

Energy infrastructure deficits and energy transition planning in Brazil

Luisa Pepe Razzolini *, José Aquiles Baesso Grimoni, Miguel Edgar Morales Udaeta, Vanessa Meloni
Massara e Viviane Tavares Nascimento

*lprazzolini@usp.br, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil

Abstract – Even though Brazil has a relatively clean energy matrix, the country still has a long way to go in terms of energy transition. This paper aims to present the current deficits regarding energy infrastructure in light of the recent discussions of energy transition, as well as the current planning for such transition. With this objective in mind, scientific papers, official governmental reports and news articles were examined. The following guidelines were chosen for this research: historical context regarding energy infrastructure in Brazil, the main deficits in infrastructure currently, the main challenges for energy transition, and the current plans for investments in energy transition. It was seen that Brazil has historical deficits in energy infrastructure, especially regarding reliable access to electricity. Also, the country still relies heavily in hydroelectric plans and fossil fuels. On the other hand, the Federal Government has recently published the guidelines to be followed to lower greenhouse gases and to adopt cleaner energy sources in short, medium and long term.

Key-words — Energy efficiency, renewable energy, energy infrastructure, energy matrix, energy transition

I. INTRODUÇÃO

Há algum tempo a transição energética tem sido um dos tópicos centrais nas discussões de sustentabilidade, sendo um tema chave para diversos encontros e estudos globais. A transição energética é vista como o principal caminho atual para diminuição do uso de combustíveis fósseis e das emissões de gases do efeito estufa (GEE).

No âmbito deste artigo, define-se transição energética como a mudança da matriz energética a partir da descarbonização, digitalização, descentralização e eficiência energética [1]. Nesse contexto, descarbonização significa a diminuição das emissões de carbono, assim como de outros GEE, seja na geração de energia elétrica ou para o uso de outras formas de energia. A digitalização está ligada à transformação digital para administração e medição de forma a utilizar menos energia e ter um controle maior sobre a rede elétrica. Já a descentralização é relacionada com a geração de energia em grandes centrais de forma a trazê-la para mais próximo do consumidor final a partir de fontes renováveis. E, finalmente, a eficiência energética pode ser definida como o processo de conseguir gerar energia utilizando menos recursos naturais [2].

Há um grande esforço global para a transição energética, principalmente em discussões de cooperação entre nações. A 28ª Conferência das Partes (COP 28), realizada em 2023, teve

como uma de suas principais discussões a Transição Energética Justa. [3] Esse termo faz alusão ao fato de que todas as comunidades e populações são afetadas pelas mudanças climáticas e devem ser consideradas como parte integrante das discussões sobre transição energética, abordando questões sociais, econômicas, ambientais e sustentáveis.

Diretamente conectado a isso, há o sétimo objetivo de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 feita pela ONU: Energia Limpa e Sustentável. Esse objetivo defende como direito humano o acesso à energia limpa e acessível, ou seja, que não basta a conexão à rede de distribuição elétrica - a eletricidade deve ser oriunda de fontes renováveis, com acesso confiável e com preço acessível [4]. Além deste, a Agenda 2030 também apresenta outros objetivos ligados diretamente à transição energética, como: Fome Zero e Agricultura Sustentável, Cidades e Comunidades Sustentáveis, Consumo e Produção Responsáveis, e Ação contra a Mudança Global do Clima. No entanto, toda a Agenda 2030 traz outros impactos diretos e indiretos à transição energética.

Ao focar no Brasil, vê-se que, apesar de dotado de uma matriz energética bastante renovável em comparação a outros países, ainda é necessário torná-la mais limpa, diversa, acessível e confiável [5]. As dimensões continentais do território dificultam as melhorias em infraestrutura, especialmente para energias renováveis. Além disso, ainda há outras questões relacionadas à transição energética, como a diminuição das emissões de gases do efeito estufa e o investimento em armazenamento de energia.

Nos últimos anos, o Brasil tem avançado em seu planejamento para a transição energética, com apresentação das perspectivas de investimento na área [6], assim como com a criação da “Missão 1.5”, a ser apresentada na COP 30 em Belém, que propõe um pacote de apoio às nações que, por falta de recursos, não conseguem acelerar a transição energética e a descarbonização [5].

Considerando esses pontos, os principais objetivos desse artigo são entender quais são os principais déficits e desafios de infraestrutura elétrica no Brasil que devem ser superados no contexto da transição energética, assim como observar qual é o planejamento atual para a transição energética no Brasil e para cobrir os déficits existentes.

II. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos, as análises realizadas nesse artigo foram feitas a partir de levantamentos obtidos através de artigos e publicações científicas, relatórios oficiais

do governo federal, relatórios de entidades não governamentais, de informativos de organizações internacionais e notícias da sociedade civil.

Tomou-se como diretrizes para a pesquisa: o contexto histórico brasileiro em questões de energia; os principais déficits atuais em nossa infraestrutura; os principais desafios a serem superados no contexto brasileiro; e os planos atuais traçados para a transição energética no país.

O contexto histórico é estudado a partir da década de 1970, por ser um período essencial para entender a atual matriz energética brasileira, até a última década, dos anos 2010. A análise é dividida por década.

Todos os tópicos citados foram estudados conforme os 4 pilares da transição energética estabelecidos no início deste artigo: descarbonização, digitalização, descentralização e eficiência energética.

III. CONTEXTO HISTÓRICO DOS INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA

O investimento em infraestrutura energética no Brasil não foi linear, passando por períodos de grande investimento com diversas políticas de reforma e reestruturação, mas também por momentos de desaceleração de crescimento e de crise.

A. Década de 1970

Durante a década de 1970 o Brasil passou dos 10 mil MW de potência instalada, e conseguiu, inclusive, chegar à década de 1980 com mais de 31 mil MW instalados. Isso foi decorrente principalmente de investimentos em usinas hidrelétricas, especialmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná e na região Norte. Foi também nesse período em que houve um aumento do sistema de transmissão elétrica brasileiro, com a instalação de linhas de longas distâncias [7].

A década de 1970 foi marcada por uma grande expansão da Eletrobras, com a fundação da Eletronorte, para construir e operar usinas e linhas de transmissão na região Norte, e pelos acordos de construção de Itaipu e Tucuruí. Nesse período, a Eletrobras também lançou seu II Plano de Nacional de Desenvolvimento, com estudos e planejamentos para expansão de projetos energéticos até a década de 90, incluindo a construção de centrais para geração de energia nuclear.

