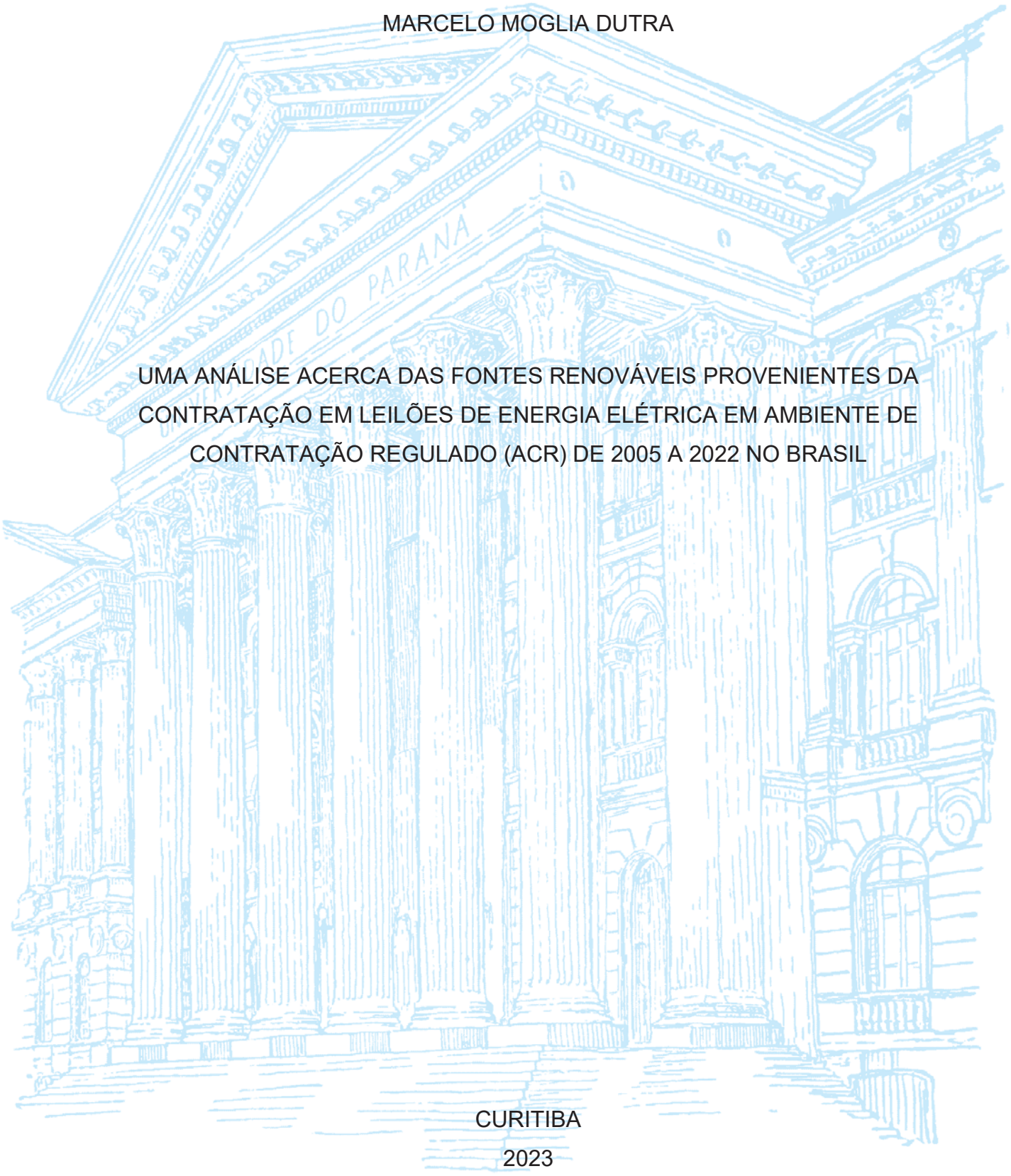
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO MOGLIA DUTRA



UMA ANÁLISE ACERCA DAS FONTES RENOVÁVEIS PROVENIENTES DA CONTRATAÇÃO EM LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA EM AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADO (ACR) DE 2005 A 2022 NO BRASIL

CURITIBA

2023

MARCELO MOGLIA DUTRA

UMA ANÁLISE ACERCA DAS FONTES RENOVÁVEIS PROVENIENTES DA CONTRATAÇÃO EM LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA EM AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADO (ACR) DE 2005 A 2022 NO BRASIL

TCC apresentado ao curso de Pós-Graduação MBA Gestão Estratégica em Energias Naturais Renováveis, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão Estratégica em Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. José Osório do Nascimento Neto

CURITIBA

2023

RESUMO

Este trabalho objetiva detalhar a expansão de energia elétrica contratada nos leilões de geração de energia realizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL em ambiente de contratação regulado (ACR) desde a sua implantação até a atualidade, e comparar a contribuição das fontes renováveis e não renováveis de energia negociada no período compreendido entre os anos de 2005 até 2022. Para tanto contextualiza a organização da estrutura do setor elétrico brasileiro e o modelo institucional vigente e compara, através de análise de informações e gráficos, a expansão do sistema que se deu a partir das fontes contratadas nos leilões de expansão de oferta de energia elétrica realizados a partir da implantação do novo modelo do setor elétrico brasileiro. Tem por pano de fundo quantificar a matriz elétrica contratada no país através destes leilões e apresentar as particularidades de cada modelo, bem como das fontes de energia em uso no Brasil. Ademais, visa verificar a transição energética nacional por meio de análise de tendências de curto prazo de viabilização de empreendimentos de baixa emissão de carbono.

Palavras-chave: Setor Elétrico Brasileiro. Leilões de Energia. Energia Renovável. Palavra-chave 4. Palavra-chave 5.

ABSTRACT

This work aims to detail the expansion of electrical energy hired in the energy auctions realized by National Agency of Electrical Energy (ANEEL) in Regulated Contracting Environment (ACR), since its implementation to the present, and to compair the contribution of renewable and non-renewable sources of energy between the years 2005 and 2022. For this purpouse, contextualize the organization of brazilian electrical sector's structure and the current institutional model and compair, through analysis of informations and graphics, the expansion of the system from sources hired in auctions to expand the supply of electrical energy carried out after the implementation of brazilian electrical sector's new model. Has as a background to quantify the electrical matrix hired at the country through this auctions and to presente the particularities of each model, as the electrictal sources that are beeing used at Brazil. Furthermore, aim to verify the national energetic transion over the analysis of short term trends of viabilization of low carbon emission enterprise.

Key-words: Brazilian Electrical Sector. Energy's Auctions. Regulated Contracting Environment. Renewable Energy. Energetical Transition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Modelo institucional do setor elétrico brasileiro 14
FIGURA 2 - Quantitativo de usinas de energia contratada nos estados entre 2005/2022 no ACR.....24

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Consumo anual energia elétrica, representatividade por ambiente de contratação.....15
GRÁFICO 2 – Crescimento do mercado livre no Brasil.....16
GRÁFICO 3 - Evolução da capacidade instalada de geração centralizada por fonte18
GRÁFICO 4 – Capacidade instalada (2022) de geração centralizada por fonte 18
GRÁFICO 5 – Suprimento de energia elétrica contratada nos leilões em ACR entre 2005/2022 21
GRÁFICO 6 - Energia comercializada por fonte nos leilões entre 2005/2022 em ACR 21
GRÁFICO 7 - Energia contratada total e contagem de usinas nos leilões em ACR entre 2005/2022 22
GRÁFICO 8 - Não renováveis (termoelétricas) comercializada nos leilões em ACR entre 2005/2022 23
GRÁFICO 9 - Energia elétrica renovável comercializada nos leilões entre 2005/2022 em ACR.....23
GRÁFICO 10 - Quantitativo de usinas comercializado nos estados entre 2005/2022 em ACR.....25
GRÁFICO 11 - Montante de energia comercializada nos leilões no ACR entre 2005/2022 26

