
1 ENERGIA E SUSTENTABILIDADE: PANORAMA DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Rodrigo Miguel dos Santos

Mestrando em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade de Taubaté.
Especialista em Engenharia de Controle e Automação Industrial pela Faculdade Única de Ipatinga. Engenheiro Eletricista pela Universidade de Taubaté.
E-mail: eng.rodriгомiguel@gmail.com

Marilsa de Sá Rodrigues

Doutora e Mestre em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Graduada em Psicologia pela Faculdade Salesiana de Filosofia Ciências e Letras. Professora e Coordenadora de Linha de Pesquisa em Gestão de Recursos Socioprodutivos do Mestrado de Gestão e Desenvolvimento Regional da Universidade de Taubaté.
E-mail: marilsasarodrigues@outlook.com

Monica Franchi Carniello

Doutora em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Mestre em Comunicação e Letras pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Graduada em Comunicação Social pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Professora e Coordenadora da Linha de Pesquisa em Avaliação e Diagnóstico de Desenvolvimento Regional do Mestrado de Gestão e Desenvolvimento Regional da Universidade de Taubaté.
E-mail: monica.carniello@unitau.br

RESUMO

A dependência energética da sociedade atual alinhada com a crescente degradação ambiental potencializa a escassez de recursos, colocando no cerne das discussões contemporâneas temas relacionados a sustentabilidade. Para possibilitar o emprego de práticas sustentáveis em uma região é necessário compreender como é organizada sua matriz energética. O presente estudo objetiva fornecer um panorama da matriz energética brasileira em comparação com as práticas realizadas a nível mundial. Para atingir o objetivo proposto foi adotado um estudo teórico com classificação procedimental de pesquisa bibliográfica e documental. Sendo assim, abrangidos os seguintes fatores para análise: oferta e destinação da energia mundial e nacional; níveis de emissão de dióxido de carbono por setor de aplicação; e o histórico, projeções e expectativas de fomento a energias renováveis no Brasil. Os resultados alcançados permitiram posicionar o país em relação ao nível mundial de práticas sustentáveis no ramo de energia, esboçando de forma percentual e gráfica como são utilizadas estas fontes energéticas de maneira setorial, além de expor como as práticas de um governo em relação ao estímulo ao uso de energias sustentáveis e com baixo teor de emissão de gases do efeito estufa podem alterar a matriz energética de um país. Por fim, o trabalho demonstra que a metodologia adotada permitiu a consolidação de um alinhamento lógico entre os fatores estudados, sendo proposta a realização de um estudo para levantamento de quais recursos tecnológicos o Brasil tem domínio e expertise, para que possam ser utilizados em larga escala para aumentar a eficiência energética dos setores que mais demandam o consumo final de energia no país.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Energia. Matriz Energética. Fluxo Energético.

ABSTRACT

The energy dependence of the actual society in line with the growing environmental degradation, increases the scarcity of resources, placing at the heart of contemporary discussions themes related to sustainability. To enable the use of sustainable practices in a region, it is necessary to understand how its energy matrix is organized. The present study aims to provide an overview of the Brazilian energy matrix in comparison with practices carried out worldwide. To achieve the proposed objective, a theoretical study was adopted with a procedural classification of bibliographic and documentary research. Therefore, the following factors for analysis are covered: supply and destination of global and national energy; carbon dioxide emission levels by application sector; and the history, projections and expectations of promoting renewable energy in Brazil. The results achieved made it possible to position the country in relation to the world level of sustainable practices in the energy sector, outlining in a percentage and graphical way how these energy sources are used in a sectorial manner, in addition to exposing how the practices of a government in relation to stimulating the use of sustainable energies and with a low greenhouse gas emission content can alter a country's energy matrix. Finally, the work demonstrates that the adopted methodology allowed the consolidation of a logical alignment between the studied factors, being proposed the accomplishment of a study to survey which technological resources Brazil has mastery and expertise, so that they can be used in a large scale to increase the energy efficiency of the sectors that most demand final energy consumption in the country.

Keywords: Sustainability. Energy. Energy Matrix. Energy Flow.

1.1 INTRODUÇÃO

A evolução econômica e tecnológica da sociedade está diretamente relacionadas ao aumento da demanda de energia. Um estudo publicado por Neto, Corrêa e Perobelli (2016) demonstra uma relação causal entre a demanda energética e o Produto Interno Bruto (PIB) de um país, em que se inferiu que o aumento da demanda por energia implica em um maior crescimento econômico para determinado período. Sendo assim, emergem discussões sobre a importância do papel dos recursos energéticos como fator de indução do desenvolvimento.

Historicamente é possível observar a predominância do uso de combustíveis fósseis ou minerais nas matrizes energéticas dos países. Esses padrões de produção e consumo tem gerado efeitos ambientais negativos, como a emissão de poluentes locais e gases de efeito estufa, colocando em risco a sustentabilidade e suprimento de longo prazo do planeta (NASCIMENTO; MENDONÇA; CUNHA, 2012).

De acordo com Nascimento, Mendonça e Cunha (2012), essa linha de raciocínio tem levado a sociedade, empresas e instituições públicas a se engajarem em questões relacionadas a sustentabilidade, em busca de um novo formato de desenvolvimento. Sendo este pautado em três grandes objetivos, descritos por Bursztyn (2018): eficiência econômica, igualdade social e integridade ambiental.

Para o emprego de práticas sustentáveis de gestão energética é necessário compreender como é organizada a matriz energética do local de estudo em questão. Sendo assim, este trabalho almeja fornecer um panorama da matriz energética brasileira em comparação com as práticas realizadas a nível mundial. Assim, foram estudados os seguintes fatores: oferta e destinação de energia mundial e nacional; níveis de emissão de dióxido de carbono por setor de aplicação; e o histórico, projeções e expectativas de fomento a energias renováveis no Brasil.

De forma que se possa suplantar o objetivo de estudo proposto, o referencial teórico é apresentado na segunda seção desse artigo com a contextualização da temática energia e desenvolvimento sustentável, os fundamentos sobre a análise de fluxo energético e níveis de emissão de dióxido de carbono, e o levantamento de iniciativas nacionais de fomento a fontes renováveis de energia. A terceira seção deste trabalho detalha os recursos metodológicos utilizados para sua execução, sendo seguida pela seção de análise e discussão de resultados, em que são consolidados os aspectos examinados. A quinta e última seção deste trabalho apresenta as considerações finais, demonstrando o alinhamento lógico dos fatores estudados e propondo uma temática de estudo relacionada ao aumento da eficiência energética para os setores de maior consumo no país.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1 Energia e Desenvolvimento Sustentável

Segundo Letcher e Williamson (2004), a demanda de energia requerida pelo ser humano evoluiu de um modo que atualmente ela é necessária para assegurar a sobrevivência. Em tempos primitivos, a demanda de energia humana era limitada ao próprio vigor físico fornecido pelo corpo e provido pela comida ingerida durante o dia. Recentemente, a dependência energética do homem moderno é centenas de vezes maior, relacionando-se principalmente a atividades vitais como iluminar, aquecer, refrigerar, transportar e comunicar.