B. Década de 1980

Entretanto, a década seguinte foi marcada por uma significativa diminuição no investimento para infraestrutura energética, em que muitos dos projetos planejados para o período não foram iniciados. O Brasil passava por uma crise após o dito “milagre econômico” da década de 1970.

Em outros termos, a década de 1980 trouxe grandes mudanças para o setor, com maior foco para questões ambientais. A Política Nacional de Meio Ambiente foi aprovada em 1983, em que se tornava obrigatória a obtenção de licenças ambientais na construção de grandes empreendimentos, a partir de estudos ambientais e com fiscalização governamental [8]. E, em 1985, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia, com o intuito

de diminuir desperdícios no setor elétrico e impulsionar novos investimentos em instalações elétricas [9].

Além disso, foi nesse período que o governo brasileiro criou o Programa Nacional do Alcool e passou a impulsionar a produção nacional em larga escala de biocombustíveis [10].

C. Década de 1990

A década de 1990 foi marcada por crises e grandes reformas do sistema energético brasileiro, que teve a maior parte das empresas de distribuição privatizadas. Ao final do programa de privatização, o Estado ainda era majoritário no setor de geração e transmissão, mas havia perdido mais da metade de sua participação no setor de distribuição. Essa reforma acabou por introduzir problemas de gerenciamento no sistema, já que as primeiras privatizações foram realizadas sem que houvesse normas para regulação do sistema elétrico. A solução para esse problema foi a criação do Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro (ONS), que até hoje é responsável pela coordenação da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica [11].

Para mais, as empresas estatais foram impedidas de realizar investimentos para geração de energia. A tabela abaixo exemplifica a diminuição de investimentos em energia elétrica que marcou a década e levou a déficits no setor. Do total dos US\$21,8 bilhões investidos entre 1990 e 1998, mais da metade foi para geração, sobretudo em hidrelétricas, de acordo com planejamentos anteriores [12].

Investimentos em Energia Elétrica entre 1990 e 1998

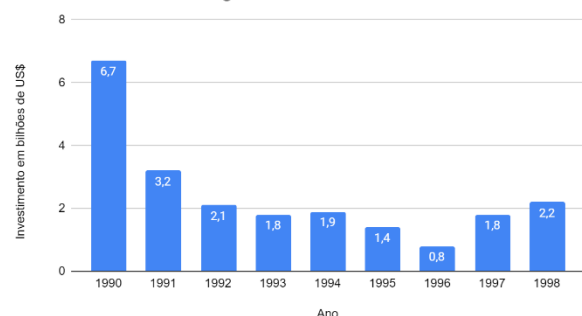


Fig. 1. Investimentos em Energia Elétrica entre 1990 e 1998 em bilhões de US\$ [12].

D. Década de 2000

Em 2000, foi criado o Programa de Eficiência Energética, o PEE, a partir do Decreto da Lei 9.991/2000 [13]. O objetivo do PEE é promover o uso eficiente de energia elétrica ao reduzir desperdícios e otimizar o consumo energético em diferentes setores produtivos.

Porém, o início do milênio foi marcado pelo racionamento de energia de 2001 e 2002, originado pelo subinvestimento em novas usinas e linhas de transmissão da década anterior somado à falta de chuvas [14].

Nos anos seguintes, porém, o setor foi marcado por uma nova estruturação, com foco em aumentar a segurança do suprimento e universalização do acesso à energia elétrica. A Empresa de Pesquisa Energética foi fundada nessa década como forma de retomar o planejamento integrado e centralizado do setor elétrico [11].

Nesse mesmo contexto, foi criado em 2003 o programa Luz para Todos, que levou a uma significativa expansão do sistema de distribuição elétrica, sobretudo em regiões rurais [15]. Entre 2003 e 2010, mais de 10 milhões de brasileiros conseguiram acesso à energia elétrica.

Foi nessa década também que os investimentos em energia eólica começaram a ser feitos, com incentivos para o setor e pela realização de leilões pelo governo. Em 2009 o país tinha o menor preço por MWh do mundo e a energia eólica já integrava a matriz energética brasileira [16].

E. Década de 2010

A década de 2010 foi marcada por uma grande mudança na matriz energética brasileira. Apesar de já bastante renovável, a maior parte da energia elétrica é provida por hidrelétricas, e foi nesse período que outras energias renováveis passaram a ter maior participação na matriz energética. O gráfico da figura 1, demonstra o aumento da participação de mais fontes renováveis no Brasil de 2010 a 2020 [17].

A primeira instalação de uma usina fotovoltaica no Brasil foi nesse período, com o setor apresentando rápido crescimento. Entre 2012 e 2020, a capacidade de geração passou de 7 MW para 6000 MW [18]. O crescimento foi tão significativo que, em apenas 8 anos, o Brasil passou para a 16ª colocação no ranking mundial de energia fotovoltaica.

O crescimento da eólica também foi significativo, em 2017 havia mais de 500 usinas instaladas no Brasil, sendo 400 somente na região Nordeste. Nesse momento, o Brasil ocupava o 9º lugar em capacidade total instalada e era responsável por 2,2% da capacidade global.

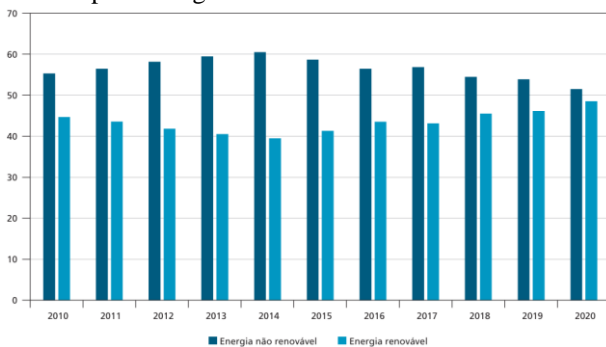


Fig. 2. Matriz energética: oferta interna de energia não renováveis e renováveis brasileira (2010-2020) (Em %) [18].

