrada Carajás, Brasil
E-mail: edgard.augusto.n.ribeiro@gmail.com

Wilker José Caminha dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5265-583X>
Faculdade Integrada Carajás, Brasil
E-mail: wilkercaminha@uepa.br

Resumo

A preocupação com o uso da eletricidade está presente nos dias atuais, já que os recursos naturais são limitados e as necessidades humanas tendendo a ser ilimitadas, sejam pelo aumento de população ou pela busca de melhores padrões de conforto, logo pode-se chegar num ponto crítico em breve, devido à baixa nos reservatórios das hidroelétricas que são os maiores produtores da nossa energia. Os ecossistemas estão sendo degradados na busca de novas fontes de energia para poder suprir as necessidades da sociedade. Para que isso não ocorra busca-se diminuir o uso de recursos naturais, atenuando o desperdício e aumentando a eficiência dos processos energéticos. Esta economia de energia pode ser aplicada em vários elementos e formas, desde a geração de energia até a fonte consumidora. Este trabalho aborda o tema Economia de energia elétrica com aplicações sustentáveis frente a uma recessão de geração de eletricidade em meio a uma crise hidroenergética no Brasil. O objetivo proposto é mostrar a necessidade de criar incentivos para que os consumidores economizem energia elétrica, de forma a se conseguir um uso seguro e sustentável.

Palavras-chave: Economia de energia; Crise hidroenergética; Recursos naturais.

Abstract

The concern with the use of electricity is present nowadays, since natural resources are limited and human needs tend to be unlimited, whether due to population growth or the search for better standards of comfort, soon we can reach a point critical soon, due to the low in the hydroelectric reservoirs that are the biggest producers of our energy. Ecosystems are being degraded in the search for new energy sources to meet society's needs. So that this does not happen, it is sought to reduce the use of natural resources, mitigating waste and increasing the efficiency of energy processes. This energy saving can be applied in various elements and ways, from energy generation to the consumer source. This work addresses the topic of Electric energy savings with sustainable applications in the face of a recession in electricity generation in the midst of a hydropower crisis in Brazil. The proposed objective is to show the need to create incentives for consumers to save electricity, in order to achieve a safe and sustainable use.

Keywords: Energy savings; Hydropower crisis; Natural resources.

Resumen

La preocupación por el uso de la electricidad está presente en la actualidad, ya que los recursos naturales son limitados y las necesidades humanas tienden a ser ilimitadas, ya sea por el aumento de la población o por la búsqueda de mejores estándares de confort, crítica pronto, por la disminución de los embalses de las centrales hidroeléctricas que son las principales productoras de nuestra energía. Los ecosistemas están siendo degradados en la búsqueda de nuevas fuentes de energía para satisfacer las necesidades de la sociedad. Para evitar que esto suceda, buscamos reducir el uso de los recursos naturales, reduciendo los residuos y aumentando la eficiencia de los procesos energéticos. Este ahorro de energía se puede aplicar en varios elementos y formas, desde la generación de energía hasta la fuente de consumo. Este trabajo aborda el tema del ahorro de energía eléctrica con aplicaciones sustentables ante una recesión en la generación eléctrica en medio de una crisis hidroenergética en Brasil. El objetivo propuesto es mostrar la necesidad de crear incentivos para que los consumidores ahorren electricidad, con el fin de lograr un uso seguro y sostenible.

Palabras clave: Ahorro de energía; Crisis hidroenergética; Recursos naturales.

1. Introdução

A geração de energia elétrica do Sistema Elétrico Brasileiro provém em sua maior parcela por meio da utilização de recursos hídricos como matriz energética, ou seja, geração através de usinas hidrelétricas (UHE). De acordo com os dados fornecidos pelo Balanço Nacional Energético (BEN) 2021, a produção de energia elétrica por meio de UHE correspondeu à 65,2%, termelétricas e termonucleares 24,3% e demais (eólica e solar) 10,5% da geração total (EPE, 2021).

No Brasil, as crises hidroenergéticas tiveram destaques nos anos de 2001 e 2021, no qual a matriz energética hídrica em 2001 era de 90% e termelétricas 10%, fazendo com que a crise fosse ainda mais agravante (Soares & Costa, 2021). Na primeira crise hidroenergética, foram adotadas medidas não muito agradáveis à população para conter a falta de energia, como limitar a disponibilidade de energia para os consumidores, uma vez que as UHE não tinham recebido investimentos no intuito de aumentar a capacidade de geração (Sauer et al., 2001).

No ano de 2021 as medidas para se conter a crise foram mais flexíveis devido ao aumento da diversidade das matrizes energéticas do Sistema Elétrico Brasileiro, fazendo com que o país não dependesse de 90% apenas dos recursos hídricos para geração de eletricidade como em 2001. Além disso, em 2021 foi constatado que o consumo de energia elétrica bateu o recorde em relação aos consumos registrados nos 17 anos anteriores (EPE, 2022).