A dependência energética do homem civilizado e a crescente degradação ambiental que potencializa a escassez de recursos leva a discussão os temas relacionados a sustentabilidade energética. Bursztyn (2018, p.43) afirma que: “a sustentabilidade é comumente definida de modo amplo, de forma a abranger crescimento e desenvolvimento econômicos com a conservação ambiental”. Desta forma, o desenvolvimento sustentável precisa ser visto como uma alternativa de longo prazo, em que a utilização de ecossistemas e recursos naturais devem satisfazer as necessidades atuais, sem comprometer as necessidades ou opções de gerações futuras.

Frente a essas definições, a renovabilidade de fontes energéticas torna-se necessária para que ocorra o desenvolvimento sustentável e perpetuação de sistemas econômicos. De acordo com Freire (2014) e Mantovani, Neumann e Edler (2016) as fontes energéticas podem ser classificadas da seguinte forma:

- Não renováveis: são aquelas encontradas na natureza em quantidades limitadas, cujo o ciclo de formação é de milhões de anos, em que uma vez esgotadas, suas reservas não podem ser regeneradas. São consideradas fontes de energias não renováveis os combustíveis fósseis como o petróleo, gás natural, carvão e o urânio como fonte de energia nuclear.

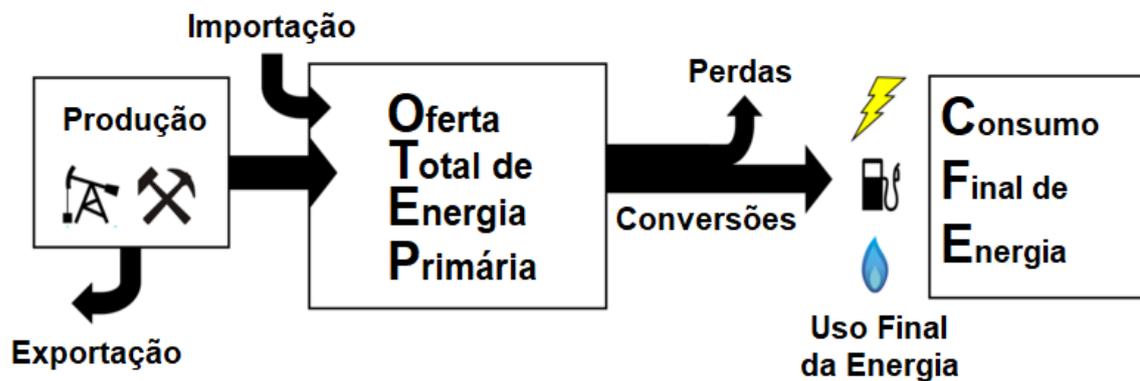
- Renováveis: são aquelas em que a renovabilidade de suas fontes se dá em ciclos contínuos, que se repetem em espaço de tempo relativamente curtos, ou seja, suas fontes têm capacidade de manter-se disponíveis durante um longo prazo. Sendo consideradas fontes renováveis a energia solar, eólica, hidráulica, oceânica, fotovoltaica, biocombustíveis.

Segundo Goldemberg (2015), as fontes renováveis de energia em sua maioria têm origem na radiação solar (energia eólica, solar térmica, fotovoltaica e de biomassa), que não vai se esgotar e não é poluente, além de estar distribuída de maneira mais equitativa sobre o planeta em relação aos combustíveis fósseis.

1.2.2 Fluxo Energético

De acordo com MME (2018), o estudo do fluxo energético de uma região fornece uma visão geral de quais fontes primárias de energia são predominantes e quais são os setores finais de destinação da energia obtida. Donev (2017) descreveu o esquema básico do fluxo energético de uma região, visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxo Energético de uma Região



Fonte: Adaptado Donev, 2017.

Os conceitos constantes na Figura 1 são descritos por Donev (2017) e IEA (2020):

- Oferta Total de Energia Primária (OTEP) - é a quantidade total de energia primária que um país tem à sua disposição, incluindo a energia importada, exportada (subtraída) e a energia extraída de recursos naturais. Esse conceito é usado nas estatísticas de energia para a compilação dos balanços energéticos (DONEV, 2017).

- Consumo Final de Energia (CFE) - se refere a energia primária e secundária utilizada por todos os setores de consumo final do país, incluindo os setores de uso final e para uso não energético (IEA, 2020). O consumo final de energia realiza uma abordagem por setor para analisar como a energia é utilizada, seccionando os dados nas seguintes categorias: Industrial, residencial, serviços comerciais e públicos, agricultura e campo e uso não energético (MME, 2018).

Tanto a Oferta Total de Energia Primária quanto o Consumo Final de Energia compõem o Fluxo Energético de países ou regiões. Conforme se pode visualizar na Figura 1, a OTEP inclui a somatório da quantidade energética produzida e importada de uma região subtraída a energia exportada, já o CFE refere-se a energia convertida para uso final descontando-se as perdas do processo.

1.2.3 Níveis de emissão de Dióxido de Carbono

De acordo com Firmiano (2015), os combustíveis fósseis são substâncias de origem mineral formados por compostos de carbono de carbono provenientes da decomposição de materiais orgânicos considerados recursos naturais não renováveis. A queima destes tipos de combustíveis ocorre de forma incompleta, ocasionando a emissão de diversos gases, entre eles o dióxido de carbono (CO₂). O CO₂ é o gás mais emitido pela atividade humana, representando mais de dois terços dos gases lançados à atmosfera, caracterizando-se como o principal causador do aquecimento global (BIGARANI; ZAPPAROLI; NASCIMENTO, 2015).

O efeito estufa é um fenômeno natural responsável por manter as temperaturas médias globais, evitando que haja grande amplitude térmica e permitindo o desenvolvimento de seres vivos. Os gases de efeito estufa, como o gás carbônico e outros poluentes, formam um filtro na atmosfera, que durante o dia impedem a passagem de certa quantidade de energia solar evitando o sobreaquecimento da superfície terrestre, e durante a noite retém o calor, mantendo a temperatura em níveis adequados. No entanto, a intervenção humana no meio ambiente através da liberação demasiada de gases de efeito estufa na atmosfera tem potencializado os efeitos desse fenômeno, provocando alterações climáticas do planeta, caracterizadas principalmente pelo aumento da temperatura média na superfície terrestre (DRUMM, 2014).