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Leilões de expansão de energia elétrica realizados entre 2005/2022 19

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ACL	- Ambiente de Contratação Livre
ACR	- Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
BIO	- Biomassa
CAV	- Carvão Mineral
CCEAR	- Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CGH	- Central Geradora Hidrelétrica
CMSE	- Conselho de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE	- Conselho Nacional de Política Energética
EOL	- Usina de Energia Eólica
EPE	- Empresa de Pesquisa Energética
GAS	- Gás Natural
GEE	- Gases Efeito Estufa
LAJ	- Leilão de Ajuste
LC	- Leilão de Compra
LE	- Leilão Estruturante
LEE	- Leilão Energia Existente
LEN	- Leilão Energia Nova
LER	- Leilão Energia Reserva
LFA	- Leilão Fontes Alternativas
MAE	- Marcado Atacadista de Energia
MME	- Ministério das Minas e Energias
MW	- Megawatt
ONS	- Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	- Pequena Central Hidrelétrica
SEB	- Setor Elétrico Brasileiro
SIN	- Sistema Interligado Nacional
UFV	- Usina Solar Fotovoltaica
UHE	- Usina Hidrelétrica
UTE	- Usina Termoelétrica
SIN	- Sistema Interligado Nacional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO 10
1.2 OBJETIVOS 11
1.2.1 Objetivo geral 11
1.2.2 Objetivos específicos 11
1.3 JUSTIFICATIVA 12
2 MATERIAIS E MÉTODOS 13
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13
2.1.1 Modelo Institucional do Setor Elétrico 13
2.1.2 Ambientes de Contratação de Energia 14
2.1.3 Leilões de Energia 16
2.1.4 Matriz Elétrica Brasileira 17
2.2 LEILÕES DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ACR 19
2.2.1 Enquadramento dos Dados ANEEL – Período de 2005 até 2022 19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 21
4 CONCLUSÃO 28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 30

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda a expansão de energia elétrica proveniente dos leilões de geração realizados em ambiente de contratação regulado (ACR), praticados desde 2004 no Brasil, dando ênfase ao comparativo da contribuição das fontes de energia contratadas em quase duas décadas de implantação do atual mecanismo.

É relevante neste contexto que desde meados da década de 90 o sistema elétrico brasileiro – SEB vem passando por alterações fundamentais que permitiram fortes mudanças no modelo que foi implantado a partir de 2004, impulsionado pela “crise do apagão” de 2001.

Também é importante contextualizar que este mecanismo de leilões em ambiente de contratação regulado (ACR) vem perdendo espaço para o ambiente de contratação livre (ACL), que em 2022 representou 36% do consumo de energia no Brasil, segundo CCEE, que tem se consolidado na abertura de mercado através do aprimoramento do modelo regulatório e comercial do setor elétrico proposto no Projeto de Lei 414/2021.

Sendo assim, este trabalho objetiva promover um detalhamento da expansão de energia elétrica contratada nos leilões realizados em ACR desde a sua implantação, e comparativo da contribuição das fontes renováveis (hídrica, biomassa, eólica e solar fotovoltaica) e não renováveis de energia (termoelétricas a gás natural, carvão, óleos, etc.).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No mundo moderno a energia é um bem essencial, indispensável às indústrias, aos transportes e ao dia a dia das pessoas. A própria economia se baseia na geração de energia, que por sua vez depende dos recursos naturais, sua principal fonte. Assim, a relação entre energia e desenvolvimento é intrínseca, a ponto de o indicador de consumo de energia per capita medir o nível de desenvolvimento dos países. Onde o consumo de energia comercial per capita fica abaixo de certo nível, as taxas de analfabetismo e mortalidade infantil são altas e há uma baixa expectativa de vida. À medida que aumenta este consumo, as condições sociais melhoram, o que prova a sua qualidade como indicador do desenvolvimento humano (GOLDEMBERG, 1998).

Para apresentar os resultados dos leilões de contratação de energia elétrica que vem sendo utilizado com sucesso no Brasil, essa monografia foi estruturada em 4 capítulos que abordam os leilões de expansão de energia:

O Capítulo 1 introduz e contextualiza o tema, seguido da apresentação dos objetivos gerais, específicos e a justificativa para abordagem dos leilões de energia elétrica para contratação da expansão de energia.

O Capítulo 2 é constituído pelos materiais e métodos, na qual é promovido inicialmente uma breve fundamentação, e posteriormente são apresentados os dados obtidos da ANEEL em leilões de expansão de energia elétrica que foram selecionados para análise e apresentação dos dados.

No Capítulo 3 são apresentados os resultados e discussões dos leilões de energia elétrica no Brasil, desde 2005 até 2022, com detalhamento da expansão da geração de energia elétrica contratada nos leilões realizados em ACR desde a sua implantação, e comparativo da contribuição de energia ao longo dos anos.

No Capítulo 4, apresentamos as conclusões a respeito do tema proposto a partir da quantificação da matriz elétrica contratada. Também se avalia os resultados da expansão de energia elétrica referente ao período e discussão quanto ao alinhamento com transição energética nacional e aquisição de energia renovável.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Promover detalhamento da expansão de energia elétrica contratada nos leilões em ACR entre 2005 e 2022, e comparativo da contribuição das fontes renováveis (hídricas, biomassa, eólica e fotovoltaica) e não renováveis (térmicas).

1.2.2 Objetivos específicos

1. Contextualizar a organização da estrutura do setor elétrico Brasileiro e o modelo institucional vigente;
2. Realizar levantamento quali-quantitativo da energia contratada nos leilões de expansão de oferta de energia elétrica realizado em ACR referente ao período de 2005 até 2022, a partir de dados da ANEEL;

3. Gerar informações e gráficos referente a expansão do sistema elétrico a partir das fontes contratadas nos leilões de energia e promover análise comparativa em relação as fontes renováveis e não renováveis;
4. Verificar se energia contratada está alinhada com transição energética e tendências de viabilização de empreendimentos de baixa emissão GEE.

1.3 JUSTIFICATIVA

O tema da transição energética está em evidência no mundo e tem despertado o interesse e a necessidade de comprometimento por parte dos governantes e líderes mundiais. Em linhas gerais esse fato está relacionado à mudança climática, responsável por eventos extremos associados a intensificação na emissão dos GEE, acarretando em enormes prejuízos em todo mundo.

Um dos pilares da transição energética é utilização de uma matriz elétrica baseada na geração de energia de baixo carbono, que por vezes envolve mudanças estruturais devido a necessidade de priorizar geração através de fontes renováveis, a exemplo da hídrica, de biomassa, eólica e fotovoltaica, em detrimento aos combustíveis fósseis como o petróleo, carvão mineral e gás natural.

Este cenário é promissor no Brasil pois se trata de um país tropical, com dimensões continentais, rico em recursos naturais e com grande potencial de se tornar protagonista no desenvolvimento de energia renovável de baixo impacto ambiental e emissões de gases do efeito estufa.

Diante deste cenário, é importante promover análise detalhada dos resultados obtidos nestes leilões e do perfil das fontes renováveis contratadas a partir de 2005, em comparação com as não renováveis, e contribui para um melhor entendimento da importância deste mecanismo de comercialização de energia para a expansão do sistema elétrico e para descarbonização da matriz elétrica Brasileira.

Atualmente, os leilões de energia representam o principal mecanismo de contratação do país, reforçado pelo êxito na compra de energia elétrica ao longo de quase duas décadas, e segundo o balanço anual de 2022 promovido CCEE, apresentaram 63,6% da energia contratada, apesar de perderem espaço na última década devido ao crescimento do mercado livre, em que as transações ocorrem no mercado de balcão, em que consumidores livres, comercializadoras e até outras geradoras compram energia diretamente do gerador.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Serão apresentados temas para caracterização do setor elétrico e modelo institucional, ambientes de contratação de energia praticados no Brasil, e conceitos fundamentais referente a leilões de energia, com foco no ACR e matriz elétrica.