Além disso, também houve um aumento na produção e utilização de biocombustíveis, sobretudo no setor de transportes, setor de maior demanda energética. Como pode ser observado pela figura 3, a produção de biodiesel mais que dobrou entre 2010 e 2020.

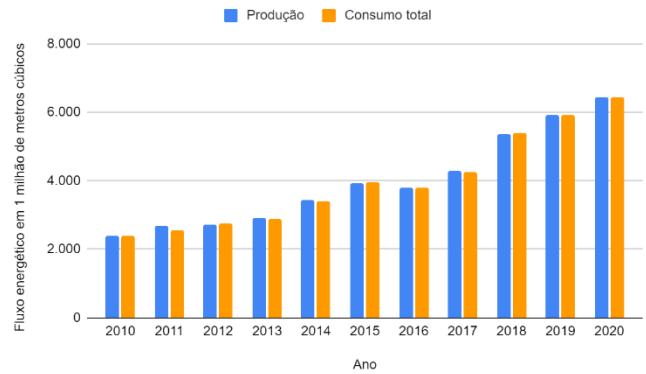


Fig. 3. Fluxo energético do biodiesel no Brasil (2010-2020) (Em %) [18].

Já pela figura 4, é possível ver que também houve crescimento na utilização de álcool, que já é bastante difundido.

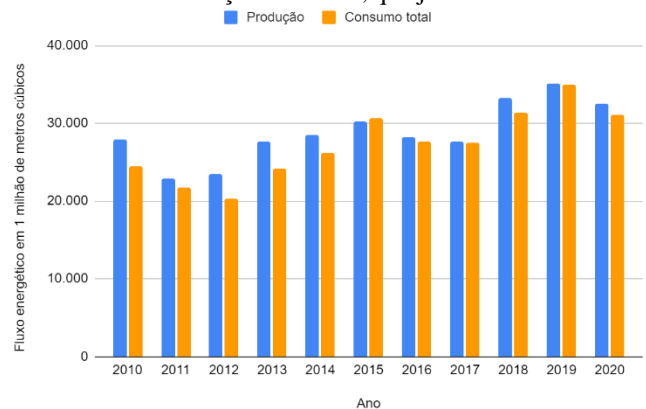


Fig. 4. Fluxo energético do álcool etílico no Brasil (2010-2020) (Em 1 milhão de metros cúbicos) [18].

IV. INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA ATUAL E PLANEJADA

A atual infraestrutura energética brasileira é bastante desenvolvida, com investimentos significativos em praticamente todo o território nacional. De acordo com o IBGE, o acesso à energia elétrica atingiu uma cobertura que pode ser considerada universal, acobertando cerca de 99,8% dos domicílios brasileiros [19].

Como é possível ver pela figura 2, praticamente todo território brasileiro está conectado pelo sistema de transmissão, com menor incidência na região Norte do país, marcada por locais de difícil acesso, especialmente por conta da presença da floresta amazônica. Nessa região são comuns os sistemas isolados, ou seja, que não estão ligados ao sistema elétrico integrado nacional. Atualmente, cerca de 760 mil pessoas são atendidas por sistemas isolados, sendo 99% deles na região norte, com a principal fonte de energia sendo o Diesel [20].

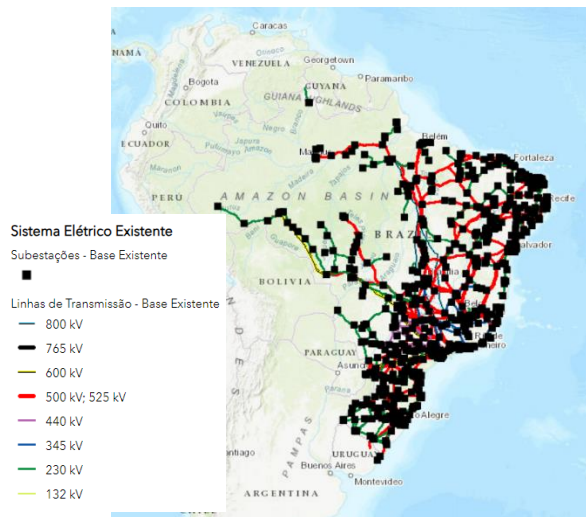


Fig. 5. Sistema elétrico interligado existente no Brasil [21].



Fig. 6. Sistemas isolados de Energia Elétrica no Brasil [21].

Além disso, há uma grande quantidade de plantas de biocombustível, principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste. Pela figura 4, é possível observar que há uma maior quantidade de plantas de etanol em relação às de biodiesel, principalmente porque o incentivo para a produção de etanol já é realizado no país há décadas, enquanto os incentivos ao biodiesel são mais recentes.



Fig. 7. Plantas de biocombustível no Brasil [21].

Com o aumento dos investimentos em outras fontes de energia, a EPE libera o mapa do sistema elétrico planejado para a instalação de usinas de geração de energia elétrica, incluindo as subestações que devem ser construídas e as linhas de transmissão que precisam ser instaladas.

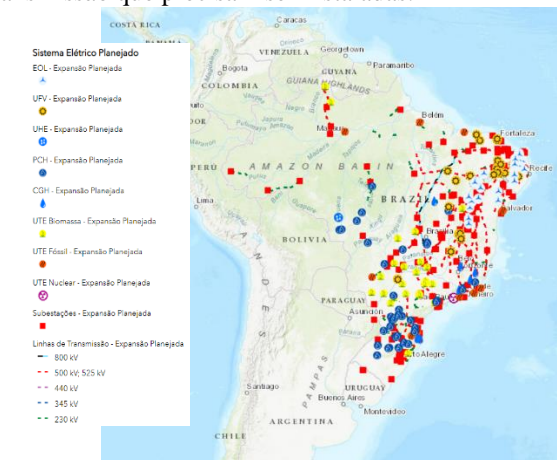


Fig. 8. Sistema Elétrico planejado no Brasil [21].

V. PRINCIPAIS DÉFICITS E DESAFIOS DO SISTEMA ENERGÉTICO BRASILEIRO PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

A. Eficiência energética

Apesar da eficiência energética ser um assunto tratado no país há anos, ainda há uma série de desafios que precisam ser superados para uma implementação abrangente no país.