O estudo dos níveis de emissão de dióxido de carbono vem sendo utilizada por diversos pesquisadores para inferir relações com os métodos de exploração energética e análises de viabilidade sustentável para garantir melhores práticas de preservação ambiental. Nessa vertente, o estudo classificatório dos níveis de emissão de CO₂ por setor de utilização pode ser empregado para levantamento de pontos críticos e delineamento de pontos de partida para ações de redução de níveis de emissão de gases poluentes. De acordo com IEA (2020), os setores com maior representatividade de níveis de emissão de CO₂ podem ser segmentados da seguinte forma: Eletricidade e aquecimento; indústria; agricultura; pesca; transporte; residencial; serviços comerciais e públicos; outras indústrias de energia; e consumo final não especificado em outro setor.

1.2.4 Iniciativas nacionais de fomento a fontes renováveis de energia

O Estado brasileiro nas duas últimas décadas (2000 a 2020) tem adotado medidas que favoreçam a implementação de fontes renováveis como vetor de acesso à energia para todos os cidadãos brasileiros. O primeiro projeto que abrangeu essa vertente foi o Programa de

Aceleração do Crescimento (PAC), lançado em 2007 pelo governo federal para retomar grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética (PINTO, 2017).

De acordo com os dados de PAC (2018) a vigência do programa foi finalizada no ano de 2018, sendo as obras do setor de energia caracterizadas pela execução por empresas privadas com capital de investimento financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. As obras do setor de energia se destinarão a providenciar estrutura social de infraestrutura elétrica para todos com o subprograma “luz para todos”, a geração e transmissão de energia elétrica, petróleo, gás natural e energias renováveis (PINTO, 2017).

Segundo Pinto (2017) para este setor de energia e elétrico foram realizadas um total de 395 empreendimentos até o ano de 2014, sendo elas:

- 344 empreendimentos para o setor de Geração e Transmissão de Energia Elétrica, com o enfoque em fontes renováveis, atuando em 62 intervenções infra estruturais para usinas eólicas e 31 intervenções infra estruturais para usinas térmicas a biomassa (CARDOSO; NAVARRO, 2016);

- 6 empreendimentos para a potencialização da exploração de combustíveis renováveis;
- 45 empreendimentos de infraestrutura social e urbana com o programa “luz para todos”.

Alinhado com alguns objetivos comum do PAC, o Brasil se comprometeu a adotar as recomendações dos Cadernos de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estipulados na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Geral das Nações Unidas, realizada pela Organização das Nações Unidas em 2015. Essa reunião foi composta por 193 Estados-membros, que aprovaram o documento “Transformando nosso mundo – a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável”, sendo estabelecidos 17 objetivos e 169 metas, cujo alcance requer parceria global com engajamento de governos, sociedade civil, setor privado, academia, mídia e Nações Unidas (MORAIS, 2019).

O ODS 7 é aquele que trata do setor energético, sendo descrito por Morais (2019, p.3): “Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos”. A Agenda 2030 estabeleceu cinco metas para o desenvolvimento e maior acessibilidade a energias limpas no mundo, sendo três delas adaptadas a realidade nacional, mas com todas aplicáveis ao país. Morais (2019, p. 5) expõe as cinco metas:

Meta 7.1 – Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia.

Meta 7.2 – Até 2030, manter elevada a participação de energias renováveis na matriz energética nacional.

Meta 7.3 – Até 2030, aumentar a taxa de melhoria da eficiência energética da economia brasileira.

Meta 7.a – Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.

Meta 7.b – Até 2030, expandir a infraestrutura e aprimorar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos.

A fim de atender o ODS 7, o governo federal brasileiro realizou um diagnóstico setorial da eficiência energética brasileira com o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2027), cujo objetivo é aprimorar a eficiência energética total do país, para atendimento à demanda de energia nesse horizonte. Tomando por base o ano de 2017, espera-se economizar o equivalente a 41 TWh (terawatt-hora) de energia elétrica e no setor de combustíveis o equivalente a 318 mil barris de petróleo por dia, o que é aproximadamente 10% do petróleo produzido no país em 2017 (MORAIS, 2019).

1.3 MÉTODO

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), quanto ao gênero este trabalho pode ser classificado como teórico, pois almeja realizar a análise e síntese de conhecimentos. Quanto aos procedimentos metodológicos utilizados esta pesquisa é classificada como bibliográfica e documental. A abordagem bibliográfica foi utilizada para adoção de metodologias de análise de matrizes energéticas com efetividade reconhecida, já abordagem documental foi necessária para realização de levantamento de dados secundários que permitissem estruturação teórica e análises gráficas e percentuais construídas através do software Microsoft Excel.

A abordagem gráfica e percentual adotada foi descrita por Goldemberg (2015), em que foi descrita uma metodologia que possibilitou o entendimento da relação entre energia e sustentabilidade, através da análise dos fatores: oferta total de energia primária, consumo final setorial de energia e níveis de emissão de dióxido de carbono. Sendo adotada ainda uma análise complementar do histórico de políticas públicas de fomento a energias renováveis, bem como projeções e expectativas futuras.

1.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

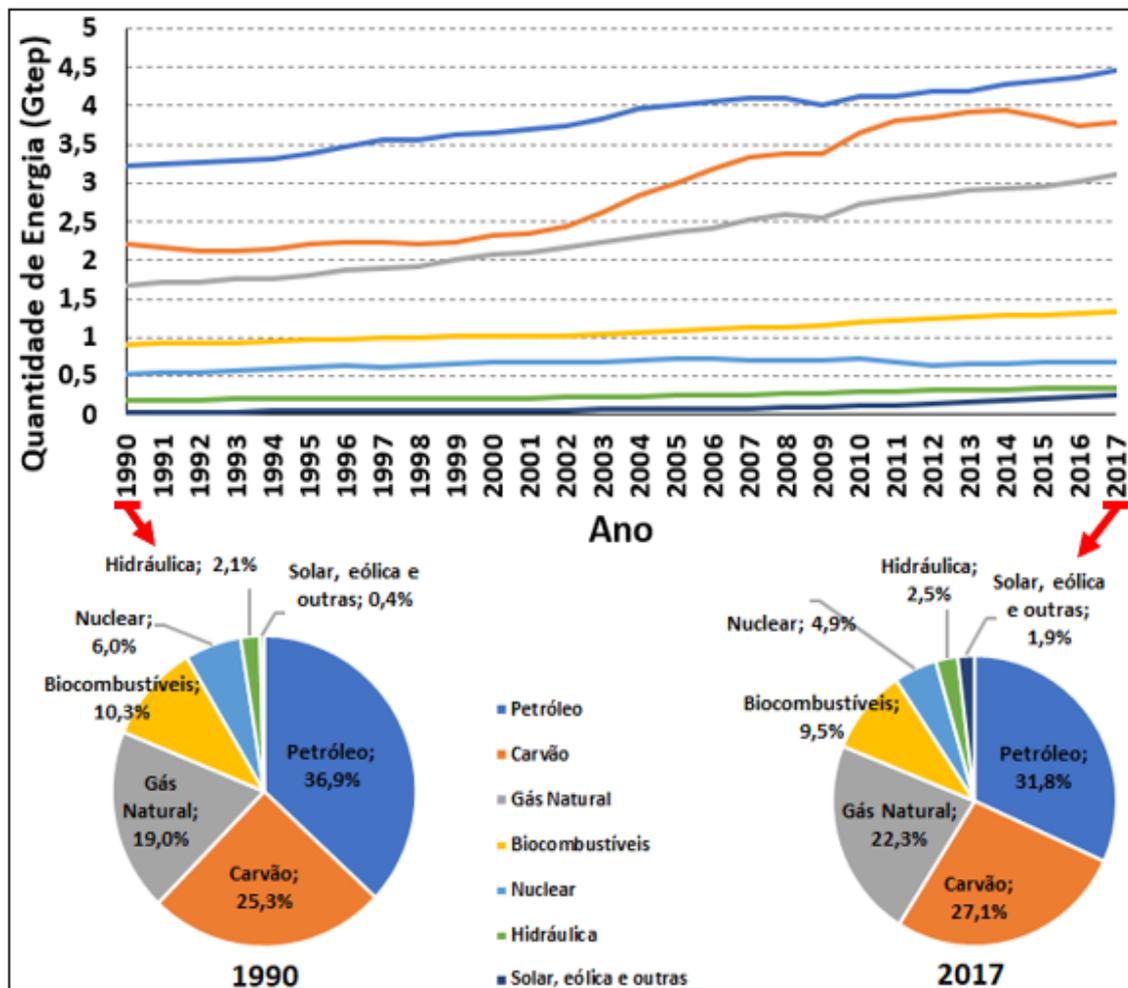
1.4.1 Análise o fluxo energético mundial e nacional