Na etapa seguinte é promovido levantamento dos resultados de leilões de geração de energia elétrica entre 2005 e 2022, associados a novos empreendimentos e ampliações, obtida no site da ANEEL, a partir das informações dos leilões de energia nova, fontes alternativas, energia de reserva e estruturantes.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1 Modelo Institucional do Setor Elétrico

A década de 90, no Brasil, foi cenário de um conjunto de transformações econômicas que mudaram o perfil do estado. Por meio de emendas constitucionais e de legislação ordinária, produziram-se a extinção de parte das restrições ao capital estrangeiro, a flexibilização dos monopólios estatais e desestatização.

Com a retirada gradual do estado promoveu-se a derrocada dos monopólios estatais em setores como o da eletricidade, e a política regulatória estatal passou a privilegiar abertura à concorrência privada. No período foram promulgados importantes leis para abertura do setor elétrico, Lei n. 8.666, de 1993 (Lei de licitações), Lei n. 8.987, de 1995 (Lei das concessões) e Lei n. 9.074, de 1995, que dentre outros ditames, criou as figuras do autoprodutor de energia elétrica, do consumidor livre e do produtor independente de energia.

Em 1996, começam a ser estabelecidos os arranjos institucionais do setor. A ANEEL, autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia - MME, foi criada pela Lei n. 9.427. O artigo 2º desta Lei diz que a Agência tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica.

Em 2004, com a edição das Leis n. 10.847 e 10.848, foi autorizada a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), bem como instituído o intitulado *Novo Modelo do Setor Elétrico*, trazendo significativa alteração no funcionamento do setor. A FIGURA 1 apresenta o esquema representativo do setor elétrico brasileiro.

FIGURA 1 – Modelo institucional do setor elétrico brasileiro

FONTE: CCEE (2023).

Com o novo mercado regulatório, no qual a CCEE substituiu o mercado atacadista de energia – MAE, formou-se um cenário onde os principais agentes são ANEEL, que promove regulação e fiscalização do setor, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que promove coordenação e controle da operação da geração e da transmissão no sistema interligado nacional (SIN), e a CCEE que atuam no mercado de compra e venda de energia que promove a comercialização através do mercado de curto prazo e dos leilões de energia elétrica.

ANEEL por sua vez integra a governança do Setor Elétrico Brasileiro, coordenado pelo MME que formula e implementa as políticas para o setor energético de acordo com o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que atua na homologação da política energética em articulação com as demais políticas públicas nacionais. O Comite de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) que atua para garantir a segurança do suprimento de energia e a EPE que atua na definição da matriz energética e no planejamento da expansão do setor elétrico.

2.1.2 Ambientes de Contratação de Energia

O atual modelo regulatório do setor elétrico que entrou em vigor em 2004 tem como pilares a promoção da modicidade tarifária, a garantia de segurança no suprimento de energia elétrica e a inclusão social por meio de programas de universalização do acesso à energia elétrica.

A Lei n. 10.848/2004 alterou significativamente o marco regulatório do setor elétrico brasileiro. Uma de suas principais inovações foi a criação de dois ambientes para contratação de energia: o ambiente de contratação regulado (ACR), no formato de leilão; e o ambiente de contratação livre (ACL). Ainda, coube à citada lei

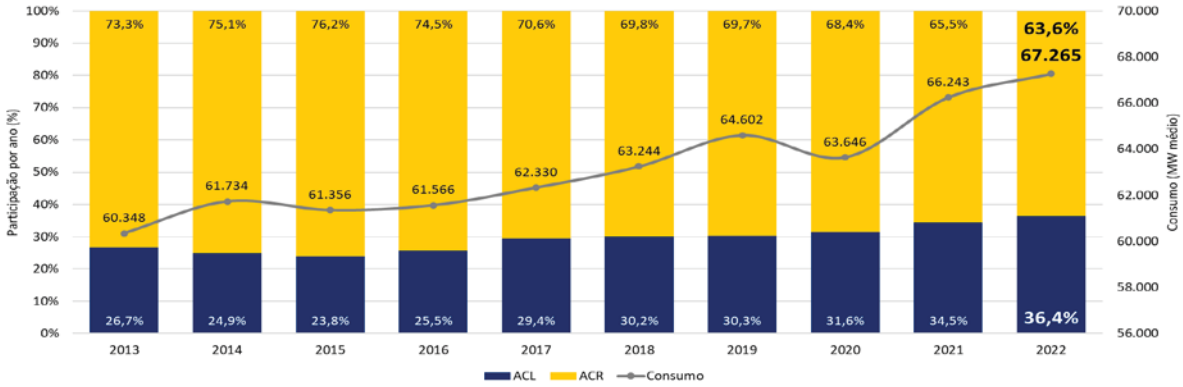
classificar os consumidores em livres e cativos, atribuindo-lhes regras específicas para a comercialização de energia elétrica, e autorizar a criação da CCEE, em substituição ao mercado atacadista de energia elétrica (MAE).

No âmbito do ACR, a ANEEL supervisiona leilões que ocorrem pelo critério de menor preço. Esses leilões são executados pela CCEE e neles são negociados contratos de energia que podem ter prazos de até 30 anos.

No ACL, as transações ocorrem no mercado de balcão, em que consumidores livres, comercializadoras e até outras geradoras compram energia diretamente do gerador por meio de contratos bilaterais. São características do ACL flexibilidade dos contratos, prazos geralmente mais curtos e preços maiores que os praticados em leilões de energia ocorridos no ACR, (PERETTI, 2011).

O GRÁFICO 1 apresenta como está dividido o mercado de energia elétrica no Brasil e o consumo anual referente aos últimos 10 (dez) anos.

GRÁFICO 1 – Consumo anual energia elétrica, representatividade por ambiente de contratação

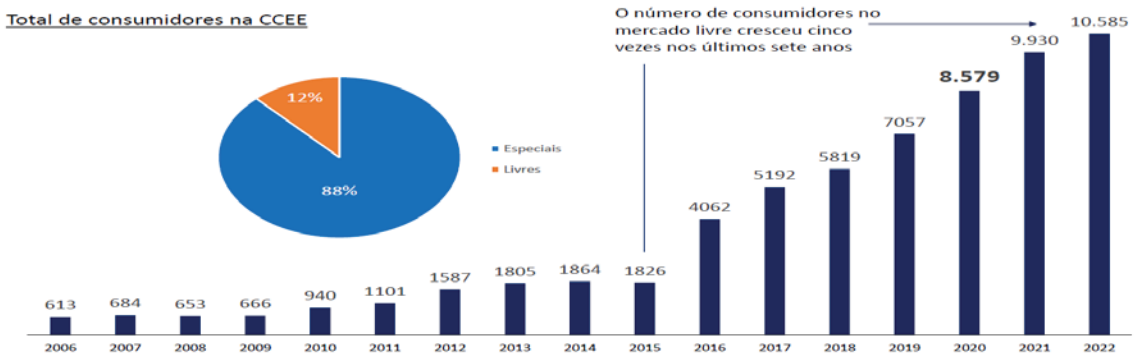


FONTE: CCEE (2022).

O consumo vem crescendo nos últimos 10 anos, em 2022 atingiu o maior valor já registrado de 67.265 MW, e também apresenta a maior participação já alcançada no ACL com 36,4% (24.496 MW médio) contra 63,6% (42.769 MW médio) no Ambiente de Contratação Regulada (ACR).

De forma complementar o GRÁFICO 2 apresenta o crescimento do mercado livre de energia no Brasil desde 2005, que vem crescendo desde o ano em que os empreendimentos provenientes dos leilões no ACR começaram a entrar em operação, até 2022.

GRÁFICO 2 – Crescimento do mercado livre no Brasil



FONTE: CCEE (2022).