Uma das medidas adotadas no ano de 2021 foi criar incentivos para que os consumidores economizassem energia elétrica e para a população rever quanto ao desperdício de eletricidade. Sendo assim, o Governo Federal lançou um programa que concedia descontos para quem conseguisse reduzir, voluntariamente, os gastos com energia (Equatorial, 2021).

A economia de energia elétrica não é importante apenas para a redução no preço da fatura de energia, é ideal também para se evitar a falta de energia elétrica durante um período crítico de geração de eletricidade.

Este artigo tem o objetivo de analisar as crises hidroenergéticas nos anos 2001 e 2021, analisar o consumo de energia elétrica no Brasil e apresentar algumas formas econômicas de se consumir energia elétrica e algumas formas de reduzir o desperdício por meio de eficiência energética e consumo sustentável.

2. Metodologia

Para elaboração desse trabalho será aplicada a pesquisa bibliográfica para buscar respostas acerca da causa das crises hidroenergéticas que ocorreram no Brasil nos anos 2001 e 2021. Para compreender essas crises, o presente artigo utilizará informações fornecidas por alguns artigos, documentos elaborados por órgãos, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e empresas públicas, como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Operador Nacional do Sistema Elétrico, que cuidam diretamente de assuntos relacionados aos reservatórios hídricos e ao setor energético do país.

De acordo com Manzato e Santos (2012), a pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos e busca conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema.

Além disso, para a obtenção de dados estatísticos em relação a geração de eletricidade, nível dos reservatórios hídricos, quantidade de consumidores e valor de consumo foi empregada a pesquisa quantitativa. Segundo Mussi *et al* (2019), a pesquisa quantitativa supõe um universo de objetos de investigação que são comparáveis entre si, ao tempo que utiliza de indicadores numéricos sobre determinado fenômeno investigável.

Esse artigo apresentará dados acerca de geração de energia, quantidade de consumo por setor e quantidade de consumidores. Com isso, será possível observar como poderia ser possível economizar energia elétrica por meio de ações sustentáveis e quais benefícios essas medidas podem trazer para os brasileiros, além da diminuição da fatura de energia.

A economia de energia também está relacionada à eficiência energética. Sendo assim, por meio de dicas do INMETRO será possível apresentar algumas soluções para se combater o alto consumo de eletricidade. Além disso, serão apresentadas as medidas e programas propostos pelo Governo Federal para incentivar os consumidores a economizar e evitar desperdícios e para prevenir que o Brasil entrasse em uma recessão de geração de energia elétrica.

3. Resultados e Discussão

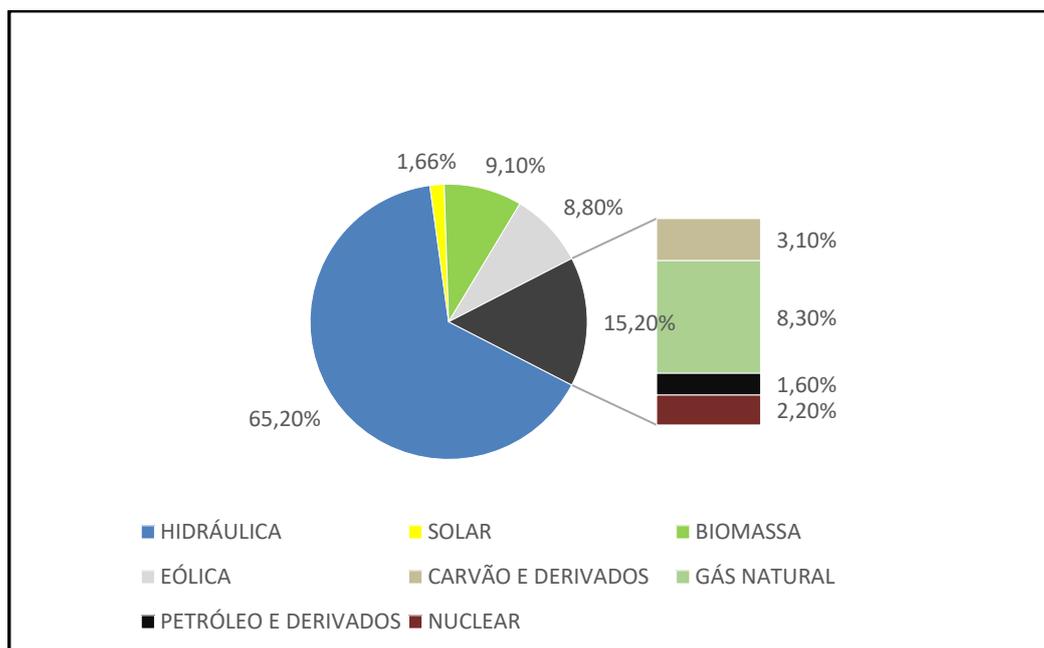
3.1 Geração de energia elétrica

A geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 621,2 TWh (Terawatt-hora) em 2020, resultado 0,8% inferior ao de 2019. As centrais elétricas de serviço público, participaram com 82,9% da geração total. A geração hídrica, principal fonte de produção de energia elétrica no Brasil, reduziu -0,4% na comparação com o ano anterior (EPE, 2021).