Para caracterização do uso das fontes energéticas a nível mundial e nacional, foram utilizados dados secundários de OTEP e CFE provenientes da *International Energy Agency* (IEA) ou Agência Internacional de Energia (IEA, 2020). A IEA é uma organização internacional sediada em Paris que atua como conselheira política de assuntos energéticos para seus trinta países membros e oito nações associadas. O Brasil encontra-se atualmente como país associado desta organização, sendo diversos dados sobre o uso energético no país disponibilizados de forma aberta (IEA, 2020).

A unidade métrica utilizada para medição da energia encontrada na literatura e bases de dados comuns é a Tonelada Equivalente de Petróleo (tep), que segundo ANEEL (2020) é utilizada para comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia em que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo.

A Figura 2 apresenta a OTEP mundial por fonte para o período de 1990 a 2017, através do gráfico de linhas da Figura 2 é possível observar a predominância de combustíveis fósseis na matriz energética mundial, representando um total de 86,1% no ano de 2017 quando somados os percentuais referentes ao petróleo, gás natural, carvão e nuclear. Esse total pouco difere se comparado ao ano de 1990, cuja presença de fontes energéticas não-renováveis na matriz energética mundial tinha uma representatividade de 87,2%. Desta forma, observa-se um ganho de somente 1,1% das fontes energéticas renováveis na matriz mundial, representados principalmente pelo incremento da participação das energias solar, eólica e outras, cuja participação saltou de 0,4% em 1990 para 1,9% em 2017.

Figura 2 - Oferta Total de Energia Primária Mundial por Fonte de 1990 a 2017

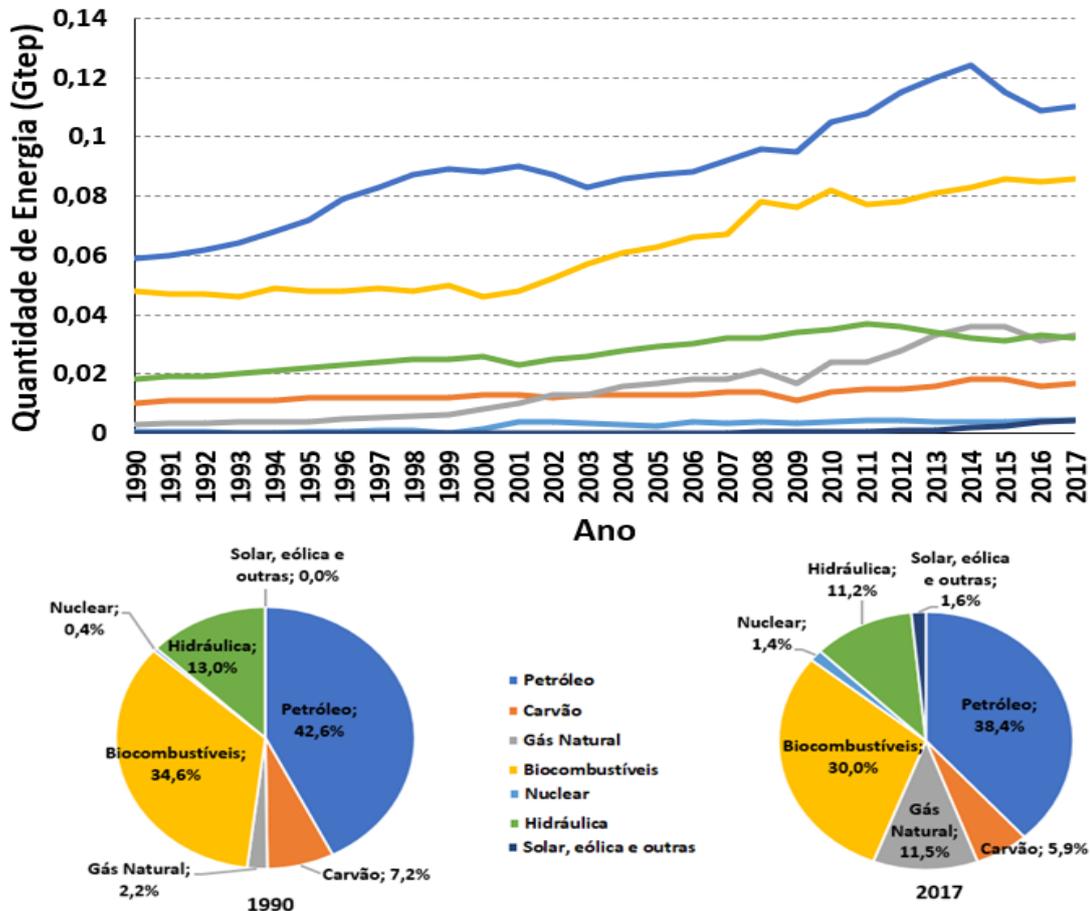


Fonte: IEA, 2020.

A Figura 3 apresenta a OTEP nacional por fonte para o período de 1990 a 2017, cujo gráfico de linhas traçado demonstra a predominância efetiva do petróleo e biocombustíveis como principais fontes primárias. Se comparado ao panorama mundial apresentado na Figura 2, o Brasil possui uma presença muito mais representativa de fontes renováveis em sua matriz energética, no total de 42,8% para o ano de 2017, somando-se os percentuais referentes a geração hidráulica, biocombustíveis e solar, eólica e outras fontes renováveis.