Em exponencial expansão, o número de consumidores no mercado livre hoje é sete vezes maior que a sete anos atrás. Fatores como maior viabilidade financeira, previsibilidade orçamentária, com contratação sob demanda, e a possibilidade de opção por um fornecimento de fontes renováveis estão atrelados ao crescente interesse pela modalidade, segundo Relatório de Sustentabilidade 2022 da CEEE.

2.1.3 Leilões de Energia

Todos os anos, a CCEE realiza leilões de contratação de energia do ambiente regulado. O objetivo é garantir antecipadamente o atendimento à demanda energética, mediante a assinatura de contratos de longo prazo entre os consumidores (principalmente distribuidoras) e os geradores (CEEE, 2023).

Conforme estabeleceu a lei n° 10.848/2004, partir de 2004, “[...] as concessionárias, as permissionárias, e as autorizadas do serviço público de distribuição de energia do SIN deveriam garantir, por meio de licitação, na modalidade de leilão, o atendimento à totalidade de seu mercado no ACR”.

Os leilões são a principal forma de contratação de energia no Brasil e visam aumentar a eficiência da contratação, procurando garantir o abastecimento da população com o menor custo. Todas distribuidoras do SIN contratam a totalidade de seus recursos para atendimento de mercado no ACR.

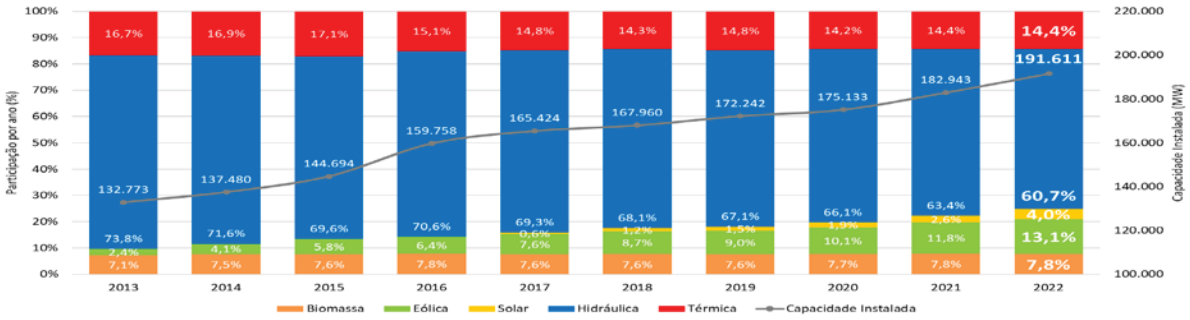
As negociações adotam critério de menor tarifa, modicidade tarifária, e visam garantir a diversidade e modernização da matriz através de diversos tipos de leilões. Confira abaixo detalhes sobre as características de cada um, obtidos de (CEEE, 2023). Os leilões são divididos em modalidades principais:

a) Energia nova; responsáveis por garantir a expansão do sistema e voltados para usinas que ainda serão construídas e irão atender o aumento da demanda energética. Pode ser de quatro tipos: A-3, A-4, A-5 e A-6 (entram em operação comercial em até três, quatro, cinco até seis anos).
b) Energia existente; repõe contratos que estão vencendo e contrata energia em operação, com menor custo. Pode ser dos tipos: A, A-1, A-2, A-3, A-4 e A-5 (projetos entram em operação no ano vigente até cinco anos).
c) Energia de fontes alternativas; atende ao crescimento do mercado no ambiente regulado e aumentam a participação das fontes renováveis na matriz energética, podendo ser dos tipos: A-1, A-2 e A-3.
d) Leilões de ajustes; finalidade de adequar contratações de energia das distribuidoras. Utilizados para adequações no ano vigente.
e) Leilões estruturantes; responsável pela compra de energia de projetos estratégicos, indicados pelo CNPE e aprovados pela Presidência, com prioridade de implantação, devido seu caráter estratégico e o interesse público. São empreendimentos A-5 (operação em até cinco anos).
f) Leilões de energia de reserva; este certame eleva a segurança no fornecimento de energia no SIN, proveniente de empreendimentos novos ou existentes, podendo ser dos tipos: A-1, A-2, A-3 e A-4.
g) Leilão do sistema isolado; este certame visa garantir o suprimento e potência para localidades do sistema isolado com modicidade tarifária.
h) Leilão de reserva de capacidade; contratação de reserva de capacidade para atendimento à necessidade de potência do SIN. Empreendimentos novos ou existentes negociam apenas a potência.

2.1.4 Matriz Elétrica Brasileira

Segundo dados da CCEE, obtidos do balanço de energia elétrica de 2022, considerando a capacidade instalada da geração centralizada, alcançou 191.611 MW no Brasil. Em termos de fontes renováveis, a participação alcançou 85,6% com valor absoluto de 164.070 MW. Por sua vez, as fontes não renováveis alcançaram 14,4% de participação em 2022, com o valor absoluto de 27.741MW (CCEE, 2022). GRÁFICO 3 mostra a evolução da capacidade instalada de geração centralizada para cada fonte de energia elétrica.

GRÁFICO 3 - Evolução da capacidade instalada de geração centralizada por fonte

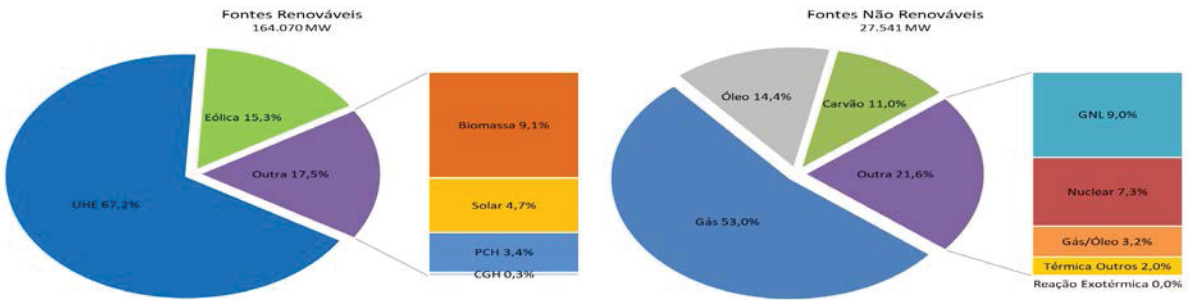


FONTE: CCEE (2023).

É possível constatar que a fonte não renovável (térmica) apresentou leve tendência de queda na capacidade instalada nos últimos dez anos, e a fonte hidráulica, apesar de seguir sendo a base da matriz elétrica com maior representatividade foi a que apresentou maior queda na capacidade instalada. Enquanto que biomassa apresentou leve aumento, as fontes solar e eólica foram as que apresentaram maiores ganhos percentuais de capacidade instalada, sendo a fonte solar presente apenas a partir de 2017.

O GRÁFICO 4 mostra capacidade instalada de geração centralizada para fontes renováveis e não renováveis, para cada fonte de energia elétrica.

GRÁFICO 4 – Capacidade instalada (2022) de geração centralizada por fonte



FONTE: CCEE (2023).

Considerando apenas as fontes renováveis em 2022, UHEs e Eólicas foram responsáveis por 67,2% (110.185MW) e 15,3% (25.138MW) respectivamente, e as demais fontes (Biomassa, Solar, PCH e CGH) foram responsáveis por 17,5% (28.746MW), enquanto a capacidade instalada por fontes não renováveis foi de 27.541MW, com maior participação representada pela fonte a Gás com 53,0% (14.610MW), Óleo com 14,4% (3.978MW) e carvão com 11,0% (3.017MW) e as demais fontes com 21,6% (5.936MW).

2.2 LEILÕES DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ACR

2.2.1 Enquadramento dos Dados ANEEL – Período de 2005 até 2022

Para atingir os objetivos propostos, foram levantados dados referentes aos leilões de novos empreendimentos (implantações e ampliações) de geração de energia elétrica realizados em ACR ao longo do período compreendido entre os anos de 2005 e 2022, disponibilizados no site de internet da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, em planilha do tipo MS Excel, listados no QUADRO 1.