A autoprodução (APE) representou 17,1% do total produzido, considerando o agregado de todas as fontes utilizadas, atingindo um montante de 106,5 TWh. Contudo, 57% dessa geração não foram injetados na rede, e sim consumidos pela própria instalação geradora (EPE, 2021).

A geração elétrica a partir de não renováveis representou 15,2% do total nacional, contra 17,7% em 2019. Entretanto é importante destacar a evolução do gás natural que ao longo dos últimos dez anos ao deslocar o óleo combustível e o diesel, contribuiu para minimizar as emissões provenientes da geração de eletricidade a partir de fontes não renováveis (EPE, 2021). A Figura 1 representa a participação das matrizes energéticas no âmbito da geração de eletricidade.

Figura 1 - Percentual de Oferta Interna de Eletricidade por Matriz Energética.



Fonte: EPE (2021).

Fontes renováveis no Brasil representam 84,8% da oferta interna de eletricidade, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional junto com as importações, que são necessariamente de origem renovável. No Brasil é disposto uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que é responsável por 65,2% da oferta interna, enquanto em 2001 era 90% hidroelétrico e 10% térmico (EPE, 2021; PSR, 2021).

Atualmente, o Brasil possui em operação 739 centrais geradoras hidrelétricas, 425 pequenas centrais hidrelétricas e 219 usinas hidrelétricas, que são responsáveis por 109,3 gigawatts (GW) de capacidade instalada em operação. Três das usinas no país estão entre as dez maiores do planeta, dentre essas destacam-se Itaipu Binacional (14.000 MW, divididos entre Brasil e Paraguai), Belo Monte (11.233 MW) e Tucuruí (8.370 MW). No ano de 2020, a energia gerada no Brasil a partir de fonte hidráulica foi de 415.483 gigawatts-hora (GWh) (ANEEL, 2021).

No ano de 2021 os níveis de água no solo foram inferiores ao nível mensurado no mesmo período em 2020 para a maioria das bacias, assim como a precipitação observada em 2021 também foi inferior àquela verificada no ano anterior, em especial nas bacias do Sul. Com isso, as afluências observadas ficaram abaixo daquelas consideradas no cenário hidrológico adotados no estudo prospectivo de 07/07/2021 conforme pode ser observado na Tabela 1. Esta degradação consequentemente reduziu cerca de 2.000 MWmed na Energia Natural Afluente (ENA) do SIN no período de agosto a novembro (ONS, 2021). A Tabela 1 apresenta as variações no percentual da média histórica de longo termo (MLT) e as variações da média da geração energia.

Tabela 1 - Comparação da ENA média dos estudos dos dias 07 de julho e 04 de agosto de 2021.

ENA (MWmed e %MLT)	Estudo 07/07		Estudo 04/08	
	MWmed	% MLT	MWmed	% MLT
Sudeste / Centro-Oeste	13.306	56%	12.245	51%
Sul	4.694	42%	3.195	29%
Nordeste	1.871	51%	1.934	52%
Norte	1.805	61%	2.268	76%
SIN	21.676	52%	19.642	47%

Fonte: ONS (2021).

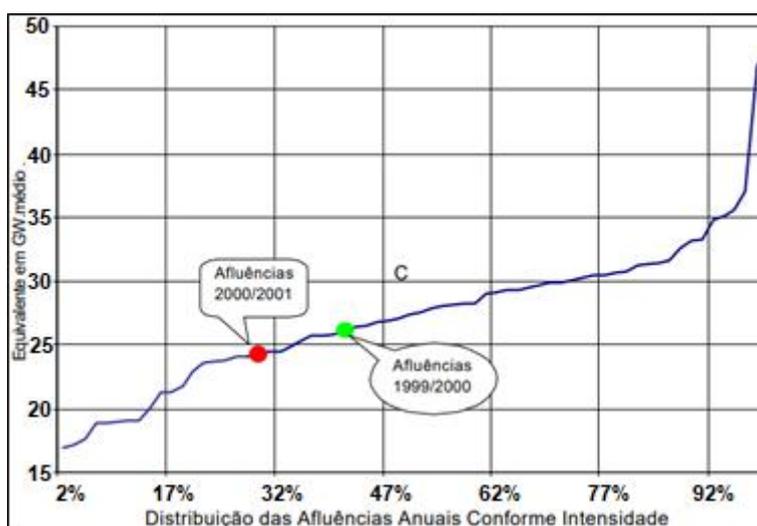
3.2 Crise hidroenergética no Brasil

Devido as mudanças climáticas, o ciclo hídrico sofre alterações, resultando em perfis pluviométricos alterados que podem culminar na intermitência de sistemas fluviais e na redução no nível dos reservatórios, com consequentes crises de abastecimento. Esse processo se torna cada vez mais frequente e acentuado, e é agravado pelo manejo deficiente e a falta de políticas públicas que garantam o correto gerenciamento dos recursos hídricos (Targa, Batista, 2015).