Apesar de haver uma presença três vezes maior de fontes renováveis na matriz brasileira quando comparado ao nível mundial de 13,9% para 2017 (Figura 2), o país expandiu sua OTEP em direção ao consumo de combustíveis fósseis no intervalo compreendido entre os anos de 1990 e 2017, conforme a tendência de ascensão presente nas curvas referentes a petróleo e gás natural da Figura 3. Esse movimento representou um incremento de 4,8% da participação dos combustíveis fósseis na matriz energética primária brasileira de 52,4% em 1990 para 57,2% em 2017.

Figura 3 - Oferta Total de Energia Primária Nacional por Fonte de 1990 a 2017



Fonte: IEA, 2020.

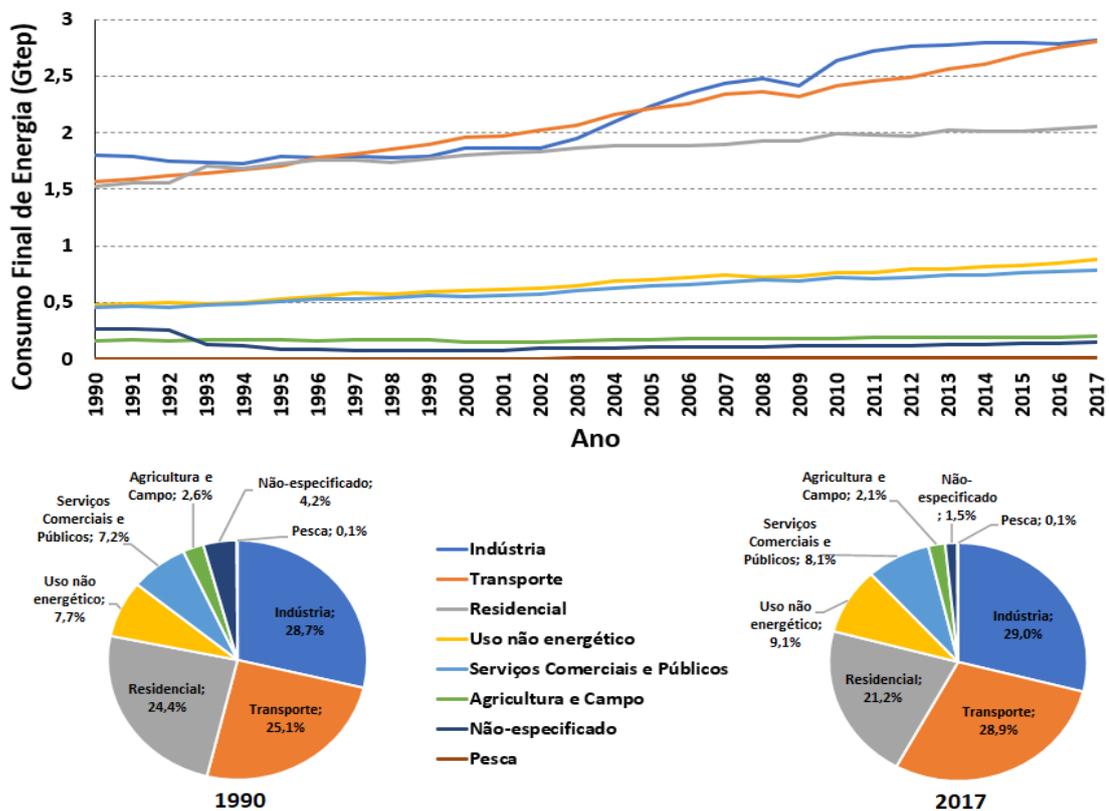
Prosseguindo a análise do fluxo energético nacional em comparação com os níveis mundiais, a Figura 4 e a Figura 5 apresentam Consumo Final de Energia para as duas instâncias analisadas neste estudo. Na Figura 4 observa-se através das curvas por ramo traçadas no gráfico de linhas que o setor da indústria, transporte e residencial despontam como maiores consumidores de energia a nível mundial, para todo o intervalo entre os anos de 1990 e 2017. Esses três setores são os que mais têm impacto econômico a nível mundial na sociedade globalizada e totalizam uma participação de 79,1% para o ano de 2017, sofrendo um incremento pouco representativo de 0,9% em relação ao ano de 1990, mas que serve para demonstrar a predominância desses setores como principais consumidores a nível mundial.

Analisando a Figura 5 observa-se através das curvas traçadas no gráfico de linhas como principais consumidores de energia são os setores de transporte e indústria a nível nacional, sendo que o setor de transporte alcançou patamar superior de consumo em relação ao setor industrial a partir do ano de 2013. O terceiro maior consumidor nacional de energia é o setor residencial, cuja participação somada aos outros dois setores já citado representa 83% do

consumo total energético nacional do período entre os anos de 1990 e 2017, alcançando uma média de consumo para esses setores superior ao nível mundial de 79,1% para o mesmo período.

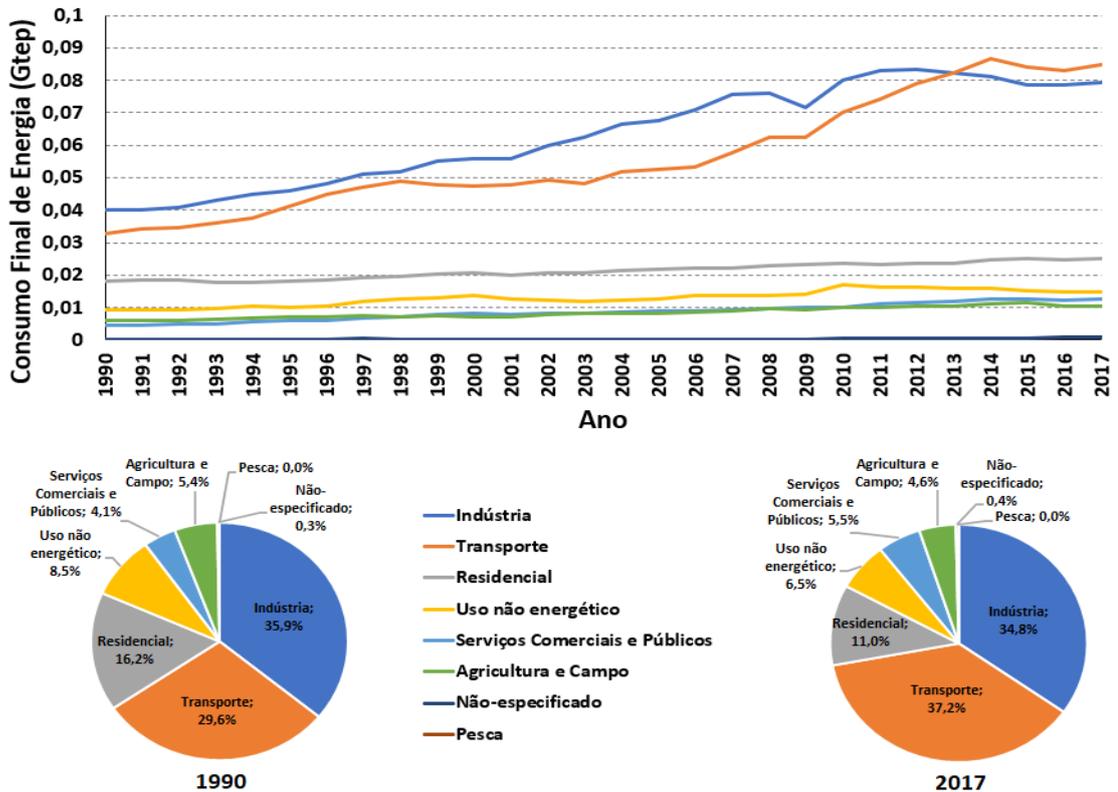
Observando-se as Figuras 4 e 5 é possível inferir que para os períodos analisados o setor de transporte foi o que sofreu maior incremento na demanda de energia, sendo de 3,8% para nível mundial e 7,6% à nível nacional, para o período de 1990 a 2017. Essa ascensão se deu principalmente pelo aumento ao acesso a veículos automotores providenciada pelas maiores facilidades de financiamento proporcionadas pelo mercado financeiro mundial e nacional.