O Ministério de Minas e Energia identificou que um grande entrave é a implementação de projetos de eficiência energética em indústrias. Isso ocorre porque ainda não há um conhecimento abrangente em alguns setores da indústria dos benefícios econômicos do tópico. Além disso, existe um alto custo associado aos projetos de eficiência energética e o país tem uma carência de mão de obra qualificada, especialmente para sistemas térmicos. Outro problema identificado é que o Programa de Eficiência Energia destinou apenas 4% de seus recursos para a indústria, que corresponde a 40% do consumo de eletricidade do Brasil [22].

Ainda em questão de eletricidade, a iluminação pública é responsável por cerca de 4,3% do consumo elétrico do país [23]. No entanto, há poucos programas para troca de lâmpadas para iluminação LED, que poderiam gerar uma grande economia de recursos [24], ou para outras luminárias mais eficientes.

B. Descarbonização

Em termos de descarbonização, o Brasil enfrenta um grande desafio na diminuição de emissões do setor de transportes. Esse setor é responsável por 33% do gasto energético do país, com 70% desse consumo sendo de gasolina e óleo diesel [25]. A demanda por combustíveis no país é bastante grande e a oferta de combustíveis é significativamente menor que a de combustíveis tradicionais.

Outra alternativa de combustível no caminho da descarbonização é o hidrogênio verde, ou H2V, obtido a partir da eletrólise da água. A denominação de cor vem de sua produção, realizada utilizando fontes limpas e renováveis [26].

No entanto, apesar do grande potencial do Brasil para a produção do H2V, o país ainda apresenta déficits em relação à capacidade técnica, seja de profissionais qualificados ou de infraestrutura para produção e transporte [27],[28]. Para que o mercado de hidrogênio verde seja impulsionado, ainda é necessário o estabelecimento de normas e regulamentações do mercado e a adaptação da infraestrutura já existente do país, como gasodutos e portos.

Já no caminho para eletromobidade, essencial para a descarbonização, há um grande déficit em relação aos pontos de carregamento. Atualmente, há 1 carregador para cada 19 veículos elétricos no Brasil [29]. Porém, com o aumento previsto na produção e com essa infraestrutura focada nas metrópoles, a penetração da eletromobidade no restante do país é dificultada.

Por fim, também é essencial considerar os sistemas isolados que, como trazido na seção anterior, utilizam o óleo diesel como principal fonte de energia - tendo gerado mais de 96% dos cerca de 2950 GWh utilizados em um ano [20]. A falta de infraestrutura, especialmente pela dificuldade de acesso ou mesmo pela pequena população, somada às dificuldades oriundas do tamanho continental do país, faz com que sejam poucas as oportunidades de capilarizar o acesso à energia produzida por fontes renováveis.

C. Descentralização

Historicamente, o Brasil apresenta uma forte dependência em hidrelétricas para geração de energia, que compõem mais de 60% da matriz elétrica atual [30], sobretudo por conta dos investimentos massivos feitos no setor no século passado. No entanto, em períodos de baixa dos reservatórios ou de grande demanda, a produção de energia é complementada por termelétricas que utilizam combustíveis fósseis [31]. Fica evidenciada a importância de integrar mais fontes limpas à matriz elétrica brasileira, tanto para complementação como para descentralizar a geração. Porém, a questão da inserção de fontes renováveis tem déficits associados à questão de investimento em setores de apoio.

Na região Nordeste, onde estão aproximadamente 80% das usinas de geração de energia eólica do país, o investimento nas linhas de transmissão não cresceu com a mesma rapidez que o setor de energias renováveis, apresentando um enorme gargalo para utilização da energia gerada [32].

Considerando energia solar, a mineração e processamento de minerais também não tem crescido com a rapidez necessária para suportar a demanda na fabricação de placas fotovoltaicas [33]. Esse fato pode implicar em faltas de minérios necessários como lítio, cobre e cobalto, e desacelerar o crescimento da fabricação nacional de placas. Esse gargalo pode acabar por impedir o aumento da implementação de usinas fotovoltaicas, especialmente para geração distribuída, pela manutenção do alto custo das placas.

D. Digitalização

O ponto inicial da digitalização costuma ser a implementação de medidores inteligentes [34], no entanto para implementação desse primeiro passo no Brasil, as concessionárias enfrentam

alguns entraves [35] [36]. Os medidores inteligentes são cerca de 10 vezes mais caros que os medidores convencionais, o que resulta em um alto investimento inicial por parte das concessionárias e, conseqüentemente, em um risco maior para implementação dessa medida. Além disso, os medidores precisam, na maioria das vezes, ser importados já que atualmente não há produção deste equipamento no país.

Para mais, a digitalização das linhas de transmissão e distribuição e de subestações implica na necessidade de expansão do sistema de telecomunicações para o setor elétrico. Nesse caso, não há planejamento atual para investimentos desse tipo.

VI. INICIATIVAS BRASILEIRAS PARA A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Apesar dos desafios e déficits atuais no contexto da transição energética, o Brasil tem aumentado a gama de seus investimentos na área.

A. Eficiência energética

A eficiência energética, por exemplo, é um assunto de interesse há décadas no país, com uma série de projetos que já chegaram até a trazer resultados em termos de economia de energia.

O PEE tem um enfoque em projetos de sustentabilidade e inovação para o aumento da eficiência energética. Esses projetos acarretam em benefícios para o consumidor final, ao reduzir os custos com energia, e para o setor elétrico em si, que opera com mais eficiência e sustentabilidade [37]. Além disso, o mesmo decreto de lei que criou o PEE, também estabeleceu que as concessionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a investir 0,5% de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia [38].

O PEE já trouxe resultados, tendo proporcionado uma economia de cerca de 1.776 MWh por ano no país entre 2008 e 2022, o que equivale ao consumo anual de mais de 6 mil famílias, de acordo com o estudo realizado pela ANEEL junto a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH [39].

Também foi implementado em 2023, o PotencializEE, o Programa de Investimentos Transformadores em Eficiência Energética, como uma parceria Brasil-Alemanha. O programa atua por enquanto somente no Estado de São Paulo com foco nas pequenas e médias indústrias com o objetivo de reduzir o consumo de energia em 7.267 GWh e evitar a emissão de 1,1 milhão de toneladas de carbono equivalentes [21]. O Ministério de Minas e Energia planeja conseguir escalar esse projeto a nível nacional, além de, de forma complementar, propor a destinação de uma parcela fixa dos recursos do PEE para projetos de eficiência energética em indústrias.