Em 2001, o Brasil atravessou uma crise de suprimento de energia elétrica que levou a um racionamento, que previu o corte de 20% a 25% no consumo de energia elétrica nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. A falta de investimentos em geração e transmissão de energia elétrica foi a causa da crise em 2001. De 1994 a 2001, ano após ano, foi retirado mais água dos reservatórios das usinas do que entrou com as chuvas (Tolmasquim, 2015; Sauer et al., 2001).

Diante do aumento da insuficiência na capacidade de geração, para atender a ampliação do consumo, os estoques dos reservatórios das UHE se tornaram inúteis. Dessa forma, consequentemente, os sistemas de geração de energia elétrica perderam as funções de prover segurança e de confiabilidade de garantir um estoque estratégico de energia, que historicamente sempre foi respeitada (Sauer et al., 2001). A Figura 2 apresenta a decadência da produção de energia proporcional ao percentual do nível dos reservatórios.

Figura 2 - Histórico das Afluências na Região Sudeste.



Fonte: Sauer et al., (2001).

A partir de 1995, o estoque estratégico de água nos reservatórios ficou abaixo de 44% do nível e reduziu até atingir a marca inédita de 19% em novembro de 1999. No Sudeste, os reservatórios apresentam 68% da capacidade de armazenamento

do País, em 2001, no final do período de chuvas, permaneceram abaixo de 34% da capacidade preenchida, decorrência do fracasso da implementação do novo modelo setorial (Sauer et al., 2001). Após a crise hidroenergética em 2001, ocorreu outra grande crise no ano de 2021.

A diretora-presidente da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio da publicação extra do Diário Oficial da União em 1º de junho de 2021, publicou a Declaração de Situação Crítica de Escassez Quantitativa de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraná até 30 de novembro de 2021. A medida, presente na Resolução nº 77/2021, foi adotada pela primeira vez para assegurar os usos múltiplos da água nesse período (Brasil, 2021).

Ao longo dos últimos anos a precipitação observada em algumas das principais bacias hidrográficas das UHE integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN) têm sido significativamente abaixo da média histórica. O acúmulo do déficit de precipitação nos últimos 10 anos em algumas bacias chega alcançar um valor maior do que o total de chuva que ocorre em média num ano (ONS, 2021).

A bacia Rio Grande, uma das principais formadoras da bacia do rio Paraná, acumulou um déficit nesse período maior que o total de chuva média de dois anos, na qual foi verificado a evolução do déficit de chuva acumulado desde setembro de 2011 até julho de 2021 nas bacias dos rios Paranaíba e Grande, bem como no trecho da bacia diretamente à calha principal do rio Paraná, até a UHE Itaipu (ONS, 2021).

Consequentemente, as vazões afluentes às usinas localizadas em algumas bacias que compõem o SIN, nestes últimos anos, também se situaram abaixo da média histórica. Além disso, ressalta-se que, em algumas dessas bacias, foram registradas as piores sequências hidrológicas de todo o histórico de vazões de 91 anos. Dessa forma, as vazões para todo o SIN, no último período de setembro de 2020 a julho de 2021, configuraram a pior condição hidrológica já observada para esse período no histórico (ONS, 2021).

A bacia do rio Paraná engloba as bacias dos rios Paranaíba, Grande, Tietê e Paranapanema, nas quais se encontram os principais reservatórios de regularização do SIN. As usinas e os respectivos reservatórios são de máxima importância e eficácia para a operação do SIN, pois os recursos neles estocados são capazes de garantir energia nas estações secas, quando não há contribuições significativas das usinas instaladas na região Norte do País, que muito contribuem no atendimento da carga do SIN nos períodos chuvosos (ONS, 2021).

O armazenamento equivalente dos reservatórios da bacia do rio Paraná, incluindo seus principais afluentes, em 31/07/2021, correspondeu a 18,8% de sua capacidade máxima, o que se configura como o pior armazenamento no período de operação do SIN desde o ano 2000. Dessa forma, considerando a relevância hidro energética das usinas hidroelétricas localizadas na bacia do rio Paraná, principalmente em termos de capacidade de armazenamento de recursos, a situação hidro energética foi totalmente desfavorável (ONS, 2021). A Tabela 2 mostra o percentual máximo do nível de armazenamento dos reservatórios em 31 de julho de 2021 e faz uma comparação com o mesmo período do ano anterior.