QUADRO 1 – Leilões de expansão de energia elétrica realizados entre 2005/2022

Modalidade do Leilão	Especificação Técnica /Ano	Suprimento
1°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 2/2005 (A-5)	2010
2°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 2/2006 (A-3)	2009
3°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 4/2006 (A-5)	2011
4°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 2/2007 (A-3)	2010
5°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 1/2007 (A-5)	2012
1°LEILÃO FONTES ALTERNATIVAS	LEILÃO 3/2007	2010
LEILÃO ESTRUTURANTE	LEILÃO 5/2007	2012
1°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 1/2008	2009/2010
6°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 2/2008 (A-3)	2011
7°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 3/2008 (A-5)	2013
LEILÃO ESTRUTURANTE	LEILÃO 5/2008	2013
8°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 2/2009 (A-3)	2012
2°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 3/2009	2012
LEILÃO ESTRUTURANTE	LEILÃO 6/2009	2015
10°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 3/2010 (A-5)	2015
3°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 5/2010	2013
2°LEILÃO FONTES ALTERNATIVAS	LEILÃO 7/2010	2013
11°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 4/2010 (A-5)	2015
12°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 2/2011 (A-3)	2014
4°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 3/2011	2014
13°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 7/2011 (A-5)	2016
15°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 6/2012 (A-5)	2017
5°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 5/2013	2015
16°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 6/2013 (A-5)	2018
17°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 9/2013 (A-3)	2016
18°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 10/2013 (A-5)	2018
19°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 03/2014 (A-3)	2017
20°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 06/2014 (A-5	2019
6°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 08/2014	2017
3°LEILÃO FONTES ALTERNATIVAS	LEILÃO 02/2015	2016/2017
21°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 03/2015 (A-5)	2020
22°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 04/2015 (A-3)	2018
7°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 08/2015	2017
8°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 09/2015	2018
23°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 01/2016 (A-5)	2021
10°LEILÃO ENERGIA DE RESERVA	LEILÃO 03/2016	2020
25°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 04/2017 (A-4)	2021
26°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 05/2017 (A-6)	2023

Modalidade do Leilão	Especificação Técnica /Ano	Suprimento
27°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 01/2018 (A-4)	2022
28°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 03/2018 (A-6)	2024
29°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 03/2019 (A-4)	2022
30°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 04/2019 (A-6)	2025
33°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 06/2021 (A-3)	2025
34°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 07/2021 (A-4)	2025
35°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 08/2021 (A-5)	2026
36°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 03/2022 (A-4)	2026
37°LEILÃO ENERGIA NOVA	LEILÃO 14//2022 (A-5)	2027

FONTE: Adaptada de ANEEL (2022)

Foram utilizados dados de expansão de energia elétrica em quantidade de megawatts médios referente a compra nos Leilões de Energia Nova - LEN, Leilões de Fontes Alternativas - LFA, Leilões de Energia de Reserva - LER e nos Leilões Estruturantes - LE, ou seja, novos empreendimentos energéticos programados para entrarem em operação conforme os prazos determinados nos respectivos certames, entre os anos de 2009 até 2027.

Na primeira coluna estão listadas as modalidades dos leilões, na coluna dois as especificações técnicas e ano de realização e na três a data prevista para início de suprimento da energia e conexão no SIN. O ano do suprimento servirá de parâmetro para elaboração de alguns gráficos, e justifica a previsibilidade de expansão de energia até 2027, apesar do último leilão considerado ocorrer em 2022.

Foram realizados 47 leilões de expansão de energia elétrica, e contemplam 18 (dezoito) anos de contratação, com início de suprimento o ano de 2009 (provenientes do 2° Leilão de Energia Nova A-3), e término previsto para o ano 2027 (proveniente de empreendimentos do 37° Leilão de Energia Nova A-5).

Os resultados foram apresentados através de gráficos, textos e figuras, de forma comparativa e sequencial, com desmembramento de empreendimentos contratados provenientes de fontes renováveis das fontes não renováveis.

Estas, por sua vez, foram divididas em 5 (cinco) grupos principais, sendo eles: solar (fotovoltaica), eólica, hídrica (CGH, PCH e UHE), térmicas a biomassa (bagaço de cana, palha de cana de açúcar, resíduo sólido avícola, resíduos agrícolas, cavaco/casca de madeira, casca de arroz, capim elefante e biogás) e térmica (gás natural, gás de processo, carvão mineral, óleo diesel e óleo combustível). Fontes solar, eólica, hídrica e de biomassa foram consideradas energias renováveis, enquanto que a fonte térmica é considerada não renovável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O GRAFICO 5 apresenta os quantitativos e percentuais de energia elétrica contratada de cada modalidade de leilão referente ao período de 2005 até 2022.

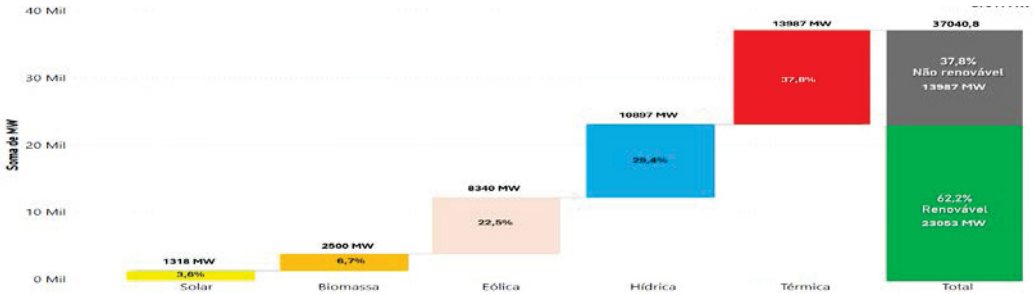
GRÁFICO 5 – Suprimento de energia elétrica contratada nos leilões em ACR entre 2005/2022

FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

A modalidade que mais contribuiu para expansão da geração foi LEN com representatividade de 69,3% (25.680,6 MW) em 32 certames. Em segundo lugar com 16,6% proveniente de 3 certames aparecem os LE (6.133,0 MW), seguido dos LER com 11,5% (4.259,0 MW) provenientes de 9 certames, e por último estão os 3 certames de LFA com 2,6%, (968,2 MW).

LEN foram responsáveis por mais de dois terços da energia contratada de novos empreendimentos, e demonstra o sucesso da modalidade. LE se destaca pela pequena quantidade de certames realizados quando comparado com o montante de energia contratada, e por contemplar a totalidade de contratação de renováveis de UHEs de grande porte, e o último foi realizado em 2009. LFA apresentaram baixa representatividade e o último ocorreu em 2015. O GRÁFICO 6 apresenta o total de energia contratada nos leilões, e diferenciação por fonte de energia contratada.

GRÁFICO 6 - Energia comercializada por fonte nos leilões entre 2005/2022 em ACR

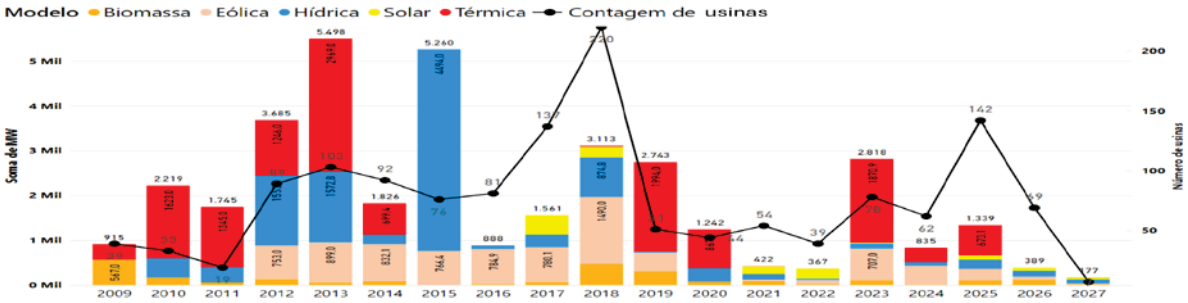


FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

Verifica-se que a maior quantidade provém de fontes térmicas, o equivalente a 13.987 MW, seguido das hídricas com 10.897 MW, eólica com 8.340 MW, biomassa com 2.500 MW e solar que representa 1318 MW contratados.