Figura 4 - Consumo Final de Energia Mundial por Setor de Emprego de 1990 a 2017



Fonte: IEA, 2020.

Figura 5 - Consumo Final de Energia Nacional por Setor de Emprego de 1990 a 2017

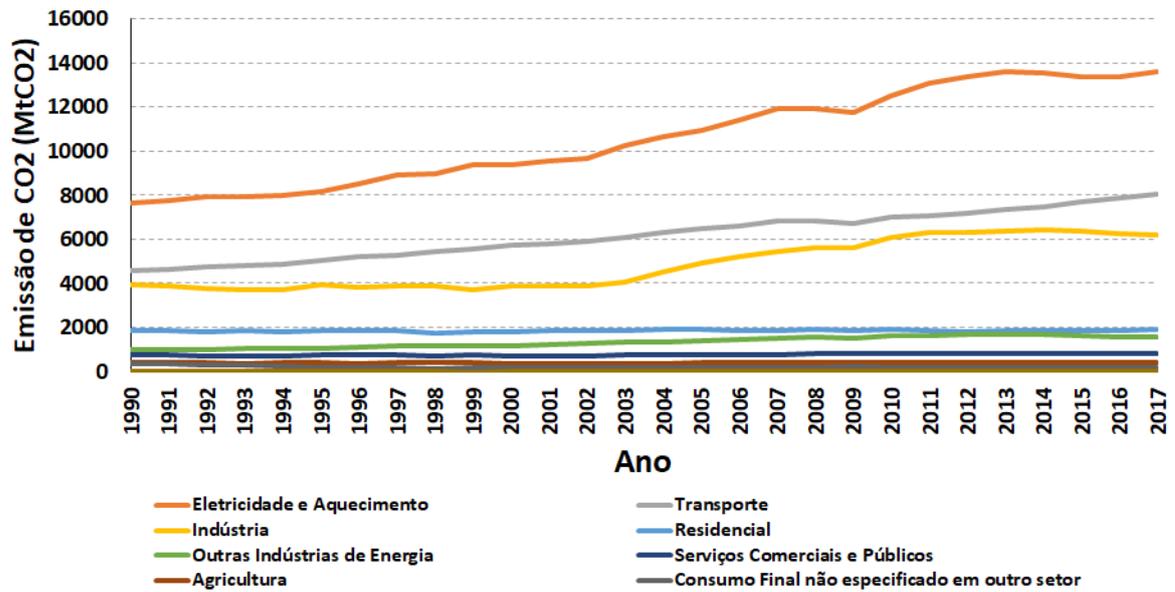


Fonte: IEA, 2020.

1.4.2 Análise dos níveis de emissão de Dióxido de Carbono

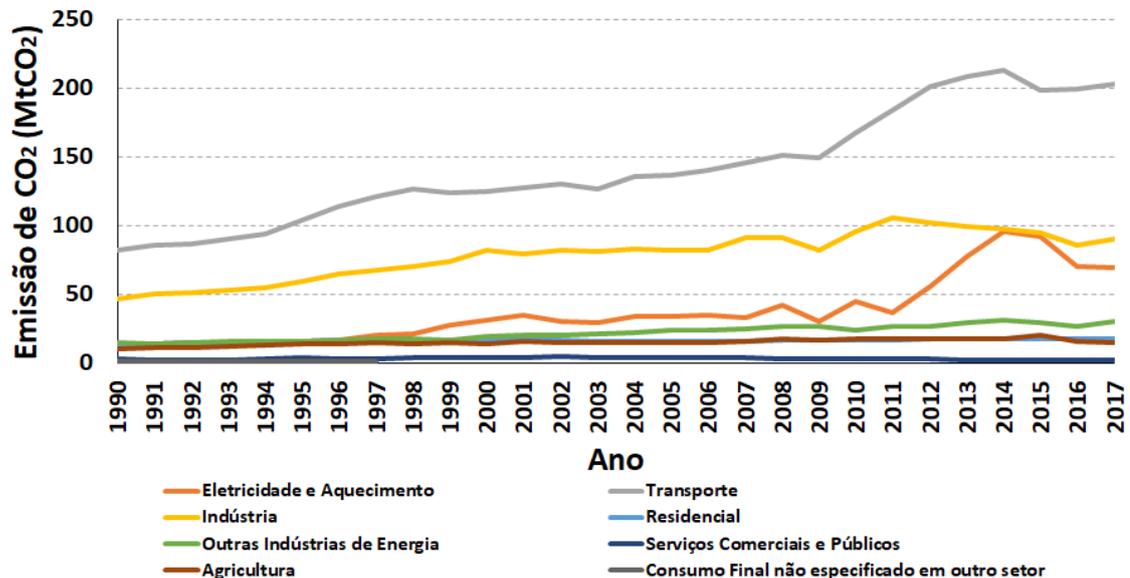
Para caracterização da emissão de gás carbônico a nível mundial e nacional, foram utilizados dados secundários de IEA (2020), sendo assim construídas as Figuras 6 e 7. A unidade métrica utilizada para quantificar quantidade de CO₂ encontrada na literatura e bases de dados comuns é a Tonelada Equivalente de Dióxido de Carbono (tCO₂).

Figura 6 - Emissão de Gás Carbônico Mundial por Setor de 1990 a 2017



Fonte: IEA, 2020.

Figura 7 - Emissão de Gás Carbônico Nacional por Setor de 1990 a 2017



Fonte: IEA, 2020.