Tabela 2 - Nível de armazenamento dos reservatórios das bacias Grande, Paranaíba, Paraná e Tietê.

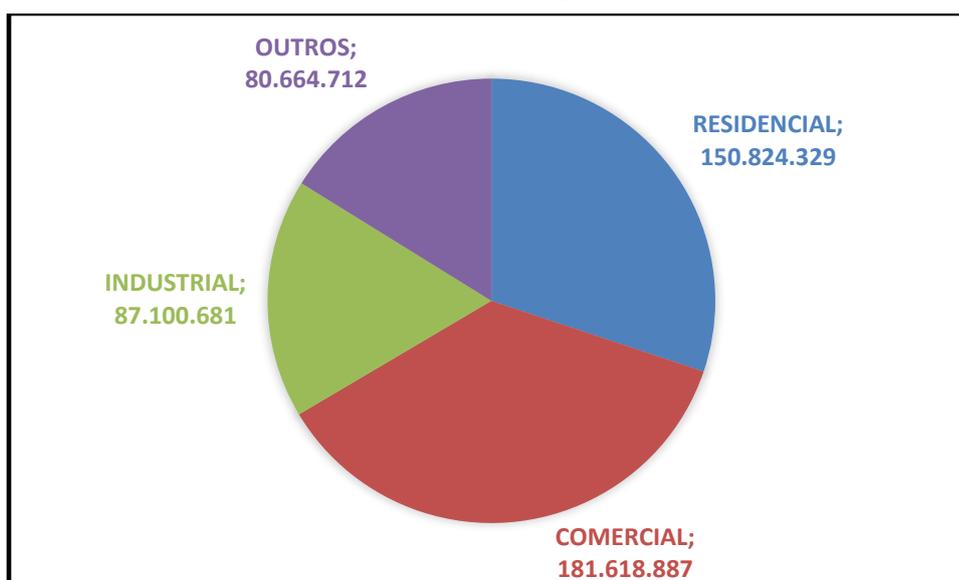
Bacia	Reservatório	Armazenamento (% máximo)		
		31/07/2021	Posição no histórico	(31/07/2020)
Grande	Furnas	24,6	2º PIOR	57,1
	M. Moraes	27,2	2º PIOR	53,3
	Marimbondo	15,8	2º PIOR	38,6
	A. Vermelha	12,8	2º PIOR	39,0
Paranaíba	Nova ponte	13,4	PIOR	46,6
	Emborcação	14,7	PIOR	39,1
	Itumbiara	12,0	PIOR	53,8
	São Simão	21,7	2º PIOR	57,8
Paraná	I. Solteira	39,3	4º PIOR	72,8
Tietê	Três Irmãos	40,2	4º PIOR	71,7

Fonte: ONS (2021).

3.3 Consumo de energia elétrica

No Brasil foram acumuladas 88.258.622 unidades consumidoras atendidas pela rede até o fim do mês de dezembro de 2021, demonstrando um aumento de 1,84% em relação ao mesmo período do ano de 2020. Com isso, evidentemente o consumo de energia elétrica também aumentou no ano de 2021, batendo o recorde de consumo mensurado desde 2004, perfazendo aproximadamente 500.208 GWh (gigawatts-hora), 5,16% maior que o valor registrado no ano de 2020 (EPE, 2022). A Figura 3 apresenta o valor consumo de energia elétrica separada por cada setor.

Figura 3 - Consumo de energia elétrica por setor em 2021.



Fonte: EPE (2022).

O consumo nacional de eletricidade foi de 40.179 GWh em junho de 2021, o maior dos meses de toda a série histórica dos últimos 17 anos. O bom resultado foi alavancado pelo efeito base baixa, levando a taxa do mês a registrar elevação de 12,56%

em relação a junho de 2020. Destacaram-se as classes industrial e comercial, com taxas expressivas de crescimento, que continuam sob influência do efeito base baixa (EPE, 2022).

Dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) mostram que no verão a conta de luz chega a ficar até 8,6% mais cara. Dessa forma, agregando isso ao fato de que mais pessoas estão trabalhando de casa, pode-se estimar maior utilização de eletrodomésticos e o conseqüente aumento dos gastos com energia elétrica. Sendo assim, usar a energia elétrica de forma consciente também é cuidar do meio ambiente (INMETRO, 2021).

Devido ao aumento do consumo, aumentou-se a preocupação em relação ao baixo nível dos reservatórios hidroenergéticos das bacias do Sudeste do Brasil, as quais são responsáveis pelo abastecimento de diversas usinas hidrelétricas, em especial a UHE Binacional Itaipu, sendo essa a maior geradora de energia elétrica do Brasil (EPE, 2022).