No total, fica evidente o protagonismo das renováveis com percentual de 62,2% da energia contratada e não renováveis representam 37,8%. Protagonismo se confirma no GRÁFICO 7 que ilustra energia e usinas contratadas entre 2005 e 2022, e suprimento anual previsto. Em 2013 ocorreu maior contratação com 5498 MW, sendo 2969 MW de fontes não renováveis e 2529 MW de renováveis, seguido de 2015 que totalizou 5260 MW provenientes exclusivamente de fontes renováveis

GRÁFICO 7 - Energia contratada total e contagem de usinas nos leilões em ACR entre 2005/2022



FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

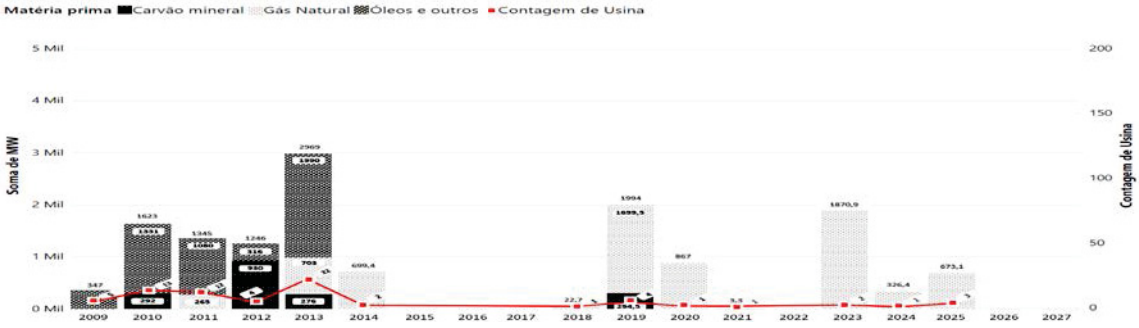
Hídricas obtiveram grande participação através de UHEs (Santo Antonio, Jirau, Belo Monte, Santo Antonio do Jari e Teles Pires) contratadas principalmente na região Norte em 2012, 2013 e 2015. A partir daí predominou projetos hídricos de menor porte (PCH e CGH), e as últimas hídricas de médio porte que entraram em operação foram UHE Sinop (238,2 MW) e São Manoel (409,5 MW) no Mato Grosso, em 2018. Hídricas viabilizaram contratação em todos os anos, exceto 2009.

Quanto as térmicas, é visível a relação ilustrada que demonstra a elevada quantidade de energia gerada associada ao baixo número de empreendimentos, pois é usual contratação de usinas de maior porte (acima de 100 MW por exemplo).

Biomassa viabilizou contratação de energia em quase todos anos, e eólica também se destacou e contribui com grande número de empreendimentos em diversos anos, com destaque para 2018 que comercializou 1490 MW em 136 usinas, e no total apresentou 220 empreendimentos de todas as cinco fontes contratadas.

O GRÁFICO 8 apresenta detalhamento da energia elétrica proveniente de termoelétricas e comparativo anual do suprimento de energia não renovável.

GRÁFICO 8 - Não renováveis (termoelétricas) comercializada nos leilões em ACR entre 2005/2022



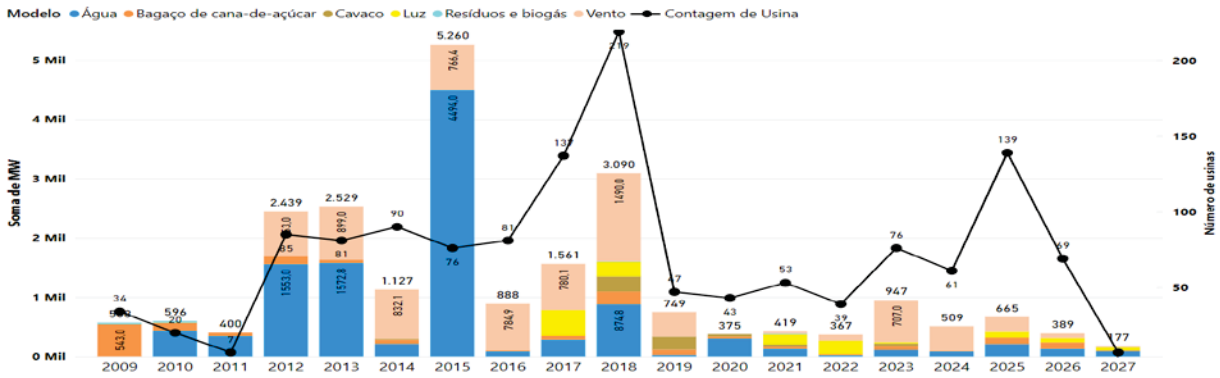
FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

No tocante as térmicas, 51% é gerado a partir do gás natural (7130,3 MW), 36,2% de óleos combustível e outros (5064 MW) e 12,8% de carvão mineral (1792,5 MW). É notório a superioridade das termelétricas de óleos combustível/diesel e outros até 2013, e protagonismo do gás natural a partir daí, com dois picos relevantes em 2019 e 2023, sendo a única fonte não renovável desde 2014, exceto carvão mineral em 2019. Este tem participação moderada nos leilões, e teve sua maior participação no suprimento de energia em 2012.

O ano de 2013 foi o que apresentou maior contratação de energia térmica, equivalente a 2969 MW, sendo que não ocorreu contratação para suprimento entre 2015 e 2017, 2022, nem está previsto para 2026 e 2027.

O GRÁFICO 9 detalha a contratação da energia renovável comercializada entre 2005 e 2022, e comparativo anual referente ao suprimento de energia previsto.

GRÁFICO 9 - Energia elétrica renovável comercializada nos leilões entre 2005/2022 em ACR



FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

No tocante as renováveis, a maior quantidade de energia provém de UHEs, equivalente a 9779,5 MW (42,4%), seguido de eólica com 8339,7 MW (36,2%),

bagaço de cana com 1813,2 MW (7,9%), solar com 1317,5 MW (5,7%), CGH e PCH somam 1117,6 MW (4,8%) e cavaco, resíduos e biogás somam 686,5 MW (2,9%).

É notório a superioridade da matriz hídrica nos leilões na primeira década de implantação dos certames, com destaques para 2010 até 2013, e 2015 em que foi a fonte mais comercializada para expansão da capacidade instalada de energia.