Além de programas voltados para empresas e para a indústria, há também iniciativas focadas no consumidor final da energia. O Inmetro criou o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) que fornece informações sobre a eficiência energética dos equipamentos, através de uma classificação em níveis de A a E. Há também o selo criado pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) que indica quais são

os equipamentos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética de sua categoria.

B. Descarbonização

Em relação a descarbonização, um tema chave é o aumento do uso de biocombustíveis, que, no Brasil, são principalmente o biodiesel e o etanol. O Brasil se destaca nesse tema, liderando a expansão mundial da produção de biocombustíveis. De acordo com a Agência Internacional de Energia, o país será responsável por 40% da expansão mundial nesse setor até 2028, com novas ofertas sobretudo no campo de transportes [40]. Um dos pontos que incentiva essa expansão é a recente aprovação de incentivos fiscais por 20 anos para a produção de biocombustíveis, a fim de aumentar sua competitividade [41].

Desde 2016 existe o *RenovaBio*, uma iniciativa que visa expandir a produção e uso de biocombustíveis e que foi considerado o maior programa de descarbonização da matriz de transportes do mundo. O programa estabelece um mercado de créditos de descarbonização (CBIO), cada CBIO equivale a uma tonelada de carbono que deixou de ser emitida pela produção de biocombustíveis, esses créditos podem ser depois comercializados na bolsa de valores [42].

Mais recentemente, em 2023 foi criado o Programa de Mobilidade Verde e Inovação (MoVer), que tem como objetivo incentivar a produção de novas tecnologias mais sustentáveis e de baixo carbono para mobilidade e logística. O programa, além do incentivo a P&D na área, terá um sistema de bonificação e punição de acordo com a pegada de carbono dos veículos [43].

Ainda em questão de mobilidade, os investimentos em eletromobilidade têm crescido no Brasil. Apesar do governo federal ter anunciado a volta do imposto para importação de carros elétricos a partir de 2024 [44], a produção nacional desses veículos tem se intensificado. Em 2023, a empresa chinesa BYD iniciou as obras de suas fábricas no Brasil [45] e também foi iniciada a discussão entre o governo federal e as montadoras de carros elétricos para a produção de carros bioelétricos, que são veículos híbridos que utilizam etanol [46].

C. Descentralização

Em termos da descentralização, o foco dos incentivos governamentais é em geração distribuída. Muitos dos incentivos à geração fotovoltaica e eólica foram extinguidos conforme o crescimento de sua participação na matriz energética nacional. Os incentivos atuais estão mais ligados ao fortalecimento da indústria nacional na produção de insumos para usinas de geração de fontes renováveis [47] [48]. Em contrapartida, parques de geração híbridos, por exemplo eólica e solar, têm recebido incentivos e investimentos de alguns estados brasileiros, como Piauí e Goiás, também como uma maneira de diminuir a dependência na geração hidrelétrica e diversificar a geração de energia elétrica [49] [50].

Para mais, os incentivos para geração distribuída têm tido bastante atenção, com diversos projetos em tramitação ou já aprovados. Um exemplo claro foi a mudança aprovada em relação à Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE), que prevê a criação de um programa de geração de energia para beneficiários da TSEE por usinas solares. O intuito é ter uma

substituição gradual da TSEE pela geração de energia nas próprias residências [51]. Além disso, estuda-se no Plenário Nacional a criação de um incentivo para produção de energia limpa (solar, eólica ou biomassa) a agricultores familiares, com linhas de crédito mais acessíveis.

No tópico de descentralização, é extremamente importante falar sobre armazenamento de energia. Apesar de ser uma indústria bilionária, o Brasil ainda tem poucos projetos para incentivo governamentais. No entanto, já há movimentações para regulamentação dessa atividade no senado brasileiro [52].

D. Digitalização

Apesar de a digitalização ser um ponto central na discussão de transição energética, é a área com menos projetos de incentivo atualmente. No entanto, diversas concessionárias já iniciaram programas para instalação de medidores inteligentes e a contagem atual de pontos no Brasil passou de 4 milhões [53].

E. Diretrizes específicas para alavancar a transição energética brasileira

Por fim, há também as diretrizes específicas que o Governo Federal traçou para alavancar a transição energética no país [32]. O plano traçado tem uma abordagem mais abrangente, incluindo não apenas aspectos técnicos, mas também a participação social. As diretrizes incluem a industrialização em novas bases, mais verde e tecnológica; combate à pobreza e promoção da inclusão social; desenvolvimento socioeconômico e empregos; mitigação das emissões de carbono; redução do desmatamento e promoção da economia verde, entre outras.

Em termos práticos, já foram anunciados mais de 60 bilhões de reais que serão destinados a investimentos em energias renováveis e 89 bilhões de reais para transmissão de energia elétrica. Serão implementados o Programa Energias da Amazônia, que visa reduzir as emissões de carbono associadas à elevada geração a diesel nos sistemas isolados da região e melhorar a qualidade e segurança do suprimento de energia elétrica; o Programa Nacional do Hidrogênio, que planeja mais de R\$30 BI em investimentos a curto, médio e longo prazo para produção de hidrogênio verde; e o Programa Gás para Empregar, que tem como objetivo integrar o Gás Natural à estratégia de transição energética e melhorar o retorno social e econômico de sua produção. O planejamento também discorre sobre o incentivo do Procel e o apoio a tramitações legais para o início de instalações para geração eólica offshore.

Para mais, o Brasil também anunciou a criação da “Missão 1.5”, que será apresentada na COP 30 sediada Belém do Pará, que propõe um pacote de apoio às nações que não conseguem acelerar a transição energética e a descarbonização, por falta de recursos ou outros problemas relacionados.

VII. CONCLUSÃO

Considerando os objetivos colocados para esse artigo - entender quais são os principais déficits e desafios de infraestrutura elétrica no Brasil e analisar o planejamento atual para a transição energética no Brasil e para cobrir os déficits

existentes -, é possível olhar para os 4 pilares da transição energética a partir das diretrizes inicialmente traçadas.