O aumento gradativo do consumo de energia tem-se manifestado como um dos principais fatores dentro do setor de energia que impulsionam as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), em especial, as emissões de dióxido de carbono nas últimas décadas, promovidas pelo uso de fontes de energia fósseis. Entre os anos de 1990 e 2016, o incremento das emissões de GEE foi de 32% no Brasil. Nesse mesmo período, observa-se que as emissões de CO₂ do setor de energia incluindo a produção, o consumo de combustíveis e de energia elétrica, apresentaram crescimento de 120% (SEEG, 2018).

3.4 Economia de eletricidade por meio sustentável

Uma das prioridades do desenvolvimento econômico sustentável é a redução do impacto das principais atividades econômicas no meio ambiente. Burinskienė e Rudzkienė (2007) explicaram a associação entre aumento da eficiência econômica e diminuição do impacto ambiental. Um dos principais indicadores que revelam a eficiência econômica é a quantidade de energia consumida para a produção. Os estudos anteriores confirmaram a causalidade entre consumo de energia e mudanças nas estruturas socioeconômicas (Berndt, 1978; Giampietro, Pimentel & 1991; Beckerman, 1992; Suri & Chapman, 1998; Schaltegger & Synnestvedt, 2002; Rutkauskas, 2008)

A associação positiva significativa entre consumo de energia e crescimento econômico tem implicações importantes para o desenvolvimento da eficiência da economia e consumo de energia em sua estreita conexão com problemas de desenvolvimento sustentável (Giampietro & Pimentel, 1991; Spangenberg, 2004; Blok, 2005).

O desenvolvimento econômico sustentável considera tanto a economia eficiente quanto o consumo eficiente de energia para garantir a qualidade de vida também para as gerações futuras (Bojnec & Papler, 2011).

Existem diversas formas de se economizar eletricidade, seja com melhoras em sistemas de acionamentos de motores, eficiência energética em edifícios comerciais e residenciais. No caso de edifícios comerciais, incluem os sistemas de iluminação eficientes, sistemas de climatização eficientes e aparelhos eficientes (impressoras, computadores, televisões, etc.) (Blok, 2005).

Os edifícios comerciais geralmente funcionam 2.000 horas por ano, durante esses períodos, a energia elétrica é utilizada para todos os tipos de fins úteis, incluindo iluminação, ventilação e ar-condicionado e dispositivos eletrônicos, como computadores, impressoras, etc.). Ocorre que muitas vezes a energia elétrica é consumida mesmo em períodos fora de expediente, podendo ser por meio de um ventilador que fica funcionando, impressoras e computadores no modo ocioso, luzes que ficam acesas (Blok, 2005).

Aplicando medidas econômicas, pode-se citar a utilização de temporizadores e medidas de monitoramento para se evitar desperdício de eletricidade. Dessa forma, o consumo fora do horário de expediente pode ser reduzido em 60% ou mais, gerando uma economia de 20 a 30% sobre o consumo total em edifícios comerciais. Considerando que o consumo do setor comercial seja de 1.000 TWh, caso sejam aplicadas tais medidas, pode-se economizar de 130 a 200 TWh reduzindo em 60% o consumo

em horário fora de expediente (Blok, 2005). Com isso, ao aplicar essa medida no Brasil, considerando o valor de 181.6 TWh para o consumo do setor comercial, haverá uma economia próxima de 23,6 a 36,3 TWh.

O governo lançou a primeira iniciativa de incentivo ao uso de medidas de eficiência energética em nível nacional em 1981, criando o Programa de Conservação. O programa visa promover a conservação de energia industrial, o desenvolvimento eficiente de produtos e a substituição de energia nacional por energia importada. No ano seguinte, foi lançado o Programa de Mobilização Energética (PME), que se caracterizou por uma série de ações voltadas para estimular o uso de medidas de economia de energia, principalmente a substituição de derivados de petróleo por fontes renováveis de energia (MME, 2017).

No início dos anos 2000, foi publicado o principal marco legal no campo da eficiência energética no país, a Lei nº 10.295/2001, que lançou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. A lei estabelece que o poder executivo será responsável por desenvolver mecanismos para melhorar a eficiência energética de máquinas e equipamentos fabricados e comercializados no país e edifícios construídos no país (Brasil, 2001).

Outra forma de economizar no consumo de eletricidade é por meio da substituição das lâmpadas fluorescentes pelos modelos de LED, sendo essa uma maneira eficiente de reduzir o valor da conta de energia elétrica, especialmente no verão, quando ela tende a ser mais cara por conta do uso mais frequente de equipamentos como o ar-condicionado e da aplicação da "bandeira vermelha" nas contas de energia (INMETRO, 2019).