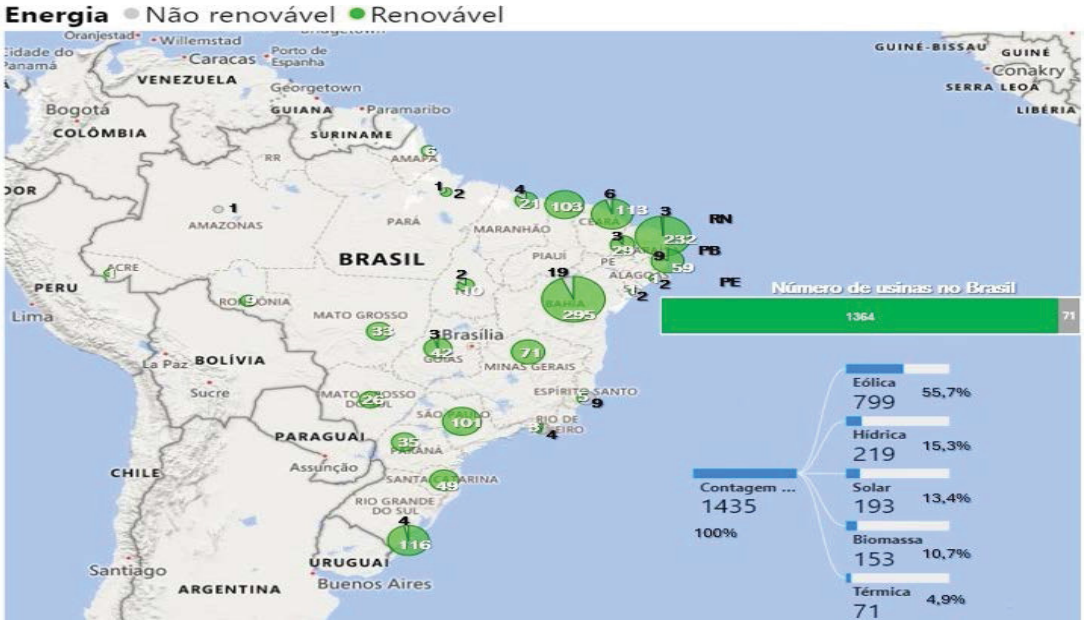
Quanto a anergia eólica, se firmou como a segunda fonte mais contratada no período, e vem mantendo regularidade desde o primeiro ano de suprimento (2012), e nos leilões de expansão com suprimento em 2014, 2016 até 2019 e 2022 foi a principal fonte. O suprimento previsto para 2023 até 2025 indica protagonismo desta fonte, que deve se confirmar devido ao enorme potencial eólico ainda não explorado no Brasil e a forte expansão que a fonte vem apresentando.

Projetos de biomassa estão presentes na expansão de energia desde 2009 quando foi a principal fonte contratada, tendo como matéria prima principal bagaço de cana de açúcar. Apenas em 2015 não ocorreu contratação desta fonte.

Solar tem despontado desde 2017, e nos anos de 2021/2022 foi a fonte mais comercializada. Aparece de forma moderada no ACR, e protagonismo despontado no ACL e também na geração distribuída, associado aos subsídios ofertados à fonte.

Para ilustrar mais detalhadamente o quantitativo, distribuição e localização de energia elétrica contratada entre 2005 e 2022 no Brasil utilizamos a FIGURA 2.

FIGURA 2 - Quantitativo de usinas de energia contratada nos estados entre 2005/2022 no ACR



FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

As energias renováveis e não renováveis são dispostas de forma comparativa nos estados. Usinas estão bem distribuídas e geram energia em todas regiões e estados do Brasil, exceto em Roraima que não está interligado no SIN.

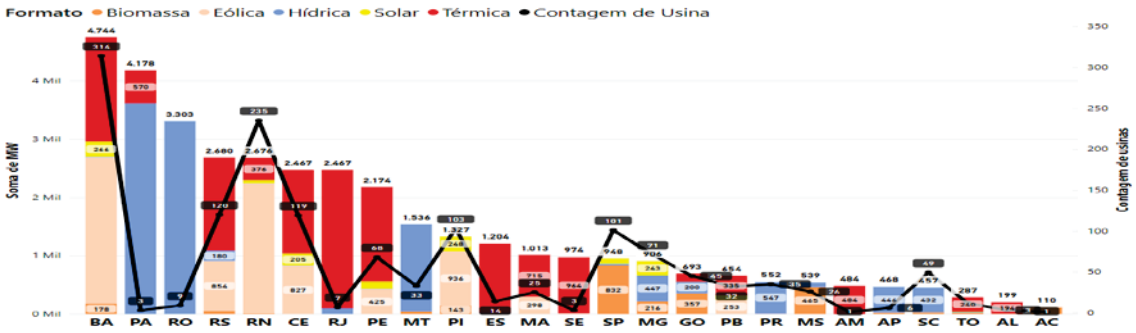
Em alguns estados é possível verificar que a totalidade provém de fontes renováveis, Acre, Amapá, Rondônia, Piauí, Mato Grosso do Sul/Norte, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. A produção de não renováveis atingiu níveis acima de 90% no Amazonas, Alagoas, Sergipe, Espirito Santo e Rio de Janeiro.

Foram identificadas 1.435 usinas contratadas, com renováveis responsável por 1364 projetos de implantação ou ampliação e não renováveis apenas 71. Referente a quantidade de empreendimentos viabilizados, chama atenção a região nordeste que tem despontado na última década com empreendimentos eólico e solar, e assim como nas regiões sul, sudeste e centro-oeste a quantidade de usinas é maior que na região norte que apresenta poucos projetos de expansão de energia.

Região norte tem se mostrado um caso à parte, e requer investimentos em infraestrutura e sistemas de transmissão para competir com as demais regiões quanto a atratividade para geração. A implantação de grandes usinas hidrelétricas, citando o exemplo da energia contratada em LE, fortaleceram esta região e certificam o caráter estratégico e o interesse público desta modalidade de certame.

O GRÁFICO 10 apresenta detalhamento quantitativo da expansão de energia elétrica de forma comparativa em relação ao estado que estão localizadas.

GRÁFICO 10 - Quantitativo de usinas comercializado nos estados entre 2005/2022 em ACR



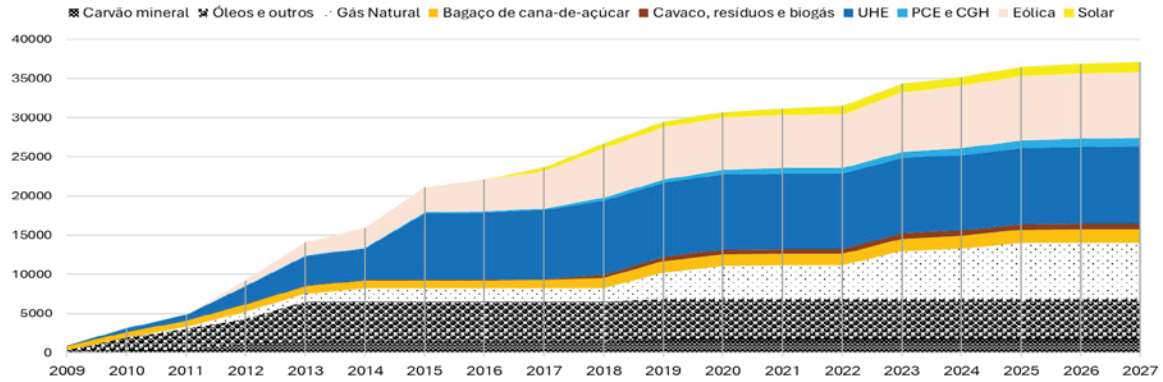
FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

A Bahia desponta em energia produzida e número de usinas, representando a força da região nordeste e o devido destaque às fontes eólica, térmica e solar. Os estados do Pará e Rondônia, apesar da baixa quantidade de usinas, aparecem na

segunda e terceira posição em termos de energia contratada, com destaque para UHEs. Rio Grande do Sul e do Norte aparecem em quarto e quinto lugar, e contratação diversificada de energia proveniente de todas as fontes, exceto solar no RS e hídrica no RN. Do sexto ao oitavo lugar as térmicas predominam.

E por fim, o GRÁFICO 11 apresenta toda energia comercializada entre os anos de 2005 e 2022 nos leilões promovidos no ACR, apresentado de forma acumulativa, a partir do ano em que foi previsto suprimento junto ao SIN.

GRÁFICO 11 - Montante de energia comercializada nos leilões no ACR entre 2005/2022



FONTE: Adaptado de ANEEL (2022).

Ocorre superioridade de contratação das renováveis na maior parte dos anos, e destaque na energia contratada até 2019, sendo que a partir de 2020 ocorre tendência de queda de contratação até 2027, com exceção do ano de 2023.