Historicamente, a eficiência energética tem sido um tema de interesse para o governo brasileiro, com esforços que foram iniciados na década de 1970. Observa-se que hoje grande parte do planejamento para transição energética envolve os programas já estabelecidos de eficiência energética, que continuam a ter grandes investimentos e bastante atenção do Estado. No entanto, mesmo com projetos já bem estruturados e reconhecidos, ainda existem dificuldades para sua disseminação, sobretudo no meio industrial e nos próprios serviços públicos.

Similarmente, o pilar de descarbonização foi de grande interesse dos governos federais, sobretudo após o choque do petróleo de 1973. Atualmente, a produção de biodiesel e de álcool tem crescido bastante, sendo fonte para mais de 20% da energia utilizada no setor de transportes, o com o maior gasto energético do país. Também no setor de transportes, vê-se o aumento de investimentos na eletromobilidade e de outras tecnologias sustentáveis. Além disso, o investimento em fontes de geração renováveis, como eólica e solar, tem levado à diminuição dos combustíveis fósseis na matriz elétrica do país. Esse fator é de extrema importância já que, em período de baixa de reservatórios, as fontes não renováveis ainda são bastante usadas para suprir essa demanda.

Porém, a infraestrutura de carregamento de veículos elétricos continua pequena e com poucas perspectivas de investimentos para carregadores públicos e a oferta dos biocombustíveis ainda é pequena em comparação com os tradicionais. Somado a isso, existe a contradição do Governo Federal em relação às falas de apoio à transição energética e a crescente onda de investimentos em petróleo, com quase 2 bilhões de reais a serem destinados para exploração e produção [54].

A infraestrutura para produção, transporte e utilização do hidrogênio também caminha a passos lentos. O H2V passou a ser um assunto em alta há cerca de 3 anos e pouco investimento foi feito no país durante esse período, com esforços governamentais aparecendo com mais força somente esse ano, o que pode afetar a competitividade do Brasil nesse mercado.

Para mais, não há projetos concretos sobre a integração dos sistemas isolados a fim de estender o acesso à energia elétrica limpa ou pelo menos a criação de usinas geradoras renováveis em suas proximidades.

Apesar de historicamente o Brasil focar em investimento em grandes usinas hidrelétricas, hoje os investimentos em geração já são mais diversificados e há uma maior preocupação em descentralizar a geração de energia. Exemplos claros são as proposições de oferecer a possibilidade de geração distribuída por usinas fotovoltaicas para famílias de baixa renda e agricultores familiares. Porém esse pilar é marcado por déficits nos setores de apoio, como nas linhas de transmissão, que não tem sido foco dos investimentos, e nos insumos para produção nacional de usinas fotovoltaicas.

Por fim, a digitalização se mostra o pilar menos avançado no Brasil. Os projetos para sua expansão são poucos, especialmente por causa da pouca participação do governo no

setor de distribuição, após a privatização da maior parte das empresas estatais na década de 1990. Isso faz com que o risco do alto investimento para o início da digitalização através dos relógios medidores inteligentes fique apenas para as concessionárias, o que faz com que poucas tenham iniciado esse processo. Para mais é necessário investimento em telecomunicações no setor para garantir a utilização dos recursos inteligentes.

O potencial do Brasil em termos de eficiência energética, descarbonização e descentralização é enorme. No entanto, muito desse potencial é oriundo de programas antigos que, apesar de muito bem estruturados, precisam ser expandidos para atenderem as demandas urgentes relacionadas às mudanças climáticas. Para mais, ainda é essencial que novos investimentos sejam intensificados, sobretudo em digitalização, armazenamento de energia, combustíveis alternativos, como o H2V, e nos setores de apoio, como em linhas de transmissão e na produção de insumos.

Dessa forma, é possível ver como os atuais esforços não são suficientes para suprir todos os déficits existentes na infraestrutura energética do país para a transição energética, sendo impreterível o aumento dos investimentos na área para alcançar os objetivos impostos contra as mudanças climáticas.

VIII. AGRADECIMENTO

Agradeço a Prof. Dr. Miguel Edgar Morales Udaeta, Dra. Vanessa Meloni Massara, Dra. Viviane Tavares Nascimento e todos aqueles que participaram da disciplina de Tópicos Avançados para o Desenvolvimento Limpo pela qual pude elaborar esse artigo.

IX. REFERÊNCIAS

- [1] Empresa de Pesquisa Energética. Clima e energia. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/clima-e-energia>. Acesso em: 13 maio 2024.
- [2] Empresa de Pesquisa Energética. Eficiência energética. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/eficiencia-energetica>. Acesso em: 10/06/24.
- [3] UNICEF. COP 28 e transição energética justa. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/blog/cop-28-e-transicao-energetica-justa>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [4] ONU - Nações Unidas Brasil. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 25/04/24.
- [5] Jornal da Universidade de São Paulo. Falta de infraestrutura afeta distribuição de energia no Brasil. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/falta-de-infraestrutura-afeta-distribuicao-de-energia-no-brasil/>. Acesso em: 13 maio 2024.
- [6] Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Transição energética e perspectivas para investimentos no Brasil. Apresentado por Thiago Ferreira. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/avaliacao-de-politicas-publicas-1/serie-de-seminarios-201cavaliacao-e-melhoria-do-gasto-publico201d-1/apresentacoes/mesa-5-thiago-ferreira-transicao-energetica-e-perspectivas-para-investimentos-no-brasil.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [7] Memória da Eletricidade. Linha do tempo. Disponível em: <https://memoriadaeletricidade.com.br/linha-do-tempo/@id/86409/chapter/6>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [8] N. C. C. de Oliveira, A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/vh/a/ChCpxyx8Xg6w74xRTmNBRvJ/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