Para ajudar no consumo racional de energia no País, foi criado o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que classifica os aparelhos de acordo com sua eficiência energética, auxiliando o consumidor a fazer uma compra mais consciente. Com isso, os produtos classificados com a letra A são os mais eficientes. Dependendo do eletrodoméstico, essa classificação pode chegar a G para os menos eficientes, como é o caso de refrigeradores (INMETRO, 2021).

Para incentivar a população a observar o desperdício de energia elétrica e diminuir o consumo, o Governo Federal lançou um programa que deu descontos para quem conseguisse reduzir, voluntariamente, os gastos com energia. O Programa de Incentivo à Redução Voluntária do Consumo de Energia Elétrica foi criado pela Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética, vinculada ao Ministério de Minas e Energia do Governo Federal, que entrou em vigor em 01/09/2021 para incentivar os clientes a economizarem energia (Equatorial, 2021).

O objetivo do Governo era conseguir com o programa uma economia média de 15% no consumo. O que representaria, segundo simulações feitas pelo Ministério de Minas e Energia (MME), uma redução de 1,4% na demanda total de energia do Sistema Interligado Nacional (SIN). A medida emergencial visou reduzir a demanda por energia elétrica naquele momento atual de escassez hídrica, garantindo a continuidade no fornecimento de energia elétrica e, evitando um possível racionamento no país (Equatorial, 2021).

Outra medida importante foi a criação da Bandeira tarifária de Escassez Hídrica, no período de agosto de 2021 até abril de 2022, com o objetivo de reduzir o déficit de caixa das distribuidoras, bem como, cobrir os custos adicionais das medidas, em especial, os custos do funcionamento das termelétricas e a importação de energia dos países do Mercosul. Além de cobrir os custos adicionais, é importante ressaltar que o aumento do preço da bandeira tarifária induz os consumidores a se adequarem a um consumo eficiente de energia elétrica (Soares & Costa, 2021).

4. Considerações Finais

No decorrer de todo trabalho são abordados formas, objetivos, características e dados de consumo da energia elétrica entre os anos de 2001 e 2021, todavia, possuindo dados de um elevado consumo entre os dois anos. O artigo também proporciona maneiras e alternativas de se economizar energia elétrica por meio do corte de desperdícios, aplicadas ao consumo sustentável.

É importante ressaltar que o gás natural ao longo dos últimos 10 anos vem se destacando pela sua evolução, ao diminuir o uso do diesel e o óleo combustível, minimizando as emissões de gases poluentes ao meio ambiente, efeito estufa e aquecimento global, partindo de fontes não renováveis.

As condições climáticas afetam o ciclo hídrico, de modo que podem culminar na intermitência de sistemas fluviais, causando redução nos níveis dos reservatórios obtendo de toda maneira crises no abastecimento, entretanto, esse processo se torna mais frequente por conta da falta de políticas públicas, que possam garantir o correto desenvolvimento dos recursos hídricos.

Nos últimos anos, as chuvas observadas em algumas das principais bacias hidrográficas que integram o Sistema Interligado Nacional (SIN) têm sido significativamente inferiores às médias históricas. O déficit de precipitação em algumas bacias nos últimos 10 anos é maior que o risco médio anual.

Com base nos dados coletados no final do mês de dezembro do ano de 2021, mais de 88.258.622 Unidades Consumidoras (UC's) atendidas pela rede, evidenciando o aumento de 1,84% em relação ao mesmo período do ano de 2020.

O aumento gradual do consumo de energia tem se mostrado um dos principais fatores que impulsionam as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no setor energético, especialmente as emissões de CO₂ impulsionadas pelo uso de combustíveis fósseis nas últimas décadas. De 1990 a 2016, as emissões de gases de efeito estufa do Brasil aumentaram 32%.

Uma das partes do desenvolvimento econômico sustentável é reduzir o impacto ambiental das atividades econômicas, no qual, os principais indicadores de eficiência econômica é a quantidade de energia consumida na produção, entretanto, estudos apresentados pela EPE e MME demonstraram uma relação causal entre o consumo de energia e as mudanças na estrutura socioeconômica.

O Programa de Conservação criado no ano de 1981 visa promover a conservação de energia, o desenvolvimento de produtos eficientes e a substituição da energia nacional pela importada. Foi lançado em 1982 o Programa de Mobilização Energética (PME), caracterizado por uma série de ações que visam estimular medidas de economia de energia, principalmente a substituição de derivados de petróleo por fontes renováveis de energia.