Em relação aos os níveis de emissão setoriais de gás carbônico no mundo apresentados na Figura 6, é possível observar que o setor de eletricidade e aquecimento é maior responsável pelos níveis de emissão, sendo prosseguido pelo setor de transporte e indústria. Ao comparar as análises da Figura 6 com as obtidas na Figura 4, é possível verificar que os níveis de emissão de gás carbônico setorial estão alinhados com os principais consumidores finais de energia

(setor residencial, indústria e transporte), pois a matriz energética mundial é baseada em combustíveis fósseis, conforme observado na análise obtida para Figura 2.

Em relação aos os níveis de emissão setoriais de gás carbônico nacionais, apresentados na Figura 7, é possível inferir que diferente dos níveis mundiais, o setor de transporte é o que predomina como maior emissor. Essa característica está alinhada com os níveis de consumo final de energia nacional apresentados na Figura 5, cujo setor de transporte é o que possui maior representatividade. Após este setor, o ramo industrial prosseguido pelo setor de eletricidade e aquecimento são os que possuem maiores níveis de emissão. Sendo assim, ocorre um alinhamento setorial em relação a representatividade de emissão de CO₂ do Brasil em relação ao mundo, em que os setores de transporte, industrial e de eletricidade e aquecimento são os maiores emissores de gás carbônico.

1.4.3 Projeções e expectativas em relação as iniciativas de fomento a fontes renováveis no Brasil

Para cumprir a metas previstas na Agenda 2030 o país definiu parâmetros a serem alcançados no intervalo de 2017 a 2027, sendo a eficiência energética resultante estimada com a implementação das intervenções elencadas no Quadro 1 de 7% de redução do consumo energético final do Brasil. Dada as iniciativas de fomento a utilização de fontes de energia renováveis historicamente realizadas no país, em um contexto de nível mundial, o Brasil se encontra em posição favorável. Ocupando a 11^a colocação no mundo em emissões de gás carbônico, sendo que para o ano de 2015 emitiu o total de 451 milhões de toneladas métricas de CO₂, que se comparado a China que emitiu 9,04 bilhões e os Estados Unidos com 4,99 bilhões de toneladas métricas de CO₂ é um valor muito menor (MORAIS, 2019).

Quadro 1 - Projeção de Economia Energética Agenda 2030

SETOR	PONTOS DE INTERVENÇÃO	ECONOMIA ENERGÉTICA
Industrial	Aprimoramento da eficiência energética com a implementação de inovações tecnológicas para o uso das fontes mais utilizadas, sendo elas a eletricidade, bagaço da cana e gás natural.	5,6%
Transportes	Implementação de avanços tecnológicos em motores para minimização de perdas energéticas, motores híbridos, mudanças culturais no uso do transporte individual, aumento da importância do modo rodoviário coletivo, priorização do transporte coletivo em vias preferenciais	6%
Residencial	Revisão de índices de eficiência energética de equipamentos de ar-condicionado, refrigerador e congelador a serem implementadas do ao de 2020. Além de iniciativas de substituição do chuveiro elétrico por aquecedores a gás natural ou solar.	4%
Serviços	Refere-se tanto a serviços públicos quanto a privados, sendo a fonte preponderante deste setor a eletricidade, espera-se que a substituição de equipamentos obsoletos por de melhores eficiência energética possibilite a redução do consumo.	6%
Agropecuário	O grande potencial de economia neste setor refere-se ao uso de óleo diesel e eletricidade, utilizando como indutores as inovações tecnológicas	6%

Fonte: MORAIS, 2019.

Como observado nas análises obtidas no tópico 1.4.1 deste estudo, o país tem o setor de transportes como o grande consumidor final energético do país. Desde a década de 1970 com o programa Pró-álcool, vem sendo fomentada a utilização de biocombustíveis como estratégia para substituição de combustíveis fósseis e redução de emissão de gases do efeito estufa. Destacando-se segundo Moraes (2019) a obrigatoriedade da mistura de 27% do álcool anidro na gasolina, a produção de veículos híbridos (álcool e/ou gasolina) e da adição de 10% de biodiesel no diesel fóssil, podendo ser estendida a 15% conforme previsto na Lei nº 13.263/2016 (BRASIL, 2016). Para garantir a redução das emissões de na matriz de combustíveis foram definidas metas de cumprimento das proporções de mistura de álcool anidro na gasolina e do biodiesel no diesel fóssil para o período de 2019 a 2028.

Os projetos realizados durante o PAC de potencialização dos parques de geração eólica no período de 2013 a 2018, aumentaram de 1,7% para 8,8% a capacidade total de geração destas fontes. Apesar do aproveitamento hidráulico para geração elétrica ter reduzido sua representatividade de 13% para 11,2 % de 1990 para 2017, devido a redução dos níveis de precipitação e concentração das chuvas, o país é o terceiro do mundo em capacidade instalada de geração de energia elétrica, após a China e Estados Unidos (GOLDEMBERG, 2015).

Morais (2019) apresenta uma alternativa para possibilitar a transição proposta pela Agenda 2030, destacando o gás natural como uma possibilidade de substituição do uso de outros combustíveis fósseis, que são mais poluentes que o mesmo. Esse emprego torna-se viável somente se proporcionados maiores incentivos de mercado para a elevação da oferta de gás no país, atualmente controlado pela Petrobras. Sendo necessária uma nova regulamentação do mercado de gás natural com a autorização através do Congresso Nacional para entrada de novos investidores no mercado e promover a competição de preços com novas ofertas de gás natural. Esses fatores podem contribuir para a substituição rápida da lenha, do carvão, do diesel e do óleo combustível nas atividades industriais e nas usinas térmicas.

1.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico ou levantamento da situação energética de um país ou região é fator determinante para planejamento e adoção de medidas que favoreçam a implementação de práticas sustentáveis de desenvolvimento. Sendo assim, este trabalho ao comparar a oferta e destinação de energia de nível nacional com a mundial demonstrou que o Brasil possui uma matriz e potencial que favorecem a implementação de energias renováveis.

A metodologia empregada para analisar o fluxo energético das regiões estudadas permitiu traçar uma perspectiva energética para o país, em que as informações inferidas apresentaram alinhamento lógico entre oferta total de energia primária, consumo final e níveis de emissão de CO₂. Os levantamentos suplementares de iniciativas passadas, projeções e expectativas de fomento a fontes renováveis no Brasil demonstraram que o Estado tem papel substancial nesse trajeto, abrangendo medidas de desoneração regulamentar, incentivos fiscais, financiamento de projetos realizados por empresas privadas, e de deliberação de obras para infraestrutura energética.

Desta forma, este estudo alinhou análise teórica, percentual e gráfica de dados secundários, proporcionando uma compreensão não ilimitada, mas um pouco mais ampla do tema estudado. Como possibilidades de trabalhos futuros, propõem-se realizar um

levantamento de quais recursos tecnológicos o Brasil tem domínio e expertise, para que possam ser utilizados em larga escala para aumentar a eficiência energética dos setores que mais demandam o consumo final de energia no país.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Fatores de Conversão**. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2020.