- [9] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Documento de referência. Disponível em: https://catalogo.ipea.gov.br/uploads/170_1.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [10] Ministério de Minas e Energia (MME). Sobre o programa Luz para Todos. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/Programa%20Luz%20para%20Todos/sobre-o-programa>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [11] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Transição energética e o setor elétrico brasileiro. Texto para Discussão, n. 2045, p. 35, 2014. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3642/1/td_2045.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.
- [12] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Documento de referência. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_0680.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [13] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Programa de Eficiência Energética (PEE). Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/programa-de-eficiencia-energetica>. Acesso em: 10/06/24.
- [14] Senado Federal. Complemento. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/323774/complemento_2.htm?sequence=3. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [15] Ministério de Minas e Energia (MME). Sobre o programa Luz para Todos. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/destaques/Programa%20Luz%20para%20Todos/sobre-o-programa>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [16] Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Desenvolvimento do setor eólico no Brasil. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16081/1/PRArt_Desenvolvimento%20do%20setor%20e%20C3%B3lico%20no%20Brasil_comp1.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [17] Origem Energia. A história da energia solar no Brasil. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/energia/a-historia-da-energia-solar-no-brasil>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [18] Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Documento de referência. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12245/1/TD_2899_Web.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [19] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. Jun/23. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/1cd893a10b3cabf31fc31e994531632f.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.
- [20] Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Fact Sheet: Sistemas Isolados. Recuperado de: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-586/EPEFactSheetSistemasIsolados.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [21] Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Mapa interativo de energia elétrica. Disponível em: <https://gispepr2.epe.gov.br/WebMapEPE/>. Acesso em: 13 maio 2024.
- [22] Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Políticas de eficiência energética no Brasil. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/apresentacoes-em-eventos/apresentacoes-de-convidados-em-2023/27-06-2023-politicas-de-eficiencia-energetica-no-brasil/2_MDIC.pdf. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [23] Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Iluminação Pública. Disponível em: <https://hubdeprojetos.bndes.gov.br/pt/setores/Iluminacao-Publica>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- [24] J. P. Cavalcanti Filho, et al, A Economia de Energia Elétrica na Iluminação Pública com o uso de Lâmpadas LED: estudo de caso da Avenida Recife. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2989>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- [25] Empresa de Pesquisa Energética (EPE). BEN - Balanço Energético Nacional 2023. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 13 maio 2024.
- [26] F. Silva. Já ouviu falar no hidrogênio verde? Saiba o que é e como ele pode ajudar no combate às mudanças climáticas. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/web/ifsc-verifica/w/ja-ouviu-falar-no-hidrogenio-verde-saiba-o-que-e-e-como-ela-pode-ajudar-no-combate-as-mudancas-climaticas>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- [27] T. M. de Abreu, Desafios e oportunidades para o mercado de hidrogênio verde no Brasil: uma análise SWOT. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Thiago-Modesto-De-Abreu/publication/366918854_DESAFIOS_E_OPORTUNIDADES_PARA_O_MERCADO_DE_HIDROGENIO_VERDE_NO_BRASIL_UM_A_ANALISE_SWOT/links/63b83fa1097c7832ca9689b8/DESAFIOS-E-OPORTUNIDADES-PARA-O-MERCADO-DE-HIDROGENIO-VERDE-NO-BRASIL-UMA-ANALISE-SWOT.pdf. Acesso em: 25 jun. 2024.
- [28] Engie. Infraestrutura é desafio para avanço do hidrogênio verde no Brasil. Disponível em: <https://www.alemdaenergia.engie.com.br/infraestrutura-e-desafio-para-avanco-do-hidrogenio-verde-no-brasil/>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- [29] O Setor Elétrico, Capítulo VI: Eletromobilidade no Brasil - Um panorama geral do segmento. Recuperado de <https://www.osetoreletrico.com.br/capitulo-vi-eletromobilidade-no-brasil-um-panorama-geral-do-segmento/> Acesso em: 12 jun. 2024.
- [30] Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Matriz energética e elétrica. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [31] G1. Onda de calor: aumento na demanda por energia elétrica faz ONS acionar usinas térmicas. Jornal da Globo, 17 nov. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2023/11/17/onda-de-calor-aumento-na-demanda-por-energia-eletrica-faz-ons-acionar-usinas-termicas.ghtml>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- [32] Projeto Colabora, Energia: falta de infraestrutura atrasa transição no Nordeste. Recuperado de <https://projecolabora.com.br/ods7/energia-falta-de-infraestrutura-atrasa-transicao-no-nordeste/> Acesso em: 13 maio 2024.
- [33] Governo Federal. Ministério da Economia. Transição energética e perspectivas para investimentos no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/pt-br/assuntos/avaliacao-de-politicas-publicas-1/serie-de-seminarios-201cavaliacao-e-melhoria-do-gasto-publico201d-1/apresentacoes/mesa-5-thiago-ferreira-transicao-energetica-e-perspectivas-para-investimentos-no-brasil.pdf>. Acesso em: 13 maio 2024.
- [34] G. Pereira, et al., Technology, Business Model, and Market Design Adaptation Toward Smart Electricity Distribution: Insights for Policy Making. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3200509. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [35] G. Chagas, et al., A inclusão da tecnologia no contexto educacional: análise crítica. UniSalesiano, Araçatuba, v. 8, p. 142-159, 2021. Disponível em: https://unisalesiano.com.br/aracatuba/wp-content/uploads/2021/03/08_A-inclusao-da-tecnologia_142_159.pdf. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [36] G. Pereira e M. Weiss, Redes Inteligentes - Principais Desafios para o caso brasileiro. Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/d5e0b9ca-190f-424f-80e0-d7b54c4cd846/content>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [37] Ministério de Minas e Energia (MME), Quem é quem. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/quem-e-quem#:~:text=A%20partir%20da%20Lei%209.991,energ%C3%A9tica%20sob%20a%20gest%C3%A3o%20da>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [38] Câmara Legislativa do Brasil, Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, sob a gestão da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9991-24-julho-2000-359823-norma-pl.html>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [39] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Estudo inédito avalia resultados do Programa de Eficiência Energética. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/estudo-inedito-avalia-resultados-do-programa-de-eficiencia-energetica>. Acesso em 10/06/24.
- [40] Ministério de Minas e Energia (MME), Relatório da AIE reforça o protagonismo do Brasil no cenário internacional. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/relatorio-da-aie-reforca-o-protagonismo-do-brasil-no-cenario-internacional>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [41] Senado Federal, Senado aprova incentivos fiscais por 20 anos para a produção de biocombustíveis. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2022/06/14/senado-aprova-incentivos-fiscais-por-20-anos-para-a-producao-de-biocombustiveis>. Acesso em: 14 jun. 2024.