Na primeira década de implantação dos leilões no Brasil, o avanço da expansão da contratação até 2015 se mostrou mais efetivo que a segunda década e representou 57% (21.148 MW) de toda energia contratada até 2027, sendo 64,4% de fonte renovável e 35,6% de não renovável. Este fato se torna mais relevante se considerar que o primeiro ano de suprimento de energia foi em 2009.

Entre 2016 até 2023 o avanço da expansão de energia representou 35,5% (13.154 MW), sendo 64,1% proveniente de fonte renovável e 36,9% de não renovável. Entre 2024 até 2027, ou seja, energia recentemente contratada que está por entrar em operação no SIN, o avanço da expansão representou 7,4% (2.740 MW), sendo 63,5% de fonte renovável e 36,5% de não renovável.

Conforme dados apresentados acima, é relevante que a proporção de energia renovável comparado com não renovável provenientes dos leilões em ACR

tem se mantido relativamente constante com o passar dos anos, com pouca variação, inclusive no período referente a expansão recente da energia elétrica que ainda não foi disponibilizado no sistema nacional, referente ao período de suprimento de 2024 até 2027. Quanto a diminuição da energia contratada no ACR a partir de 2015 provavelmente tem relação com o aumento de contratação no ACL.

Quanto as fontes não renováveis comercializadas no período, representaram 37,8%. Óleos e carvão mineral tiveram maior contratação até 2013, e perderam protagonismo no cenário nacional, permanecendo estagnadas desde então. O gás natural, por sua vez, vem se destacando, e teve participação relevante entre 2019 e 2020, e na energia prevista para suprimento de 2023 a 2025, figurando no topo de contribuição para expansão da energia elétrica a partir de fontes não renováveis.

Em relação as fontes renováveis, ocorreu fato parecido com as hídricas que apresentaram ápice até meados de 2015 com forte participação das UHEs, e desde então perderam protagonismo no cenário nacional de expansão de energia elétrica, apesar de pontuarem como a principal fonte no quantitativo geral e agregarem confiabilidade e despachabilidade a matriz elétrica. PCHs e CGHs apresentaram maior constância quanto ao número de empreendimentos viabilizados depois de 2015, quando comparado as UHEs, porém no montante oferecem pequena quantidade de energia contratada.

A segunda fonte renovável mais comercializada foi a eólica, com destaque desde 2012 quando pontuou pela primeira vez nos leilões de energia elétrica e desde então tem participado como protagonista e apresentado grande competitividade em relação às demais fontes. É a fonte que mais viabilizou empreendimentos, representando 55,7% de todas usinas contratadas no período.

Energia proveniente de biomassa também é um caso de sucesso no Brasil, devido ao aproveitamento dos resíduos da cana de açúcar, que juntamente com outras matérias primas, como cavaco, resíduos e biogás, tem contribuído de forma relevante ao longo de todo o período amostrado.

Outra fonte importante que vem se consolidando como protagonista recentemente é a solar, que teve seu suprimento contratado pela primeira vez em 2017, e desde então tem contribuindo de forma efetiva para a diversificação da matriz elétrica brasileira.

4 CONCLUSÃO

Atendendo ao constante aumento da demanda de energia no Brasil nas últimas décadas, os leilões realizados no ACR têm se mostrado de fundamental importância para expansão do sistema elétrico nacional, minimizando os riscos de racionamento através da contratação e ampliação de novos empreendimentos. Os resultados obtidos realçam também a contribuição para diversificação da matriz elétrica que fortalece o SIN e diminui a dependência de uma fonte especifica.

No tocante a segurança energética, a geração das renováveis minimiza a dependência de combustíveis fosseis, cujos preços são regulados pelo mercado internacional, promovendo ainda a mitigação das mudanças climáticas. Importante frisar também que os resultados indicam a contribuição dos leilões para o acréscimo de energia renovável na matriz elétrica, apresentando contribuição relevante das fontes hídricas nos primeiros anos de ocorrência dos certames, e relevante aumento das fontes eólicas e solares em anos mais recentes, e também no suprimento de energia para os próximos quatro anos, provenientes de empreendimentos que estão previstos de entrarem em operação até 2027.

Se traçarmos um paralelo com o ano de 2022, que foi marcado pelo avanço de energia renovável no Brasil, na qual ultrapassou o marco de 92% de participação das hidrelétricas, eólicas, solares e de biomassa no total fornecido pelo Sistema Interligado Nacional (SIN), segundo Relatório de Sustentabilidade da CEEE, entendemos com mais propriedade a importância dos leilões de energia dentro do cenário nacional e a pujança da matriz elétrica Brasileira.

Outra questão que ficou evidente em análise dos resultados dos leilões de expansão de energia está relacionada a participação de praticamente todos os estados do Brasil no montante de energia elétrica adicionada ao SIN a partir das modalidades de leilão avaliadas, exceto Roraima que é o único que não é interligado ao resto do país.

Apesar deste TCC apresentar limites de tempo e tamanho de texto quanto as possibilidades de aprofundamento do tema, realizando uma breve análise das informações obtidas dos leilões de expansão de energia apresentadas predominantemente em forma de gráficos, há forte indicativos que o Brasil está empenhado na produção de energia elétrica de baixa emissão de GEE, e o setor

elétrico tem contribuído para alcançar resultados positivos associado a transição energética.

Nesta linha de estudos e pesquisas, existem algumas possibilidades de complementação das informações relevantes para o tema, na qual indicamos aprofundamento e realização de comparativo da expansão de energia comercializada no ambiente de contratação regulado - ACR em relação ao ambiente de contratação livre – ACL, reforçado pelo fato que este último deve assumir em breve o protagonismo quanto comercialização de energia elétrica no Brasil.

Por fim, este TCC faz parte de um esforço de aprendizado na área de energias renováveis, e vem a finalizar uma etapa bem produtiva de dezoito meses junto aos colegas e professores de curso, sendo que os resultados obtidos podem ser utilizados justamente para contribuir na busca e multiplicação do conhecimento a respeito do Setor Elétrico Nacional e suas particularidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL – BRASÍLIA. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/leiloes. Acesso em: 18 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL – BRASÍLIA. 2022. Disponível em: https://www.cee.org.br/pt/web/guest/-/geracao-de-energia-renovavel-bateu-recorde-em-2022-aponta-ccee. Acesso em: 18 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL – BRASÍLIA. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/brasil-supera-em-2022-os-8-gw-de-expansao-na-capacidade-instalada. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Lei complementar nº 143, de 17 de julho de 2013. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 137, 18 jul. 2013. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei n°10.848, de 15 de março de 2004. Portal da Legislação, Brasília, DF, 15 mar. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.848.htm. Acesso em: 18 nov. 2023.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. Balanço 2022 – GERCI/GAIM. Brasília. 2023.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE – Brasília. 2023. Disponível em: https://www.ccee.org.br/web/guest/dados-e-analises/dados-leilao. Acesso em: 18 nov. 2023.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE – Brasília. 2023. Disponível em: https://www.ccee.org.br/web/guest/mercado/leilao-mercado. Acesso em: 18 nov. 2023.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. Projeto de Lei 414/2021. 77ª Semana Oficial da Engenharia e da Agronomia – SOEA. Brasília. 2022.

FRANCO, Cezar Augusto de O. (2016). (Org.). Sistema elétrico brasileiro e marco regulatório das energias renováveis. GEPA. Toledo: PUC-PR, jul. 2016. Disponível em: http://www.oesteemdesenvolvimento.com.br/admin/uploads/texteditor/txt_ 14718765939380. pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

GOLDEMBERG, Jose. Energia e desenvolvimento. Estudos Avançados, vol. 12, no 33, São Paulo, p. 7-15, mai./ago. 1998.

PERETTI, Henrique Vilhar. Cenários para a expansão energética no Brasil: Um trade-off custo versus segurança de suprimento. Trabalho de Conclusão de Curso de Economia – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2011.