BIGARANI, F. A.; ZAPPAROLI, I. D.; NASCIMENTO, S. P. Relação mundial per capita entre renda e emissão de dióxido de carbono. **Economia & Região**, v. 2, n. 2, p. 25-47, 2015.

BRASIL. Lei nº 13.263, de 23 de março de 2016. Estabelece os Percentuais de Adição de Biodiesel ao óleo Comercializado no Território Nacional. **Presidência da República**. Brasília, DF, 23 mar. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13263.htm. Acesso em: 26 mai. 2020. Acesso em: 20 maio 2020.

BURSZTYN, M. **A difícil sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. [S.l.]: Garamond, 2018.

CARDOSO JR, J. C.; NAVARRO, C. A. **O Planejamento Governamental no Brasil e a experiência recente (2007 A 2014) do programa de aceleração do Crescimento (PAC)**. 2016.

DONEV, J. Energy Education - Total Primary Energy Supply. **University of Calgary**. Calgary, 2017. Disponível em https://energyeducation.ca/encyclopedia/Total_primary_energy_supply. Acesso em: 11 maio 2020.

DRUMM, F. C. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.

FIRMIANO, M. R. **A relação entre consumo de energia, emissão de CO2 e crescimento econômico no Brasil**: análises para o período de 2000 a 2013. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/33994/1/2015_tcc_%20mrfirmiano.pdf. Acesso em: 11 maio 2020.

FREIRE, L. Energias renováveis complementares: benefícios e desafios. Fundação Getúlio Vargas, 2014. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19079/renovaveis_luciano_freire.pdf. Acesso em: 11 maio 2020.

GOLDEMBERG, J. Energia e Sustentabilidade. **Revista de Cultura e Extensão USP**, v. 14, p. 33-43, 2015.

International Energy Agency (IEA). **Data and Statistics**. Paris, 2020. Disponível em <https://www.iea.org/data-and-statistics>. Acesso em: 11 maio 2020.

LETCHER, T. M.; WILLIAMSON, A. *Forms and Measurement of Energy*. 2004.

MANTOVANI, P. R. A.; NEUMANN, P. N.; EDLER, M. A. R. Matriz Energética Brasileira: Em busca de uma nova alternativa. **Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 4, n. 1, 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Balço Energético Nacional**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 11 maio 2020.

MORAIS, J. M. **ODS 7 - Assegurar o Acesso Confiável, Sustentável, Moderno e a Preço Acessível à Energia Para Todos**. IPEA, 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9205/1/Cadernos_ODS_Objetivo_7.pdf. Acesso em: 11 maio 2020.

NASCIMENTO, T.; MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE. BR**, v. 10, n. 3, p. 630-651, 2012.

NETO, A. B. F.; CORRÊA, W. L. R.; PEROBELLI, F. S. Consumo de Energia e Crescimento Econômico: uma Análise do Brasil no período 1970-2009. **Análise Econômica**, v. 34, n. 65, 2016.

PINTO, M. C. O. **Uma história de dois PACS**: a gestão dos investimentos públicos em infraestrutura a partir do Programa de Aceleração do Crescimento. 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Feevale, 2013.

Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). **Ministério do Planejamento**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://pac.gov.br>. Acesso em: 24 maio 2020.

MINI CURRÍCULO E CONTRIBUIÇÕES AUTORES

TÍTULO DO ARTIGO	ENERGIA E SUSTENTABILIDADE: PANORAMA DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA
RECEBIDO	24/08/2020
AVALIADO	01/10/2020
ACEITO	08/10/2020

AUTOR 1	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sr.
NOME COMPLETO	Rodrigo Miguel dos Santos
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Universidade de Taubaté - UNITAU
CIDADE	Taubaté
ESTADO	São Paulo
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Engenheiro Eletricista, graduado pela Universidade de Taubaté (2017), pós-graduado em nível Lato-Sensu em Engenharia de Desenvolvimento de Projetos Eletrônicos, pela Faculdade Cidade Verde (2018), pós-graduado em nível Lato-Sensu em Engenharia de Controle e Automação Industrial pela Faculdade Única de Ipatinga (2019). Mestrando em Gestão e Desenvolvimento Regional pela Universidade de Taubaté. Atualmente atua como mecânico de instrumentos de aeronaves no Batalhão de Manutenção e Suprimento de Aviação do Exército. Experiência como instrutor de disciplinas de sistemas aviônicos de aeronaves convencionais e modernizadas pelo Centro de Instrução de Aviação do Exército. Possui experiência em projetos de instrumentação eletrônica de aeronaves para extração de dados.
AUTOR 2	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sra.
NOME COMPLETO	Marilsa de Sá Rodrigues
INSTITUIÇÃO	Universidade de Taubaté - UNITAU
CIDADE	Taubaté
ESTADO	São Paulo
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Possui graduação em Psicologia pela Faculdade Salesiana de Filosofia Ciências e Letras (1975), mestrado e doutorado em Administração de Empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie Professor assistente III da Universidade de Taubaté. Coordenadora da linha de pesquisa em gestão de recursos Socioprodutivos. Líder do grupo de pesquisa em Planejamento, Gestão e Desenvolvimento de Carreiras em âmbito Regional. Tem experiência na área de Psicologia Organizacional e Gestão de Pessoas, atuando principalmente nos seguintes temas: habilidades sociais, carreira e diagnóstico organizacional. Participa do GT-Relações Interpessoais e Competência Social ANPEPP.
AUTOR 3	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sra.
NOME COMPLETO	Monica Franchi Carniello
INSTITUIÇÃO	Universidade de Taubaté - UNITAU
CIDADE	Taubaté
ESTADO	São Paulo
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Possui graduação em Comunicação Social pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1993), mestrado em Comunicação e Letras pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (2000) e doutorado em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2005), pós-doutorado pela

	<p>Universidade Metodista (2010) e pós-doutorado pela Universidade do Minho - Portugal (2015). Atualmente é professora assistente doutora da Universidade de Taubaté, onde atua no Departamento de Comunicação Social, no Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento Regional e no Mestrado Acadêmico em Planejamento e Desenvolvimento Regional e da Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba (FATEC). Foi pesquisadora bolsista da FUNADESP. Tem experiência na área de Comunicação, atuando principalmente nos seguintes temas: comunicação e desenvolvimento regional, capital social, comunicação e espaço urbano, comunicação pública e governamental.</p>
<p>CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES NO ARTIGO</p>	<p>Todos os autores contribuíram na mesma proporção.</p>

<p>Endereço de Correspondência dos autores</p>	<p>Autor 1: eng.rodriгомiguel@gmail.com Autor 2: marilsasarodrigues@outlook.com Autor 3: monica.carniello@unitau.br</p>
------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------