- [42] Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Renovabio. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [43] Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Programa de mobilidade verde é lançado. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/rograma-de-mobilidade-verde-e-lancado>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [44] Metrôpoles, Retomada do imposto para carros elétricos inicia em 1º janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/retomada-do-imposto-para-carros-eletricos-inicia-em-1o-janeiro-de-2024>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [45] INSIDEEVs Brasil. BYD inicia obras para fábrica de carros no Brasil. Disponível em: <https://insideevs.uol.com.br/news/711266/byd-obras-fabrica-carros-brasil/#:~:text=Com%20a%20pedra%20fundamental%20anunciada,para%20o%20estado%20da%20Bahia>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [46] Agência Brasil. Governo e montadoras debatem produção de carros bioelétricos no Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-03/governo-e-montadoras-debtem-producao-de-carros-bioeletricos-no-brasil>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [47] Forbes Brasil. Taxa de importação fortalece setor de turbinas eólicas do Brasil; geradores reclamam. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-money/2024/01/taxa-de-importacao-fortalece-setor-de-turbinas-eolicas-do-brasil-geradores-reclamam/>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [48] Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Decreto do governo garante isenção fiscal para semicondutores e inclui energia solar em benefício. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/marco/decreto-do-governo-garante-isencao-fiscal-para-semicondutores-e-inclui-energia-solar-em-beneficio>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [49] Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). BNDES financia projeto inovador de geração híbrida de fontes eólica e solar no Piauí. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/detalhe/noticia/BNDES-financia-projeto-inovador-de-geracao-hibrida-de-fontes-eolica-e-solar-no-Piaui/>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [50] Agência Cora de Notícias. Estado tem a 1ª usina híbrida de geração de energia elétrica. Disponível em: <https://agenciadoradenoticias.go.gov.br/93981-estado-tem-a-1a-usina-hibrida-de-geracao-de-energia-eletrica>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [51] Câmara Legislativa do Brasil. Câmara aprova criação de programa de geração de energia para beneficiários da tarifa social. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/1059574-camara-aprova-criacao-de-programa-de-geracao-de-energia-para-beneficiarios-da-tarifa-social>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [52] Câmara Legislativa do Brasil. Proposição em tramitação na Câmara dos Deputados. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2322803&fichaAmigavel=nao>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [53] Cast Tecnologia. Medição inteligente avança com mais de 4 milhões de pontos no Brasil. Disponível em: <https://www.castecnologia.com.br/wp-content/uploads/2023/07/CanalEnergia-Medicao-inteligente-avanca-com-mais-de-4-milhoes-de-pontos-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.
- [54] Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Investimentos em exploração podem chegar a US\$ 1,96 bilhão em 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/canais_atendimento/imprensa/noticias-comunicados/investimentos-em-exploracao-podem-chegar-a-us-1-96-bilhao-em-2024. Acesso em: 14 jun. 2024.

X. BIOGRAPHIES



Luisa Pepe Razzolini é de São Paulo, Brasil, e é estudante de Engenharia Elétrica com ênfase em Energia e Automação na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Durante sua trajetória na faculdade se aplicou a diversas atividades acadêmicas e extracurriculares: foi vice-Presidente do Centro de Engenharia Elétrica e Computação (2021), participou do Projeto de Ensino por Competências para readequação da estrutura curricular da Engenharia Elétrica (2021) e foi parte do projeto de Segurança em Instalações Elétricas em prédios antigos no Centro de São Paulo (2022). Para mais, teve a oportunidade de estudar por 1 ano na Alemanha na RWTH Aachen University no programa de Master em Sistemas de Potência. Atualmente, Luisa está no programa de pré-Mestrado da EP-USP e realizando seu trabalho de graduação com foco em pobreza energética.



Miguel Edgar Morales Udaeta possui graduação em Engenharia Elétrica - Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón (1984) -, mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP (1990), doutorado em Engenharia Elétrica pela EPUSP (1997), pós-doutorado em planejamento energético e planejamento integrado de recursos pela USP (1999 e 2003), e, livre-docência pela EPUSP (2012). Atualmente é professor de pós-graduação e pesquisador no GEPEA/EPUSP (Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo). Possui experiência na área de Engenharia de Energia e Economia de Energia, com ênfase em Planejamento Integrado de Recursos, Cadeia Produtiva do Gás Natural, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, atuando principalmente nos seguintes temas: energia, planejamento energético, desenvolvimento sustentável, análise integrado de recursos, recursos energéticos, energização rural e energia e meio ambiente.



Viviane Tavares Nascimento possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2008). Trabalhou como analista de suporte de sistemas no Banco Itaú Unibanco por cinco anos. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Linguagens de Programação Assembler e Cobol. Especializada em Sistema Operacional z.OS, plataformas transacional CICS e IMS. Possui curso de especialização "MBA em Inovação Tecnológica em Redes de Computadores", ministrado pelo Laboratório de Redes da Escola Politécnica da USP. Trabalhou desde 2014 como pesquisadora no Laboratório de Sustentabilidade, vinculado à Escola Politécnica da USP, atuando em projetos aliando conceitos de redes de computadores, eficiência energética e desenvolvimento sustentável. Trabalhou em projetos de eficiência energética para redes de computadores até a defesa do mestrado, com foco na gestão de contratos e consumo de energia de Data Centers para entrada em programas de resposta à demanda. Desde 2017 trabalha como pesquisadora junto ao Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automações Elétricas (GEPEA), grupo também vinculado à Escola Politécnica. Nesse período atuou em diferentes projetos, com destaque para o projeto de sistemas de armazenamento integrado a outros fontes energéticas, projeto de PD ANEEL e uma parceria com a CPFL. Concluiu o Doutorado com tema em viabilidade de sistemas de armazenamento para o Brasil em 2022.



Vanessa Meloni Massara possui graduação em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia Mauá (1996), mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana pela Escola Politécnica - USP (2002), doutorado em Energia pelo Instituto de Energia e Ambiente - USP (2007) e Pós-doutorado em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica - USP (2012). Tem experiência na área de Planejamento Urbano e Regional, com ênfase em Infra-Estruturas Urbanas e Regionais, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento urbano, infraestruturas, gás natural e o mix: biometano/hidrogênio, energia e certificação verde em construção civil, método não destrutivo de inserção de redes subterrâneas, cidade, RM e Estado de São Paulo. Pesquisadora colaboradora do Grupo de Energia GEPEA do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.