Referências

- Berndt, E. R. (1978). Aggregate energy, efficiency, and productivity measurement. *Annual Review of Energy*, 3(1), 225-273. <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.eg.03.110178.001301>.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?. *World development*, 20(4), 481-496. [doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90038-W](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90038-W).
- Blok, K. (2005). Enhanced policies for the improvement of electricity efficiencies. *Energy Policy*, 33(13), 1635-1641. doi.org/10.1016/j.enpol.2004.02.006.
- Bojnec, Š., & Papler, D. (2011). Economic efficiency, energy consumption and sustainable development. *Journal of Business Economics and Management*, 12(2), 353-374. doi.org/10.3846/16111699.2011.573278.
- Brasil. (1991). Decreto presidencial de 18 de julho de 1991. Institui o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet) e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.
- Brasil. (2001). Lei 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2001.
- Brasil. (2021). Resolução ANA Nº 77, de 1º de junho de 2021. Declara situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraná. Diário Oficial da União, Brasília.
- Burinskienė, M. & Rudzkienė, V. (2007). Assessment of sustainable development in transition. *Ekologija*, 53, 27-33. <http://www.elibrary.lt/resursai/LMA/Ekologija/Eko72priedas/9.pdf>.
- EPE. (2021). Balanço Energético Nacional 2021. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021>.
- EPE. (2022). Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas). <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>.

- Equatorial. (2021). Programa de Incentivo à Redução Voluntária do Consumo de Energia Elétrica. <https://pa.equatorialenergia.com.br/sua-conta/programa-de-incentivo-a-reducao-voluntaria-do-consumo-de-energia-eletrica/>.
- Giampietro, M. & Pimentel, D. (1991). Energy efficiency: assessing the interaction between humans and their environment. *Ecological Economics*, 4(2), 117-144. doi.org/10.1016/0921-8009(91)90025-A.
- INMETRO. (2019). Lâmpadas LED: confira as dicas para escolher os modelos mais econômicos. <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/lampadas-led-confira-as-dicas-para-escolher-os-modelos-mais-economicos>.
- INMETRO. (2021). Como economizar energia elétrica no verão? <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/como-economizar-energia-eletrica-no-verao>.
- Manzato, A. J. & Santos, A. B. (2012). A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. *Departamento de Ciência de Computação e Estatística-IBILCE-UNESP*, v. 17. http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf.
- MME – Ministério de Minas e Energia. (2017). Plano Nacional de Energia 2030. <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2030>.
- Mussi, R. F. F., Mussi, L. M. P. T., Assunção, E. T. C. & Nunes, C. P. (2019). Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamientos, aproximações e possibilidades. *Revista Sustinere*, 7(2), 414-430. doi.org/10.12957/sustinere.2019.41193.
- ONS. (2021). Avaliação das condições de atendimento eletroenergético do sistema interligado nacional - estudo prospectivo agosto a novembro de 2021. [http://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/NT-ONS%20DGL%200093-2021%20-%20Estudo%20Prospectivo%20Agosto-Novembro_VF%20\(1\).pdf](http://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/NT-ONS%20DGL%200093-2021%20-%20Estudo%20Prospectivo%20Agosto-Novembro_VF%20(1).pdf).
- Rutkauskas, A. V. (2008). On the sustainability of regional competitiveness development considering risk. *Technological and Economic development of Economy*, 14(1), 89-99. doi.org/10.3846/2029-0187.2008.14.89-99.
- Sauer, I. L.; Vieira, J. P. & Kirchner, C. A. R. (2001). O racionamento de energia elétrica decretado em 2001: um estudo sobre as causas e responsabilidades. <http://www.iee.usp.br/sites/default/files/biblioteca/producao/2001/Monografias/ILDO-Estudo%20sobre%20o%20Racionamento%2015-12-2001.PDF>.
- Schaltegger, S. & Synnestvedt, T. (2002). The link between 'green' and economic success: environmental management as the crucial trigger between environmental and economic performance. *Journal of environmental management*, 65(4), 339-346. doi.org/10.1006/jema.2002.0555.
- SEEG - Sistema de Estimativas de Emissões de Gases. (2018). Emissões de GEE no Brasil e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris: documento de análise.
- Soares, M. A. & Costa, H. K. M. (2022). O segmento de distribuição de energia elétrica no Brasil: uma avaliação das crises hídras enfrentadas em 2001 e 2021. *Conjecturas*, 22(2), 307-321. doi.org/10.53660/CONJ-676-719.
- Spangenberg, J. H. (2004). Reconciling sustainability and growth: criteria, indicators, policies. *Sustainable development*, 12(2), 74-86. doi.org/10.1002/sd.229.
- Suri, V. & Chapman, D. (1998). Economic growth, trade and energy: implications for the environmental Kuznets curve. *Ecological economics*, 25(2), 195-208. doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00180-8.
- Targa, M. S. & Batista, G. T. (2015). Benefits and legacy of the water crisis in Brazil. *Rev. Ambient. Água*, 10(2), 234-239.
- Tolmasquim, M. T. (2011). Novo modelo do setor elétrico brasileiro. *Synergia*, 1(1).